T.C.

RADYO VE TELEVİZYON ÜST KURULU

SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNİN BİLİŞİM SEKTÖRÜNE SAĞLADIĞI FAYDALAR VE BAZI UYGULAMA ÖRNEKLERİ

UZMANLIK TEZİ

Fatih ÖZTÜRK

ANKARA

EKİM/2011

T.C.

RADYO VE TELEVİZYON ÜST KURULU

SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNİN BİLİŞİM SEKTÖRÜNE SAĞLADIĞI FAYDALAR VE BAZI UYGULAMA ÖRNEKLERİ

UZMANLIK TEZİ

Fatih ÖZTÜRK

DANIŞMAN

Murat BAHÇECİ

ANKARA

EKİM/2011

Radyo ve Televizyon Üst Kurulu Başkanlığına

Bu çalışma, Tez Değerlendirme Komisyonu tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	İmza
Başkan	:Taha YÜCEL…….…..…….....	
Üye	:Volkan ÖZTÜRK...……..…….....	
Üye	:Murat BAHÇECİ…….…….....	

ONAY
…./…./……...

Prof. Dr. Davut DURSUN
Üst Kurul Başkanı

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması aşamasında gerekli desteği sağlayan tez danışmanım Sayın Murat BAHÇECİ'ye, çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen mesai arkadaşlarım Sayın Mustafa KARAOĞLU'na, Sayın İbrahim ESER'e, Sayın Erdem ÇAKMAK'a ve bana her konuda destek olan eşim Sayın Deniz ÖZTÜRK'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER ____ *I*

KISALTMALAR ____ *IV*

ŞEKİLLER ____ *VII*

GİRİŞ ____ *1*

BİRİNCİ BÖLÜM ____ *4*

1. SANALLAŞTIRMA KAVRAMINA GENEL BAKIŞ ____ *4*

1.1 SANALLAŞTIRMA NEDİR? ____ **4**

1.1.1 Soyutlama ____ 5

1.2 SANALLAŞTIRMA TARİHİ ____ **6**

1.2.1 Atlas Süper Bilgisayarı ____ 7

1.2.2 M44/44X Projesi ____ 8

1.2.3 CP/CMS ____ 9

1.2.4 Diğer Projeler ____ 11

1.2.4.1 Livermore Zaman Paylaşım Sistemi (LTSS) ____ 11

1.2.4.2 Cray Zaman Paylaşım Sistemi (CTSS) ____ 11

1.3 SANALLAŞTIRMANIN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ ____ **12**

1.3.1 İşletim Sistemi-Donanım İlişkisi ____ 12

1.3.2 İşletim Sistemi-İşlemci İlişkisi ____ 15

1.3.3 Sunucu Sanallaştırması Teknikleri ____ 18

1.3.3.1 Klasik Sanallaştırma ____ 18

1.3.3.1.1 Hataları Dinle Ve Çalıştır Tekniği ____ 19

1.3.3.1.1.1 Donanım Destekli Sanallaştırma ____ 20

1.3.3.1.2 Gölge Yapılar Tekniği ____ 23

1.3.3.2 İşletim Sistemi Destekli Sanallaştırma ____ 24

1.3.3.3 İşletim Sistemi Seviyesinde Sanallaştırma ____ 25

İKİNCİ BÖLÜM ____ *28*

2. SANALLAŞTIRMA TÜRLERİ ____ *28*

2.1 UYGULAMA SANALLAŞTIRMASI ____ **28**

2.1.1 Emülasyon ____ 32

2.2 AĞ SANALLAŞTIRMASI ____ **35**

2.2.1 VLAN ____ 35

2.2.2 VIP ____ 35

2.2.3 VPN ____ 36

2.3 VERİ DEPOLAMA SANALLAŞTIRMASI 36

2.4 SUNUCU SANALLAŞTIRMASI 38

2.4.1 Klasik Sanallaştırma 39

2.4.2 İşletim Sistemi Destekli Sanallaştırma 40

2.4.3 İşletim Sistemi Seviyesinde Sanallaştırma 41

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 43

3. SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNİN UYGULAMA ALANLARI 43

3.1 TEKNOLOJİK YENİLENME 44

3.2 İŞ SÜREKLİLİĞİ VE FELAKETTEN KURTARMA 48

3.3 UYGULAMA SINAMALARI 50

3.4 BALKÜPÜ OLUŞTURMA 51

3.5 SERVİS SAĞLAYICILARIN KULLANMASI 53

3.6 BULUT BİLİŞİM 55

3.7 AKILLI TELEFONLAR 62

3.8 MASAÜSTÜ BİLGİSAYARI SANALLAŞTIRMASI 64

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM 72

4. SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNİN BİLİŞİM SEKTÖRÜNE SAĞLADIĞI FAYDALAR VE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR 72

4.1 SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNİN SAĞLADIĞI FAYDALAR 72

4.1.1 Yönetim, Güç, Soğutma ve Yeni Sunucu Maliyetleri 72

4.1.2 Yeşil Bilişim 84

4.1.3 Ayrıklık 88

4.1.4 Esneklik 89

4.1.5 Marka Bağımsızlığı 90

4.1.6 Verim 91

4.2 DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR 92

4.2.1 Yeni Bir Uzmanlık Alanı 92

4.2.2 İlk Sahip Olma Maliyeti 93

4.2.3 Sanal Makine Sayısında Artış 95

4.2.4 Güvenlik 96

4.2.5 Lisanslama 110

BEŞİNCİ BÖLÜM 116

5. UYGULAMA ÖRNEKLERİ 116

5.1 TÜRKİYE'DE SANALLAŞTIRMAYA GEÇİŞ PROJELERİ 116

5.1.1 Kamu İhale Kurumu (KİK) 116
5.1.2 Özyeğin Üniversitesi 118
5.1.3 Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu (TMSF) 119
5.1.4 Anadolu Üniversitesi (AÜ) 121
5.1.5 Erikli-Nestle Waters 123
5.1.6 Yapı Kredi Bankası 125
5.1.7 Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) 127
5.1.8 Natro-Çizgi Telekominikasyon Hizmetleri 128

5.2 DÜNYADA SANALLAŞTIRMAYA GEÇİŞ PROJELERİ 130
5.2.1 Dell 130
5.2.2 HP 133
5.2.3 Gazprom Açık Anonim Şirketi 134
5.2.4 Avianca Hava Yolları 137

ALTINCI BÖLÜM 139

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 139

6.1 SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNE GÖÇÜN PLANLANMASI AŞAMASI 139

6.2 SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNE GÖÇ SONRASI OLUŞAN YENİ ALTYAPININ YÖNETİLMESİ 146

KAYNAKÇA 149

ÖZET 164

ABSTRACT 165

ÖZGEÇMİŞ 166

KISALTMALAR

A.g. :Adı Geçen

A.g.e. :Adı Geçen Eser

A.g.m. :Adı Geçen Makale

A.g.k. :Adı Geçen Kaynak

ANSI :Amerika Ulusal Standartlar Enstitüsü (American National Standards Institute)

APC :American Power Conversion

API :Uygulama Programlama Arayüzü (Application Programming Interface)

AR-GE :Araştırma ve Geliştirme

AÜ :Anadolu Üniversitesi

AWS :Amazon Web Services

BİB :Bilgi İşlem Birimleri

BİT :Bilgi İşlem Teknolojileri

Bkz. :Bakınız

BT :Bilişim Teknolojileri

BYEGM :T.C. Başbakanlık Basın Yayın ve Enformasyon Genel Müdürlüğü

C. :Cilt

CPU :Merkezi İşlem Birimi (Central Processing Unit)

CRM :Müşteri İlişkileri Yönetimi (Customer Relationship Management)

CSC :Cambridge Bilim Merkezi (Cambridge Scientific Center)

CTSS :Cray Zaman Paylaşım Sistemi (Cray Time Sharing System)

DELL ICS :Dell IT Danışmanlık Servisi (DELL IT Consulting Services)

DMTF :Distributed Management Task Force

DMZ :Sivil Bölge (Demilitarized Zone)

DOS :Servis Reddetme (Denial Of Service)

EC2 :Elastic Compute Cloud

EMA :Enterprise Management Associates

ENISA :Avrupa Ağ ve Bilgi Güvenliği Ajansı (European Network and Information Security Agency)

EPA :Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency)

GB :Gigabayt

GE :General Electric Company

HP :Hewlett-Packard Development Company

HPC :Yüksek Performanslı Hesaplama (High Performance Computing)

I/O :Girdi/Çıktı (Input/Output)

IaaS :Hizmet Olarak Altyapı (Infrastructure as a Service)

IBM :International Business Machines

IDC :International Data Corporation

IPS **:**Saldırı Önleme Sistemi (Intrusion Prevention System)

ISA :Buyruk Kümesi Mimarisi (Industry Standard Architecture)

KİK :Kamu İhale Kurumu

kW :Kilowatt

kWh :Kilowatt saat

LTSS :Livermore Zaman Paylaşım Sistemi (Livermore Time Sharing System)

Mb/s :Megabayt/saniye

Mbit/s :Megabit/saniye

MIT :Massachusetts Institute of Technology

MMU :Bellek Yönetim Birimi (Memory Management Unit)

MULTICS :Multiplexed Information and Computing Service

No. :Numara

PaaS :Hizmet Olarak Platform (Platform as a Service)

PDU :Güç Dağıtım Ünitesi (Power Distribution Unit)

RAID :Ucuz Ardışık Diskler Dizisi **(**Redundant Array of Inexpensive Disks)

RAM :Rastgele Erişimli Bellek (Random Access Memory)

s. :Sayfa

S. :Sayı

SaaS :Hizmet Olarak Yazılım (Sofware as a Service)

SAN :Veri Depolama Alanı Ağı (Storage Area Network)

SCVMM :Microsoft System Center Virtual Machine Manager

SGK :Sosyal Güvenlik Kurumu

SMG :Sanal Makine Gözetleyicisi

SNIA :Veri Depolama Ağları Endüstrisi Birliği (Storage Networking Industry Association)

S3 :Simple Storage System

SPEC :Standard Performance Evaluation Corporation

TB :Terabayt

TBD :Türkiye Bilişim Derneği

TBMM :Türkiye Büyük Millet Meclisi

TMSF :Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu

TPM :Trusted Platform Module

TSOM :Toplam Sahip Olma Maliyeti (Total Cost Of Ownership)

ULM :Kullanıcı Seviyesinde Monitör (User-Level Monitor)

UNEP :Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme)

UPS :Kesintisiz Güç Kaynağı (Uninterruptible Power Supply)

USB :Evrensel Seri Veriyolu (Universal Serial Bus)

VIP :Sanal Ağ Adresi (Virtual IP)

VLAN :Sanal Yerel Ağ (Virtual Local Area Network)

VPN :Sanal Özel Ağ (Virtual Private Network)

VPS :Kişisel Sanal Sunucu (Virtual Private Server)

ŞEKİLLER

Şekil 1. Google haber arşivinde “Sanallaştırma” aramasının yıllara göre sonuçları ... 6

Şekil 2. Donanımın, işletim sisteminin ve diğer yazılımların ilişkisi 12

Şekil 3. Donanım ile işletim sistemi arasındaki SMG 13

Şekil 4. Konak işletim sisteminin üzerinde çalışan SMG 14

Şekil 5. X86 mimarisinde korunma halkaları 17

Şekil 6. Nokia N810 donanımında koşan DOSBox emülatörü ile Windows 3.1 işletim sistemi çalıştırılabilmektedir 34

Şekil 7. Windows işletim sisteminde emülatör kullanılarak konsol oyunları koşulabilmektedir..... 34

Şekil 8. Bütün dünyada BİT için yapılan yeni sunucu alımı, güç/soğutma ve yönetim harcamaları (1996-2012) 73

Şekil 9. Bütün dünyada sunucular için yapılan güç/soğutma harcamaları (1996-2010) 79

Şekil 10. Sanallaştırma ile ilgili en önemli güvenlik endişeleri 101

GİRİŞ

Gelir düzeyi yüksek ülkelerde 1990'lı yıllarda yaşanan ekonomik büyüme ile şirketler, bilgi işlem ihtiyaçlarının hızla karşılanmasını merkezileşmekten ve oluşacak enerji maliyetlerinden öncelikli olarak ele almıştır. Donanım fiyatlarındaki düşüş nedeniyle, herhangi bir uygulamaya ihtiyaç duyulduğunda, yeni donanımlar alarak bu ihtiyacı karşılamak, en hızlı çözüm olarak uygulanmıştır. Ayrıca çok uluslu şirketler, veri merkezlerini tek bir noktadan yönetmek yerine, ihtiyaç duyulan bölgelerde yeni bir veri merkezi kurmayı daha hızlı ve rekabetçi bir yol olarak benimsemiştir.

2001 yılında başlayan ekonomik durgunluk ile şirketler masraflarını azaltmak için yollar aramaya başlamıştır. Bu araştırmalar sonucunda, bilgi işlem birimlerindeki atıl donanım kaynakları, küçülen ve durgunlaşan ekonomiye rağmen artan bilgi işlem ihtiyacını karşılamak için kullanılabilecek bir kaynak olarak gündeme gelmiştir.

Uygulamaların, genellikle bir sunucunun sağlayabileceği donanım kaynağından çok daha azına ihtiyaç duyması bilinen bir gerçek olmakla birlikte birçok uygulamanın tek bir sunucuda çalıştırılması, bilgi işlem birimlerini birçok olası sorunla baş başa bırakmaktadır. Üretim ortamındaki bir sunucunun işletim sisteminde, birçok uygulamanın birbirlerine darboğaz oluşturup oluşturmayacağının kesin olarak tespiti oldukça zordur. Uygulamaların, aynı işletim sisteminde sorunsuz olarak çalışabileceği tespit edilmiş olsa dahi işletim sisteminde veya uygulamalarda yapılan bir güncellemenin, bu durumu değiştirip değiştirmeyeceğini öngörmek mümkün değildir.

Sunucular üzerinde birden fazla uygulama koşmak, sunucu sayısını düşürerek maliyet avantajı sağlayan verimli bir yöntem olsa da iş sürekliliğini ve güvenilirliği sağlamak isteyen şirketler, farklı uygulamaları farklı sunucularda koşmayı daha sürdürülebilir bir seçim olarak değerlendirmiştir. Zira kritik öneme sahip bir uygulamanın sürekliliğinin sağlanması uygulamaya tahsis edilmiş sunucunun işletme masraflarından daha önemlidir.

Bu noktada iş sürekliliği ile işletme masrafları arasındaki dengeyi sağlamak için sanallaştırma devreye girmektedir. Bilgi işlem birimleri için sanallaştırma, merkezileştirmenin sağlanarak işletme maliyetinin azaltılmasına olanak sağlayan bir teknolojidir. Sanallaştırma ile uygulamalar ve işletim sistemi dâhil tüm bilgisayar "Sanal Makine" ismi verilen dosyalarda kapsüllenmiştir. "Sanal Makine Gözetleyicisi" ismi verilen yazılım sayesinde, hem bu sanal makinelerin aynı fiziksel sunucu üzerinde çalıştırılarak atıl donanım kaynaklarının kullanılması sağlanmakta hem de uygulamaların ayrıklığı sağlanarak birbirlerini etkilemelerinin ve iş sürekliliğinin bozulmasının önüne geçilmektedir.

Sanallaştırma teknolojilerinin incelendiği "Sanallaştırma Teknolojilerinin Bilişim Sektörüne Sağladığı Faydalar ve Bazı Uygulama Örnekleri" başlıklı bu tez çalışmasında sanallaştırma teknolojilerinin çalışma prensipleri, türleri, uygulama alanları hakkında bilgi altyapısının oluşturulması ile yapılan literatür taraması ve incelenen uygulama örnekleri ışığında sözkonusu teknolojilerden azami ölçüde fayda sağlanması için dikkat edilmesi gereken hususların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde sanallaştırma teknolojilerinin gelişiminin tarihi ve sanallaştırma yazılımlarının çalışma prensipleri incelenmiştir.

İkinci bölümde, sanallaştırma teknolojilerinin kullanım alanlarına göre sınıflandırması yapılmış ve sanallaştırma türleri bu sınıflandırma ışığında incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, sanallaştırma teknolojilerinin uygulama alanlarına göre sınıflandırması yapılmış ve bu uygulama alanları incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, sanallaştırma teknolojilerinin bilişim sektörüne sağladığı faydalar incelenmiş ve bu teknolojilerin uygulanmasında dikkat edilmesi gereken hususlar üzerinde durulmuştur.

Beşinci bölümde, sanallaştırma teknolojilerini kullanan şirketlerin bu teknolojilere göçün planlanması ve göç sonrası oluşan yeni altyapının yönetilmesi aşamasında edindikleri tecrübeler incelenmiştir.

Altıncı bölümde ise yapılan araştırmalar ve uygulama örnekleri ışığında, gerek sanallaştırma teknolojilerine göçün planlanması aşamasında gerekse bu teknolojilere göç sonrası oluşan yeni altyapının yönetilmesi aşamasında uygulanması faydalı olacak bazı önerilerde bulunulmuştur.

Bu tez çalışmasının, sanallaştırma teknolojilerine göç etmeyi düşünen bilgi işlem birimleri için gerekli göç planlarının yapılması, göçün gerçekleştirilmesi ve göç sonrası oluşan yeni altyapının verimli olarak yönetilmesi aşamalarında katkı sağlaması beklenmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. SANALLAŞTIRMA KAVRAMINA GENEL BAKIŞ

1.1 SANALLAŞTIRMA NEDİR?

2003 yılında Intel, sanallaştırma teknolojisine donanım tabanlı destek vermek için "Vanderpool" isimli proje üzerinde çalıştığını duyurduğunda, yaklaşık 40 yıllık bir geçmişe sahip sanallaştırma teknolojisi tekrar sektörün gündemine gelmiştir. Intel'in bu duyurusuna kadar, bilişim sektöründe uzun yıllardır biliniyor olmasına rağmen yaygın bir tanımı olmayan sanallaştırma terimi, daha çok mistik bir teknoloji olarak algılanmıştır.

Günümüzde sanallaştırma, teknik bir problem üzerinde yapılan bilimsel bir araştırma olmaktan çok ismi "merkezileşme" ve "kolay yönetilebilirlik" terimleri ile birlikte anılan, kanıtlanmış uygulamaları olan ve büyük bir hızla genişleyen bir pazar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sanallaştırma uygulamaları ile tüketici elektroniği de dâhil olmak üzere bütün bilişim pazarında karşılaşmak mümkündür. Artık üretimde olmayan konsol platformları için tasarlanmış oyunların bilgisayarlarda oynanmasını sağlayan MAME ve benzeri emülatör programlarını kullanan bütün kullanıcılar aslında sanallaştırma teknolojisini kullanmaktadır. Ayrıca Xbox 360 ve Playstation 3 oyun konsolları da üzerlerinde koşacak yazılımları ve kullanıcıların korunan içeriklere erişimini yönetmek için sanallaştırma teknolojisinden faydalanmaktadır[1].

[1] http://arstechnica.com/hardware/news/2008/08/virtualization-guide-1.ars/2 (23.11.2010)

1.1.1 Soyutlama

Bilgi işlem tarihindeki en önemli gelişmelerden birisi donanım ile uygulamalar arasına yeni bir soyutlama katmanı konulması; böylece donanım ile uygulama ilişkisinin yeniden düzenlenmesidir. Buyruk Kümesi Mimarisi (ISA) bu tür bir soyutlama katmanı olarak düşünülebilir. ISA, donanım aygıtlarına yön verecek programlar yazılırken kabul edilecek öngörülerdir. Donanımlara komut göndermek için hazırlanan kararlı programlama modellerinin ve kütüphanelerin geliştirilmesi ile programcılar, kendilerinden önce yazılmış ikili kodları tekrar kullanabilir hale gelmiştir. Bu sayede yazılım geliştirme maliyetleri büyük oranda düşmüştür[2].

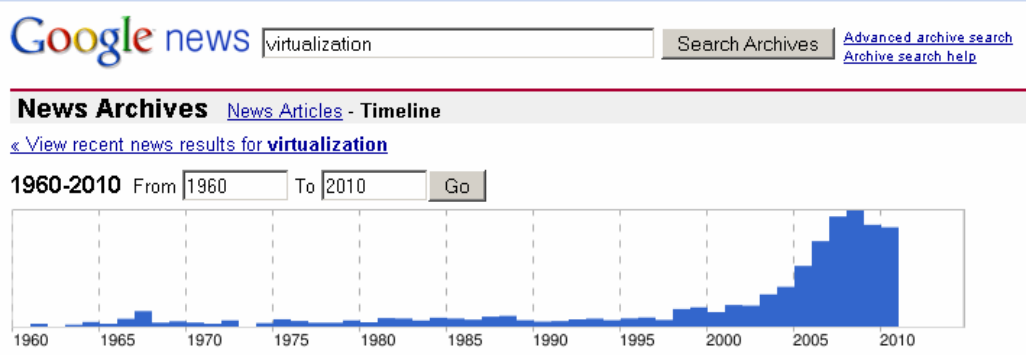
Bilgi işlem tarihinde donanımı ve yazılımı ayırma yönünde önemli bir diğer gelişme de derleyicilerin ve yüksek düzeyli programlama dillerinin kullanılmaya başlanmasıdır. Yüksek düzeyli programlama dillerini kullanan programcılar, yazdıkları programları üstünde koşacağı donanımdan bağımsız olarak tasarlama imkânına erişmiştir.

Sanallaştırma teknolojisi yazılımı ve donanımı ayırma konusunda atılmış son önemli adımdır. Sanallaştırma teknolojileri kullanılarak, özel donanımsal gereksinimleri olan yazılımlar normalde çalışmaları mümkün olmayan donanımlar üzerinde çalıştırılabilmektedirler.

[2] http://tr.wikipedia.org/wiki/Komut_k%C3%BCmesi (31.10.2010)

1.2 SANALLAŞTIRMA TARİHİ

Şekil 1'de[3] görüldüğü üzere sanallaştırma terimi, 1995 yılından sonra bilişim sektöründe sıkça geçen kavramlardan biri olmasına rağmen ilk kez 1960'lı yıllardaki bir dizi çalışmada kullanılmıştır. 1960'lı yıllarda sanallaştırma kavramı yerine benzer mantığa sahip olan "Zaman Paylaşımı" kavramı yaygın olarak kullanılmıştır. Bu kavramın kullanılmaya başlanması, Oxford Üniversitesi Hesaplama Bölümü'nün ilk profesörü olan Christopher Strachey'in 1959 yılında yayımladığı "Hızlı Büyük Bilgisayarlar İçin Zaman Paylaşımı" isimli makale ile olmuştur[4].



Şekil 1. Google haber arşivinde "Sanallaştırma" aramasının yıllara göre sonuçları

Strachey'in çalışması ile bir kullanıcı kendi konsolunda program çalıştırırken diğer bir kullanıcının da kendi konsolunda başka bir programla çalışabilmesini sağlayan, yani donanımsal bekleme zamanlarının kullanıcıya hissettirmemesini hedefleyen "Çoklu Programlama" kavramının gelişmesini sağlamıştır. Strachey 1974 yılında Donald Knuth'a gönderdiği e-postada, 1959 yılında yazdığı makalenin

[3]http://www.google.com/archivesearch?as_user_ldate=1960&as_user_hdate=2010&q=virtualization&scoring=t&q=virtualization&lnav=od&btnG=Go (31.10.2010)

[4] Amit Singh,"An Introduction to Virtualization", 2004-b, http://www.kernelthread.com/publications/virtualization/ (31.10.2010)

hedeflerinden bahsettikten sonra 1960'lı yıllarda "Zaman Paylaşımı" kavramının daha çok teorik olduğunu da itiraf etmektedir[5].

Çoklu programlama kavramı ve sonrasında yapılan çalışmalar, bu kavramı hayata geçirmeyi amaçlayan icat niteliğinde birçok süper bilgisayar fikrinin doğmasını sağlamıştır. Bu süper bilgisayarlar arasında, sanallaştırma açısından incelenmesi faydalı olan Atlas ve IBM M44/44X bilgisayarları da bulunmaktadır.

1.2.1 Atlas Süper Bilgisayarı

Atlas Süper Bilgisayarı, 1962 yılında Manchester Üniversitesi, Ferranti Limitet Şirketi ve Plessey Limitet Şirketi'nin ortaklığı ile geliştirilmiştir. Bu bilgisayar dünyanın en güçlü bilgisayarı olarak tanımlanmış ve kapatılması durumunda Büyük Britanya'nın bilgisayar gücünün yarısını kaybedeceği ifade edilmiştir. Atlas Süper Bilgisayarı temel alınarak, Ferranti Limitet Şirketi tarafından Cambridge Üniversitesi için üretilen ve Cambridge Bilgisayar Laboratuvarı tarafından geliştirilen Atlas 2 Süper Bilgisayarı, zaman paylaşımı ve çoklu programlama sistemlerini ilk kullanan süper bilgisayarlardandır[6].

Atlas'ın yüksek hızlara ulaşabilmesi işletim sistemi süreçlerini süpervizör olarak isimlendirilen bir bileşene, kullanıcı süreçlerini ise diğer bir bileşene gömerek süreçlerin birbirlerinden ayrılması ile sağlanmıştır. Atlas'taki süpervizör, sunucu kaynaklarını yöneterek kullanıcı süreçlerinin donanımsal kaynaklardan yüksek verimle faydalanmasını sağlamaktadır. Bu nedenle Atlas Süper Bilgisayarı'nın donanım kaynaklarını yöneten süpervizörü tarihteki ilk sanallaştırma yönetim

[5] A.g.k.

[6] http://en.wikipedia.org/wiki/Atlas_Computer_%28Manchester%29 (31.10.2010)

yazılımı olarak değerlendirilebilir. Ayrıca bu bilgisayarda, kullanıcı süreçlerinin aynı bellek ünitesinde birbirlerinden ayrık çalışmasını sağlayan sanal bellek yönetimi kullanılarak sanallaştırmanın en önemli unsurlarından olan donanım soyutlaması kavramının da temelleri atılmıştır[7].

1.2.2 M44/44X Projesi

IBM, bilişim sektöründe teknoloji geliştirmedeki öncülüğünü koruyabilmek için Atlas projesine M44/44X projesini geliştirerek cevap vermiştir. M44/44X projesi, New York'ta Thomas J. Watson Araştırma Merkezi'nde Atlas Süper Bilgisayarı ile benzer mimarı yapılar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu projede IBM'in geliştirdiği süper bilgisayar IBM 7044 (M44) olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca, bu bilgisayarın donanım kaynaklarını kullanan, bu bilgisayarda barınan ve her kullanıcıya bir adet verileceği tasarlanıp 44X olarak isimlendirilen birçok "Sanal Makine" geliştirilmiştir. Böylece zaman paylaşımlı sistemlerde "Sanal Makine" terimi IBM tarafından zaman paylaşımlı sistemler literatürüne kazandırılmıştır[8].

M44/44X projesi üzerinde yapılan araştırmalar sayesinde iyi tasarlanmış bir sanal makinenin gerçek makineler kadar verimli olabileceği sonucuna varılmıştır. Böylece IBM, ispatlanmakla kalmayıp aynı zamanda bilgisayar hesaplamalarında da oldukça başarılı olan bir yaklaşımı bilişim dünyasına kazandırmıştır. Peter J. Denning 1981'de yazdığı makalede, M44/44X projesinin benzeri olan projelerin arasından sıyrılarak deneysel bilgisayar biliminde bir dönüm noktası olduğunu ifade etmiştir[9].

---

[7] John Hoopes, "Virtualization for Security", Syngress, Burlington, 2008, s.3

[8] David Rule, Rogier Dittner, "The Best Damn Server Virtualization Book Period", Syngress, Burlington, 2007, s.3

[9] Peter J. Denning, "Performance Modeling: Experimental Computer Science As Its Best", 1981, s. 4, http://cs.gmu.edu/cne/pjd/PUBS/ecs.pdf (05.12.2010)

1.2.3 CP/CMS

1950'li yılların sonunda bilgisayarlar, yapılacak işlerin listelendiği kartları seri halde işleyerek bilimsel araştırmalara hesap desteği vermek amacıyla kullanılmaktaydı. Zaman paylaşımlı sistem kavramının doğuşuyla kullanıcılar direk olarak bilgisayar kaynaklarını kullanabilir hale gelmiştir. Bilim adamları, zaman paylaşımlı sistemlerin özelliklerinden daha çok faydalanabilmek için başta IBM olmak üzere sektörün önde gelen bilgisayar üreticilerine bu teknolojiyi geliştirmesi yönünde baskı yapmıştır. Bilgisayar teknolojisindeki bu akımdan etkilenen MIT üniversitesindeki araştırmacılar, zaman paylaşımlı sistemlerin yeni nesli olarak tanıttıkları "MAC Projesi"ni geliştirmiştir. Bu proje önce MULTICS sistemlerin daha sonra da UNIX sistemlerin doğmasına öncülük etmiştir. Ayrıca MIT araştırmacıları MAC Projesi'nin çalışabilmesi için gerekli olan donanım ihtiyaçlarını ve tavsiyelerini yayınlamış ve platformları için gerekli donanım özellikleri üzerine araştırma yapmaya başlamıştır[10].

1960'lı yıllarda bütün donanım üreticileri, yeni bir ürün ailesinin üretimine geçtiğinde bu donanım için yeni bir teknik spesifikasyon yayımlardı. Dolayısıyla kullanıcılar yeni geliştirilen her teknoloji ile bütün donanımlarını yenilemek zorunda kalırdı. Örneğin son kullanıcı bilgisayarının işlemcisini değiştirirse yazıcı, kart okuyucu ve teyp ünitesi gibi diğer donanımları da değiştirmesi gerekirdi. Ayrıca kullanıcılar kendi programlarını yeni işlemciye uygun olarak tekrar yazmadıkları sürece kullanamazlardı. Kısacası 1960'lı yıllarda geriye dönük uyumluluk kavramı henüz yoktu. Bu noktada IBM radikal ve riskli bir karar alarak Sistem/360'ı geliştirmeye karar verdi. Sistem/360 çok geniş bir donanım desteğine sahip olacak ve ilk defa geriye dönük uyumu garanti edecekti. Yani Sistem/360 ailesinden bir

[10] Melinda Varian, " VM and the VM Community: Past, Present, and Future", SHARE 89 Oturum 9059-9061, 1997, s. 7, http://www.princeton.edu/~melinda/25paper.pdf (31.10.2010)

bilgisayar edinen son kullanıcılar, eski Sistem/360 bilgisayarlarında çalışan yazılımları değiştirmeden yeni bilgisayarlarında da çalıştırabileceklerdi[11].

IBM, 1964 yılının Şubat ayında MAC Projesi araştırmacıları ile aynı binada konumlanmış ve önderliğini Norm Rassmussen'ın yaptığı Cambridge Bilim Merkezi'ni (CSC) kurmuştur. CSC'nin amacı, MAC Projesi ve IBM arasında gerekli bağlantıyı kurup IBM donanımlarının MAC Projesi için tavsiye edilen donanımlar olması yönünde çalışmalar yapmaktı. Böylece IBM zaman paylaşımlı sistemlerde ve bilimsel hesaplama alanlarında liderliğini korumayı hedeflemiştir. CSC kurulduktan kısa süre sonra IBM'in MAC Projesi teklifini sunmuştur. Bu teklif, IBM'in Sistem/360 donanımının MAC Projesinin duyurduğu donanım ihtiyaçlarını karşılamaması nedeniyle kabul görmemiştir[12].

MAC Projesi geliştiricilerinin CSC'nin teklifini geri çevirmesi, IBM tarihindeki en önemli gelişmelerden biri olan CP/CMS sistemlerin geliştirilmesini sağlamıştır. IBM'in CSC ekibi, 1960'lı yılların sonunda sanallaştırma teknolojisini destekleyen ilk işletim sistemi olan CP40 işletim sistemini geliştirmiştir. CP40 ve sonrasında bu işletim sistemi güçlendirilerek geliştirilen CP67 işletim sistemleri sayesinde, IBM hem MIT hem de sektördeki diğer önemli aktörler nezdinde güvenilirliğini tekrar kazanmıştır. IBM'in sanallaştırma odaklı bu çalışmaları, daha büyük bellek alanlarını yönetmeye olanak veren ve sanallaştırmayı yöneten süpervizörün donanımsal olarak içinde bulunduğu sunucuların geliştirilmesini sağlamıştır. Bu tür sunucuların en ünlüsü 1972 yılında geliştirilen ve halen kullanılan VM/370 sistemidir[13].

[11] http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_System/360#Backward_compatibility (22.11.2010)

[12] J. Hoopes, 2008, s.4-5

[13] A.g.e., s.5

1.2.4 Diğer Projeler

IBM'in sanallaştırma ile ilgili çalışmaları bu teknolojinin şekillenmesinde yön verici olmuştur. Sektördeki diğer aktörler de bu teknolojiye kayıtsız kalmamış ve kendi geliştirmelerini yapmıştır. Bu projeler arasından öne çıkan iki proje LTSS ve CTSS'dir.

1.2.4.1 Livermore Zaman Paylaşım Sistemi (LTSS)

LTSS, 1960'lı yılların sonunda Lawrance Livermore Laboratuvarı'nda, CDC 7600 Süper Bilgisayarı için geliştirilmiş zaman paylaşımlı işletim sistemidir. CDC 7600, bu sistemin yardımıyla Atlas'tan daha iyi performans göstererek dünyanın en hızlı bilgisayarı unvanını almıştır[14].

1.2.4.2 Cray Zaman Paylaşım Sistemi (CTSS)

CTSS, LTSS sistemi temel alınarak, Los Alamos Bilim Laboratuvarı'nda, Lawrance Livermore Laboratuvarı desteği ile geliştirilen zaman paylaşımlı işletim sistemidir. LTSS işletim sistemini kullanan Cray Süper Bilgisayarları, Amerika Enerji Bakanlığı tarafından özellikle nükleer enerji üzerine yapılan araştırmalarda yoğun olarak kullanılmıştır[15].

[14] A.g.e., s.5

[15] http://en.wikipedia.org/wiki/Cray_Time_Sharing_System (31.10.2010)

1.3 SANALLAŞTIRMANIN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

1.3.1 İşletim Sistemi-Donanım İlişkisi

Şekil 2[16] bir bilgisayardaki donanımın, işletim sisteminin ve diğer yazılımların ilişkisini göstermektedir. Görüldüğü gibi işletim sistemi bilgisayardaki donanımların üzerinde çalışırken, bilgisayardaki diğer yazılımlar işletim sistemi üzerinde koşmaktadır. İşletim sistemi, üstünde koştuğu donanım üzerinde mutlak kontrole sahiptir. İşletim sisteminin temel görevleri, yönetimindeki donanım kaynaklarını üstünde koşan yazılımlar arasında ihtiyaç dâhilinde paylaştırmak için arabuluculuk yapmak ve üstünde koşan yazılımların birbirlerinin verilerini bozmalarını önlemek için yazılımlar arasında ayrıklığı sağlamak olarak özetlenebilir.



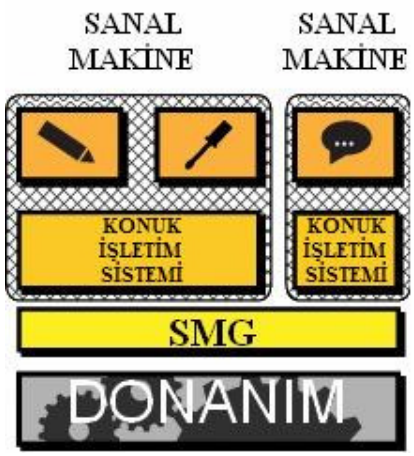
Şekil 2. Donanımın, işletim sisteminin ve diğer yazılımların ilişkisi

Sanallaştırma teknolojilerinin arkasındaki fikir, Şekil 2'deki katmanların arasına yeni bir katman eklemek, böylece birden fazla işletim sistemini aynı donanım üzerinde koşabilmektir. Aynı donanım üzerinde birden fazla işletim sistemi koşabilmemizi sağlayan bu katmana Sanal Makine Gözetleyicisi (SMG) ismi verilir.

[16] http://arstechnica.com/hardware/news/2008/08/virtualization-guide-1.ars (31.10.2010)

Sistem 370'in kullandığı gibi donanımsal çözümler kullanılarak SMG'nin görevinin yapılması hem maliyetli bir çözümdür hem de esneklikten yoksundur. Ayrıca donanımsal çözümler bütün donanımlarla uyumlu çalışamamaktadır. Bu nedenle günümüz bilgi işlem sektöründe yazılımsal SMG çözümleri, donanımsal çözümlere göre daha çok tercih edilmektedir.

Sanallaştırma teknolojisinin kullanıldığı fiziksel donanımı "Konak Makine" olarak isimlendirmek mümkündür. SMG, Şekil 3'de[17] görüldüğü gibi konak makinenin tüm donanım kaynaklarını istediği gibi yönetebilecek yetkiye sahip olarak donanım üzerinde kurulu olabileceği gibi, Şekil 4'de[18] görüldüğü gibi konak makine üzerindeki işletim sisteminde koşan ve konak makinenin kaynaklarına sınırlı erişimi olan bir yazılım da olabilir. SMG'nin konak makine üzerindeki işletim sistemi içinde bir yazılım olarak koşması durumunda konak makinenin işletim sistemine "Konak İşletim Sistemi" denilir[19].

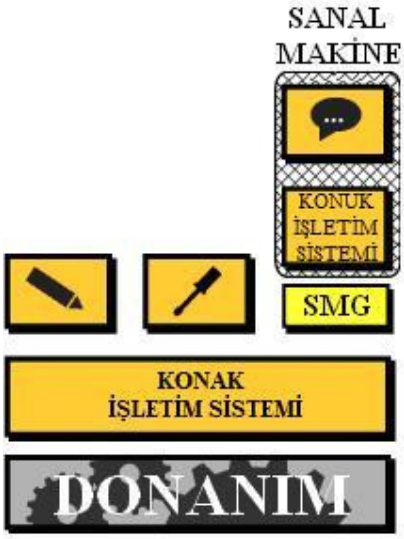


Şekil 3. Donanım ile işletim sistemi arasındaki SMG

[17] http://arstechnica.com/hardware/news/2008/08/virtualization-guide-1.ars/2 (01.11.2010)

[18] A.g.k.

[19] Erik van der Kouwe, "Virtual Machines: The State of the Art", Vrije Üniversitesi Bitirme Tezi, Amsterdam, 2006, s.2, http://www.few.vu.nl/~vdkouwe/doc/bsc-thesis-cs-erik-van-der-kouwe.pdf (01.11.2010)



Şekil 4. Konak işletim sisteminin üzerinde çalışan SMG

Gerçek makine, üzerinde işletim sistemi olan ve fiziksel olarak sahip olduğu donanım parçalarının tamamına ulaşabilen bir bilgisayar olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla gerçek makinenin donanımı fiziksel donanım parçalarının bizzat kendisidir ve gerçek makine sahip olduğu tüm kaynaklara BIOS yazılımı üzerinden erişebilmektedir.

Sanallaştırma teknolojisinin temel kavramı olan "Sanal Makine"nin tanımı Popek ve Goldberg tarafından "Gerçek makinenin etkili, soyutlanmış bir kopyası" olarak yapılmıştır[20]. SMG üzerinde koşan her bir sanal makineye "Konuk Makine", bu sanal makinelerin işletim sistemlerinin her birine de "Konuk İşletim Sistemi" adı verilmektedir[21]. SMG, konuk işletim sisteminin gerçek donanımlar üzerinde koştuğu yanılsamasını sağlayabilmek için bilgisayarın işlemcisini, diskini, belleğini ve ağ kartını yazılımsal olarak simüle eder ve bu kaynakları konuk işletim sistemine sunar.

[20] G. J. Popek, R. P. Goldberg, "Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures", Communications of the ACM ACM Press, New York, 1974, C.17, S.7, s. 413

[21] E. Kouwe, 2006, s.2, http://www.few.vu.nl/~vdkouwe/doc/bsc-thesis-cs-erik-van-der-kouwe.pdf (01.11.2010)

SMG üzerinde çalışan konuk işletim sistemleri, bir yazılım katmanı üzerinde çalıştıklarından haberdar değildirler. Her bir konuk işletim sistemi kendisinin donanım üzerinde çalıştığını algılar ve üstünde koşan yazılımları donanım kaynaklarına eriştirmek için gerekli düzenlemeleri yapar. Sanallaştırma teknolojilerinin geliştirilmesinde yaşanan zorluğun çoğu konuk işletim sistemlerinin üzerinde koştuklarını düşündükleri donanıma erişim yetkilerine sahip olmaları yanılsamasını korumakla ilgilidir.

Sanallaştırma teknolojisini kullanarak, gerçek makinelerin donanım kaynaklarını mantıksal parçalara ayırmak mümkündür. Bu teknoloji ile konak işletim sistemi üzerinde istenilen sayıda sanal makine çalıştırılıp konak makinenin işlem gücü, diski ve belleği gibi donanım kaynakları sanal makineler arasında paylaştırılabilir[22].

Konuk işletim sistemlerinin performansları açısından değerlendirme yapıldığında, SMG'nin konak makinedeki konumu belirleyici bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. SMG donanım katmanından uzaklaştıkça konuk işletim sistemleri daha yavaş çalışmaktadır. Zira konak makinenin donanım kaynakları ile konuk işletim sistemleri arasına daha fazla yazılım katmanı girmekte ve her katman kaynaklara erişim hızını bir miktar yavaşlatmaktadır.

1.3.2 İşletim Sistemi-İşlemci İlişkisi

İşlemciler, bilgisayardaki yazılımlardan kendisine gelen komutları ve donanım kaynaklarına erişim isteklerini, sorgulamaksızın yerine getiren işçiler değildir. İşlemciler, işletim sisteminin varlığından haberdardır, yerine getirecekleri

[22] Jeff Daniels, "Server virtualization architecture and implementation", ACM, C.16, S.1, 2009, s. 8

komutların işletim sisteminde koşan yazılımlardan hangisi tarafından gönderildiğini değerlendirir ve uygun gördükleri istekleri yerine getirirler.

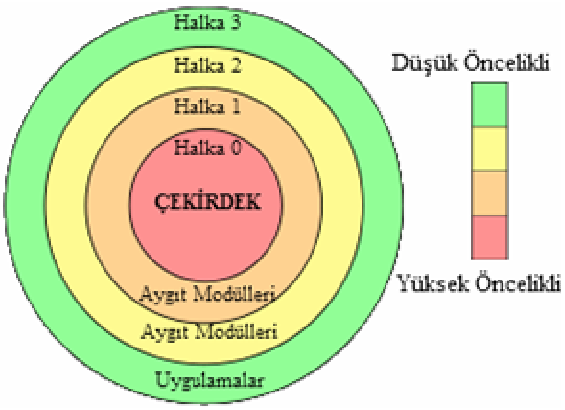
İşlemciler, işletim sisteminin erişebildiği donanım kaynaklarının dengeli olarak kullanılabilmesini sağlamak ve yazılımların birbirlerinin alanlarına müdahale ederek birbirlerini çalışamaz hale getirmesini önlemek için, yazılımlar arasındaki erişim önceliklerini tanımlayan bir mekanizma kullanırlar. Yazılımların birbirlerine zarar vermelerini ve kendilerinden beklenmeyen şüpheli görevler yürütmelerini önlemek için oluşturulan bu mekanizmaya, bilgisayar bilimleri terminolojisinde "Hiyerarşik Korunma Alanları" veya "Korunma Halkaları" ismi verilir[23].

Şekil 5'de[24] görüldüğü gibi korunma halkaları, X86 mimarisinde Halka 0, Halka 1, Halka 2 ve Halka 3 olarak tanımlanmıştır. Halka 0'da koşan yazılımlar donanım kaynaklarına en öncelikli ve ayrıcalıklı erişim haklarına sahiptirler. Bu katmanda koşan, donanım tarafından güvenilen yazılımlar, işlemcinin bütün fonksiyonlarını çağırma yetkisine sahiptir. Bu sebepten dolayı Halka 0, sadece işletim sisteminin çekirdeğinin üzerinde koşacağı katman olarak tasarlanmıştır. Halka 1'den Halka 3'e kadar olan halkalar ise, hiyerarşik olarak işletim sisteminin daha az hassas parçaları ve kullanıcıların kurduğu yazılımlar için ayrılmıştır[25].

[23] http://en.wikipedia.org/wiki/Ring_%28computer_security%29 (01.11.2010)

[24] http://en.wikipedia.org/wiki/Ring_%28computer_security%29 (01.11.2010)

[25] A.g.k.



Şekil 5. X86 mimarisinde korunma halkaları

Korunma halkaları yapısını 1960'lı yıllarda ilk kullanan işletim sistemi olan MULTICS, üzerinde koştuğu, MİT ve GE tarafından özel olarak üretilmiş olan işlemcisi sayesinde 8 adet korunma halkasına sahipti. MULTICS örneğinde olduğu gibi işletim sistemi için özel işlemci geliştirmek ve korunma halkalarını kullanarak yazılımların sorunsuz çalışmaları fikri, iyi performans elde edilmesini sağlasa da üretim maliyetinin çok yüksek olması nedeniyle sürdürülebilir olarak görülmemiştir. Fakat ilk kez MULTICS'de kullanılan korunma halkaları yapısı yeni nesil işletim sistemlerinde referans olarak kabul edilmiş ve yaygınlaşmıştır[26].

X86 mimarisindeki işlemcilerde 4 adet halka bulunmasına rağmen, günümüzdeki işletim sistemlerinin büyük çoğunluğu sadece 2 halkanın kullanılacağı öngörüsü ile üretilmiştir. Halka 0 işletim sisteminin çekirdeği için ayrılırken, Halka 3 diğer bütün yazılımlar için tahsis edilmiştir. Dolayısıyla Halka 1 ve Halka 2 kullanılmamaktadır[27].

[26] J. Hoopes, 2008, s.20

[27] A.g.e., s.22

Daha üst halkalarda koşan yazılımların donanım kaynaklarına erişimlerinin sıkı denetlendiği düşünüldüğünde bu yazılımların işletim sistemine zarar vermesi, işletim sisteminin çökmesine sebep olması veya diğer yazılımların bilgilerinin üzerine kendi bilgilerini yazarak verilere zarar vermesi oldukça zordur. Aynı mantıkla, Halka 0'da koşmak için tasarlanmış bir yazılımın hatalı çalışması, bütün sistemin çökmesine sebep olacak bir felaket etkisi oluşturabilir. Halka yapısının genel kuralı, bir yazılımın aynı halkadaki veya koştuğu halkanın altındaki halkalardaki yazılımlar tarafından etkilenebileceğidir. Dolayısıyla yazılımlar, koştuğu halkanın üstünde bulunan halkalardaki yazılımlardan etkilenmez. Sonuçta en alt halkada koşan yazılım dokunulmaz olurken, en üst halkada koşan yazılım diğer yazılımların etki alanındadır[28].

1.3.3 Sunucu Sanallaştırması Teknikleri

1.3.3.1 Klasik Sanallaştırma

Popek ve Goldberg 1974 yılındaki çalışmasında, bir yazılımın SMG görevi yapabilmesi için sahip olması gereken yazılım karakteristiği ile ilgili 3 kıstas belirlemiştir[29].

1- Aslına uygunluk: SMG üzerinde koşan yazılım ile donanım üzerinde koşan yazılım arasında fark olmamalıdır.
2- Performans: Konuk işletim sisteminin isteklerinin büyük çoğunluğu SMG müdahalesi olmadan, donanım tarafından karşılanmalıdır.

[28] http://arstechnica.com/hardware/news/2008/12/virtualization-guide-2.ars/ (01.11.2010)

[29] Keith Adams, Ole Agesen, "A Comparison of Software and Hardware Techniques for x86 Virtualization", ASPLOS'06, 2006, s.1, http://www.vmware.com/pdf/asplos235_adams.pdf (01.11.2010)

3- Güvenlik: SMG bütün donanım kaynaklarını yönetmelidir.

Bu 3 kıstasın sağlanabilmesi için SMG'nin bütün donanım kaynaklarını yönetebilen bir konumda olması gerektiği açıktır. Bunu sağlayabilmek için SMG, en alt korunma halkasında koşmalıdır. Bu konumdaki SMG yazılımı "Hipervizör" olarak da isimlendirilmektedir.

Klasik sanallaştırmada, Halka 0'da çalışmayan konuk işletim sisteminde en yüksek öncelikli donanım erişimine sahip olduğu yanılsamasını oluşturmak için kullanılan tekniklerden 2 tanesini açıklayalım.

1.3.3.1.1 Hataları Dinle Ve Çalıştır Tekniği

Bilgisayarda kurulu bir program, üzerinde koştuğu korunma halkasının izin vermediği bir komutu çalıştırmak istediğinde bu komut çalıştırılmaz ve komutun neden çalışmadığına ilişkin hata mesajı, işlemci tarafından işletim sistemine gönderilir. Hipervizör konuk işletim sisteminin altında bir halkada çalıştığı için, konuk işletim sistemlerine gönderilen bu hata mesajlarını dinleyebilmektedir. Yalnızca Halka 0 üzerindeki yazılımların koşmasına izin verilen bir istek, bu halkada bulunmayan bir konuk işletim sistemi tarafından gönderildiğinde, işlemci tarafından konuk işletim sistemine gönderilen hata mesajı hipervizör tarafından yakalanır, yorumlanır, yorumlanan istek işlemciye gönderilir ve işlemciden dönen sonuçlar konuk işletim sistemine iletilir. Böylece konuk işletim sistemi Halka 0'da çalıştığı yanılsamasına kapılarak işlemci ile haberleşmeye devam edebilir. Dönen hata mesajlarının dinlenmesi ile sanallaştırma yapılmasına dayanan bu tekniğe "Hataları Dinle ve Çalıştır Tekniği" ismi verilmektedir[30].

[30] http://arstechnica.com/hardware/news/2008/12/virtualization-guide-2.ars/2 (01.11.2010)

Konuk işletim sisteminin işlemciye gönderdiği bütün istekleri tek tek değerlendirmek yerine, bu istekleri bloklar halinde incelemek fikrine dayanan "İkili Çevirimler Tekniği" sanallaştırma hızını önemli ölçüde artırmaktadır. Bu teknik ile işlemciye gönderilen kullanıcı uygulamaları komutları güvenli olarak algılanıp değiştirilmeden işleme koyulmakta, sadece konuk işletim sisteminden gelen komutlar dinamik olarak derlenmektedir. Yeniden derlenmiş kodlar SMG tarafından işlemciye iletilmekte ve işlemciden alınan sonuçlar konuk işletim sistemine gönderilmektedir. Konuk işletim sisteminin aynı komutu tekrar göndermesi durumunda önceden derlenmiş kodlar kullanılmaktadır. Kullanıcı uygulamaları komutlarının hipervizör tarafından değiştirilmeden işleme konulması, tekrar eden kodların tekrar derlenmemesi ve saklanan derlenmiş hallerinin kullanılması kaynak tüketimini azaltmaktadır[31].

1974 yılında sanallaştırılabilirlik adeta "Hataları Dinle ve Çalıştır Tekniği"nin uygulanabilirliği olarak algılanmaktaydı. Bu nedenle bu tekniğin sanallaştırma teknolojisi olarak kullanılmasına "Klasik Sanallaştırma" ve "Tam Sanallaştırma" isimleri verilmiştir. Bu teknik, konuk işletim sistemi tarafından donanım kaynaklarına yetkisiz erişim istendiğinde hata dönülmesi için tasarlanmamış bazı donanım ISA'ları yüzünden her donanım ile uyumlu çalışamamaktadır.

1.3.3.1.1.1 Donanım Destekli Sanallaştırma

Donanım ISA'ları, sanallaştırmanın gerçekleştirilmesini kolaylaştırabileceği gibi aşılması güç zorluklar da çıkarabilmektedir. Özellikle yaygın olarak kullanılan X86 mimarisi, sanallaştırma teknolojilerini gerçekleştirme konusunda hipervizöre yardımcı olmamaktadır. Örneğin X86 mimarisinde kullanılan "popf" komutu, Halka 3'de koşan programlar tarafından gönderilip başarısız olduğunda herhangi bir hata

[31] Perry L. Hung, "Varmosa: Just-in-time Binary Translation of Operating System Kernels", MIT, 2009, s.21, http://via.mit.edu/documents/PHung.pdf (01.11.2010)

mesajı dönmemektedir. Dolayısıyla X86 mimarisinde çalışan hipervizörler, sanal makinelerin bütün isteklerini hata mesajlarını takip etme yolu ile dinleyemez. Buna ek olarak X86 mimarisinde koşan sanal makineler, CPU'nun "%cs" yazmacının son 2 bitini okuyarak hangi halka üzerinde çalıştıklarını öğrenebilir ki bu sanal makinelerin kendilerinin sanal olduğundan habersiz olmaları gerekliliği ile çelişmektedir. Bu sebeplerden ötürü, X86 mimarisinde geleneksel sanallaştırma teknolojilerini uygulamak mümkün değildir[32].

2005 ve 2006 yıllarında, X86 mimarisinde işlemci üreten Intel ve AMD şirketleri, ürettikleri işlemcilerin Popek ve Goldberg sanallaştırma kriterlerine uyması ve sanallaştırma teknolojisinin uygulanmasını kolaylaştırması için işlemcilerine sanallaştırma desteği eklemiştir. Bu çalışmaların sonucu olarak sırasıyla Intel-VTx ve AMD-V işlemciler ortaya çıkmıştır. AMD ve Intel'in X86 mimarisinde yaptığı iyileştirmeler ile Halka 0'ın altında, Halka 0'dan daha öncelikli bir bölge oluşturulmuş ve bu bölge SMG'ye tahsis edilmiştir. Bu sayede, konuk işletim sisteminden gönderilen komutlar SMG tarafından otomatik olarak yakalanabilmektedir[33].

Intel-VTx ve AMD-V gibi işlemcilerin ve diğer donanımların, sanallaştırma desteği ile bütünleşik olarak geliştirilmesine "Donanımsal Sanallaştırma" ismi verilmektedir. Donanımsal sanallaştırma sayesinde ikili çevirimler tekniğinin kullanılmasına gerek kalmamaktadır[34].

Geliştirilen bu teknolojilerin en büyük eksiklikleri, ilk geliştirildikleri yıllarda belleği yöneten MMU'nun sanallaştırmasının yapılmaması ve fiziksel sunucu

[32] K. Adams, O. Agesen, 2006, s.3, http://www.vmware.com/pdf/asplos235_adams.pdf (01.11.2010)

[33] VMware, "Understanding Full Virtualization, Paravirtualization, and Hardware Assist", VMware, 2007, s.8, http://www.vmware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf (01.11.2010)

[34] A.g.m. s.8

üzerindeki yüksek kapasiteli ağ kartı ve grafik kartı gibi I/O cihazlarının sanal makineler tarafından kullanılabilmesine destek verilmemesidir. Fakat sonraki yıllarda Intel ve AMD, sanallaştırmadan haberdar olan MMU'ları işlemcilerine dâhil etmiş ve "Intel VT-d" ve "AMD-Vi" işlemcileri ile I/O cihazları için donanım desteği vermeye başlamıştır[35].

Sanallaştırma teknolojisine destek veren işlemcilerin geliştirilmesiyle birlikte, konuk işletim sistemlerinin SMG etkileşimi olmadan bazı donanım kaynaklarına erişimi sağlanmıştır. Bu işlemcilerin geliştirilmesinden önce SMG, fiziksel donanım kaynaklarını yönetmenin yanında bu donanım kaynaklarını parçalara bölüp kaynak isteyen konuk işletim sistemleri için simüle etmekle de sorumluydu. Sanallaştırma destekli işlemcilerin geliştirilmesi ile SMG'nin yükü azalmakta, daha verimli ve hatasız SMG'lerin geliştirilmesinin önü açılmaktadır. İşlemci üreticilerinin sanallaştırma desteği vermeye devam etmeleri ve bu desteği güçlendirme yönünde çalışmalarda bulunmaları sayesinde, sanal makinelerin performansı gerçek makinelere her geçen gün daha fazla yaklaşmaktadır[36].

Günümüzde sanallaştırma desteği, bir işlemcinin mutlaka sahip olması gereken özelliklerden biridir[37]. Sanallaştırma desteğinin olabildiğince verimli ve geniş kapsamlı verilmesi konusunda işlemci üreticilerine büyük görevler düşmektedir.

---

[35] http://software.intel.com/en-us/articles/best-practices-for-paravirtualization-enhancements-from-intel-virtualization-technology-ept-and-vt-d/ (01.11.2010)

[36] http://en.wikipedia.org/wiki/X86_virtualization#Intel_Virtualization_Technology_for_x86_.28Intel_VT- (01.11.2010)

[37] Margaret Lewis, "The Difference Between AMD and Intel Processors", Slashdot, 2006, http://amd.vendors.slashdot.org/article.pl?sid=06/05/15/1750200 (01.11.2010)

1.3.3.1.2 Gölge Yapılar Tekniği

Hataları dinle ve çalıştır tekniğinin, konuk işletim sistemini donanım kaynaklarına sınırsız erişimi olduğu konusunda yanıltmak için oldukça pasif bir teknik olduğu düşünülebilir. Zira hipervizör, konuk işletim sisteminin bir komut göndermesini beklemekte ve gelen komutu yakalayarak işlemektedir. İşletim sisteminin donanım ile etkileşimini sağlamak için kullandığı yapıları simüle etmek ve bu yapıları konuk işletim sisteminin kullanımına sunmak, hataları dinleme tekniği ile karşılaştırıldığında daha aktif bir tekniktir.

İşletim sistemleri, üstünde koşan yazılımların ayrıklığını sağlamak için tasarlanmış, donanım tabanlı çalışan veri yapıları tutar ve bu veri yapıları sürekli olarak kullanılır. "Temel Yapılar" olarak isimlendirilen bu yapılar genel olarak CPU yazmaçlarından ve bellekte saklanan bazı tablolardan oluşur. Normalde bir işletim sistemi bu yapılardan tek bir adet bulundurduğu için hipervizör, sanal makinelerde çalışan her konuk işletim sistemi için bu yapıların birer kopyasını tutar. Sanal makinelerdeki işletim sistemlerinin donanım etkileşimi için oluşturulan bu kopya yapılara "Gölge Yapılar" adı verilir. Normalde işlemcinin her türden bir adet temel yapıya izin vermesi nedeniyle sanal makineler için oluşturulan gölge yapıları yönetecek bir yazılım katmanına ihtiyaç duyulmaktadır. Gölge yapıların fiziksel işlemci ile etkileşimi ve konuk işletim sistemlerinin izolasyonu hipervizör tarafından organize edilmektedir[38].

Hipervizör, hataları dinleme ve gölge yapıları kullanma tekniklerini, sanal makineleri verimli bir şekilde çalıştırabilmek için beraber kullanmaktadır. Bu tekniklerin kullanımına ek olarak hipervizör, işletim sisteminin sahip olmadığı "Sistemin Durumu" bilgisine yazma hakkına da sahip olmalıdır.

[38] http://arstechnica.com/hardware/news/2008/12/virtualization-guide-2.ars/2 (01.11.2010)

Sistemin durumu, işletim sisteminin durması halinde sistemin kaldığı yerden çalışmaya devam etmesi için yeterli ve gerekli olan tüm bilgilerdir. Bu bilgi sayesinde, herhangi bir arıza olması durumunda, işletim sisteminin kendisi ve işletim sistemde koşan bütün programlar kaldıkları noktadan çalışmaya devam edebilirler. Örneğin CPU üzerinde hangi yazmaçların yazılmış olduğu ve hangi bellek alanlarının hangi programlar tarafından kullanıldığı bilgileri sistem durum bilgisinin içinde yer alan bilgilerdir. Sanal makinelerde koşan konuk işletim sistemlerinin sağlıklı çalışabilmesi için sistem durum bilgisini okuma izinleri olmalı fakat yazma yetkileri bulunmamalıdır. Sistem durumu bilgisine yazma yetkisi, sanal makinelerin birbirlerini etkilememeleri için sadece hipervizöre verilmelidir[39].

1.3.3.2 İşletim Sistemi Destekli Sanallaştırma

Sanallaştırma teknolojisini uygulamak için geliştirilmiş ilk yol klasik sanallaştırma olmakla birlikte farklı sanallaştırma teknikleri de mevcuttur. Bu teknikler arasında dikkat çeken bir diğer sanallaştırma tekniği de işletim sistemi destekli sanallaştırmadır.

İşletim sistemi destekli sanallaştırma tekniği, SMG ile konuk işletim sisteminin haberleşme performansının, konuk işletim sisteminde yapılan değişikliklerle artırılmasına dayanmaktadır. Bu sanallaştırma tekniği, klasik sanallaştırmada kullanılan ikili çevirimler tekniğini kullanmak yerine özel bir uygulama arayüzüyle (API) çalışmaktadır. Bu API, konak makinenin donanımına benzemekle birlikte aynı değildir.

İşletim sistemi destekli sanallaştırmada konuk işletim sisteminin çekirdeği değiştirilmektedir. Dolayısıyla konuk işletim sistemi, kendisinin sanal bir makinede

[39] A.g.k.

çalıştığının farkındadır. Bu değişiklikler sayesinde, konuk işletim sisteminin gönderdiği komutlar, API üzerinden hipervizöre gönderilir. Hipervizör, gelen komutları tekrar derlemek zorunda kalmaz, normalde ikili çevirmeler yolu ile yapılacak birçok işlem tek bir API fonksiyonu ile yapılabilir ve böylece konuk işletim sistemi ile hipervizör arasındaki haberleşme performansı artar[40].

Sanallaştırma teknikleri arasından işletim sistemi destekli sanallaştırma tekniğinin kullanılmasını öne çıkaran faktör, sanal makinelerin gerçek makinelere yakın performans vermesidir. Bu tekniğinin daha iyi performans vermesini sağlayan etmen olan konuk işletim sisteminin çekirdeğinin değişmesi zorunluluğu, aynı zamanda bu tekniğin en büyük zaafıdır. Linux gibi açık kaynak kodlu işletim sistemleri için işletim sistemi çekirdeğini değiştirmek mümkün olsa da Windows benzeri kapalı kaynak kodlu işletim sistemleri için, o işletim sistemini üreten şirketin teknik desteği ve yasal izni gerekmektedir[41]. Fakat donanım destekli sanallaştırma sayesinde, konuk işletim sisteminin çekirdeğinin değiştirilmesine gerek kalmadan yüksek performanslı sanallaştırma yapmanın yolu açılmaktadır[42]. Bu konudaki teknik sorunlar donanımsal sanallaştırma desteği sayesinde büyük oranda aşılmıştır ve aşılmaya devam etmektedir. İşletim sistemi destekli sanallaştırma teknolojisinin geliştirilmesine destek olmak için, kapalı kaynak kodlu işletim sistemi üreticileri ve sanallaştırma teknolojisi üreticilerinin ortak AR-GE çalışmaları yürütmeleri faydalı olacaktır.

1.3.3.3 İşletim Sistemi Seviyesinde Sanallaştırma

Sunucularda sanallaştırma teknolojisini gerçekleştirmenin diğer bir yolu da

[40] VMware, 2007, s.5, http://www.vmware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf (01.11.2010)

[41] Çağatay Çebi , "Xen", 2006, http://www.cagataycebi.com/free_articles/xen/xen.html (01.11.2010)

[42] VMware, 2007, s.8, http://www.vmware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf (01.11.2010)

Unix benzeri işletim sistemlerinin mimari avantajlarını kullanarak, işletim sistemi seviyesinde sanallaştırma yapmaktır. İşletim sistemi seviyesinde sanallaştırma uygulamalarında ayrı bir hipervizör katmanı bulunmamaktadır. Hipervizörün yapması gereken işlemleri konak işletim sistemi üstlenmiştir. Yani konak işletim sistemi, donanım kaynaklarının konuk işletim sistemleri arasında paylaştırılmasını ve konuk işletim sistemlerinin birbirinden izole edilmiş ortamlarda çalıştırılmasını sağlamaktadır.

Unix benzeri işletim sistemlerinde kök dizini, tüm uygulamaların ihtiyaç duyduğu dosyalarının bulunduğu dizindir. Unix benzeri işletim sistemlerinde bütün uygulamaları kapsayan tek bir kök dizini mevcutken uygulamaya has kök dizinleri de oluşturulabilmektedir. Örneğin kendine has kök dizinine kurulu olan Apache uygulaması, diğer dizinlere erişimi kısıtlanmış olarak kapalı bir dizinde[43] çalıştırılabilmektedir. Bu yöntem ile sanallaştırma yapıldığında konuk işletim sistemleri aynı çekirdeği kullanarak donanım kaynaklarına erişirken, konuk işletim sistemlerinin izolasyonu farklı kök dizinlerinin kullanılmasıyla sağlanmaktadır.

Bu yöntem kullanıldığında performans önemli ölçüde artmaktadır. Zira konuk ve konak işletim sistemleri aynı çekirdeği kullanmaktadır. Aynı çekirdeğin kullanımı, performans kazanımı açısından önemli olsa da esneklik açısından bu yöntemin zayıf noktasını oluşturmaktadır. Zira bu yöntem ile sanallaştırma yapıldığında, konak işletim sisteminden farklı konuk işletim sistemlerinin kullanılması mümkün değildir. Örneğin planlanan bir sanallaştırma göçünde, konuk işletim sistemlerinden biri OpenBSD iken diğeri Solaris olacaksa bu yöntemin kullanılması imkânsızdır. Konak ve konuk işletim sistemleri aynı olduğunda dahi işletim sistemlerinin çekirdeklerinin aynı olması gerekmektedir. Bu durum her ne kadar esneklik açısından büyük bir sorun olarak karşımıza çıkıyor olsa da BİB sunucularında aynı işletim sistemlerinden oluşan homojen ortamların

[43] Bu kapalı dizinler genellikle “chroot” komutu ile yönetildiği için bu dizin yapısına “chroot jail” ismi verilmektedir.

kullanılmasının, sunucu yönetimini önemli miktarda kolaylaştırması nedeniyle yaygın olarak uygulanan bir yöntem olduğu unutulmamalıdır.

İşletim sistemi destekli sanallaştırmanın hayata geçirilmesinde dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta da konak işletim sisteminin üzerinde sadece gerekli yazılımların kurulu olmasının sağlanması ve konak işletim sisteminde gerekli sıkılaştırmaların yapılmış olması zorunluluğudur. Yani konak işletim sistemi, minimalist bir yaklaşımla kurulmuş yüksek performanslı, güvenli ve kararlı bir işletim sistemi olmalıdır. Zira konak işletim sisteminde oluşacak bir güvenlik açığı veya arıza, bütün konuk işletim sistemlerini etkilemektedir. Bu sanallaştırma türünde hipervizör yerine konak işletim sisteminin kullanılması, bu işletim sisteminde yapılabilecek iyileştirme ve sıkılaştırmalara rağmen karmaşıklığı artırmakta ve saldırılabilecek kritik kod alanını büyütmektedir.

İşletim sistemi destekli sanallaştırma kullanıldığında, konuk işletim sistemlerinin konak işletim sisteminin erişebildiği bütün donanım kaynaklarına erişebilmesi önemli bir noktadır. Zira konak ve konuk işletim sistemleri aynı çekirdeği ve bu çekirdekte kurulu modülleri kullanmaktadır. Dolayısıyla konak makinenin paylaşıma uygun olmayan donanım kaynakları veya sorunlu çekirdek modülleri nedeniyle de problemler yaşanabilmektedir. Ayrıca bu sanallaştırma türünde, konuk işletim sistemleri arasında donanım kaynaklarının paylaştırılması ve sanal makinelerde oluşan aşırı kaynak kullanımı gibi sorunların nedenlerinin araştırılması da oldukça güç bir işlemdir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. SANALLAŞTIRMA TÜRLERİ

Bu bölümde bilgi işlem sektöründe kullanılan sanallaştırma türleri üzerinde durulacaktır. Bu bölüm, sanallaştırma teknolojilerinin birbiri ile benzerliği az olan bilgi işlem alanlarında kullanımı hakkında fikir vermesi açısından önemlidir.

Sanallaştırma türleri 4 ana başlık altında incelenebilir. Bu başlıklar:

- Uygulama Sanallaştırması
- Ağ Sanallaştırması
- Veri Depolama Sanallaştırması
- Sunucu Sanallaştırması

2.1 UYGULAMA SANALLAŞTIRMASI

İşletim sistemi sanallaştırması teknolojileri, fiziksel bir sunucu üzerinde oluşturulan sanal makinelerde, konuk işletim sistemlerinin verimli ve sorunsuz olarak koşması üzerinde yoğunlaşmaktadır. Uygulama sanallaştırması ise tamamen farklı bir amaç için geliştirilmiştir. Uygulama sanallaştırmasının temel amacı uygulamaların uyumsuzluğu problemini gidermektir. Bu hedefe ulaşmak için, uygulamaların üzeride çalışabilecekleri izole edilmiş sanal bir ortam yaratmak, böylece uygulamaların donanım ve işletim sistemi bağımlılığını ortadan kaldırmak gerekmektedir. Böylece uygulama ile donanım ve uygulama ile işletim sistemi

arasındaki sıkı ilişki kırılarak uygulamaların istenilen işletim sisteminde ve istenilen donanımda çalışması sağlanmaktadır.

Klasik sanallaştırmada SMG, donanımların soyut kopyalarını yaratmaktadır. Fakat sadece bir uygulamanın sanallaştırılmasını sağlamak için bu denli büyük bir soyutlamaya gerek yoktur. Uygulama sanallaştırmasını gerçekleştirmek için uygulama ile işletim sistemi arasında bir sanallaştırma katmanını konumlandırmak yeterlidir.

Uygulama ile işletim sistemi arasına konumlanan sanallaştırma katmanı ve yaptığı iş hakkında fikir sahibi olmak için uygulama ile işletim sistemi arasındaki ilişkiyi incelemek faydalı olacaktır.

- Uygulamalar kurulurken işletim sistemi üzerinde dosya oluşturur. Çalışma anında ise işletim sistemine bu dosyaları okumak ve bu dosyalara yazmak için istekler gönderir.
- Uygulamalar konfigürasyon bilgilerini tutar. Bu bilgiler dosyalarda saklanabileceği gibi kayıt defteri benzeri işletim sistemine has yapılarda da saklanabilir.
- Uygulamalar işletim sisteminin ortam değişkenlerini kullanmak isteyebilir.
- Uygulamalar kurulma anında ve kurulduktan sonra her çalıştırıldığında, kendilerinin kurulmasından önce sistemde var olan dosyaları işletim sisteminin izni dâhilinde değiştirebilir. Bu dosyalar genelde konfigürasyon bilgisi içerir.
- Uygulamalar, üzerinde çalışan işletim sistemindeki başka bir uygulamaya ihtiyaç duyabilir. Veritabanına ihtiyaç duyan uygulamalar bu duruma örnek olarak verilebilir.

Uygulama sanallaştırması, uygulamaların yukarıdaki isteklerini karşılayacak bir ortam sağlamaktadır. Uygulama ile işletim sistemi arasına konulan sanallaştırma katmanı, uygulamanın işletim sisteminden talep ettiği kayıt defteri ve dosya erişimi isteklerini yakalar ve bu istekleri işletim sisteminden izole edilmiş olan sanal bir alana yönlendirir. Genelde uygulamanın yönlendirildiği sanal alan tek bir dosyadan ibarettir. Uygulamalar sadece bir dosyadan oluşan ortamda koştuğu için aynı uygulamanın farklı sürümleri dahi aynı anda çalıştırılabilmektedir. Ayrıca, uygulama sanallaştırması sayesinde kullanıcılar, uygulamaları işletim sistemi değişikliklerinden bağımsız olarak kullanmaya devam edebilmektedir. Böylece işletim sistemi değişikliklerinde uygulamaların yeniden derlenmesi sorunu da ortadan kalkmaktadır.

Uygulama sanallaştırma teknolojisinin gerçekleştirilmesinde iki teknik kullanılmaktadır.

- Yerel Uygulama Sanallaştırması: Sanallaştırılacak uygulama bir sanal makine dosyasının içinde paketlenir ve bu dosya kullanılmak istenen bilgisayarda çalıştırılır. Yani sanallaştırılmış uygulamayı koşabilmek için uygulamanın paketlenmiş dosyasının bilgisayarda bulunması gerekmektedir. Uygulama sanallaştırması sayesinde hem uygulamaların birbirini etkilemesi engellenmekte hem de bilgi işlem birimlerinin kullanıcı bilgisayarlarına standart uygulamaları kurma işlemi kolaylaşmaktadır. Bu sanallaştırma teknolojisini kullanan yazılımlara Altiris Software Virtualization Solution, Citrix XenApp, Microsoft Application Virtualization, VMware Application Virtualization örnek olarak verilebilir[44].

[44] Natalie Lambert," Demystifying Client Virtualization", FORRESTER, 2008, s.12, http://www.vmware.com/files/pdf/analysts/Forrester_Demystifying-Client-Virtualization.pdf (06.11.2010)

- Barındırılmış Uygulama Sanallaştırması: Bu sanallaştırma türü, bilgi işlem sektöründe uzun zamandır kullanılan sunucu tabanlı mimariler ile benzerlik göstermektedir. Uygulamalar, izole edilmiş ortamlarda, merkezi veri depolarında tutulur ve kullanıcılar bu uygulamalara ağ üzerinden erişir. Sanallaştırılan uygulamalar, genellikle kullanıcıların veri ürettiği, kritik öneme sahip uygulamalardır. Bu sanallaştırma teknolojisini kullanan yazılımlara Citrix XenApp, Sun Secure Global Desktop örnek olarak verilebilir[45].

Barındırılmış uygulama sanallaştırması teknolojisi ile hizmet verebilmek için 2 yol kullanılmaktadır.

- Yazılım akışı kullanılarak, sanallaştırılmış yazılımın başlatılmasından önce bütün paketin kullanıcı bilgisayarına transferi yerine, yazılımın çalışması için gerekli olan kod parçaları, bilgiler ve ayarlar kullanıcı bilgisayarına gönderilir. Böylece sanallaştırılmış uygulamanın dosya büyüklüğü oldukça fazla olsa dahi, sadece ihtiyaç duyulan bölümler son kullanıcılara servis edileceği için performans artışı sağlanmaktadır. Fakat yazılım akışı ile hizmet verebilmek için iyi bir ağ altyapısına ihtiyaç duyulduğu unutulmamalıdır. Bu teknik, uygulamanın bakımını ve güncellenmesini kolaylaştırmaktadır. Yazılım akışını kullanabilmek için son kullanıcı bilgisayarlarına ajan yüklemek gerekebilmektedir.

- Oturum sanallaştırması kullanılarak, sanallaştırılmış uygulamanın koşması için merkezi sunucuların donanım kaynaklarından faydalanılmaktadır. Sadece ekran görüntüleri ve diğer çıktılar kullanıcılara gönderilmektedir. Böylece kullanıcıların, uygulamaları çalıştırabilmek için masaüstü bilgisayarlarında ihtiyaç duyduğu donanım kaynağı miktarı en aza indirilmektedir.

[45] A.g.m., s.12

Uygulama sanallaştırmasının bir faydası da "Kum Sandığı" tekniği ile güveliğin artırılmasıdır. Kum sandığı tekniği kullanılarak, işletim sisteminde koşan servislerin sistem kaynaklarına ve diğer servislere erişimi kısıtlanmaktadır. Örneğin A servisinin kum sandığı içinde B servisini çalıştırdığında, B servisinin erişim izinleri A servisinin erişim izinlerinin alt kümesi olmaktadır. Böylece kum sandığı içinde çalışan herhangi bir servis, sadece kendisi ile aynı kum sandığında çalışan servislerden haberdar olabilmektedir[46]. Uygulama sanallaştırması kullanılarak sanallaştırılmış bir internet gezginin kum sandığı olarak kullandığı klasörde, yer imleri ve kullanıcı referanslarının yanında internet gezgininin güncellemeleri de bulunabilmektedir. Bu teknik sayesinde, kullanıcıların kendine has ayarlarının ve güncellemelerinin, işletim sistemini ve diğer uygulamaları etkilememesi hedeflenmektedir.

Günümüzde uygulamaların büyük çoğunluğu sanallaştırılabilmekle birlikte bu teknolojinin kullanılamadığı uygulamalar da mevcuttur. Örneğin paylaşılmış hafıza alanında çalışan bazı uygulamalar, özel donanım sürücülerine ihtiyaç duyan uygulamalar, işletim sistemi uyumuna fazlasıyla ihtiyaç duyan antivirüs uygulamaları ve işletim sisteminin kullanıcı arayüzlerini değiştiren WindowBlinds ve StyleXP gibi uygulamalar için uygulama sanallaştırması yapılamamaktadır[47]. Uygulama sanallaştırmasını kullanmayı tasarlayan kurumların, sanallaştırmayı planladığı uygulamaların bu teknoloji ile uyumluluğunu araştırması faydalı olacaktır.

2.1.1 Emülasyon

Uygulama sanallaştırmasının en basit formlarından biri de emülasyonlardır. Emülasyon, özel bir işletim sistemi ve/veya donanımla çalışmak üzere tasarlanmış

[46] Amit Singh, " A Taste of Computer Security", Kernelthread, 2004-a, http://www.kernelthread.com/publications/security/sandboxing.html (02.11.2010)

[47] http://en.wikipedia.org/wiki/Application_virtualization (02.11.2010)

bir yazılımın farklı bir işletim sisteminde ve/veya donanımda çalışmasını sağlamaktır. Emülasyon yapan yazılımlar olan emülatörler, bir sistemin fonksiyonlarını diğer bir sistem üzerinde API kullanarak taklit eden yazılımlardır[48]. Bu sayede emülatörün çalıştığı sistem, uygulamalardan gelen isteklere taklit edilen sistem gibi tepki verebilmektedir. Emülatörler genellikle taklit edilen sistemin bütün özelliklerini taklit etme ihtiyacı duymaksızın tasarlanmaktadır. Zira sadece taklit edilen sistemde çalışacak yazılımın ihtiyaç duyduğu fonksiyonları karşılayacak API'nin tasarlanması yeterlidir.

Teorik olarak herhangi bir işletim sistemi, herhangi bir işletim sisteminin içinde taklit edilebilir. Fakat bunu gerçekleştirmek oldukça güçtür. Özellikle taklit edilmek istenen işletim sistemi davranışlarının dokümantasyonu yeterli düzeyde yapılmamış ise, bu davranışlar iletim sistemi üreticisinin desteği alınarak veya ters mühendislik kullanılarak ortaya konulmalıdır. İşletim sistemi üreticilerinin kendi sistemlerinin taklit edilmesini desteklemeleri oldukça güçtür. Ters mühendislik yolu ile işletim sistemi davranışlarının tespiti de teknik birçok zorluk içermektedir. Ayrıca bu zorluklar aşılarak emüle edilen yazılımın, orijinal sistem ortamına göre oldukça yavaş çalışacağı da unutulmamalıdır.

Emülatörlerin birçok kullanım alanı mevcuttur. Örneğin emülatörler kullanılarak, bir işletim sistemi kendisi ile uyumlu olmayan bir donanım üzerinde çalıştırabilmekte (Şekil 6'da[49]) veya uygulamalar kendisi için uygun olmayan işletim sistemlerinde çalıştırılabilmektedir (Şekil 7'de[50]). Bu sayede günümüzde üretilmeyen ve/veya sahip olmadığımız bir donanım için üretilmiş uygulamalara ve bilgilere erişmek mümkün hale gelmektedir.

[48] http://en.wikipedia.org/wiki/Emulator (02.11.2010)

[49] http://mobodojo.com/2008/07/21/windows-31-in-dosbox-on-nokia-n810/ (02.11.2010)

[50] http://img295.imageshack.us/img295/3401/tsuu4.jpg (02.11.2010)



Şekil 6. Nokia N810 donanımında koşan DOSBox emülatörü ile Windows 3.1 işletim sistemi çalıştırılabilmektedir



Şekil 7. Windows işletim sisteminde emülatör kullanılarak konsol oyunları koşulabilmektedir

2.2 AĞ SANALLAŞTIRMASI

Ağ donanımı üreticisi olan şirketler, her zaman sanallaştırma olarak isimlendirmese de sanallaştırma teknolojilerini kullanmaktadırlar. Ağ sanallaştırmasının en yaygın olarak kullanılan formları VLAN, VIP ve VPN'dir.

2.2.1 VLAN

IEEE 802.1Q standardı ile tanımlanan VLAN, bir yerel ağ üzerindeki kullanıcıların mantıksal olarak gruplandırılmasıyla ve ağ anahtarı üzerinde ilgili yuvaya atanmasıyla yapılmaktadır. Böylece aynı fiziksel ağ üzerinde birbirinden ayrık sanal ağlar tanımlanabilmektedir. Ağ yöneticileri, yayımlama trafiğini azaltarak bant genişliğini artırmak, ağ altyapısını yönetilebilir daha küçük parçalara bölmek ve ağ güvenliğini sağlamak için VLAN kullanmaktadırlar. Günümüzde bütün modern ağ anahtarları VLAN desteği ile üretilmektedir[51].

2.2.2 VIP

VIP, aynı işi yapan birden fazla sunucunun kullanıldığı bilgi işlem birimlerinde, sunucuların verdiği servise tek bir ağ adresi ile ulaşılabilmesini sağlamak için kullanılmaktadır. Örneğin, yoğun veritabanı işleminin yapıldığı bir kurumda, birçok sunucu üzerinde öbek olarak çalışan veritabanı yapısı kurulabilmektedir. VIP servis adresinin kullanılması sayesinde, öbek yapıdaki veritabanı sunucularına sorgu isteği geldiğinde, donanım kaynakları müsait olan sunucu sorguya cevap verebilmektedir.

[51] http://blog.csirt.ulakbim.gov.tr/?p=48 (02.11.2010)

2.2.3 VPN

VPN teknolojisi, genellikle internet gibi herkesin erişebildiği ağlarda güvenli tüneller oluşturmak için kullanılmaktadır. VPN tünelleri üzerinden taşınan bilgi paketleri internet üzerinden gitse dahi, kullanılan güvenlik yazılımları sayesinde şifrelenmiş paketlere erişen saldırganın elde ettiği bilgiler hiçbir anlam ifade etmeyecektir[52]. Böylece, üçüncü kişilerin ağı dinlemesi ihtimaline karşı, bilgi trafiğinin güvenliği sağlanmaktadır.

Ağda oluşturulan güvenli tüneller üzerinden haberleşebilmek için, ağ trafiğinin VPN servisi veren bir sunucu üzerinden geçirilmesi gerekmektedir. Bunu gerçekleştirmek için genellikle yazılım desteğine ihtiyaç duyulmaktadır.

VPN teknolojisinin birçok kullanım alanı vardır. Bu kullanım alanlarına örnek olarak, şirketlerin bulundukları ilde hatta ülkede ikamet etmeyen çalışanlarına ofis hizmeti vermek için internet üzerinden tüneller oluşturması verilebilir. Günümüzde yazılım şirketleri, bu yöntemi dünyanın birçok bölgesindeki uzman personeli kendi bünyelerinde çalıştırmak için kullanmaktadır.

2.3 VERİ DEPOLAMA SANALLAŞTIRMASI

2001 yılında Veri Depolama Ağları Endüstrisi Birliği (SNIA), veri depolama sektöründe "Sanallaştırma" teriminin doğru olarak anlaşılması ve bir endüstri standardı oluşturulması için çalışmalar yapmıştır. SNIA'nın bu çalışmaların sonucunda oluşan sanallaştırma tanımı:

[52] http://tr.wikipedia.org/wiki/Virtual_Private_Network (04.11.2010)

- Veri depolama sisteminin veya bilginin belirli bir uygulama ve ağ bağımlılığı olmadan yönetilebilmesi için veri depolama sisteminin ve servislerinin iç fonksiyonlarını uygulamalardan, sunuculardan ve genel olarak ağ kaynaklarından soyutlama, gizleme veya izole etme işidir.

- Veri depolama sistemlerinin gücünü ve fonksiyonlarını birleştirmek, karmaşıklığı azaltmak veya düşük seviyeli veri depolama sistemlerine yeni yetenekler kazandırmak amacıyla, veri depolama servisleri veya sistemleri için geliştirilen yazılımlardır.

Bu tanım "Detayların soyutlanması" olarak özetlenebilir ki bu sanallaştırma teknolojisinin de ruhudur. Sanallaştırma teknolojileri ile karmaşık işlemleri yönetmek için basit ve kararlı kullanıcı arayüzleri oluşturulmaktır. Sanallaştırmayı kullanan kullanıcıların bu karmaşıklıktan ya çok az haberi vardır ya da hiç yoktur. Zira kullanıcıların sanallaştırma yardımı ile sistemlerini yönetebilmeleri için bu sistemlerin karmaşık özelliklerini bilmeleri gerekmemektedir[53].

RAID teknolojisinin kullanılması, veri depolama sistemlerindeki sanallaştırma teknolojisinin ilk uygulamalarındandır. Farklı RAID teknikleri ile dağınık veri diskleri tek bir disk olarak işletim sistemine tanıtılabilmekte ve disk bozulmaları nedeniyle oluşacak veri kaybına karşı belirli ölçüde önlem alınabilmektedir.

Veri depolama sistemlerinde sanallaştırma teknolojilerinin asıl kullanımı ve karmaşıklığın gizlenmesi, SAN sistemleri ile RAID ve benzeri sanallaştırma teknolojilerinin bütünleşmesi sayesinde mümkün olmuştur. SAN teknolojisi, işletim

[53] Frank Bunn, Nik Simson, Robert Peglar, Gene Nagle,"Storage Virtualization",SNIA, 2004, s.3, http://www.snia.org/education/storage_networking_primer/stor_virt/sniavirt.pdf (04.11.2010)

sistemlerinin çekirdeğinde herhangi bir değişikliğe ihtiyaç duyulmadan, ağ üzerindeki veri depolama sistemlerinin sunuculara bağlanmasını sağlamaktadır. SAN teknolojisi ile veri depolama sistemlerinde sanal diskler oluşturularak sunuculara tanıtılmakta ve alınan veri koruma önlemleri sayesinde, disk donanımları bozulduğunda dahi bilgi işlem hizmetlerinde herhangi bir kesinti olması önlenmektedir.

Günümüzde sanallaştırma teknolojileri kullanılarak, belirli bir coğrafi bölgedeki veri depolama sisteminin yedeği, önceden belirlenmiş politikalar çerçevesinde canlı olarak ve iş sürekliliğinde herhangi bir kesinti yaşanmaksızın başka bir coğrafi bölgeye taşınabilmektedir. Böylece veri merkezinin bulunduğu coğrafi bölgede gerçekleşen sel ve/veya deprem gibi bir doğal felaket nedeniyle veri merkezi kullanılamaz hale geldiğinde, yedek veri merkezi devreye alınabilmekte ve kurumların BİT hizmetlerinde bir aksama yaşanmamaktadır.

Sonuç olarak günümüzde, veri depolama sistemlerinde sanallaştırma teknolojilerinin kullanılmasının en önemli sebebi, bu teknolojinin verilerin güvenliğinin ve BİT hizmetlerinin sürekliliğinin sağlanmasını kolaylaştırmasıdır.

2.4 SUNUCU SANALLAŞTIRMASI

Şu ana kadar sanallaştırma teknolojisi ile ilgili birçok yaklaşım incelenmiştir. Fakat çoğu zaman sanallaştırma terimi ile anlatılmak istenen sunucu sanallaştırmasıdır. Günümüzde sunucu sanallaştırması, sanallaştırmanın en yaygın formu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sunucu sanallaştırması için kullanılan temel tekniklerinin özelliklerini ve sorunlarını incelemek faydalı olacaktır.

2.4.1 Klasik Sanallaştırma

Özellikleri:

- Genel olarak, hataları dinle ve çalıştır tekniği kullanılmaktadır.
- Donanım üzerinde çalışan yazılımın, sanal makinede de çalışacağı öngörülür.
- Sanal makinede kurulu işletim sisteminde herhangi bir çekirdek değişikliğine gerek yoktur. Dolayısıyla geniş bir işletim sistemi desteği sağlanır.
- Her bir sanal makine için CPU ve MMU yöneticisi kullanılması yerine, bütün sanal makineler hipervizörün CPU ve MMU yöneticisini kullanır. Bu sayede performans artışı sağlanır[54].

Sorunları:

- SMG'nin, konuk işletim sistemlerinden gelen komutları simüle etmek için küçük de olsa göz ardı edilemeyecek bir CPU gücü harcaması gerekmektedir. Sanallaştırma destekli işlemcilerin kullanılması ile SMG'nin ihtiyaç duyduğu CPU gücü azalmakta ve daha fazla performans elde edilmektedir.
- Yaygın olarak kullanılan X86 mimarisine uygun değildir[55].
- Sanallaştırma teknolojisi üreticileri, SMG'nin kod büyüklüğünün küçük kalmasını sağlamak için sınırlı sayıdaki donanımı desteklemektedir. Bu nedenle sanallaştırma teknolojisi üreticileri, destekledikleri donanımların listesini yayınlamaktadır. Desteklenmeyen donanımlar üzerinde koşan klasik sanallaştırma SMG'lerinin verimli olarak kullanılması mümkün değildir.

[54] David Burford, "Virtualization Is It Right For You?", LAD Enterprizes, 2008, s. 4, http://www.ladenterprizes.com/pdf/Virtualization.pdf (15.11.2010)

[55] Daha geniş bilgi Bkz. 1.3.3.1.1.1.Donanım Destekli Sanallaştırma

Örnekler:

VMware ESX ve Citrix XenServer sektörde yaygın olarak kullanılan klasik sanallaştırma örnekleridir[56].

2.4.2 İşletim Sistemi Destekli Sanallaştırma

Özellikleri:

- Donanımı simüle etmek yerine özel bir uygulama arayüzüyle (API) çalışmaktadır. Bu arayüz konak makinenin donanımını taklit etmekle birlikte aynı değildir.
- Konuk işletim sistemi sanal bir makinede koştuğunun farkındadır. Konuk işletim sisteminin çekirdeği değiştirilmiştir.
- API kullanılması sayesinde birçok komut tek bir API fonksiyonu içinde kümelenebilmektedir. Böylece performans artışı sağlanmaktadır[57].
- Klasik sanallaştırmayı gerçekleştirmekten daha kolaydır. API kullanılması sayesinde SMG karmaşıklığı azaltılmaktadır.
- Donanım destekli sanallaştırmanın kullanılmadığı durumlarda, klasik sanallaştırmadan daha iyi performans sonuçları elde edilmektedir.

Sorunları:

- İşletim sistemi destekli sanallaştırmanın gerçekleşebilmesi için, konuk işletim sisteminin çekirdeğinin değiştirilmesi gerekmektedir. Bu durum ek işgücü gerektirmekte ve çekirdeğin kod karmaşıklığını artırmaktadır. Çekirdek

[56] D. Burford, 2008, s. 4, http://www.ladenterprizes.com/pdf/Virtualization.pdf (15.11.2010)

[57] Jun Nakajima, Asit K. Mallick, "Hybrid-Virtualization—Enhanced Virtualization for Linux", Ottawa Linux Sembozyumu, 2007, s. 2, http://ols.108.redhat.com/2007/Reprints/nakajima-Reprint.pdf (16.11.2010)

geliştiricilerinin, gerçek CPU'dan farklı davranışları ve kısıtlamaları olan sanal CPU için kod üretmeleri gerekmektedir[58].

- Geniş bir işletim sistemi desteği yoktur. Windows benzeri kapalı kaynak kodlu işletim sistemlerinin çekirdeği, işletim sistemi üreticisinin izni ve teknik desteği olmaksızın değiştirilememektedir. Kapalı kaynak kodlu işletim sistemlerinin işletim sistemi seviyesinde sanallaştırılması için, işletim sistemi üreticileri ile sanallaştırma teknolojisi üreticilerinin birbirlerini destekleyerek çalışmaları gerekmektedir.

Örnekler:

Xen, Denali, Plex86, UMLinux sektörde yaygın olarak kullanılan işletim sistemi destekli sanallaştırma örnekleridir[59].

2.4.3 İşletim Sistemi Seviyesinde Sanallaştırma

Özellikleri:

- Ayrı bir SMG katmanı yoktur. Konak işletim sistemi, sistem kaynaklarını paylaştırmak ve konuk işletim sistemlerinin ayrıklığını sağlamakla yükümlüdür.
- Konuk işletim sistemleri, konak işletim sisteminin çekirdeğini kullanmaktadır.
- Üzerinde gereksiz bir program kurulu olmayan, güvenlik sıkılaştırmaları yapılmış, kararlı bir konak işletim sistemi kurulumu sanallaştırma performansını artırmaktadır. Sanal makineler, gerçek makinelerin performansına yakın sonuçlar vermektedir.

---

[58] A.g.m., s. 3

[59] Hariprasad Nellitheertha, "Virtualization Technolojies", Infosys, 2006, s. 5, http://www.infosys.com/offerings/IT-services/infrastructure-services/white-papers/Documents/virtualization-technologies.pdf (15.11.2010)

- Konuk işletim sistemleri, konak işletim sisteminin kullanabildiği bütün donanım erişim izinlerine ve işletim sistemi özelliklerine sahiptir.
- Sanal makineler için gereken disk alanı azalmaktadır. Zira sanal makineler, işletim sistemi dosyalarını ortak kullanabilmektedir.

Sorunları:

- Konak işletim sisteminin çekirdeği konuk işletim sistemleri tarafından kullanıldığı için, sanal makinelere farklı işletim sistemlerini kurmak olanaksızdır. Aynı işletim sisteminin farklı sürümlerini kullanmak dahi çoğu zaman mümkün değildir.
- Halka 0'ın SMG gibi görevi belirli ve sınırlı olan bir yazılım tarafından kullanılması yerine, sanal makineleri yönetmenin yanında birçok görevi yapmak için çeşitli uygulamaların kurulu olduğu bir işletim sistemi tarafından kullanılması kod büyüklüğünü ve karmaşıklığı artırmaktadır.
- Konuk işletim sistemleri arasında donanım kaynaklarının paylaştırılması ve herhangi bir sanal makinenin aşırı kaynak kullanımı gibi sorunlar oluştuğunda bu sorunların nedenlerinin araştırılması oldukça zordur.

Örnekler:

Parallels Virtuozzo ve Solaris Containers sektörde yaygın olarak kullanılan işletim sistemi seviyesinde sanallaştırma örnekleridir[60].

[60] D. Burford, 2008, s. 5, http://www.ladenterprizes.com/pdf/Virtualization.pdf (15.11.2010)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNİN UYGULAMA ALANLARI

Sanallaştırma teknolojilerinin yaygınlaşması ve sektörün verdiği yazılımsal/donanımsal desteğin gün geçtikçe artması, her senaryoda bu teknolojinin uygulanmasının yarar sağlayacağı anlamına gelmemektedir. Bu teknolojinin uygulanmasının yarar sağlayacağı birçok senaryo olduğu gibi yarar sağlamayacağı, hatta mevcut durumu daha sorunlu bir hale getireceği senaryolar da mevcuttur.

Donanım kaynaklarını yoğun olarak kullanan, I/O trafiği yüksek veritabanı sunucuları ve CPU yükünün her zaman yüksek olduğu HPC sunucuları için sanallaştırmanın kullanılması, performans artışının sağlanamadığı senaryolardan ilk akla gelenlerdir[61].

Sunucularda koşan yazılımların çoğu donanım kaynaklarının çok küçük bir bölümünü kullanmaktadır. Günümüzde sunucuların donanım kaynakları, birçok yazılımı aynı anda çalıştırmak için yeterlidir. Donanım kaynaklarının çoğunu atıl bırakan veya birbirinden farklı donanım kaynaklarını (RAM ve CPU) yoğun olarak kullanan yazılımları, sunucu sanallaştırma çözümleri ile aynı fiziksel sunucuda kümelemek verimli bir yaklaşım olacaktır. Fakat sunucu kaynaklarını %80 oranında kullanan yazılımlar için aynı şeyi söylemek mümkün değildir. Ayrıca kurumların bilgi işlem birimlerinde sanallaştırılan sunucu sayısı ne kadar fazla ise,

[61] Timothy Prickett Morgan, "Virtualization and HPC - Will they ever marry?", The Register, 2008, http://www.theregister.co.uk/2008/11/21/virtualization_and_hpc/page2.html (04.11.2010)

sanallaştırmadan sağlanacak fayda da o kadar yüksek olmaktadır[62]. Dolayısıyla az sayıda sunucusu bulunan bilgi işlem birimlerinin sanallaştırmaya daha temkinli yaklaşması tavsiye edilmektedir.

Sanallaştırmanın bilgi işlem merkezlerinde uygulanmasının fayda sağlayacağı başlıca senaryolar aşağıda sıralanmıştır.

- Teknolojik yenilenme
- İş sürekliliği ve felaketten kurtarma
- Uygulama sınamaları
- Balküpü oluşturma
- Servis sağlayıcıların kullanması
- Bulut bilişim
- Akıllı telefonlar
- Masaüstü bilgisayarı sanallaştırması

3.1 TEKNOLOJİK YENİLENME

Teknolojinin hızla değişmesi ve güncel teknolojiye sahip olma gerekliliği, bilgi işlem birimlerinin en önemli sorunları arasındadır. Zaman içerisinde bilgi işlem birimlerindeki eski sunucuların bakım, elektrik tüketimi ve soğutma maliyetleri, bu sunucuların yenilenmesi maliyetinden fazla olmaktadır. Dolayısıyla her bilgi işlem birimi, zaman içerisinde sunucularını yenileme ihtiyacı duymaktadır. Ancak teknolojik yenilenme geçmişte satın alınmış donanım kaynaklarının büyük bir kısmının atıl olarak kalmasına neden olmaktadır. Eski sunucuların yenileri ile değiştirilmesi esnasında sanallaştırma teknolojisinin kullanılması ve az iş yüküne

[62] TBD, "Sanallaştırma", TBD, 2010, s.90-91, http://www.kamu-bib.org/rapor/RP1-2010.pdf (04.11.2010)

sahip bazı sunucuların sanallaştırılarak güçlü fiziksel sunucularda kümelenmesi sayesinde ihtiyaç duyulan yeni sunucu sayısını azaltmak mümkündür.

Bilgi işlem birimlerinde kullanılan uygulamaların gün geçtikçe daha fazla donanım kaynağına ihtiyaç duyması, sanallaştırma teknolojisinin kullanılmasını teşvik eden bir diğer etmendir. Zira sanallaştırma teknolojileri kullanılarak, sanal makinelerin donanım kaynaklarını ihtiyaçlar doğrultusunda artırıp azaltmak kolaylaşmaktadır. Sanallaştırma kullanılmadığında ise fiziksel sunucuların donanım kaynaklarını güçlendirmek için sunucuların kapatılması gerekmektedir. Bu durum çoğu zaman bilgi işlem servislerinde kısa süreli kesintilere neden olmaktadır.

Kurumların uzun zamandır kullandığı bazı yazılımların, artık kullanılmayan işletim sistemlerine veya donanımlara bağımlılığının olması mümkündür. Örneğin Windows 3.1 işletim sistemi için hazırlanmış bir yazılımı kullanan kurum, sunucularını yenilemek istediğinde sorunlarla karşılaşabilir. Zira eski bir işletim sistemi, yeni sunucu donanımlarını tanımayabilir veya bu donanımları verimli olarak kullanamayabilir. Böyle bir senaryoda sanallaştırmanın kullanılması ile teknolojik yenilenme sırasında çıkabilecek sorunlar en aza indirilebilmektedir. Zira SMG tarafından sanal makinelere sunulan donanım kaynakları, genellikle her işletim sisteminin desteklediği temel donanımlardır. Yani eski bir işletim sistemini sanal makinede kurmak, fiziksel sunucuda kurmaktan çok daha kolaydır.

Sanallaştırma kullanılmadığında, teknolojik yenilenme için yeni sunucular temin edildikten sonra bu sunuculara işletim sistemlerini kurmak, gerekli ayarları yapmak ve eski sunuculardaki uygulamaları yeni sunuculara kurarak işler duruma getirmek, gerçekleşme sürecinde birçok sorunla karşılaşılabilecek bir iştir. Zira eski sunucudaki uygulamalar iyi dokümante edilmeden kurulmuş olabilir. Bu sorunu çözmeyi amaçlayan sanallaştırma teknolojisi üreticileri, fiziksel sunuculardaki işletim sistemlerini, uygulamaları ve tüm ayarları sanal makinelere aktaran göç

yazılımları geliştirmişlerdir. Bu yazılımlar sayesinde, eski sunuculardaki uygulamaları tekrar kurmak ve gerekli ayarları yapmak gibi sorunlar ortadan kalmaktadır. Böylece teknolojik yenilenme, bilgi işlem servislerinde kesinti yaşanmaksızın, sorunsuz olarak gerçekleşmektedir.

Sanallaştırma teknolojisine geçişi kolaylaştırmak için birçok göç yazılımı üretilmiştir. Fakat sanallaştırılmış makineleri fiziksel sunuculara göç ettirmek, sanallaştırmaya göç etmek kadar kolay olmamaktadır. Zira bunu gerçekleştirmek için, sanal makinedeki yazılımların fiziksel sunuculara kurulup ayarlarının tekrar yapılması gerekebilmektedir. Dolayısıyla gerçek makineden sanal makineye geçiş kesintisiz veya çok kısa süreli kesinti ile gerçekleştirilebilirken, sanallaştırma teknolojisini kullanmaktan vazgeçilerek fiziksel sunuculara dönülmek istendiğinde, bilgi işlem servislerinde kesinti yaşanabilmektedir.

Bilgi işlem birimleri, uygulamaların her durumda ulaşılabilir olmasını sağlamak için önemli miktarda yatırım yapmaktadır. Örneğin fiziksel bir sunucuda koşan yazılımın ulaşılabilirliğini artırmak için, aynı yazılımın pasif olarak koştuğu bir başka fiziksel sunucu ile yedekli yapılar oluşturulabilmektedir. Ana sunucuda bir sorun oluştuğunda yedek sunucu aktif olmakta, böylece ulaşılabilirlik sağlanmaktadır. Sanallaştırma teknolojileri kullandığında, sanal makinelerin yedekleri de sanal makineler olacağı için, fiziksel sunucuların bütün olarak pasif konumda bekletiliyor olmasının önüne geçilebilmektedir. Bu da bilgi işlem birimlerinin işletme maliyetini önemli ölçüde azaltmaktadır.

Sunucu sanallaştırması kullanılarak, sanal makineler az sayıdaki fiziksel sunucuda kümelenmektedir. Sanallaştırmaya geçiş öncesinde donanım arızaları ile karşılaşıldığında her sunucu kendi fiziksel donanımının riskini taşırken, kümelenme sonucu birçok sanal makine tek bir fiziksel sunucu donanımın riskini taşır hale gelmektedir. İyi tasarlanmamış bir sanallaştırma altyapısında oluşan donanım arızası,

aynı sunucuda kümelenmiş birçok sanal makineyi etkileyebilmektedir. Fakat günümüzde fiziksel sunucuların donanımlarının yedekli yapıda tasarlanması sayesinde, birçok donanım arızasının sunucuyu kapatmadan giderilebildiği unutulmamalıdır. Sanallaştırma teknolojileri ile sanal makinelerin yedeklerinin tutulmasının kolaylığı ve modern sunucuların donanımlarının yedekli yapıda tasarlanması sayesinde, sanallaştırılmış sunucuların donanım arızası sonucu kesintiye uğraması oldukça küçük bir ihtimaldir.

Sanallaştırma ile her ne kadar birçok sanal makine tek bir fiziksel sunucunun donanım riskini paylaşıyor olsa da sanallaştırma teknolojilerinin "Canlı Göç" gibi özellikleri kullanılarak, sanal makineler fiziksel sunucular arasında, herhangi bir kesinti hissedilmeksizin göç ettirilebilmektedir[63]. SPECweb99 tanımına uyan Apache internet sunucusunun 210 milisaniye kesintiyle ve Quake3 oyun sunucusunun 60 milisaniye kesintiyle fiziksel bir sunucudan diğerine canlı göç ettirilebildiği tespit edilmiştir[64]. 1000 milisaniyenin 1 saniyeye eşit olduğu düşünüldüğünde canlı göç ile ulaşılabilirliğin büyük ölçüde sağlandığı söylemek yanlış olmayacaktır.

Teknolojik yenilenme ile oluşan sanallaştırma fırsatlarından yararlanmak isteyen kurumlar, fiziksel sunucularda koşan uygulamaların kullandığı bellek miktarına sanal makinelere taşındıklarında da ihtiyaçları olacağını unutmamalıdır. Zira uygulamaların bellek ihtiyaçları sanallaştırma ile azalmamaktadır. Yeni alınacak sunucuların bellek miktarının yüksek olması, bu sunucularda sanallaştırma teknolojisinin uygulanabilirliğini artırmaktadır.

[63] http://en.wikipedia.org/wiki/Live_migration (05.11.2010)

[64] Christopher Clark, Keir Fraser, Steven Hand, Jacob Gorm Hansen, Eric Jul, Christian Limpach, Ian Pratt, Andrew Warfield, "Live migration of virtual machines", Proceedings of the 2nd conference on Symposium on Networked Systems Design & Implementation(NSDI'05), 2005, Boston, s. 11-12, http://www.cl.cam.ac.uk/research/srg/netos/papers/2005-migration-nsdi-pre.pdf (05.11.2010)

Bilgi işlem merkezlerinin, sanallaştırma teknolojilerini uygularken göz önünde bulundurmaları gereken bir başka unsur da tüm bilgi işlem altyapısının aynı anda sanallaştırılmasının gerekmemesidir. Kurumun bilgi işlem ihtiyaçları tespit edilerek, bu ihtiyaçlar doğrultusunda kademeli bir geçiş daha verimli olacaktır. Ayrıca kurumların sanallaştırma ile çalışması mümkün olmayan uygulamaları bulunabilir. Bu tür uygulamaların ve bu uygulamaların üzerinde koştuğu donanımın tespit edilerek sanallaştırılmaması faydalı olacaktır.

3.2 İŞ SÜREKLİLİĞİ VE FELAKETTEN KURTARMA

Sanallaştırma ile sunucuların merkezileştirilmesi sayesinde bilgi işlem birimlerindeki sunucu sayısı azaltılarak donanım, bakım, elektrik tüketimi ve soğutma maliyetlerinin önemli ölçüde düşürüleceği açıktır. Ekonomik açıdan sağlanan bu faydaların yanında, sanallaştırmanın sağladığı en önemli kazanımlar iş sürekliliğinin sağlanması ve felaketten kurtarma alanlarındadır. Bilgi işlem servislerinde iş sürekliliğinin sağlanması ve bilgi işlem merkezleri için felaketten kurtarma altyapısının hazırlanması, nadir olarak kullanılan donanımlara harcanmış maliyetli bir süreçtir. Bu amaçla edinilen donanım kaynakları sadece felaket anında kullanılmakta, genellikle atıl olarak kalmaktadır.

Kurumlar, bilgi işlem altyapılarındaki kritik bir uygulamanın sürekliliğini sağlamak veya herhangi bir felaket anında bilgi işlem altyapılarındaki bütün sunucuları farklı bir coğrafi bölgeye taşımak için sanallaştırma teknolojisini kullanabilmektedir. Sanallaştırmayı kullanmayan ve felaket anında 50 adet kritik sunucunun yedekliliğini sağlamak isteyen bir kurum, farklı bir coğrafi bölgedeki 50 adet yedek sunucunun her an hazır bulunmasını sağlamak zorundadır. Sanallaştırma teknolojisi kullanıldığında ise sanal makinelerin yedekleri de sanal makine olacağı için, daha az sayıda fiziksel sunucunun hazır olarak bulundurulması yeterli

olmaktadır. Böylece sanallaştırma kullanılarak yedekleme ve felaketten kurtarma maliyetlerinden de tasarruf sağlanabilmektedir.

Symantec firmasının Haziran 2009 yılında yaptığı, her biri en az 5000 çalışana sahip dünya genelindeki 1650 firmayı kapsayan "Felaketten Kurtarma" raporuna göre, firmaların %93'ü felaketten kurtarma planına sahiptir. Bu rapora göre, kurumlar açısından kritik öneme sahip olan uygulamaların oranı 2008 yılında %56 iken 2009 yılı itibariyle %60'a ulaşmıştır[65]. Bu artış, felaketten kurtarma senaryolarının öneminin artırdığının da göstergesidir. Aynı rapora göre, 2010 yılında felaketten kurtarma senaryolarına harcanacak bütçenin artmayıp sabit kalacağı öngörülmektedir[66]. Kritik öneme sahip uygulamaların artmasına karşın felaketten kurtarma bütçelerinin artış göstermemesi, az kaynak ile daha fazla iş yapılması anlamına gelmektedir.

Symantec'in raporuna göre, felaketten kurtarma senaryolarını yılda en az bir kez test eden firmaların oranı 2008'e göre %12 artış göstererek %35 olmuştur[67]. Ayrıca bilgilerin ve kritik uygulamaların kurtarılması için yapılan testler %30 oranında başarısızlıkla sonuçlanmaktadır[68]. Bilgilerin ve kritik uygulamaların kurtarılmasında karşılaşılan yüksek başarısızlık oranı alınan yedeklerin düzenli aralıklarla test edilmesinin gerekliliğini gündeme getirmektedir.

[65] Symantec, "Disaster Recovery- Global Data", Symantec, 2009, s.6, http://www.symantec.com/content/en/us/about/media/2009_disaster_report.pdf (05.11.2010)

[66] A.g.m. s.7

[67] http://www.symantec.com/about/news/release/article.jsp?prid=20090630_01 (05.11.2010)

[68] Symantec, 2009, s.7, http://www.symantec.com/content/en/us/about/media/2009_disaster_report.pdf (05.11.2010)

Rapora göre firmaların %64'ü, sanallaştırmanın felaket kurtarma planlarını gözden geçirmelerini gerektirdiğini ifade etmiştir. Fakat firmaların %27'si felaket kurtarma planlarına, kullandıkları sanal ortamları dâhil etmediklerini ifade etmektedir[69]. Sanallaştırma ile veri merkezlerinde yaşanan büyük değişime paralel olarak felaketten kurtarma senaryolarının da güncellenmesi unutulmamalıdır.

Sonuç olarak, sanallaştırma teknolojisinin gelişmesi ile iş sürekliliğini sağlanması kolaylaşmakta ve felaketten kurtarma maliyetleri azalmaktadır. Sanal makinelerin felaketten kurtarma planlarına dâhil edilmeleri ve düzenli aralıklarla yedeklerinin alınması ve alınan yedeklerin tutarlılığının test edilmesi kritik öneme sahiptir. Unutulmamalıdır ki sanallaştırma tek başına iş sürekliliğini garanti etmemektedir.

3.3 UYGULAMA SINAMALARI

Kurumlar bilgi işlem bünyelerine yeni bir uygulama katmayı planlarken, uygulamanın performansı ve kuruma getireceği yararlar konusunda araştırma yapmaktadır. Fakat araştırma konusu özel bir uygulama olduğunda ulaşılan belgeler genelde uygulamanın üreticisi tarafından oluşturulmuş, tarafsız değerlendirmeden ziyade uygulamanın reklamı niteliğinde olan belgelerdir. Bu nedenle, bir uygulamanın performansı ve sağlayacağı faydalar hakkında fikir sahibi olmanın en sağlıklı yolu uygulamayı test ortamında denemektir.

Sanallaştırma teknolojisinin kullanılmadığı bir bilgi işlem altyapısında, uygulamaların deneme sürümlerini bilgi işlem sunucularına kurmak ve test etmek, beklenmeyen sorunların oluşmasını tetikleyebilmektedir. Denenmek istenen uygulamanın, kullanılan sunuculardan birine kurulması ve çalıştırılması, çalışan

[69] A.g.m. s.9

uygulamada sorunlar çıkmasına ve performans darboğazları yaşanmasına neden olabilir. Dolayısıyla bilgi işlem altyapılarında, uygulamaların izole olarak çalışmasını sağlayabilmek için her uygulamaya bir fiziksel sunucu tahsis edilmesi yaygın olarak tercih edilen bir yoldur.

Sanallaştırma teknolojileri sayesinde uygulamalar, kendilerine tahsis edilmiş fiziksel sunucuya gerek kalmadan, yeni bir sanal makine oluşturulup bu sanal makinede kurularak test edilebilmektedir. Ayrıca yeni uygulama hâlihazırda kullanılan uygulamalardan birine ek özellikler kazandırıyor ise, kullanılan uygulamanın sanal makinesinin klonu üzerine kurularak test edilebilmektedir. Bu işlem sanallaştırma ile sadece birkaç dakika içinde yapılabilirken sanallaştırma kullanılmadığında çok daha fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır.

Yeni uygulamaların test edilmesinde sanallaştırma teknolojilerinin sağladığı yararlar uygulama üreticilerinin dikkatini çekmiştir. Uygulamaların programlanması sırasında birçok hatanın nedeninin tespit edilip giderilmesi gerekmektedir. Geliştirilen uygulamaların hataları, işletim sistemlerine zarar vererek sistemin tekrar kurulmasını gerektirecek kadar ciddi olabilmektedir. Sanallaştırılmış geliştirme ortamlarının kullanılması sayesinde, üzerinde uygulama geliştirilen sanal makinelerin çalışır haldeki anlık kopyaları alındıktan sonra istenmeyen bir hata oluşması durumunda, önceden alınmış anlık kopyaya geri dönmek mümkün olmaktadır. Böylece uygulama geliştirme ve test etme işlemlerinin verimi büyük oranda artmaktadır.

3.4 BALKÜPÜ OLUŞTURMA

Kurumların sunucularına yapılan izinsiz giriş denemelerini yönlendirmek, saldırganların davranışlarını ve kullanılan yeni saldırı yöntemlerini analiz etmek için

kullanılan tekniklerden biri balküpü oluşturmaktır. Balküpleri saldırganları engellemek yerine, saldırganların ilgisini üzerlerine çekerek davranışları hakkında inceleme yapılmasını sağlamak amacıyla tasarlanmaktadır. Genel olarak balküpü, yetkisiz ve yasadışı olarak kullanılması amacıyla oluşturulmuş bir bilgi işlem kaynağıdır[70].

Balküpleri, saldırganların isteklerine cevap verebilen sistemlerdir. Bu özelliklerinin dışında, bilgi işlem altyapılarında üstlendikleri herhangi bir görev yoktur. Balküplerinin verdiği herhangi bir servis bulunmadığı için bir ağ trafiğine de sahip olmamaları beklenmektedir. Bu nedenle, balküplerinde oluşan her ağ trafiği, kötü amaçlı bir saldırı olarak algılanmakta ve ağ günlüklerinin incelenmesini önemli ölçüde kolaylaşmaktadır.

Balküpleri, yetkisiz erişim kayıtlarını tutmak dışında bir görev yapmadığı için az miktardaki donanım kaynağı ile çalışabilmektedir. 128MB RAM'e sahip eski bir Pentium bilgisayar, 622 Mb/s veri taşıyabilen OC-12 ağ üzerine kurulu B sınıfı ağın tamamını izleyebilmektedir[71]. Bu nedenle, sadece bir adet balküpü yaratıp saldırganların davranışlarını gözlemlemek yerine balküplerinden oluşan bir ağ yaratmak ve saldırganların bu ağ içindeki davranışlarını analiz etmek daha fazla tercih edilen bir yöntemdir.

Balküplerinin saldırganın davranışları hakkında bilgi sahibi olabilmesi için, saldırgan ile etkileşim içinde olması gerekmektedir. Bu etkileşimin düşük olduğu balküplerinin, saldırganın komutlarına cevap veren servisleri olmadığı için, ele geçirilme ihtimali azdır. Fakat düşük etkileşim nedeniyle saldırgan, bir balküpüne saldırmakta olduğunu anlayabilmektedir. Etkileşimin yüksek olduğu balküplerinde

[70] Lance Spitzner, "Honeypots, Definitions and Value of Honeypots", 2003, http://www.tracking-hackers.com/papers/honeypots.html (05.11.2010)

[71] A.g.k.

ise balküpünün saldırgan tarafından ele geçirilme riski artarken saldırı hakkında daha fazla bilgi toplayabilme avantajı doğmaktadır[72]. Sanallaştırma teknolojileri ile oluşturulan balküplerinin saldırgan ile etkileşimi yüksek olması nedeniyle ele geçirilme riski mevcuttur.

Balküpü ve balküpü ağlarının oluşturulmasında sanallaştırma teknolojilerinin kullanılması, balküpleri ile gerçek makineler arasındaki farkları azaltarak daha sağlıklı veri toplanmasını sağlasa da tamamen güvenli değildir. Sanal makineler, kullanılan sanallaştırma teknolojisine bağlı olarak, kendilerinin gerçek makine olmadığına dair bilgi sızdırmaktadır[73]. Ayrıca, sanallaştırma teknolojisi kullanılmasa da balküpü tespiti için geliştirilmiş yöntemler mevcuttur[74]. Bu bilgilere erişen saldırgan, kendisinin balküpünde olduğunu kolaylıkla anlayarak gerçek hedeflere yönelebilmektedir.

3.5 SERVİS SAĞLAYICILARIN KULLANMASI

İnternet sitelerinin önemi her geçen gün artmaktadır. İnternet siteleri kurumların kullanıcılar ile etkileşiminde önemli roller üstlenmekte, kurumların imajının şekillenmesinde her geçen gün artan bir öneme sahip olmaktadır. Bu nedenle internet sitelerini daha çekici hale getirmek için yeni teknolojiler geliştirilmekte ve kullanıcılarla etkileşimi sağlayan dinamik sayfalar oluşturulmaktadır.

---

[72] Yavuz Gökırmak, Emre Yüce, Onur Bektaş, Murat Soysal, Serkan Orcan, "IPv6 Balküpü Tasarımı", EMO Elektrik-Elektronik, Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Kongresi, ODTÜ Ankara, 2009, s.1, http://www.ipv6.net.tr/docs/IPv6_Balkupu_Tasarimi_makale.pdf (05.11.2010)

[73] Bkz. http://www.seifried.org/security/ids/20020107-honeypot-vmware-basics.html (05.11.2010)

[74] Bkz. http://www.ouah.org/p63-0x09.txt (05.11.2010)

İnternet sitelerini barındıran sunucularda yüzlerce internet sitesi aynı anda hizmet verebilmektedir. Aynı anda birçok internet sitesini barındıran ve kullanıcılara servis eden bu sunuculara "Paylaşımlı İnternet Barındırma Sunucusu" ismi verilmektedir. İnternet sunucusu servisi veren yazılımların teknik dokümanlarında, yüzlerce internet sitesini aynı anda servis edebildikleri belirtilse de uygulamada bu rakamlara ulaşmak pek mümkün olmamaktadır. Barındırılan internet siteleri yoğun olarak görüşlerin paylaşıldığı forumlar kullanıyorsa, yoğun bir veritabanı kullanımı varsa veya çalışması için donanım kaynağı gerektiren betik (SSI, PHP, PERL, ASP vs.) kullanıyor ise bant genişliğinin tükenmesinden önce donanım limitlerine erişilebilmektedir[75]. Bu gibi internet sitelerinin kendi sunucularına sahip olmaları, yaygın olarak tercih edilen bir yaklaşımdır.

Bir internet sitesinin kendisine has bir sunucuya sahip olması, diğer sitelerin aşırı donanım kaynağı kullanması nedeniyle oluşan donanım darboğazı sorunlarını çözmesine ve sitenin yönetimini kolaylaştırılmasına rağmen donanım kaynaklarının israfına yol açarak gereksiz maliyetlerin oluşmasına neden olmaktadır. Zira ortalama donanım kaynağına sahip bir internet sunucusu tek bir internet sitesi hizmeti verildiğinde, donanım kaynaklarının çoğu atıl olarak kalacaktır. Hem paylaşımlı internet barındırma sunucusu kullanımından kaynaklanan sorunları çözmek, hem de ihtiyaç fazlası donanım kaynaklarının oluşturduğu ek maliyetlerden kurtulmak için sanallaştırma teknolojileri kullanmak, uygun bir alternatif olarak değerlendirilmektedir.

Sanallaştırma teknolojilerini kullanılarak barındırma hizmeti sunan firmalar, internet sitelerinin donanım ihtiyacı doğrultusunda sanal makineler (VPS) oluşturup müşterilerinin hizmetine verebilmektedir. Böylece hem bir sanal makinede tek bir internet sitesi servisi verilmekte, hem de istenilen donanım özellikleri kapsamında

[75] http://searchyourwebhost.com/web-hosting/articles/virtualization-vps-server-handbook-chapter-2 (05.11.2010)

VPS oluşturulduğu için donanım kaynakları verimli olarak kullanılarak atıl duran donanım kaynaklarının yarattığı ek maliyetin önüne geçilmektedir.

İnternet sitesinin servisine tahsis edilmiş fiziksel bir sunucu yerine VPS kullanımı ile işletim sisteminin ve diğer yazılımların kurulumu da kolaylaşmaktadır. Zira barındırma servisi sağlayan kurumların çoğu, optimize edilmiş değişik işletim sistemlerinin ve gerekli yazılımların imajlarını seçenek olarak sunmaktadır. Böylece hem yeni VPS kurulması hızlanmakta hem de herhangi bir sorunla karşılaşıldığında imajlar kullanılarak VPS'in geçmişteki çalışır haline dönülebilmektedir. VPS kullanımı sayesinde küçük şirketler, bünyesinde birçok bilgi işlem uzmanı çalıştırabilen büyük bütçeli şirketlerin sahip olabildiği internet servisi altyapısına sahip olmaktadır[76].

3.6 BULUT BİLİŞİM

Son yıllarda gerçekleşen dünya genelindeki ekonomik krizlerin sonucu olarak bilgi işlem bütçelerinde daralmaya gidilmesi ile bulut bilişim kavramı gündeme gelmiştir. Kullanıcıların sadece kullandığı kadar bilgi işlem kaynağı için ödeme yapmasını öngören bulut bilişim, büyük miktarda yatırımın yapıldığı bir sektör olmuştur. IDC'nin analizlerine göre, 2008 yılında bulut bilişim için 16,2 milyar dolar yatırım yapılmıştır. 2012 yılı itibariyle bu yatırımın 42,2 milyar dolar olacağı öngörülmektedir[77].

[76] Melanie Posey, "Virtualization for Small Businesses", IDC, 2008, s.8

[77] IDC, "IDC On The Cloud", IDC, 2008, s.4,
http://www.idc.com/research/images/cloudcomputing/CloudComputingSlides.pdf (05.11.2010)

Bulut bilişim, kurumların işlerini yürütürken yararlandıkları bilişim sistemlerine ilişkin hizmetlerin üçüncü taraflardan ağ üzerinden alınması olarak tanımlanabilir[78]. Bulut bilişim, yeni bir teknoloji olmaktan ziyade bilgi işlem kaynaklarının kullanıcılara ulaştırılması için yeni bir yol olarak düşünülmelidir[79]. Zira kullanıcılara sunulan bilgi işlem hizmetleri değişmemekte, sadece hizmetlerin son kullanıcılara ulaştırılmasında kullanılan yol değişmektedir. Bulut bilişimin temelindeki fikir, ağ altyapısının kullanılması sayesinde donanım kaynaklarının merkezileştirilmesi, böylece maliyetlerin azaltılarak esnekliğin artırılmasıdır. Bulut bilişim ile üç farklı hizmet modeli kullanılmaktadır:

- Hizmet Olarak Yazılım (SaaS): SaaS hizmet modelinde, müşteri kurumun ihtiyaç duyduğu e-posta, finans veya ofis yazılımı gibi yazılımlar kullanıcıların bilgisayarlarına kurulmaz; bunun yerine hizmet sağlayıcının sunucularında kurulur. Yazılımlara, internet gezgini gibi bir arayüz kullanılarak, donanımdan bağımsız olarak erişilebilmektedir. Müşteri kurum, yazılımın kullanıcı tabanlı ayarları hariç olmak üzere, bulut altyapısının ağ, işletim sistemleri ve veri depolama üniteleri gibi altyapı öğeleri üzerinde yönetim yapma yetkisine sahip değildir[80]. Lisans ücretleri, yazılım yükseltmeleri ve yazılımın bakımını yapacak teknik personeli istihdam etmek hizmet sağlayıcının yükümlülüğündedir. Müşteri kurum, hizmet olarak aldığı yazılım için abonelik bedeli ödemektedir. CRM hizmeti sunan salesforce.com internet sitesi ve ofis yazılımı hizmeti sunan Google Docs servisi SaaS hizmetlerine örnek olarak gösterilebilir.

[78] Özcan Rıza Yıldız, "Bilişim Dünyasının Yeni Modeli: Bulut Bilişim (Cloud Computing) ve Denetimi", Sayıştay Dergisi, S. 74-75, 2009, s.7

[79] Daniele Catteddu, Giles Hogben, "Cloud Computing , Benefits, risks and recommendations for information security" ,European Network and Information Security Agency (ENISA), 2009, s.4

[80] Peter Mell, Tim Grance, "The NIST Definition of Cloud Computing", NIST, Versiyon 15, 2009, s.2, http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-def-v15.doc (05.11.2010)

- Hizmet Olarak Platform (PaaS): Hizmet sağlayıcının desteklediği programlama dilleri ve araçlar kullanılarak geliştirilmiş uygulamaların çalışabileceği bulut ortamı hizmet olarak sunulmaktadır. Müşteri, çalıştırdığı uygulamanın ve uygulamanın koştuğu ortamın yapılandırma ayarlarını değiştirebilirken bulut altyapısının ağ bileşenlerini, sunucularını, işletim sistemlerini ve veri depolama ortamlarını yönetme yetkisine sahip değildir[81]. Böylece müşteri kurumlar, hizmet sağlayıcının sağladığı araçları ve desteklediği programlama dillerini kullanarak geliştirdikleri uygulamaları, yine hizmet sağlayıcının sağladığı bulut ortamında çalıştırabilmektedir. Google App Engine ve Microsoft Azure, PaaS hizmetleri için örnek olarak verilebilir[82].

- Hizmet Olarak Altyapı (IaaS): Müşterinin ihtiyacı ölçüsünde işlem gücü, veri depolama alanı, ağ altyapısı ve diğer temel donanımsal kaynakların hizmet olarak sunulmasıdır. Müşteri bulut içinde kullandığı işletim sistemini, veri depolama alanını, kendi uygulamalarını ve bazı ağ bileşenlerini (Ateş duvarı vb.) yönetebilirken diğer bulut altyapısı elemanlarını yönetemez[83]. Müşteri, kullandığı donanım kaynağı miktarıyla orantılı olarak faturalandırılır. IaaS örneği olarak Amazon Web Services (AWS) kapsamında verilen Elastic Compute Cloud (EC2) ve Simple Storage System (S3) servisleri verilebilir.

Bulut bilişim, sanallaştırma teknolojilerinin uygulamaları donanımlardan soyutlaması sayesinde yaygın kullanım alanı bulmuştur. Bulut bilişimin bilgi işlem

[81] A.g.e.

[82] N. Chohan, C. Bunch, S. Pang, C. Krintz, N. Mostafa, S. Soman, R. Wolski, "AppScale: Scalable and Open AppEngine Application Development and Deployment", International Conference on Cloud Computing (CloudComp'09), 2009,s.2, http://www.cs.ucsb.edu/~ckrintz/papers/cloudcomp09.pdf (05.11.2010)

[83] P. Mell, T. Grance, 2009, s.2, http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-def-v15.doc (05.11.2010)

sektöründe popülerliğinin hızla artmasına ve büyük yatırımları kendisine çekmesine rağmen halen yüksek güvenilirliğe sahip olduğu söylenemez.

Bulut bilişimin bazı sorunları mimari yapısından kaynaklanmaktadır. Örneğin X ülkesindeki A firmasının ofis yazılımını, bulut bilişim ile Y ülkesinde veri merkezi olan B firmasından temin ettiğini kabul edelim. Herhangi bir felaket nedeniyle X ülkesi ile Y ülkesi arasında internet trafiğini taşıyan fiber kablolar zarar gördüğünde, A firmasının B firmasından aldığı hizmet durma noktasına gelebilir. Bu duruma deprem gibi doğal bir felaket neden olabileceği gibi politik bir nedenle gerçekleştirilmiş bir terör saldırısı veya savaş da neden olabilir. Geçmişte doğal felaketler nedeniyle ülkelerin ağ trafiği birçok kez kesintiye uğramıştır. Örneğin 22 Mayıs 2003 tarihinde Cezayir yakınlarında meydana gelen deprem sonucu, İtalya - Fas arasında uluslararası ağ trafiğini taşıyan SMW2, FLAG, COLUMBUS 2 ve SMW3 denizaltı kabloları zarar görmüştür. Bu kabloların zarar görmesi ile Türkiye'nin internet bağlantısı önemli ölçüde kesilmiştir. Türkiye'nin eski internet erişim hızına ulaşması, 16-17 Haziran tarihinde gerçekleşmiştir[84].

Bulut bilişim hizmetlerinin aksaması için doğal felaketler gibi önceden tahmin edilmesi zor olayların meydana gelmesi şart değildir. Bulut bilişim alanında verilen hizmetler profesyonel olsa da hizmet veren şirketler hata yapabilmektedir. Bu hatalar bulut bilişim hizmeti alan müşteriler için işlerin aksaması, veri ve para kaybı anlamına gelmektedir. Örneğin Google App Engine, 17 Haziran 2008 tarihinde, bir programlama hatasından dolayı yaklaşık olarak saat 9:00 ile saat 14:00 arasında[85] ve Amazon S3 servisi, 20 Temmuz 2008 tarihinde bir veri arızası nedeniyle saat 08:40 ile 16:02 arasında[86] müşterilerine hizmet verememiştir. Bir başka örnek de mobil

[84] T.C. Başbakanlık Basın-Yayın ve Enformasyon Genel Müdürlüğü (BYEGM), "ANADOLU'YA HABERLER", BYEGM , 2003, http://www.byegm.gov.tr/yayinlarimiz/anadoluyahaberler-yeni/kaldir/2003/eylul/ah_19_09-03.htm (05.11.2010)

[85] http://www.cio-weblog.com/50226711/appengine_outage.php (05.11.2010)

[86] http://status.aws.amazon.com/s3-20080720.html (05.11.2010)

iletişim sektöründen verilebilir. T-Mobile şirketi, Sidekick marka telefonlarının rehber, ses ve multimedya bilgilerini telefon üzerinde tutulmayıp, bulut bilişim ile Microsoft'un ortağı olduğu Danger şirketindeki sunuculara yedeklemeyi seçmiştir. 2009 yılının Ekim ayında Danger şirketindeki sunucularda oluşan bir arıza nedeniyle müşteri verilerinin büyük bölümü kaybedilmiştir. T-Mobile, verilerin saklandığı sunucunun yedeklerinin alınmamasından dolayı müşterilerine, telefonlarını kapatmamaları yönünde uyarıda bulunmuştur[87]. Bu örnekte de görüldüğü gibi, bulut bilişim hizmeti veren firmaların hataları müşterilerin geri dönülemez kayıplara uğramasına neden olabilmektedir.

Bulut bilişim kapsamında veriler merkezi veri depolarında saklanmaktadır. Fakat donanım kaynaklarının tüm kullanıcılara paylaştırılması, veri güvenliği ve gizliliği açısından sorunlara neden olabilir. Bulut içindeki farklı kullanıcıların ortak kaynaklar üzerinde veri depolaması ve bellek alanlarını birbirinden ayırmaya yarayan iç mekanizmalarda ortaya çıkabilecek açıklık ve hatalar, yapılacak saldırılar sonucu kullanıcıların özel ve gizli verilerinin ele geçirilmesine sebebiyet verebilir. Bulut bilişimde, veri merkezlerindeki donanım kaynaklarının fiziksel olarak tahsis edilmemesi, silinen verilerin fiziksel olarak silinmeyip sadece mantıksal seviyede silinmesi sorununu da gündeme getirmektedir. Böylece fiziksel olarak silinmeyen verinin başka kullanıcılar tarafından ele geçirilmesi mümkün hale gelmektedir[88].

Bulut bilişim kapsamında değerlendirilmesi gereken bir diğer nokta ise veri merkezlerinin bulunduğu ülke ve bu ülkenin kişisel bilgilerin mahremiyeti ile ilgili yasalarıdır. Zira bulut bilişimde kullanılan veri merkezleri bulundukları ülkenin yasalarına tabidir. Örneğin Amerikan hükümeti, Vatanseverlik Yasası ve Anavatan

---

[87] Martyn Williams, "Microsoft loses Sidekick users' personal data", InfoWorld, 2009, http://www.infoworld.com/d/cloud-computing/microsoft-loses-sidekick-users-personal-data-427 (05.11.2010)

[88] Yakup KORKMAZ, " Bulut Bilişim Risk Değerlendirmesi - I", TÜBİTAK - UEKAE , 2010 http://www.bilgiguvenligi.gov.tr/guvenlik-teknolojileri/bulut-bilisim-risk-degerlendirmesi-i.html (05.11.2010)

Güvenliği Yasası kapsamında, gelişmiş veri toplama yöntemlerini kullanarak ülke sınırları içindeki herhangi bir bilgiye erişme hakkına sahiptir[89]. Dolayısıyla veri merkezi müşteri kurumun ülkesi dışında olan bulut bilişim servislerinde gizliliği önemli olan verilerin saklanması, veri merkezinin bulunduğu ülke hükümetinin bu bilgilere yasal olarak erişimi riskini doğurmaktadır.

Bulut bilişim servisleri, küçük boyutlu dosyalarda işlem yapmak söz konusu olduğunda avantajlı olsa da büyük boyutlu dosyalar söz konusu olduğunda, ağ bağlantı hızları ve bulut bilişim servislerinin dosya yazma hızları kullanıcıların önüne sorun olarak çıkmaktadır. Örneğin 500GB veri oluşturmuş bir biyoloji laboratuvarının verilerinin analiz edilmesi gerektiğini ve Amazon EC2 servisinin sağladığı 1 sanal makinenin, 1GB veriyi analiz etmek için 2 saat çalışması gerektiğini kabul edelim. Bu laboratuvarda, EC2'nin sanal makinelerinin gücünde 20 adet sunucu varsa bu sunucular toplam 500*2/20=50 saat çalışarak bu veriyi analiz edebilir. Aynı iş, EC2 servisinin sağladığı 1000 adet sanal makine 1 saat çalıştırılarak da tamamlanabilir. EC2 servisindeki 1 sanal makinenin 1 saatlik ortalama maliyeti 0.10 dolar olarak kabul edilirse verinin hesaplanması için maliyet 1000*0.10*1=100 dolardır. Yapılması gereken harcamanın yanında 500 GB veriyi transfer etmek için gerekli zamanın da hesaplanması faydalı olacaktır. Amazon S3 veri depolama servisinin ortalama bant genişliği 5 Mbit/s ile 18 Mbit/s arasında olduğu ölçülmüştür[90]. İyi bir varsayım olan 20Mbit/s hız ile 500 GB veriyi S3 veri depolarına gönderebilmek için (500GB*1000MB/GB*8Bit/Bayt)/20 Mbit/s ~200.000 sn ~ 55 saat gerekmektedir. Dolayısıyla 500GB büyüklükteki veriyi 20 adet yerel sunucuda işlemek için gerekli zaman 50 saat iken bu veriyi bulut bilişim servisine transfer edip 1000 adet sanal makinede işlemek için gerekli zaman

[89] Bkz. Paul T. Jaeger, Jimmy Lin, Justin M. Grimes," Cloud Computing and Information Policy: Computing in a Policy Cloud?", Journal of Information Technology & Politics, C. 5, S. 3 , 2008 , s. 269 – 283

[90] Simson L. Garfinkel, "An Evaluation of Amazon's Grid Computing Services: EC2, S3 and SQS", Tech. Rep. TR-08-07, Harvard Üniversitesi, 2007, s.8, http://simson.net/clips/academic/2007.Harvard.S3.pdf (05.11.2010)

55+1=56 saattir[91]. Sonuç olarak, büyük boyutlu dosya transferleri söz konusu olduğunda bant genişliği, bulut bilişimin işlevselliğinin önemli ölçüde kısıtlamaktadır.

Bulut bilişim ile ilgili bir diğer risk ise müşterilerin hizmet sağlayıcılara bağımlı hale gelebilmesidir. Bulut bilişim kullanan bir müşteri hizmet sağlayıcısını değiştirmek istediğinde, bulut bilişim servislerinin standartlaşmamış olması nedeniyle, verilerin ve hizmetlerin diğer hizmet sağlayıcıya taşınmasında zorluklar yaşanmaktadır. Özellikle veri saklamak için XML gibi taşınabilir standartları kullanmayıp kendi yöntemlerini geliştiren, örneğin verileri veritabanlarına gömen hizmet sağlayıcısını değiştirmek isteyen müşteriler bu konuda zorlanmaktadır. Hizmet sağlayıcıların, yeni müşterilerin verilerinin adaptasyonu ve hizmet sağlayıcısını değiştiren eski müşterilerin verilerinin sorunsuz olarak yeni hizmet sağlayıcıya aktarılması için standart yöntemler geliştirmesi gerekmektedir. Müşterilerin bulut bilişim hizmet sağlayıcılarına bağımlı hale gelmesi, bir Avrupa Birliği ajansı olan ENISA tarafından yüksek öncelikli bir risk olarak değerlendirilmektedir[92].

Bulut bilişim, sağladığı faydaların yanında taşıdığı riskler ile müşterilerine hizmet sunmaktadır. Bulut bilişimi kullanmayı planlayan kurumların, sağlanacak faydanın yanında göze alınan riskleri de değerlendirmesi yararlı olacaktır.

---

[91] Michael Armbru, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Jose,Randy H. Katz, Andrew Konwin, Gunho Lee, David A. Patters, Ariel Rabkin, Ion Stoica, Matei Zaharia, "Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing" , California Üniversitesi Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü, Berkeley, 2009, s.13, http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.pdf (05.11.2010)

[92] D. Catteddu, G. Hogben, 2009, s.25, http://www.enisa.europa.eu/act/rm/files/deliverables/cloud-computing-risk-assessment/at_download/fullReport (05.11.2010)

3.7 AKILLI TELEFONLAR

Günümüzde akıllı telefonlar sık kullanılan teknolojik cihazlar arasında yerini almıştır. Kullanıcıların akıllı telefonlara olan talebi hızla artmakta ve bu cihazların kullanımı yaygınlaşmaktadır. Gartner 2013 yılı itibariyle 1.78 milyar kişisel bilgisayar ve 1.82 milyar akıllı telefon kullanılacağını öngörmektedir. Gartner'a göre 2013 yılından sonra, kullanılan akıllı telefon sayısı kişisel bilgisayar sayısından fazla olmaya devam edecektir[93].

Gartner'ın 2010 yılı Ağustos ayında yayımladığı araştırmaya göre, 2010 yılının ikinci çeyreğinde 325.6 milyon mobil elektronik araç satılmıştır. Bu rakam 2009 yılının aynı dönemine göre %13.8 artış göstermiştir. Gartner'a göre, satılan mobil cihazların %19'unu akıllı telefonlar oluşturmaktadır. Ayrıca 2009 yılının aynı dönemine göre akıllı telefon satışları %50.5 artış göstermiştir[94].

Akıllı telefonlar ile bilgisayarlar arasındaki farkların her geçen gün azalması ile bilgisayarlarda oluşan sanallaştırma ihtiyaçlarının akıllı telefonlarda da oluşacağı öngörülmektedir. Zira akıllı telefonlar için Symbian, Research In Motion, Android, iOS ve Microsoft Windows Mobile gibi birçok işletim sistemi geliştirilmiştir ve kullanıcılar, ihtiyaç duydukları farklı işletim sistemlerinde koşan uygulamaları kullanabilmek için birden fazla akıllı telefon taşımak zorunda kalmaktadır. Akıllı telefonlarda sanallaştırma teknolojilerinin kullanılması ile birden fazla işletim sistemi, tek bir telefonda aynı anda koşabilmektedir. Böylece, farklı işletim

[93] Christy Pettey, Holly Stevens, "Gartner Highlights Key Predictions for IT Organizations and Users in 2010 and Beyond", Gartner, 2010, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1278413 (05.11.2010)

[94] Laurence Goasduff, Christy Pettey," Gartner Says Worldwide Mobile Device Sales Grew 13.8 Percent in Second Quarter of 2010, But Competition Drove Prices Down", Gartner, 2010, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1421013 (05.11.2010)

sistemlerinde çalışan birçok uygulamayı aynı anda kullanabilmek de mümkün olmaktadır.

Akıllı telefonlar üzerinde koşan işletim sistemleri ve uygulamalar telefonların donanımlarına bağımlıdır. Bu nedenle, akıllı telefonlara yazılım geliştiren şirketler, uygulamalarının sektördeki çeşitli akıllı telefon modelleriyle uyumluluğunu araştırmak ve gerekli kod değişikliklerini yapmak için 18 ila 24 ay süre ile test yapmaktadırlar[95]. Sanallaştırma teknolojilerinin kullanılması ile akıllı telefonlarda koşan yazılımların donanım bağımlılığının önüne geçilmesi mümkündür. Bu sayede, yazılım geliştiren şirketler, geliştirdikleri uygulamaların test sürecini kısaltarak çok daha kısa sürede hizmet sunabilmektedir.

Sanallaştırma teknolojisinin akıllı telefonlarda kullanılması ile kullanıcı verileri, farklı telefonlar arasında taşınabilen bir dosya haline gelmektedir. Böylece akıllı telefonunu değiştiren kullanıcılar, tüm verilerini yeni telefonlarına rahatlıkla aktarabilmektedir. Ayrıca iş telefonu olarak akıllı telefonları kullanan ve çalışanlarının bu telefonlarla kurum verilerine erişmesini sağlayan kurumlardaki bilgi işlem birimlerinin iş yükü de hafiflemektedir.

Klasik sanallaştırmanın atıl donanım kaynaklarını kullanma konusunda sağladığı faydalar, akıllı telefonların sanallaştırılması ile de sağlanmaktadır. Günümüz akıllı telefonları genellikle 3 veya daha fazla işlemci kullanmaktadır. Bunlardan biri telefonun haberleşmesini, biri e-posta gibi uygulamaların koşmasını ve son işlemci de ses ve görüntü işlemek gibi multimedya işlemlerini yönetmektedir. Sanallaştırma teknolojisi kullanan bir akıllı telefon, 3 işlemci yerine 1 veya 2 adet

[95] http://news.cnet.com/8301-1001_3-10246338-92.html (05.11.2010)

işlemci kullanarak bu işlemleri yapabilmektedir. Open Kernel Labs, bu sayede telefon başına maliyetin %28 azalacağını öngörmektedir[96].

Sanallaştırma sayesinde, akıllı telefonlarda koşan yazılımların donanım kaynaklarına erişim izinleri yönetmek de kolaylaşmaktadır. Örneğin bir yazılımın bütün ağa erişimi kısıtlanabilmekte veya kullanabileceği bant genişliği sınırlanabilmektedir. Böylece akıllı telefonlarda koşan hatalı bir yazılımın oluşturabileceği sorunların da önüne geçilebilmektedir.

Gartner, akıllı telefonlarda sanallaştırma teknolojilerinin kullanılmasını gelecek vadeden ve büyüme potansiyeline sahip bir market olarak değerlendirmektedir. Gartner, 2012 yılında akıllı telefonların %50'den fazlasının sanallaştırılacağını öngörmektedir[97].

3.8 MASAÜSTÜ BİLGİSAYARI SANALLAŞTIRMASI

Kullanıcıların masaüstü bilgisayarlarını yönetmek bilgi işlem birimlerinin birçok zorluğu ihtiva eden bir görevidir. Günümüzde kullanıcılar, taşınabilir sistemler ile bilgi işlem servislerinden yararlanma eğilimi göstermektedir. Ayrıca kullanıcı bilgisayarlarını hedef alan zararlı yazılımlar, kullanıcıların ihtiyaç duyduğu uygulamaların çeşitliliği ve karmaşıklığı sürekli artmaktadır. Karmaşıklığın artması ile uygulamaların yama yönetimi zorlaşmaktadır. Bu karmaşa içerisinde, kullanıcı bilgisayarlarının bir problemini çözmek başka problemlerin oluşmasını tetikleyebilmektedir.

[96] Bill Weinberg, "Designing and Deploying with Mobile Virtualization". Linux Pundit, 2009, s.7, http://linuxpundit.com/documents/white_paper_motorola_evoke_teardown.pdf (05.11.2010)

[97] http://www.vmware.com/company/news/releases/mvp.html (05.11.2010)

Gartner, ortalama güçteki bir kişisel bilgisayarın 1200 dolara alınabildiğini, bu bilgisayarın toplam sahip olma maliyetinin (TSOM) 4 yıllık süre içinde yıl başına 5867 doları bulduğunu tahmin etmektedir. Kilit altındaki iyi yönetilen kişisel bilgisayarlar için 4 yıllık TSOM hesaplandığında, yıl başına 3413 dolar olduğu tahmin edilmektedir. Gartner'ın 1500 dolara alınan bir dizüstü bilgisayar için 4 yıllık TSOM tahmini yıllık 9900 dolardır. Dizüstü bilgisayarların taşınmasının engellenmesi ile bu rakam 5033 dolar seviyesine inmektedir[98]. Sonuçta gerek masaüstü bilgisayarların, gerekse dizüstü bilgisayarların alış fiyatlarının oldukça düşük olmasına rağmen destek maliyetlerinin yüksek olması, TSOM hesaplanmasında yüksek değerlere ulaşılmasına neden olmaktadır.

Sunucu sanallaştırmasında olduğu gibi masaüstü bilgisayar sanallaştırmasında da donanım kaynaklarının verimli kullanılması hedeflenmektedir. Günümüzde ortalama bir masaüstü bilgisayar, sıradan kullanıcıların isteklerini fazlasıyla karşılayabilecek donanım kaynaklarına sahiptir. Atıl kalan donanım kaynakları ise kurum bütçelerine ek maliyet unsurları olarak yansımaktadır.

Masaüstü bilgisayarı sanallaştırması teknolojisinin uygulanmasında 2 teknik kullanılmaktadır:

- Yerel Masaüstü Sanallaştırması**:** Bu sanallaştırma tekniğinde sanal makineler, diğer uygulamalar gibi işletim sistemi üzerinde koşan birer yazılım olarak kullanıcı bilgisayarlarında konumlandırılmaktadır. Sanallaştırma teknolojileri ile kullanıcının bütün bilgileri ve işletim sistemi dâhil bütün uygulamaları tek bir dosya haline getirilmektedir. Bu dosyanın bakımını yapmak ve yedeğini almak, sanallaştırılmamış bir kullanıcı bilgisayarının bakımını yapıp yedeğini almaktan çok daha kolaydır. Ayrıca sanal makinenin donanımdan bağımsız

[98] Holly Stevens," Gartner Says Effective Management Can Cut Total Cost of Ownership for Desktop PCs by 42 Per cent ", Gartner**,** 2008, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=636308 (06.11.2010)

olarak çalışması sayesinde, kullanıcı bilgisayarlarının donanımları yenilendiğinde, kullanıcı bilgileri ve işletim sistemi yeni bilgisayarlara kolayca aktarılabilmektedir. Bu sanallaştırma tekniğini kullanan yazılımlara Microsoft Virtual PC, VMware Workstation ve Oracle VirtualBox örnek olarak verilebilir.

- Barındırılmış Masaüstü Sanallaştırması: Bu sanallaştırma tekniğinde, sanallaştırılmış masaüstü bilgisayarı merkezi bir veri deposunda tutulmaktadır. Kullanıcı bilgilerinin ve işletim sisteminin bir dosya olarak merkezi veri depolarında saklanması, bu verilerinin yedeğinin alınmasını ve felaket anında alınan yedeklerin kullanılmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca kullanıcı verilerinin kolayca ulaşılabilen kullanıcı bilgisayarları yerine, güvenlik önlemleri alınmış merkezi veri depolarında tutulması sayesinde veri güvenliği artmakta, veri kaybı ve veri hırsızlığını zorlaştıran bir güvenlik katmanı oluşturulmaktadır. Güçlenen güvenliğe ek olarak, bilgi işlem birimlerinin kullanıcı bilgisayarlarını yönetmesi ve güncellemesi de kolaylaşmaktadır. Ayrıca kullanıcılar, masaüstü bilgisayarlarına istedikleri yerden ulaşabilir hale gelmektedirler.

Barındırılmış masaüstü bilgisayarı sanallaştırma tekniği ile hizmet verebilmek için 2 yol kullanılmaktadır:

- Yazılım akışı kullanılarak, barındırılmış sanal makinenin bütün olarak kullanıcı bilgisayarına transferi yerine, öncelikle sanal makinenin çalışması için gereken kod parçaları, bilgiler ve ayarlar kullanıcı bilgisayarına gönderilmektedir. Böylece sanal makinenin dosya büyüklüğü oldukça fazla olsa dahi, sadece ihtiyaç duyulan bölümler son kullanıcılara servis edileceği için performans artışı sağlanmaktadır. Ayrıca sanal makinenin çalışması için ihtiyaç duyulan donanım kaynakları kullanıcı bilgisayarının kaynaklarından

sağlanmaktadır. Böylece mevcut bilgi işlem altyapılarında kullanılan masaüstü bilgisayarların donanım kaynaklarının atıl olarak kalmasının da önüne geçilmektedir. Sunucular yerine masaüstü bilgisayarların donanım kaynaklarının kullanılması sayesinde, barındırılmış masaüstü sanallaştırma tekniğinin altyapı maliyeti de düşmektedir. Barındırılmış masaüstü sanallaştırma tekniğinde yazılım akışını kullanan uygulamalar için Citrix XenDesktop, Wyse TCX, VMware View ve Microsoft VDI Suite örnek olarak verilebilir.

- Oturum sanallaştırması olarak isimlendirilen bir diğer yöntem de ise sanal makinelerin koşması için merkezi sunucuların donanım kaynakları kullanılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan ince istemciler, kullanıcı isteklerini merkezi sunuculara gönderir, bütün hesaplamalar bu sunucular üzerinde yapılır ve üretilen sonuçlar kullanıcıların ekranına yansıtılır. İnce istemciler, masaüstü bilgisayarları ile karşılaştırıldığında maliyet avantajı sağlayan çözümler olarak değerlendirilmektedir[99]. Sunucu ile istemci arasındaki trafiği yöneten yazılımlara örnek olarak Microsoft Remote Desktop Services ve Citrix XenApps verilebilir. Bu sanallaştırma tekniği için kullanılabilecek ince istemci üreticilerine ise Pano Logic, nComputing, Wyse, Sun, Rangee örnek olarak verilebilir.

Gartner, 2009 yılında tüm dünyadaki 500.000 adet olan barındırılmış sanal masaüstü bilgisayar sayısının, 2013 yılında 49 milyon adede ulaşacağını öngörmektedir. Gartner 2009 yılı itibariyle, barındırılmış sanal masaüstü bilgisayarı sektörünün kişisel bilgisayar pazarının hacminin %1'inden az olan 1,5 milyar dolar

[99] Sami Sözüer, Hakan Kutucu, "Bilgisayar Laboratuvarında İnce İstemci Mimarisi ile Paralel Küme Oluşturulması", Akademik Bilişim Konferansı 2007, 2007, s.4, http://ab.org.tr/ab07/bildiri/172.doc (26.11.2010)

hacme sahip olduğunu belirtmekte ve 2013 yılında bu oranın %40'ü geçip 65,7 milyar dolar hacme ulaşacağını öngörmektedir[100].

Barındırılmış masaüstü bilgisayarı sanallaştırması kullanan kurumlarda, herhangi bir kullanıcı bilgisayarının işletim sisteminde arıza meydana geldiğinde, bu arıza kullanıcı bilgisayarının yanına gitmeye gerek kalmaksızın dakikalar içerisinde giderilebilmektedir. Dolayısıyla, barındırılmış masaüstü bilgisayarı sanallaştırması ile kullanıcı bilgisayarlarının yönetilmesi kolaylaşmaktadır.

Yerel masaüstü bilgisayarı sanallaştırmasında ise kullanıcının kişisel bilgisayarında birden fazla işletim sistemi koşabilmektedir. Bilgi işlem birimleri, gizliliği önemli olan bilgileri ve uygulamaları bir sanal makinede izole edip, bu makinenin kaynaklara erişimi ile ilgili kısıtlama getirebilmektedir. Örneğin önemli bilgileri barındıran sanal makinelerin ağ üzerindeki iletişimi sınırlandırılıp, USB ve CD/DVD yazıcı gibi bilgi sızdırmak için kullanılabilecek donanım kaynaklarına erişimi kısıtlanabilmektedir. Böylece kullanıcı bilgisayarlarının güvenliği de artırılabilmektedir.

Yerel masaüstü sanallaştırmasının bir yararı da kullanıcıların kullandıkları yazılımları, masaüstü bilgisayarında koşan konak işletim sistemi değişikliklerinden bağımsız olarak kullanabilmesidir. Böylece konak işletim sistemi değişikliklerinde, kurum yazılımlarının yeniden kodlanması gerekmemektedir.

Yerel masaüstü sanallaştırma tekniği kullanıldığında, sanal makinelerin konak işletim sisteminin üzerine kurulan SMG'de çalışması, geniş bir donanım desteğinin sağlanmasını kolaylaştırmaktadır. Konuk işletim sistemleri, SMG'nin

[100] Christy Pettey, Holly Stevens, "Gartner says Worldwide Hosted Virtual Desktop Market to Surpass $65 Billion in 2013", Gartner, 2009, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=920814 (06.11.2010)

kontrolünde olmak kaydıyla, fiziksel CPU'ya komut gönderip belleğin belirli bölgelerine erişebilmektedir. Ayrıca, konuk işletim sisteminin yaptığı bütün I/O istekleri SMG tarafından yakalanarak, SMG'nin kullanıcı seviyesindeki bir bölümü olan ULM'ye yönlendirilmektedir. ULM, konak işletim sistemindeki herhangi bir süreç gibi koşan ve sanal I/O aygıtları için modeller içeren bir yazılımdır. ULM yazılımı konuk işletim sistemlerinden gelen I/O isteklerini konak işletim sisteminin sistem dosyaları, ağ aygıtları ve grafik API'leri vasıtasıyla gerçekleştirir. Bu sayede, konak işletim sistemi tarafından tanınan bütün I/O aygıtları, konuk işletim sistemleri tarafından da erişilebilir hale gelmekte ve sanal makineler için geniş bir donanım desteği sağlamaktadır[101].

Barındırılmış masaüstü sanallaştırmasına en çok faydayı sağlayan ağ tabanlı çalışma özelliği, aynı zamanda bu teknolojinin en zayıf noktasıdır. Bu tekniği kullanan bir kurumun ağ altyapısındaki bir aksaklık kullanıcıların masaüstü bilgisayarlarını kullanamamasına neden olabilmektedir. Dolayısıyla ağ altyapısının güvenliği ve yedekliliği kritik öneme sahiptir. Ayrıca, özellikle multimedya unsurlarının yaygın olarak kullanıldığı barındırılmış masaüstü sanallaştırmasında, ağ altyapısının oluşacak ağ trafiğini kaldırabilecek kapasiteye sahip olması kritik öneme sahiptir. Ağ altyapısının yetersizliği durumunda ağ kapasitesinde yaşanan darboğazlar, kullanıcılara masaüstü bilgisayarlarının yavaşlığı olarak yansımaktadır. Dolayısıyla barındırılmış masaüstü sanallaştırma tekniğini kullanmayı planlayan kurumların, ağ mimarilerini gözden geçirip ağ altyapısının yedekliliği sağlamaları ve gerekiyorsa ağ kapasitesini güçlendirmeleri faydalı olacaktır.

Barındırılmış masaüstü sanallaştırma tekniğinin verimli olarak kullanılabilmesi için, kullanıcıların donanım kaynağı ihtiyacını karşılayacak sunucuların ve veri depolama ünitelerinin temin edilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

[101] http://www.intel.com/technology/itj/2006/v10i3/2-io/3-vmm-software-architecture.htm (20.11.2010)

Ayrıca, kullanıcıların donanım kaynağı ihtiyacının sürekli artacağı düşünüldüğünde, kurulan merkezi altyapının sürekli yenilemesinin gerekeceği açıktır.

Barındırılmış masaüstü sanallaştırması tekniğinin ek yatırımlar gerektirmesi ve mevcut kullanıcı bilgisayarlarının kullanıldığı bilgi işlem altyapıları ile benzer faydaların sağlanabilmesi nedeniyle, işleyen bir bilgi işlem altyapısı olan kurumlarda, bütün kullanıcılar için kullanılması uygun değildir. Bunun yerine, masaüstü bilgisayarında sadece belirlenmiş işleri yapan çağrı merkezi operatörü ve banka veznesi çalışanları gibi kullanıcılar hedef alınarak uygulanmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Yerel masaüstü sanallaştırması tekniğini uygulamak için daha güçlü masaüstü bilgisayarlarının kullanılması gerektiği açıktır. Zira birden fazla işletim sistemini aynı anda çalıştıracak bir masaüstü bilgisayarının, ortalama bilgisayarlardan daha güçlü bir işlemciye ve daha fazla RAM'e ihtiyacı olmaktadır. Bu sanallaştırma tekniğini kullanmayı planlayan kurumların, çalışanlar için daha güçlü masaüstü bilgisayarlarının temin edilmesini, ek maliyet unsuru olarak değerlendirmesi faydalı olacaktır.

Kurumların yerel masaüstü sanallaştırması tekniğini uygulanmasında, çalışanların ihtiyaçlarını gözetmesi kritik öneme sahiptir. Çoğu çalışanın birden fazla işletim sistemini koşmak gibi bir ihtiyacı olmamakla birlikte bilgisayar programcıları, yazılımları test eden çalışanlar ve farklı işletim sistemlerinde koşan yazılımları kullanan kurum çalışanları gibi bazı çalışanların böyle bir ihtiyacı olabilmektedir. Kurumların, bu tekniğe ihtiyaç duyan çalışanlarını tespit edip, yerel masaüstü sanallaştırma tekniğinin kullanımını ihtiyaçlar doğrultusunda planlaması doğru bir yaklaşım olacaktır.

Sonuç olarak, masaüstü bilgisayarı sanallaştırması teknolojisini kullanmayı planlayan kurumların, öncelikle hangi çalışanlar için bu teknolojinin fayda sağlayacağını tespit etmesi ve kullanılması planlanan tekniğe göre maliyet analizlerini titizlikle yapması gerekmektedir. Özellikle barındırılmış masaüstü sanallaştırması tekniğini kullanmayı planlayan kurumların, bilgi işlem altyapılarını değiştirmesi dahi gerekebilmektedir. Dolayısıyla bu kurumlar için maliyet analizlerinin titizlikle yapılması kritik öneme sahiptir. Analistler, masaüstü bilgisayarı sanallaştırma teknolojisi kullanılmasının, aynı ihtiyacı karşılamak için kişisel bilgisayarların kullanılmasına göre %150 ila %250 daha maliyetli olduğunu düşünmektedir[102].

[102] Denise Dubie, "Weighing the pros/cons of desktop virtualization", NETWORKWORLD, 2009, http://www.networkworld.com/news/2009/061809-desktop-virtualization.html?page=2 (06.11.2010)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNİN BİLİŞİM SEKTÖRÜNE SAĞLADIĞI FAYDALAR VE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Bu bölümde, özellikle yaygın olarak kullanılan sunucu sanallaştırma teknolojisinin bilişim sektörüne sağladığı faydalar ve bu teknolojinin kullanılması sırasında dikkat edilmesi gereken bazı noktalar incelenecektir. Diğer sanallaştırma uygulamalarının sağladıkları faydalar ve getirdikleri riskler, ilgili uygulamaların incelendiği bölümlerde değerlendirilmiştir.

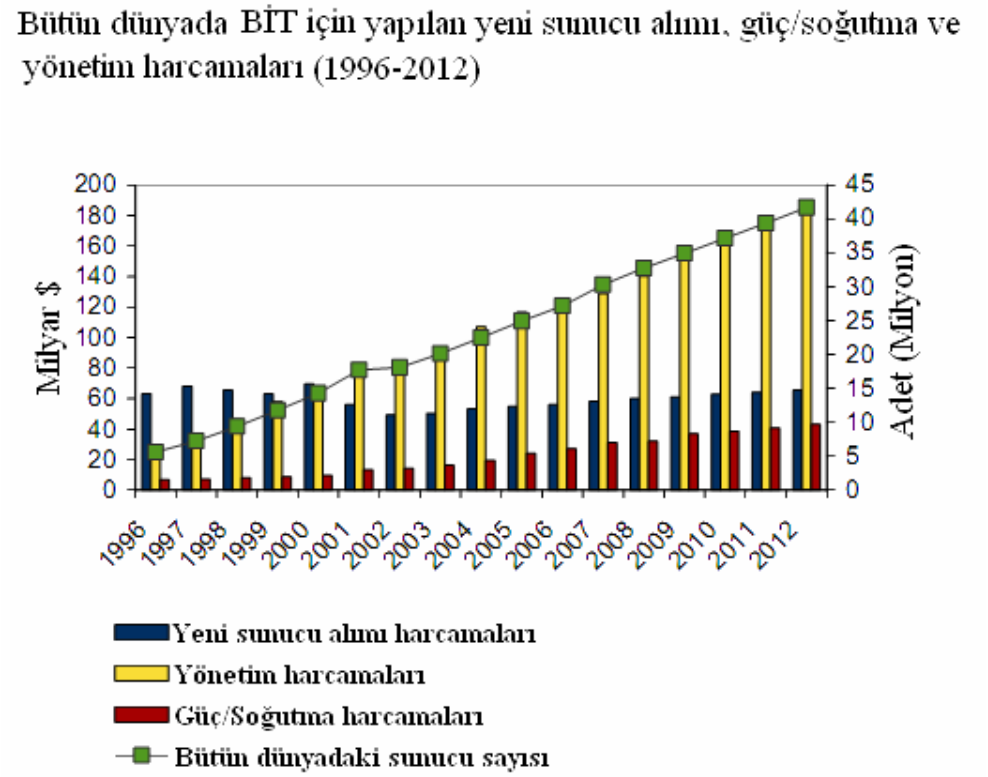
4.1 SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNİN SAĞLADIĞI FAYDALAR

Sanallaştırma teknolojilerinin sağladığı belli başlı faydalar "Yönetim, Güç, Soğutma ve Yeni Sunucu Maliyetleri", "Yeşil Bilişim", "Ayrıklık", "Esneklik", "Marka Bağımsızlığı" ve "Verim" başlıkları altında incelenmiştir.

4.1.1 Yönetim, Güç, Soğutma ve Yeni Sunucu Maliyetleri

Sanallaştırma teknolojilerinin bilgi işlem sektöründe kullanımının hızla yaygınlaşmasında, bu teknolojilerin maliyetleri azaltması önemli bir motivasyondur. Tarihsel süreçte, bilgi işlem merkezlerinin maliyetlerinin sürekli olarak artmasının temel nedeni, 1 uygulama için en az 1 adet fiziksel sunucunun kullanılmasıdır. Geleneksel anlayışla felaketten kurtarma senaryolarının hayata geçirilmesi için 1 uygulamaya 2 veya 3 fiziksel sunucunun tahsis edilmesi gerekmektedir. Bu durum,

bilgi işlem birimlerindeki fiziksel sunucu sayısının artmasına, dolayısıyla maliyetlerin yükselmesine neden olmaktadır. IDC verilerine dayanarak, 1996-2012 yılları arasında bütün dünyada BİT için yapılan yeni sunucu alımı, güç/soğutma ve yönetim harcamaları ile ilgili bilgiler Şekil 8'de[103] verilmektedir.



Şekil 8. Bütün dünyada BİT için yapılan yeni sunucu alımı, güç/soğutma ve yönetim harcamaları (1996-2012)

IDC verilerine göre 1996 yılında, bütün dünyada, 5 milyon fiziksel sunucu kullanılırken, 2008 yılında bu rakam katlanarak artıp 30 milyon sunucuya ulaşmıştır. Bu süreçte, sunucuların ihtiyaç duyduğu bilgi işlem personeli ve yönetim maliyetleri

[103] Michelle Bailey, "The Economics of Virtualization: Moving Toward an Application-Based Cost Model", IDC, 2009-a, s.4, http://www.vmware.com/files/pdf/Virtualization-application-based-cost-model-WP-EN.pdf (06.11.2010)

%600 artarak, yılda 120 milyar dolara ulaşmıştır[104]. Bu noktada sanallaştırma teknolojilerinin teknik personel ve sistem yönetimi maliyetlerine etkisini incelemek faydalı olacaktır.

İhtiyaç duyulduğunda, yeni bir sunucuya işletim sisteminin ve gerekli yazılımların kurulması ile hazırlanan sunucunun kurum ağına dâhil edilmesi, hazır bir fiziksel sunucunun yedekte bulunması durumunda dahi, bilgi işlem personelinin zamanını tüketen önemli bir maliyet unsurudur. EMA tarafından yapılan araştırmaya göre, yeni bir sunucunun hazır hale getirilip kurumun hizmetine sunulması, fiziksel sunucu yerine sanal makine kullanılarak 240 kat daha hızlı yapılabilmektedir. Aynı araştırmaya göre, ihtiyaç duyulan yeni bir yazılımın mevcut sunucuya kurulup işlevsel hale getirilmesi ise fiziksel sunucu yerine sanal makine kullanılarak 96 kat daha hızlı yapılabilmektedir[105].

Bilgi işlem servislerinde iş sürekliliğinin sağlanması şirketler için büyük öneme sahiptir. Zira bilgi işlem servislerindeki planlanmış/planlanmamış kesintiler bilgi işlem personeine fazla mesai ücreti ödenmesine, şirket çalışanlarının verimlerinin düşmesine ve kurumun müşterilerine verdiği hizmetin aksamasına neden olmaktadır. EMA'nın yaptığı araştırmaya göre, bilgi işlem birimlerinde gelişmiş yönetim araçları kullanılmadığında, fiziksel sunucular %99,3 uptime ile hizmet verirken sanal makinelerde bu oran %99,5 olmaktadır. Gelişmiş yönetimsel araçlar kullanıldığında ise hem fiziksel sunucuların hem de sanal makinelerin %99,999 uptime oranlarına ulaştığı tespit edilmiştir[106].

---

[104] A.g.m. s.3

[105] EMA, "Reducing Operational Expense (OpEx) with Virtualization and Virtual Systems Management", EMA, 2009, s.2

[106] A.g.m., s.3

Bilgi işlem servislerinde oluşacak sorunların kısa sürede çözülmesi, kesintilerden doğan ek maliyetlerin önüne geçilebilmesi için önemlidir. EMA'nın yaptığı araştırmaya göre, gelişmiş yönetimsel araçlar kullanılmadığında fiziksel sunuculardaki sorunlar ortalama 240 dakikada giderilirken, sanal makinelerdeki sorunlar ortalama 79 dakikada giderilmektedir. Gelişmiş yönetimsel araçlar kullanıldığında ise sorunun fiziksel sunucuda giderilmesi 15 ila 60 dakika arasında zaman alırken sanal makinede giderilmesi 10 dakikadan daha az zaman almaktadır[107]. IDC'nin 2009 yılında yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre, bilgi işlem birimlerinin sunucu sanallaştırmasına geçmesindeki temel motivasyonlar içinde altıncı sırada "Personelin sağladığı zaman tasarrufu" yer almaktadır[108].

Sanallaştırma teknolojilerinin kullanılmasının bir diğer faydası ise daha az personel ile bilgi işlem servislerinin yönetilebilmesidir. EMA'nın araştırmasına göre bir sistem yöneticisi, ortalama olarak 65 fiziksel sunucunun bakımını üstlenebilirken 77 sanal makinenin bakımı ile ilgilenebilmektedir. Bir sistem yöneticisinin, yıllık ortalama geliri için EMA'nın tahmini olan 67.860 dolar değerini referans alırsak, yeni bir sanal makine eklemenin sistem yöneticisi personeli maliyeti yıllık 881 dolarken, fiziksel sunucu eklemenin sistem yöneticisi personeli maliyeti yıllık 1044 dolardır[109]. IDC'nin 2009 yılında yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre, bilgi işlem birimlerinin sunucu sanallaştırmasına geçmesindeki temel motivasyonlar içinde yedinci sırada "Gerekli personel sayısının azalması" yer almaktadır[110].

Sanallaştırma teknolojilerinin kullanılması ile azalan sunucu sayısına paralel olarak sağlanan yeni sunucu alımı maliyeti tasarrufu, bu teknolojilere göç edilmesini

[107] A.g.m., s.4

[108] M. Bailey, 2009-a, s.3, http://www.vmware.com/files/pdf/Virtualization-application-based-cost-model-WP-EN.pdf (06.11.2010)

[109] EMA, 2009, s.4

[110] M. Bailey, 2009-a, s.3, http://www.vmware.com/files/pdf/Virtualization-application-based-cost-model-WP-EN.pdf (06.11.2010)

teşvik eden bir diğer önemli motivasyondur. Gün geçtikçe güçlenen sunucu donanımları sayesinde bir fiziksel sunucuda çalışabilecek sanal makine adedi artmaktadır. Bir fiziksel sunucuda barınan sanal makine adedi olarak tanımlanan "Sanal Makine Yoğunluğu"nun artması, bilgi işlem maliyetlerinden tasarruf sağlamasını tetiklemektedir. IDC'nin 2009 yılında yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre, bilgi işlem birimlerinin sunucu sanallaştırmasına geçmesindeki temel motivasyonlar içinde birinci sırada "Sunucu donanımı harcamalarından tasarruf edilmesi" ve üçüncü sırada "Veri merkezinin alanından tasarruf sağlanması" yer almaktadır[111]. Aynı araştırmada, 2007 yılında sanal makine yoğunluğu 4.3 olarak tespit edilirken bu yoğunluğun 2012 yılında yaklaşık iki katına ulaşarak 8 olacağı öngörülmektedir. Şirketler sanal makine yoğunluğu için 10-12 değerlerini standart olarak kabul etme eğiliminde iken, bazı uç örneklerde 30-40 değerlerine ulaşılabilmektedir[112].

Sanal makine yoğunluğu, çok çekirdekli işlemci mimarisinin yazılımsal ve donanımsal desteğinin güçlenmesi, bellek adresleme teknolojisinin gelişmesi ile yüksek miktarda RAM'in sunucularda kullanılması ve I/O veriminin yükselmesi ile gelecekte de artmaya devam edecektir. Daha güçlü ve daha güvenilir donanımların üretilmesi, sanal makine yoğunluğunun artmasında ve bu artışın sonucu olarak bilgi işlem maliyetlerinin azaltılmasında kritik öneme sahiptir. Bu noktada, üst düzey sunucuların orta/alt düzey sunuculardan çok daha pahalı olduğunu unutmamak gerekmektedir. Örneğin 8 adet işlemciyi destekleyen 128 DIMM yuvasına sahip "HP ProLiant DL 980 G7" sunucuların liste fiyatı yaklaşık 36.500 dolarken[113], 2 işlemciyi destekleyen 18 DIMM yuvalı "HP ProLiant DL 360 G7" sunucuların liste fiyatı yaklaşık 2225 dolardır[114]. Ayrıca, iş sürekliliğinin ve yüksek erişilebilirliğin

[111] A.g.m., s.3

[112] A.g.m., s.5

[113] Bkz. http://h10010.www1.hp.com/wwpc/us/en/sm/WF04a/15351-15351-3328412-241644-4222584 (07.11.2010)

[114]Bkz. http://h10010.www1.hp.com/wwpc/us/en/sm/WF04a/15351-15351-3328412-241644-241475.html (07.11.2010)

sağlanması için, alınan üst düzey sunucuların bazılarının yedek olarak tutulması gerektiği de unutulmamalıdır. Sonuç olarak sanal makinelerin üst düzey fiziksel sunucularda kümelenmesinin sağladığı maliyet avantajı ile üst düzey sunucuların yüksek sahip olma maliyetleri arasında denge kurulması gerekmektedir.

Artan işlem gücü talebini karşılamak için, donanım üreticilerinin daha güçlü donanımlar üretmesine ek olarak gelişen bir diğer eğilim de, kısıtlı alana sahip bilgi işlem merkezlerine daha fazla sayıda sunucu yerleştirilmesidir. IDC'nin araştırmasına göre, sunucu yoğunluğu 10 yılda yıllık %15 artış göstermiştir. 1996 yılında bir kabinde 7 sunucu barınırken, 2006 yılında bu sayı 14'e ulaşmıştır[115]. Günümüzde, 42U büyüklükteki sunucu kabinlerinin varlığı düşünüldüğünde, bir kabinde her biri 1U büyüklüğünde 42 yatay sunucudan fazla sunucunun yerleştirilemeyeceği açıktır. Fakat blade sunucuların bilgi işlem servislerinde kullanılması ile 42 sunuculuk fiziksel limit aşılabilmektedir. 2009 yılında, bir kabinde 128 adet blade sunucu çalıştırılmıştır[116]. Blade sunucuları kullanmanın asıl avantajları ise bu sunucuların güç ve soğutma ünitelerini birlikte kullanabiliyor olmalarından doğmaktadır. Blade sunucular, bu altyapı elemanlarını ortak kullanarak, aynı güçteki diğer sunuculara göre %20-40 daha az elektrik enerjisi tüketmektedir. Blade sunucuların bilgi işlem birimlerinde kullanılması ile sağlanan toplam sahip olma maliyetlerindeki azalmanın kaynağı, bu sunucuların enerji tüketiminde sağladığı maliyet avantajlarıdır[117].

Güç ve soğutma maliyetleri, bilgi işlem birimlerinde önemi her geçen gün artan bir diğer maliyet unsurudur. IDC'nin 2009 yılında yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre, bilgi işlem birimlerinin sunucu sanallaştırmasına geçmesindeki

---

[115] Jed Scaramella, "Worldwide Server Power and Cooling Expense 2006-2010 Forecast", IDC, 2006, s. 3

[116] http://en.wikipedia.org/wiki/Blade_server (06.11.2010)

[117] Neil Rasmussen ,"Cooling Strategies for Ultra-High Density Racks and Blade Servers", APC, 2010, s. 15-16, http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TNRK6_R7_EN.pdf (06.11.2010)

temel motivasyonlar içinde ikinci sırada "Güç/soğutma maliyetlerindeki kazanımlar" yer almaktadır[118].

APC tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarına göre, bir bilgi işlem merkezinin 10 yıllık süre için toplam sahip olma maliyeti, kabin başına 80.000 ile 150.000 dolar arasında değişmektedir. Bilgi işlem altyapısının elektrik maliyeti tüm maliyetin %20'sini oluşturmaktadır[119]. IDC'nin 2006 yılında yaptığı araştırmaya göre, 2005 yılında bütün dünyadaki bilgi işlem birimlerinin güç ve soğutma harcamaları 26.1 milyar dolar iken, yeni sunucu alımı harcamaları 54.9 milyar dolardır. IDC, 2010 yılında güç ve soğutma harcamalarının 44.5 milyar dolar, yeni sunucu alımı harcamalarının ise 62.8 milyar dolar olacağını öngörmektedir. 2005 ila 2010 yılları arası değerlendirildiğinde, güç ve soğutma harcamaları yıllık %11.2 büyüme gösterirken, yeni sunucu alımı harcamaları %2.7 büyüme göstermektedir. Görüldüğü gibi güç ve soğutma harcamalarının artış hızı, yeni sunucu donanımlarına yapılan harcamaların artış hızının yaklaşık 4 katıdır. Aynı araştırmaya göre, harcanan 1 dolarlık yeni sunucu alımı harcaması için yapılan güç ve soğutma harcaması, 2000 yılında 0.21 dolar ve 2005 yılında 0.48 dolar iken 2010 yılında 0.71 dolar olacaktır[120].

IDC verilerine dayanarak, 1996-2010 yılları arasında yeni sunucu alımı harcamaları, güç ve soğutma harcamaları ve sunucu sayısı ile ilgili bilgiler Şekil 9'da[121] verilmektedir. Güç ve soğutma harcamalarının artış hızının, yeni sunucu donanımlarına yapılan harcamaların artış hızının yaklaşık 4 katı olmasının temel nedeni, artan işlem kapasitesi talepleridir. Daha fazla işlem kapasitesine sahip

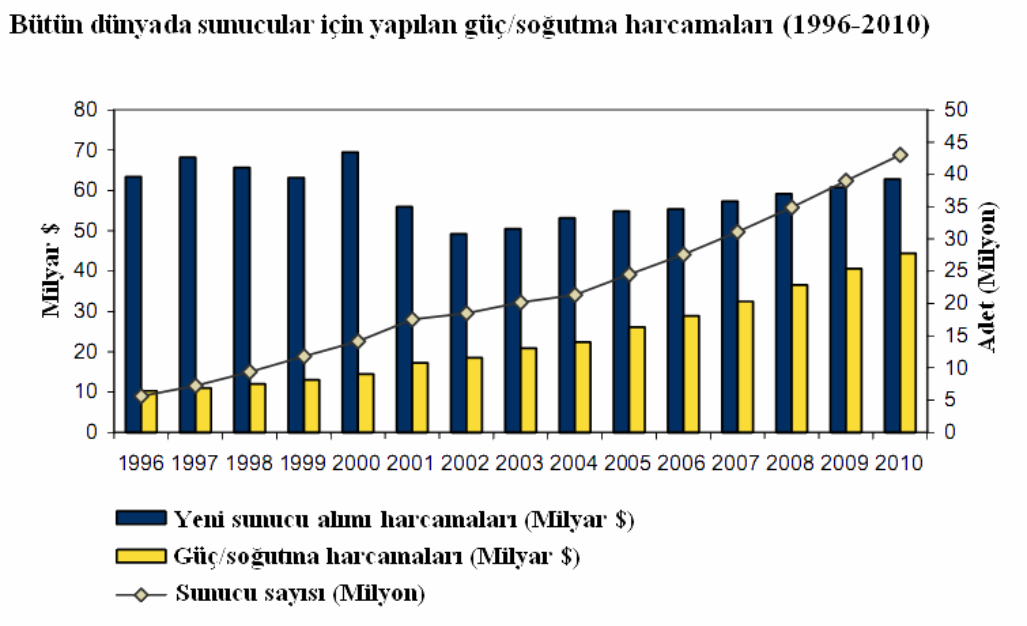
[118] M. Bailey, 2009-a, s.3, http://www.vmware.com/files/pdf/Virtualization-application-based-cost-model-WP-EN.pdf (06.11.2010)

[119] Neil Rasmussen, "Electrical Efficency Modeling for Data Centers",APC Versiyon 2, 2007, s. 2, http://www.apcmedia.com/salestools/NRAN-66CK3D_R2_EN.pdf (06.11.2010)

[120] J. Scaramella, 2006, s. 21

[121] A.g.m., s. 22

donanım kaynakları içeren sunucular daha fazla güç tüketmekte ve daha fazla ısı üreterek soğutma harcamalarını artırmaktadır.



Şekil 9. Bütün dünyada sunucular için yapılan güç/soğutma harcamaları (1996-2010)

Bilgi işlem birimleri, veri merkezlerini 7/24 çalışır halde tutmak için, yazılımların üzerinde koştuğu sunuculara ek olarak güç dağıtım ünitelerine (PDU), jeneratörlere, soğutma ünitelerine ve UPS gibi altyapı elemanlarına ihtiyaç duymaktadır. Hem sunucular hem de sunucuları destekleyen bu altyapı elemanları sürekli olarak elektrik tüketmektedir. APC'nin bilgi işlem birimlerinin elektrik tüketimi üzerine yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre, bilgi işlem birimlerinde kullanılan elektriğin %53'ü altyapı elemanları tarafından tüketilirken, geriye kalan %47'si ise bilgi işlem servislerini veren sunucular ve ağ elemanları tarafından kullanılmaktadır. Bilgi işlem birimlerinde kullanılan tüm elektriğin %41'i altyapıdaki iklimlendirme elemanları tarafından kullanılırken, %9'u PDU ve UPS tarafından,

%3'ü ise ışıklandırma, elektrik anahtarı, jeneratör ve diğer altyapı elemanları tarafından kullanılmaktadır[122].

Sanallaştırma teknolojilerinin kullanılması ile kullanılan sunucu ve ağ anahtarı sayısındaki azalmaya paralel olarak daha az PDU, ışıklandırma donanımı ve elektrik anahtarı kullanılacağı açıktır. Bu noktada bilgi işlem birimlerinde kullanılan sunucu/ağ elemanları ile iklimlendirme elemanlarının %47 ve %41 gibi yakın oranlarda elektrik enerjisi tükettiğinin altını çizmek faydalı olacaktır.

Bir bilgi işlem merkezinde sunucuların sayısının ağ elemanlarının sayısından çok daha fazla olacağını öngörmek yanlış olmayacaktır. Dolayısıyla sunucu/ağ elemanlarının elektrik tüketiminin çoğu sunucular tarafından gerçekleştirilmektedir. Bir sunucunun elektrik tüketimi, üzerinde koşan yazılımların donanım kaynaklarını daha fazla kullanması ile artmakla birlikte yazılımların sunucuda oluşturduğu yük ile enerji tüketimi arasında doğrusal bir ilişki yoktur. Hiçbir iş yapmayan açık bir sunucu, donanım kaynaklarını sonuna kadar kullanan aynı donanıma sahip sunucunun kullandığı enerjinin %30-40'i kadar enerji tüketmektedir[123].

Sanallaştırma teknolojilerine göç ile sunucuların donanım kaynağı ihtiyacı tesbit edilerek donanım kaynaklarını az kullanan sunucular sanallaştırılıp fiziksel sunucularda kümelenmektedir. Dolayısıyla, sanallaştırma teknolojilerine geçişin planlanması aşamasında öncelikle atıl kaynakları tespit etmek gerekmektedir. Sunucuların donanım kaynağı tüketim oranlarını tespit etmek için kullanılan VMware CapacityPlanner yazılımı kullanılarak 2007 yılı içerisinde test edilmiş 300.000'den fazla sunucu için, sunucuların %20'den fazlasının donanım kapasitesinin %0.5'inden azını kullandığı ve yaklaşık %75'inin donanım

[122] N. Rasmussen, 2007, s. 4, http://www.apcmedia.com/salestools/NRAN-66CK3D_R2_EN.pdf (06.11.2010)

[123] Richard Fichera," Power And Cooling Heat Up The Data Center", Forrester Reasearch, 2006, s. 11

kapasitesinin %5'inden azını kullandığı tespit edilmiştir[124]. IDC, günümüzde 140 milyar dolarlık sunucu yatırımının atıl olarak kaldığını tahmin etmektedir. Bu miktar yaklaşık 3 yıllık yeni sunucu alımı harcamasıdır[125]. Ortalama bir veri merkezindeki sunucuların da donanım kaynaklarını bu oranlara yakın oranlarda kullanacağını düşünmek yanlış olmayacaktır. Bu noktada önemli olan, donanım kaynağını yoğun olarak kullanan az sayıdaki sunucunun doğru tespit edilerek sanallaştırılmamasıdır. Ayrıca sunucuların donanım kaynaklarını kullanma eğilimlerinin tesbiti sonucu elde edilen veriler, hangi sanal makinelerin aynı fiziksel sunucuda kümelenebileceğine karar vermek için önemlidir. Örneğin günün farklı saatlerinde donanım kaynağına ihtiyaç duyan sanal makineleri veya farklı tür donanım kaynağına (RAM-CPU) ihtiyaç duyan sanal makineleri aynı fiziksel sunucularda kümelemek darboğaz oluşturmayacaktır.

SPEC tarafından 2010 yılında sunucuların yük altındaki elektrik tüketimi üzerine yapılan araştırmanın sonuçlarına göre, kurumumuzda da kullanılan "HP ProLiant DL 380 G5" sunucular, üzerinde CPU yükü yokken 172 watt saat enerji tüketirken %100 CPU yükü ile çalıştığında 258 watt saat enerji tüketmektedir. Dolayısıyla bu sunucu, hiçbir iş yapmazken, %100 yoğunlukla çalışırken harcadığı elektriğin yaklaşık %67'sini harcamaktadır. Ayrıca bu sunucu %10 CPU yükü altında 177 watt saat, %20 CPU yükü altında 182 watt saat ve %50 CPU yükü altında 205 watt saat enerji tüketmektedir[126]. Yani %10 CPU yükü ile çalışırken hiçbir iş yapmadığı senaryodan yaklaşık %3, %20 CPU yükü ile çalışırken yaklaşık %6 ve oldukça yüksek olan %50 CPU yükü ile çalışırken yaklaşık %19 daha fazla enerji tüketmektedir. Dolayısıyla %10 CPU yükü ile çalışan 4 adet fiziksel sunucu

[124] Richard Talaber," Using Virtualization to Improve Data Center Efficiency", The Green Grid, 2009, s.6

[125] Michelle Bailey, "The Benefits of Data Center Transformation with HP",IDC, 2009-b, s.4, http://h20427.www2.hp.com/campaign/techatwork/au/en/taw09post/pdf/dct/idc_whitepaper_the_benefits_of_data_centre_transformation_with_hp.pdf (05.12.2010)

[126] http://www.spec.org/power_ssj2008/results/res2009q2/power_ssj2008-20090325-00138.html (06.11.2010)

sanallaştırılarak %50 CPU yükü ile çalışan fiziksel bir sunucuda kümelendiğinde, sunucuların elektrik tüketiminden yaklaşık %71 tasarruf sağlamak mümkündür[127].

Aynı araştırmanın verilerine göre, kurumumuz bilgi işlem altyapısında da sıklıkla kullanılan "IBM System x3650" sunucular, üzerinde CPU yükü yokken 81.4 watt saat enerji tüketirken %100 CPU yükü ile çalıştığında 244 watt saat enerji tüketmektedir. Dolayısıyla bu sunucu, hiçbir iş yapmazken %100 yoğunlukla çalışırken harcadığı elektriğin yaklaşık %33'ünü harcamaktadır. Ayrıca bu sunucu %10 CPU yükü altında 110 watt saat, %20 CPU yükü altında 125 watt saat ve %50 CPU yükü altında 167 watt saat enerji tüketmektedir[128]. Yani %10 CPU yükü ile çalışırken hiçbir iş yapmadığı senaryodan yaklaşık %35, %20 CPU yükü ile çalışırken yaklaşık %54 ve oldukça yüksek olan %50 CPU yükü ile çalışırken yaklaşık %105 daha fazla enerji tüketmektedir. Dolayısıyla %10 CPU yükü ile çalışan 4 adet fiziksel sunucu sanallaştırılarak %50 CPU yükü ile çalışan fiziksel bir sunucuda kümelendiğinde, sunucuların elektrik tüketiminden yaklaşık %62 tasarruf sağlamak mümkündür[129].

Sanallaştırma teknolojileri kullanılarak veri merkezlerindeki sunucular kümelendiğinde, ihtiyaç duyulmayan fiziksel sunucuların veri merkezlerinden kaldırılması ve güç altyapısının yeniden yapılandırılması gerekebilir. Zira üzerinde birçok sanal makinenin koştuğu fiziksel sunucular, veri merkezlerinde yoğunlaşma noktaları oluşturup daha fazla güç tüketmekte ve sıcaklığın ortalamanın üzerinde olduğu bölgeler meydana getirmektedir. Güç ihtiyacı yoğunlaşmanın olduğu bu

[127] SMG'nin ve sanal ağ altyapısının işlemci yükünün %10 veya daha az olacağı öngörülmükle beraber bu yükün kullanılan sanallaştırma türüne ve SMG yazılımına bağlı olarak değişeceği açıktır.

[128] http://www.spec.org/power_ssj2008/results/res2009q2/power_ssj2008-20090330-00142.html (06.11.2010)

[129] SMG'nin ve sanal ağ altyapısının işlemci yükünün %10 veya daha az olacağı öngörülmükle beraber bu yükün kullanılan sanallaştırma türüne ve SMG yazılımına bağlı olarak değişeceği açıktır.

noktalara yeterince elektrik enerjisinin verilebilmesini sağlamak için güç altyapısının gözden geçirilmesi kritik öneme sahiptir.

Günümüzde, sunucu yoğunluğu gittikçe artan veri merkezlerinde soğutma harcamaları da gittikçe artmaktadır. Sanallaştırma teknolojisine geçmiş bilgi işlem merkezlerinin soğutma altyapısında değişiklik yapılmadığında, sanallaştırma ile sağlanan enerji tüketimi tasarrufu tam olarak faturalara yansıtılamayacaktır. Örneğin, sanallaştırma ile sunucularda kullanılan elektrik enerjisi miktarından %50 tasarruf sağlansa bile kullanılan soğutma sistemi değiştirilmediğinden veri merkezi gereğinden fazla soğutulacak ve elektrik tasarrufu %20-30 olarak faturalara yansıyacaktır. Veri merkezlerinde oluşacak olan sıcak noktaları tespit etmek ve bütün veri merkezini soğutmaya çalışan güçlü ve pahalı soğutma sistemleri yerine, özellikle bu sıcak noktalar için kurulan daha küçük ve ucuz soğutma sistemlerini kullanmak yerinde olacaktır. Soğutma sistemlerinin, veri merkezlerinin uzun vadeli genişleme planları düşünülerek, yakın gelecekte ihtiyaç duyulacak kapasitenin çok üzerinde kapasiteye sahip olarak alınması ve çalıştırılması yerine, ihtiyaç oldukça kapasitesi artırılabilir esnek bir soğutma sistemine sahip olmak, sanallaştırma ile sağlanan elektrik tüketimi tasarrufunun büyük oranda faturalara yansımasını sağlayacaktır.

Sanallaştırmanın sağladığı donanımsal kazanımlardan birisi de kullanılan ağ cihazlarının sayısındaki azalmadır. Kullanılan fiziksel sunucu sayısının azalması ile donanımsal olarak daha az ağ anahtarına ve daha az yönlendiriciye ihtiyaç duyulmaktadır. IDC'nin 2009 yılında yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre, bilgi işlem birimlerinin sunucu sanallaştırmasına geçmesindeki temel motivasyonlar içinde sekizinci ve dokuzuncu sırada "Ağ portu sayısından tasarruf sağlanması" ve "Ağ adaptörü sayısından tasarruf sağlanması" yer almaktadır[130].

[130] A.g.m., s.3

İyi planlanmış sunucu sanallaştırması teknolojisi geçişi sayesinde, bilgi işlem birimlerinde kullanılan sunucu sayısı azaltılarak donanım kaynaklarının daha verimli kullanılması ve sunucu yönetiminin kolaylaşması sağlanabilmektedir. Ayrıca artan işlem gücü talebine paralel olarak sunucu sayısının artması sonucu ortaya çıkabilecek güç kaynağı ve iklimlendirme yetersizliklerinin de önüne geçilebilmektedir[131].

4.1.2 Yeşil Bilişim

"Yeşil Bilişim" ve "Çevreci Bilişim" kavramlarının ilk ortaya çıkışı yaklaşık 20 yıl öncesine dayanmaktadır. Bu kavramlar 1991 yılında, Çevre Koruma Ajansının (EPA) enerji verimliliği yüksek ışıklandırmayı teşvik için "Yeşil Işık" kampanyasını başlatması ile ortaya çıkmıştır. 1992 yılında ise, EPA, bilgisayarların ve tüplü ekranların enerji verimli çalışması için standartları belirleyen "Energy Star" programını başlatarak bu kavramları bilişim sektörünün gündemine taşımıştır[132].

"Yeşil Bilişim" terimi ile çevre dostu olan bilgi işlem servisleri tanımlanmaktadır. Yeşil bilişimin hedefi veri merkezi için kullanılan alanının ve enerjinin israfının önüne geçmektir. Bu hedefin gerçekleştirilmesi için kullanıcıların deneyimlerini sınırlandırmalarına gerek yoktur. Etkili ve verimli kullanıcı deneyimleri sağlanırken çevreye verilen zararın en düşük seviyede tutulması hedeflenmektedir. Sonuç olarak, yeşil bilişim bilgi işlem donanımlarından sağlanan verimliliği maksimum yaparken çevresel etkiyi minimumda tutma işidir.

Sanayileşmenin ve gelişen teknolojinin çevreye en önemli etkisi, atmosfere salınan sera gazının artışı olmuştur. Yapılan araştırmalara göre atmosferdeki

[131] EMA, 2009, s.3

[132] Robert R. Harmon, Nora Auseklis, "Sustainable IT Services: Assessing the Impact of Green Computing Practices", PICMET 2009, 2009, s. 1707

karbondioksit oranı, son 250 yılda, insan aktiviteleri nedeniyle %30 artış göstermiştir. Yaşanan bu artışın üçte ikisi son 50 yıl içinde gerçekleşmiştir. Eğer karbondioksit salımı bu hızla devam ederse, 2054 yılında insanlar tarafından atmosfere salınan karbondioksit miktarının günümüzdeki miktarın 2 katına çıkacağı öngörülmektedir[133].

Atmosfere salınan karbonun %40'ı elektrik enerjisi üretimi sebebiyle oluşurken %60'ı araçlarda, evlerde, ticari işletmelerde ve endüstride kullanılan yakıtlar nedeniyle oluşmaktadır[134]. EPA'nın raporuna göre, 2006 yılında ABD'de tüketilen elektrik enerjisinin %1.5'u olan yaklaşık 61 milyar kW veri merkezleri tarafından tüketilmiştir. Bu tüketim miktarı, 2000 yılında veri merkezleri tarafından tüketilen enerji miktarının 2 katıdır ve ederi 4.5 milyar dolardır. Veri merkezlerinin enerji tüketimi artışı bu hızla devam ederse, tüketimin 2011 yılında tekrar 2 katına çıkacağı öngörülmektedir[135].

Bilgi işlem servislerinin gün geçtikçe daha çok kullanılması ve bu servislere bağımlılığın artması nedeniyle ekonomik gelişmenin yavaşladığı dönemlerde dahi hesaplama gücüne, veri ve ağ kapasitesine olan talep artmaktadır. Bilgi işlem birimleri bu talebi karşılayabilmek için daha fazla donanım kaynağı edinme yoluna gitmektedir. Amerika'da veri merkezlerindeki sunucu sayısı her yıl %10 artmaktadır. Çin ve Hindistan gibi gelişen pazarlarda bu artış oranı daha yüksek rakamlara ulaşmaktadır. Sonuçta artan elektrik tüketiminin çevresel etkisi salınan karbonun

---

[133] Robert Socolow, Roberta Hotinski, Jeffery B.Greenblatt, Stephen Pacala, "Solving The Climate Problem",Environment, C. 46, S. 10, 2004, s. 8, http://www.princeton.edu/mae/people/faculty/socolow/ENVIRONMENTDec2004issue.pdf (06.11.2010)

[134] A.g.m., s. 10

[135] EPA, "Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431", EPA, 2007-a, s. 7, http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Congress_Final1.pdf (06.11.2010)

artışı olarak karşıma çıkmaktadır. McKinsley tarafından 2008 yılında yapılan araştırmaya göre, dünyada üretilen elektriğin %0.5'i veri merkezlerindeki 44 milyon sunucu tarafından tüketilmektedir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre 2007 yılında, veri merkezleri kaynaklı karbondioksit salınımı 80 megatondur ve 2020 yılında bu rakamın 340 megaton olacağı öngörülmektedir. Veri merkezlerinden salınan karbondioksit miktarı, yılda ortalama %11 artış göstermektedir. Dünyadaki karbondioksit salınımının %1'i demir işletmelerince, %0.8'i tersanelerce, %0.6'sı havayolu şirketlerince ve %0.2'si veri merkezlerince gerçekleştirilmektedir. Ayrıca atmosfere 1 yılda salınan karbondioksitin 178 megatonunu Malezya, 146 megatonunu Hollanda, 142 megatonunu Arjantin salarken dünyadaki veri merkezleri toplam 80 megaton karbondioksit salmaktadır[136]. Bu miktarın, Arjantin'in ve Hollanda'nın atmosfere saldığı karbondioksit miktarının yarısından fazla olması nedeniyle azımsanmayacak bir rakama ulaştığını söylemek mümkündür.

Teknolojinin hızla gelişmesi ve daha güçlü donanımlara daha ucuza erişimin mümkün olması ile insanlar tarafından üretilen elektronik çöp miktarı da artmaktadır. EPA'nın yaptığı araştırmaya göre, Amerika'da şehirlerde üretilen katı atığın %2'den azını kullanılmış elektronik ürünler oluştursa da kullanıcıların bu ürünleri yenileme hızı nedeniyle bu oran artma eğilimindedir[137].

Elektronik çöp miktarını artıran en önemli bileşenler cep telefonları ve bilgisayarlardır. Zira bu ürünler, diğer elektronik ürünlere göre daha sık yenilenmektedir. 1997 yılında kişisel bilgisayarların ömrü yaklaşık 6 yıl olarak kabul edilirken, 2005 yılında bu rakam 2 yıla kadar düşmüştür. Bu ürünlerin kullanım ömürlerinin azalması elektronik çöp miktarının artmasına neden olmaktadır.

---

[136] William Forrest, James. M. Kaplan, Noah. Kindler, "Data Centers: How to Cut Carbon Emissions and Costs" The McKinsey Quarterly, 2008, S. 14, s. 6-7, http://www.mckinsey.com/clientservice/sustainability/pdf/Data_Centers.pdf (11.11.2010)

[137] EPA, "Fact Sheet: Management of Electronic Waste in the United States", EPA, 2007-b, s. 1, http://www.epa.gov/epawaste/conserve/materials/ecycling/docs/fact7-08.pdf (06.11.2010)

Avrupa'da oluşan elektronik çöp, yılda %3-5 büyüme göstermektedir. Bu büyüme miktarı, bütün çöp miktarının yıllık büyüme oranından yaklaşık 3 kat büyüktür[138].

UNEP raporuna göre, 2006 yılında, Hindistan'da 5 milyon kişisel bilgisayar satılmıştır ve bu satışının büyüme oranı yıllık %25'dir. 2005 yılında, sadece Çin'de 14 milyon kişisel bilgisayar satılmıştır. Elektronik eşya kullanımındaki artışın bir sonucu olarak, bütün dünyada, yılda yaklaşık 40 milyon ton elektronik çöp oluştuğu tahmin edilmektedir[139]. Dünyada bir yılda oluşan elektronik çöp bir trenin konteynırlarına doldurulduğunda, trenin boyunun Dünyanın çevresini bir kez dolaşacak uzunlukta olması gerekmektedir[140].

Amerika'da, 2005 yılında 1,5-1,8 milyon ton elektronik çöp gömülmüştür ve sadece 345.000-379.000 ton elektronik çöp geri dönüşüme tabi tutulmuştur[141]. Geri dönüştürülmeyen ve gömülen elektronik çöpler çevreye zarar vermektedir. Özellikle teknolojisi eski olan çöp alanlarında, elektronik çöpün içinde bulunana kurşun, cıva ve kadmiyum gibi zehirli maddeler toprağa sızmaktadır. Elektronik çöpün gömüldüğü alanlarda, toprakta bulunan cıva ve kadmiyum miktarının %70'inin, kurşun miktarının %40'ının kaynağı elektronik çöplerdir[142].

---

[138] http://www.greenpeace.org/international/campaigns/toxics/electronics/the-e-waste-problem/ (06.11.2010)

[139] UNEP,"RECYCLING – FROM E-WASTE TO RESOURCES", UNEP, 2009, s.1, http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf (06.11.2010)

[140] http://www.greenpeace.org/international/campaigns/toxics/electronics/the-e-waste-problem/ (06.11.2010)

[141] EPA, 2007-b, s. 1, http://www.epa.gov/epawaste/conserve/materials/ecycling/docs/fact7-08.pdf (06.11.2010)

[142] Silicon Valley Toxics Collation, Californians Against Waste, Materials of the Future, "Poison PCs and Toxic TVs", Silicon Valley Toxics Collation, Californians Against Waste, Materials of the Future, 2004, s. 3, http://www.svtc.org/site/DocServer/ppcttv2004.pdf (06.11.2010)

Artan bilgi işlem kaynağı talebini karşılamak için sanallaştırma teknolojilerinin kullanılması, yeşil bilişimi sağlamak için makul bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Sanallaştırma teknolojileri, enerji verimliliğini artırarak enerji tüketiminin azalmasını sağlamaktadır. Sanallaştırma sayesinde veri merkezlerinde kullanılan fiziksel sunucu sayısını azaltmak da mümkündür. Ayrıca sanal makineler gerçek makinelere göre çok daha az enerji tüketerek daha az karbondioksitin atmosfere salınmasını sağlamaktadırlar. Sağlanan enerji tasarrufunun yanında, veri merkezlerinin oluşturduğu elektronik çöp miktarındaki artışın önüne geçilmesi için de sanallaştırma teknolojilerinin kullanılması mantıklı bir çözümdür. Zira 1:5 oranında sanallaştırmanın kullanıldığı bir veri merkezinin, sanallaştırmayı kullanmadan önce ürettiği elektronik çöpün 1:5'i kadar elektronik çöp üretmesi beklenebilir.

Sanallaştırma teknolojilerini kullanarak yeşil bilişim politikası uygulayan şirketlerin, müşterileri ve iş ortakları nezdinde saygınlıklarını artıracakları da unutulmaması gereken bir noktadır. Ayrıca, çevreyi koruma amacıyla 1997'de imzalan ve 2009 yılında TBMM'de kabul edilmesi ile Türkiye'de yasalaşan Kyoto Protokolü'ne[143] ve aynı amacı güden diğer anlaşmalara taraf olan devletlerin, belirlenen hedeflere ulaşmalarına yardımcı olan yeşil bilişim şirketlerini destekleyecekleri de unutulmamalıdır.

4.1.3 Ayrıklık

Sanallaştırmanın bilgi işlem birimlerine sağladığı en önemli faydalardan biri de aynı fiziksel sunucuda koşan uygulamaların ayrıklığının sağlanmasıdır. Sanallaştırma kullanılmadığında, aynı fiziksel sunucuda koşan yazılımlardan herhangi birindeki açıktan faydalanan bir saldırgan, diğer yazılımları da

[143] Bkz. http://www.tbmm.gov.tr/develop/owa/kanunlar_sd.durumu?kanun_no=5836 (28.11.2010)

etkileyebilmekte, hatta bilgi işlem servislerinin kesintiye uğramasına neden olabilmektedir. Verilen bilgi işlem servislerinin farklı fiziksel sunucularda çalıştırılması, bir uygulamada ortaya çıkan güvenlik açıklarının diğer uygulamaları etkilemesinin büyük oranda önüne geçse de, her uygulama için bir fiziksel sunucu kullanılması nedeniyle donanım kaynaklarının israf edilmesine neden olmaktadır. Sanallaştırma teknolojileri ile uygulamalar birbirinden ayrık sanal makinelerde çalıştırılarak, donanımsal olarak tek bir fiziksel sunucu üzerinde koşan uygulamaların ayrıklığı sağlanabilmektedir.

4.1.4 Esneklik

Bilgi işlem birimlerinde sanallaştırma teknolojisinin kullanımının yaygınlaşmasındaki en büyük etkenlerden birisi de bu teknolojinin sağladığı operasyonel esnekliktir. Sanallaştırma teknolojileri sayesinde, oluşturulan sanal makineler sadece birkaç dosyadan ibarettir. Bu nedenle, herhangi bir sanal makineye yeni bir uygulamanın kurulması gerektiğinde, kullanılan sanal makinenin anlık kopyasının oluşturulması, kurulan uygulamadan verim alınamadığında eski ayarlara geri dönülmesi ve sanal makinelerin yedeklerinin alınması zahmetsizce yapılabilmektedir. Ayrıca, sanal makinelerin bir fiziksel sunucudan diğerine hissedilebilir bir hizmet aksaması olmaksızın göç ettirilebilmesi sayesinde, donanımsal arızalar meydana geldiğinde, iş sürekliliğini aksatmaksızın ilgili sunucuyu kapatmak mümkün olmaktadır. Bu noktada, kurumun ağ altyapısının güçlü olmasının, sanallaştırma ile iş sürekliliğini sağlamada ne kadar önemli bir unsur olduğu daha net olarak tespit edilebilmektedir. Zira fiziksel altyapının yeterli olmadığı bir veri merkezinde, sanallaştırma teknolojileri ile iş sürekliliğinin sağlanması mümkün değildir.

Ayrıca sanallaştırma ile donanım kaynakları merkezi bir havuzda toplandığı için, sanal makinelere ihtiyaçları kadar donanım kaynağı vermek ve gerek duyulması

halinde donanım kaynaklarını artırmak veya azaltmak mümkün olmaktadır. Böylece donanım kaynağı tedariki sürecinde, eldeki donanım kaynakları en çok ihtiyaç duyan sunuculara aktararak kaynak darboğazından minimum zararla çıkmak mümkün olmaktadır. IDC'nin 2009 yılında yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre, bilgi işlem birimlerinin sunucu sanallaştırmasına geçmesindeki temel motivasyonlar içinde beşinci sırada "Kolaylaşmış bilgi işlem yönetimi" yer almaktadır[144].

4.1.5 Marka Bağımsızlığı

Bilgi işlem birimleri, fiziksel sunucular arasında uyumu artırmak ve donanım uyumsuzluklarından kaynaklanan sorunlarla karşılaşmamak için, aynı marka sunucuları kullanma eğilimindedir. Sanallaştırma katmanı ile fiziksel donanım farklılıklarının üzeri örtülerek birbirleri ile uyumlu çalışabilen sanal donanım kaynakları oluşturulmaktadır. Böylece bilgi işlem birimlerinin marka bağımlılığı bir ölçüde azaltılabilmektedir. Bu noktada, bilgi işlem birimlerine alınacak yeni sunucuların, hâlihazırda kullanılan sanallaştırma yazılımı ile uyumlu çalışması gerektiğini belirtmekte fayda vardır.

Bilgi işlem birimlerinin dikkat etmesi gerek bir diğer nokta da sanallaştırma teknolojileri ile fiziksel sunucularda marka bağımsızlığını sağlarken, sanallaştırma yazılımına bağımlı hale gelme riskidir. Zira bilgi işlem birimleri, birçok sanallaştırma yazılımını aynı anda kullanabileceği gibi kullandığı sanallaştırma yazılımını değiştirme esnekliğine de sahip olmalıdır. Bu riski en aza indirmek için seçilen sanallaştırma yazılımının diğer sanallaştırma yazılımları ile uyumlu olarak çalışabilme özelliğine sahip olup olmadığı araştırılmalıdır. Sanallaştırma yazılımlarının birbirleri ile uyumlu çalışabilmesi için, "Açık Sanallaştırma

[144] M. Bailey, 2009, s.3, http://www.vmware.com/files/pdf/Virtualization-application-based-cost-model-WP-EN.pdf (06.11.2010)

Standardı"na[145] uygun olarak geliştirilmiş olmalarının iyi bir referans olacağı unutulmamalıdır.

Amerika Ulusal Standartlar Enstitüsü (ANSI) 2010 yılın Ağustos ayında, sanallaştırma yazılımlarının birbirleri ile uyumlu çalışabilmesini sağlamak amacıyla geliştirilmiş olan "Açık Sanallaştırma Standardı"nı "ANSI INCITS 469 2010" ismi ile bir ANSI standardı olarak kabul ettiğini bildirmiştir[146].

4.1.6 Verim

Sanallaştırma ile oluşturulan donanım kaynağı havuzundan, ihtiyacı olan sunuculara ihtiyaç anında daha fazla kaynak tahsis edilerek kullanılmayan donanım kaynaklarının atıl durmasının önüne geçilmekte ve böylece verim artışı sağlanmaktadır. Sanallaştırma teknolojisine geçmeyi planlayan bilgi işlem birimlerinin, öncelikle sunucuların donanım kaynakları kullanımı ile ilgili istatistik toplaması ve bilgi işlem altyapısının profilini çıkartması gerekmektedir. Toplanan bu bilgiler sayesinde, hangi sunucuların hangi saatlerde daha fazla donanım kaynağına ihtiyacı olduğu ve hangi sunucuların kümelenmesinin uygun olacağı tespit edilmelidir. Az donanım kaynağı tüketen sunucuların aynı fiziksel sunucuda kümelenmesi mümkün olduğu gibi farklı zamanlarda donanım kaynağı ihtiyacı doğan sunucuların da aynı fiziksel sunucuda kümelenmesi mümkündür. Fakat aynı saatlerde donanım kaynağı ihtiyacı doğan sunucuların aynı fiziksel sunucuda kümelenmesi önlenmelidir. Örneğin, öğlen saatinde yoğun olarak veri giriş çıkışı yapan iki veritabanını sanallaştırarak aynı fiziksel sunucu üzerinde kümelemenin

[145] Bkz. Distributed Management Task Force (DMTF), "Open Virtualization Format Specification", DMTF, 2010, http://www.dmtf.org/sites/default/files/standards/documents/DSP0243_1.1.0.pdf (06.11.2010)

[146] http://dmtf.org/news/pr/2010/8/dmtf%E2%80%99s-open-virtualization-format-achieves-ansi-adoption (07.11.2010)

performans kaybına yol açması yüksek bir olasılıktır. Fakat biri gece diğeri gündüz saatlerinde donanım kaynaklarını yoğun olarak kullanan sunucuların sanallaştırılarak aynı fiziksel sunucuda kümelenmesi durumunda, bu sanal makinelerin birbirlerinin performanslarını olumsuz etkilemeyeceklerini öngörmek mümkündür.

4.2 DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Sanallaştırma teknolojisinin bilgi işlem birimlerinde kullanılması ile sağlanan birçok faydanın yanında dikkate alınması gereken noktalar da mevcuttur. Bu teknolojinin kullanılmasında dikkat edilmesi gereken hususlar "Yeni Bir Uzmanlık Alanı", "İlk Sahip Olma Maliyeti", "Sanal Makine Sayısında Artış", "Güvenlik" ve "Lisanslama" başlıkları altında incelenmiştir.

4.2.1 Yeni Bir Uzmanlık Alanı

Bilgi işlem altyapısının en önemli unsurları olan sunucuların fiziksel ortamdan sanal ortama geçişi devrim niteliğinde bir değişikliktir. Zira sanal makineler için yapılması gereken bakım ve sistem yönetimi işlemleri, fiziksel sunucularda yapılan işlemlerden çok daha farklıdır. Örneğin sanallaştırılmış sistemlerin güvenliğinin sağlanmasında, fiziksel sunucularda gündeme gelmeyen, sanal makine gözetleyicisinin güvenliğinin sağlanması ve sanal makineler arasındaki, dışardan gözlenemeyecek ağ trafiğinin kontrol edilmesi gündeme gelmektedir.

Sanallaştırma teknolojisini kullanmayı planlayan bilgi işlem birimlerinin, sistem yöneticiliği görevini yapan personelin yeni yapıya uyumu ve sistemi etkili olarak yönetebilmesi için gerekli eğitim faaliyetlerini organize etmesi gerekmektedir. Bu eğitim faaliyetleri, ek maliyet unsuru oluşturmaktadır. Ayrıca sanallaştırma

teknolojisinin oldukça yeni bir yaklaşım olması nedeniyle bu konuda yetişmiş eğitmen bulmakta zorlanılabilmektedir. Fakat yakın gelecekte bu teknolojinin yaygınlaşması ve teknolojiyi kullanan tecrübeli bilişim personeli sayısının artması ile hem eğitim maliyetlerinin düşmesi hem de konunun uzmanı olan eğitmen sayısının artması beklenmektedir. Sanallaştırmaya geçiş aşamasında yeterli yönetimsel uzmanlık kazanılmadan, eski alışkanlıklarla veri merkezlerinin yönetilmeye çalışılması durumunda, sanallaştırma ile sağlanan faydaların çoğu kaybedilecek ve veri merkezlerinin yönetimi daha karmaşık hale gelecektir.

Sanallaştırma teknolojisine geçen kurumların, eğitim faaliyetlerini sadece teknik personel ile sınırlı tutmaması ve bütün personele yaşanan altyapı değişikliği ile ilgili bilgi vermesi, kurumun bu altyapı değişikliğini benimsemesinde faydalı olacaktır.

4.2.2 İlk Sahip Olma Maliyeti

Sanallaştırma teknolojilerinin verimli kullanılabilmesi için bilgi işlem birimlerinin bir hazırlık aşamasından geçmesi gerekmektedir. Bu hazırlık aşamasında bilgi işlem merkezlerinin ağ altyapısının gözden geçirilmesi, yazılım lisans ücretlerinin birer maliyet unsuru olarak değerlendirilmesi, yedekliliği sağlayacak sunucuların ve veri depolama ünitelerinin hazırlanması, güç/soğutma altyapısının gözden geçirilmesi ve ihtiyaç duyulan eğitim faaliyetlerinin organize edilmesi gerekmektedir.

Bilgi işlem birimlerinde altyapının yeterliliği, sanallaştırmanın verimli olarak kullanılabilmesi ve bu teknolojiden maksimum fayda sağlanabilmesi için çok önemlidir. Özellikle ağ altyapısının sorunsuz ve yedekli çalışması kritik önem arz etmektedir. Zira sanallaştırma teknolojileri ağ servislerini yoğun olarak

kullanmaktadır. Dolayısıyla sanallaştırılmış bilgi işlem birimlerinde ağda meydana gelecek herhangi bir problem, kurumun iş sürekliliğinde aksamalara neden olabilmektedir.

Sanallaştırma teknolojisine geçen bilgi işlem birimleri için bir diğer önemli nokta ise "Canlı Göç" gibi teknolojileri kullanabilmek için yüksek performanslı bir veri depolama ünitesine ihtiyaç duyulmasıdır. Dolayısıyla bilgi işlem birimlerinin kullandığı eski veri depolama ünitelerinin, sanallaştırmayı destekleyen yüksek performanslı veri depolama üniteleri ile değiştirilmesi gerekebilmektedir.

Kurumların, sanallaştırmaya geçiş aşamasında, yüklenici firmalar tarafından yanlış yönlendirilmesinin önüne geçmek için, kendi geçiş planlarını ve fayda analizlerini kendilerinin yapması yerinde olacaktır. Sanallaştırma teknolojisi üreticilerinin yayınladığı, sanallaştırmaya geçiş ile sağlanan faydalar hakkındaki araştırmalarda, bu geçişten fayda sağlamış orta ve büyük ölçekli şirketler değerlendirilmektedir. Az sayıda sunucu barındıran bilgi işlem birimlerinin, bu araştırma sonuçlarını referans alarak, kendi maliyet analizlerini yapmaksızın sanallaştırmaya geçmeleri, sunucuların yönetimini zorlaştırırken işletme maliyetini de artırmaktadır. Sanallaştırma teknolojilerine geçiş yapmayı planlayan bilgi işlem birimlerinin, birçok farklı firmanın ürettiği sanallaştırma maliyeti analizi araçlarını kullanarak analiz yapması ve böylece sanallaştırmaya geçiş için yapılması gereken yatırımı ve sanallaştırma sayesinde elde edilecek kazanımları değerlendirmesi gerekmektedir. 2007 yılında The Strategic Councel tarafından yapılan bir araştırmaya göre, sunucu sanallaştırma teknolojilerini kullanan firmaların %45'i, bilgi işlem birimlerinin sanallaştırma teknolojilerine geçişinin başarılı olduğunu söyleyememektedir[147].

[147] The Strategic Councel, "Global Server Virtualization Survey Summary Report", The Strategic Councel, 2007, s. 26, http://www.ca.com/files/supportingpieces/consolidatedreport52607v1.pdf (07.11.2010)

Sanallaştırma yazılımlarının lisans ücretlerinin de ek bir maliyet unsuru olduğu unutulmamalıdır. Mümkün olan durumlarda, herhangi bir lisans ücreti olmayan açık kaynak kodlu sanallaştırma yazılımlarının kullanılması ve sanallaştırmaya geçiş aşamasında lisans ücretlerinin ve şartlarının değerlendirilmesi, kurumların beklenmeyen ek mali yüklerle karşılaşmasını önleyecektir[148].

Sanallaştırma teknolojilerini kullanan bilgi işlem merkezlerinin, enerji verimliliğini sağlayabilmek için esnek bir soğutma altyapısı kullanması faydalı olacaktır. İhtiyacın ötesinde güç ve soğutma donanımını çalışır halde tutmak verimsizliğe sebep olmaktadır. Bu teknolojilere geçmiş bilgi işlem merkezlerinin soğutma altyapısında değişiklik yapılmadığında, sanallaştırma ile sağlanan enerji tüketimi tasarrufu tam olarak faturalara yansıtılamayacaktır[149].

4.2.3 Sanal Makine Sayısında Artış

Sanallaştırmanın kullanılmadığı bilgi işlem birimlerinde çok miktarda fiziksel sunucu bulunabilmektedir. Bu bilgi işlem birimlerinde yeni bir uygulamanın kurulması gerektiğinde, çoğunlukla bu uygulama yeni bir fiziksel sunucuya kurulmaktadır. Bilgi işlem birimlerine fiziksel bir sunucunun eklenmesi, bu sunucuya işletim sisteminin, gerekli sürücülerin ve ilgili uygulamanın kurulup ayarlarının yapılması takım çalışması gerektiren bir süreç olduğundan, hangi fiziksel sunucularda hangi uygulamaları koştuğu genel olarak iyi dokümante edilebilmektedir. Sanallaştırmanın kullanılmadığı bilgi işlem birimlerindeki fiziksel sunucuların kontrolsüz bir şekilde artması pek olası değildir.

[148] Ayrıntılı bilgi için Bkz. 4.2.5 Lisanslama

[149] Ayrıntılı bilgi için Bkz. 4.1.1 Yönetim, Güç, Soğutma ve Yeni Sunucu Maliyetleri

Sanallaştırma teknolojileri kullanıldığında sanal makine sayısının kontrolsüz artışı söz konusu olabilmektedir. Sanallaştırma sayesinde var olan bir sanal makineyi kopyalayıp yeni bir sanal makine oluşturmak, birkaç komut ile dakikalar içinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle, yeni sanal makine oluşturulmasıyla ilgili bir izin mekanizması oluşturulmadığında, sanal makine sayısında kontrolsüz bir artış ve hangi sanal makinenin hangi amaçla oluşturulduğu ile ilgili belirsizlikler yaşanabilecektir. Sonuç olarak, donanım kaynaklarının bir havuzda toplanıp verimli olarak kullanılmasını hedefleyen sanallaştırma teknolojisi, donanım kaynaklarını harcayan, ne amaçla oluşturulduğu bilinmeyen ve sistemden kaldırılması durumunda doğacak sonuçların öngörülemediği asalak sanal makinelerin oluşmasını tetikleyebilmektedir. Bu durumun önüne geçmek için, sanallaştırma teknolojisine geçişin planlanması aşamasında, yeni sanal makinelerin oluşturulma yöntemini belirleyen bilgi işlem politikalarının oluşturması gerekmektedir. Prism Microsystems tarafından 2010 yılında gerçekleştirilen anket çalışmasında, katılımcılar, sanallaştırma teknolojileri ile oluşan en önemli 3. risk olarak %53,9 ile "Sanal makinelerin sayısındaki kontrolsüz artış ve sanallaştırmanın getirdiği kolaylıklar nedeniyle izlenmeyen/görünmeyen sanal makinelerin oluşması" riskini ifade etmiştir[150].

4.2.4 Güvenlik

Sanallaştırma teknolojilerini kullanmayı planlayan bilgi işlem birimlerinin, maliyetleri azaltma ve sunucu yönetiminde esneklik sağlama gibi faydaları gözetirken, sanallaştırma ile ortaya çıkan güvenlik sorunlarını da göz önünde bulundurması gerekmektedir.

[150] Prism Microsystems, "2010 State of Virtualization Security Survey", Prism Microsystems, 2010, s. 7, http://www.prismmicrosys.com/documents/VirtualizationSecuritySurvey2010.pdf (07.11.2010)

Sanallaştırma teknolojisinin kullanıldığı veri merkezlerinde, sanallaştırmaya has birçok güvenlik sorunu ortaya çıkabilmektedir. Fiziksel sunucular için üretilmiş olan güvenlik standartlarını ve araçları kullanmak, sanal makinelerin güvenliğini sağlamak için yeterli olmamaktadır. Prism Microsystems'in 2010 yılında yaptığı anket çalışmasında, katılımcıların %86,3'ü sanal ortamların güvenliğini sağlamanın diğer sunucuların güvenliğini sağlamak kadar önemli olduğunu söylerken, %58,4'ü sanal ortamları geleneksel güvenlik çözümleri ile güvenli hale getirmeye çalıştıklarını ifade etmiştir. Aynı ankette, katılımcıların %20,2'si sanal ortamların güvenliğini sağlamak için tasarlanmış güvenlik çözümlerini kullandığını ve %19,1'i herhangi bir güvenlik çözümü/stratejisi kullanmadığını belirtmiştir[151].

Sanallaştırma teknolojisinin yaygınlaşması ile bu teknolojinin açıkları üzerine yapılan güvenlik araştırmaları da artmıştır. Gartner, 2012 yılında sanal makinelerin %60'ının güvenliğinin yerini aldıkları fiziksel sunuculara göre daha düşük seviyede olacağını fakat bu oranın 2015 yılında %30'a düşeceğini öngörmektedir[152].

Sanallaştırma yazılımları da her yazılım gibi hatalar içermektedir ve bu hataları kullanan saldırganlar çeşitli saldırılar gerçekleştirebilmektedir. Sanallaştırma yazılımlarının tespit edilmiş bazı güvenlik açıklıkları aşağıdadır.

- 2008 yılının Şubat ayında gerçekleştirilen Black Hat Security konferansında, Jon Oberheide isimli araştırmacı, Xen ve WMware sanallaştırma yazılımları kullanılarak sanal makinelerin canlı göç ile taşınması esnasında verinin açık

[151] A.g.m., s.5

[152] Christy Pettey, Ben Tudor , "Gartner Says 60 Percent of Virtualized Servers Will Be Less Secure Than the Physical Servers They Replace Through 2012",Gartner, 2010, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1322414 (07.11.2010)

metin olarak transfer edilmesinden yararlanan ve sanal makinelerdeki gizli verilerin ele geçirilmesine olanak veren bir saldırı geliştirmiştir[153].

- 2004 yılının Kasım ayında, Joanna Rutkowska isimli güvenlik araştırmacısı, RedPill isimli çok kısa bir kod aracılığı ile bir programın fiziksel bir sunucuda mı yoksa sanal bir makinede mi koştuğunu anlamanın mümkün olduğunu iddia etmiştir[154].
- 2007 yılı Ağustos ayında, Microsoft tarafından yamanan MS07-049 kodlu "Microsoft Virtual PC'deki ve Microsoft Virtual Server'daki güvenlik açığı konuk bir işletim sistem kullanıcısının ana bilgisayar veya başka bir konuk işletim sistemi üzerinde kod çalıştırmasına"[155] izin vermektedir.
- 2009 yılının Haziran ayında, Vaserv isimli internet sitesi barındırma hizmeti veren firmanın kullandığı sanallaştırma yazılımının bir açığından faydalanarak sistem yöneticisi yetkisiyle erişim sağlayan saldırganlar, yaklaşık 100.000 internet sitesini silmiştir[156].
- 2009 yılının Temmuz ayında, Microsoft tarafından yamanan MS09-033 kodlu güvenlik açığından "…başarıyla yararlanan bir saldırgan rastgele kod yürütebilir ve etkilenen konuk işletim sisteminin tüm denetimini ele geçirebilir. Saldırgan, program yükleyebilir; verileri görüntüleyebilir, değiştirebilir veya silebilir; tüm kullanıcı haklarına sahip olan yeni hesaplar oluşturabilir"[157].
- 2007'de tespit edilen CVE-2007-4496 kodlu güvenlik açığı kullanılarak, bazı WMware sanallaştırma ürünlerinde, sanal makinelerdeki yönetici yetkisine

[153] Bkz. Jon Oberheide, Evan Cooke, Farrnam Jahanian,"Empirical Exploitation of Live Virtual Machine Migration", BlackHat 2008, 2008, s. 3-4, http://www.blackhat.com/presentations/bh-dc-08/Oberheide/Whitepaper/bh-dc-08-oberheide-WP.pdf (07.11.2010)

[154] Bkz. Joanna Rutkowska, "Red Pill... or how to detect VMM using (almost) one CPU instruction", InvisibleThing, 2004, http://invisiblethings.org/papers/redpill.html (07.11.2010)

[155] http://www.microsoft.com/turkiye/technet/security/bulletin/2007/ms07-049.mspx (07.11.2010)

[156] http://www.theregister.co.uk/2009/06/08/webhost_attack/ (07.11.2010)

[157] http://www.microsoft.com/turkiye/technet/security/bulletin/2009/MS09-033.mspx (07.11.2010)

sahip kullanıcıların, konak sunucuda herhangi bir kodu koşabildiği tespit edilmiştir[158].

- 2008'de tespit edilen CVE-2008-4916 kodlu güvenlik açığı kullanılarak, bazı WMware sanallaştırma ürünlerinde, sanal makinelerin konak sunucuya DOS saldırısı yaparak işletim sistemini çalışamaz hale getirebildiği tespit edilmiştir[159].
- 2009'da tespit edilen, CVE-2009-1244 kodlu güvenlik açığı kullanılarak, bazı WMware sanallaştırma ürünlerinde, sanal makinelerdeki yönetici yetkisine sahip kullanıcıların, konak sunucuda herhangi bir kodu koşabildiği tespit edilmiştir[160].

Sanallaştırmaya geçişin planlanması aşamasında güvenlik politikalarının belirlenmesi ve bilgi işlem mimarisinin bu politikalar kapsamında yapılandırılması kritik öneme sahiptir. Zira veri güvenliğini sanallaştırmaya geçişi tamamladıktan sonra sağlamak oldukça zordur. 2009 yılında Gartner'ın yaptığı anket çalışmasında, sanallaştırmaya geçiş projelerinin %40'ında, bilgi güvenliği ekiplerinin, projenin tasarım aşamasında planlamaya dâhil edilmediği tespit edilmiştir[161]. Bilgi güvenliği ekiplerinin sanallaştırmaya geçişin planlanması aşamasına dâhil edilmesi, gerekli güvenlik politikalarının daha sağlıklı olarak oluşturulabilmesi için gereklidir.

Sanallaştırılmış bir bilgi işlem birimi, sanallaştırmanın kullanılmadığı bilgi işlem birimlerinin sahip olduğu bütün güvenlik risklerine ek olarak SMG katmanının eklenmesi ile doğan risklere de sahip olmaktadır. Sanallaştırılmış bilgi işlem birimlerinde kullanılan SMG yazılımı, herhangi bir yazılımda olduğu gibi program hataları içerebilmektedir. Bütün sanal makineleri bu katmanın yönettiği

[158] http://web.nvd.nist.gov/view/vuln/detail?vulnId=CVE-2007-4496 (07.11.2010)

[159] http://web.nvd.nist.gov/view/vuln/detail?vulnId=CVE-2008-4916 (07.11.2010)

[160] http://web.nvd.nist.gov/view/vuln/detail?vulnId=CVE-2009-1244 (07.11.2010)

[161] C. Pettey, B. Tudor, 2010, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1322414 (07.11.2010)

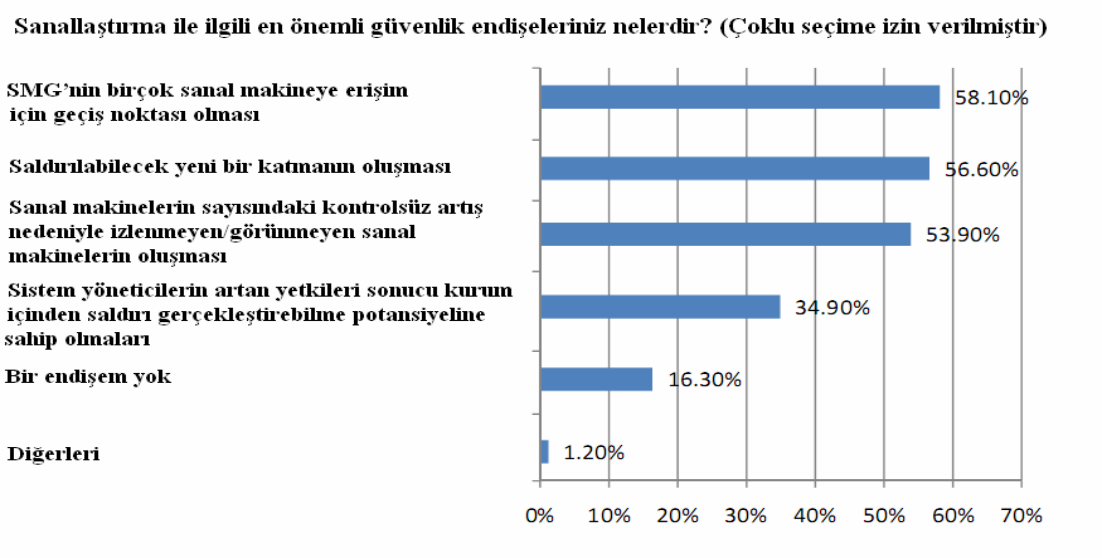
düşünüldüğünde, bu katmanın ele geçirilmesinin, üstünde koşan bütün sanal makinelerin ele geçirilmesine yol açacağı açıktır. Ayrıca, bu katmanın donanım kaynakları üzerinde yönetici görevi üstlendiği de unutulmamalıdır. Bu nedenle SMG, içerdiği yazılım hataları nedeniyle donanım kaynaklarına fiziksel olarak da zarar verebilmektedir. Sonuç olarak, sanallaştırma teknolojisinin kullanıldığı bilgi işlem birimlerinde, SMG katmanına ait güncel yamaların, güvenlik ve performans konfigürasyonlarının yapılması kritik öneme sahiptir.

Genel olarak yazılımlarda kod büyüklüğü ne kadar fazla ise kodun saldırıya yol açabilecek hata içerme olasılığı da o kadar fazladır[162]. Gartner'a göre SMG katmanı, bilgi işlem birimlerindeki en kritik katman olarak değerlendirilmelidir. Bu katmanı mümkün olduğunca küçük tutmak, yetkisiz erişimlere ve değiştirilmesine karşı korumak çok önemlidir. Sanallaştırma teknolojisi geliştiricilerinin, bu katmanın değiştirilip değiştirilmediğine karar vermek için uygun ölçme yöntemlerini üretmeleri ve desteklemeleri gerekmektedir. Sanal makinelerin güvenliğini sağlayan yazılımları kullanarak, daha alt katmanda çalışan SMG'nin güvenliğini sağlanmak mümkün değildir[163]. Şekil 10'de grafiksel olarak ifade edilen Prism Microsystems'in yaptığı anket çalışmasında, katılımcıların sanallaştırma ile ortaya çıkan en önemli güvenlik endişesi %58,1 ile "SMG'nin birçok sanal makineye erişim için geçiş noktası olması" iken, en önemli ikinci güvenlik endişe ise %56,6 ile "Saldırılabilecek yeni bir katmanın oluşması"dır[164].

[162] André van Cleeff, Wolter Pieters, Roel Wieringa, "Security Implications of Virtualization: A Literature Study", 2009 IEEE International Conference on Privacy, Security, Risk and Trust (PASSAT-09), Vancouver, 2009, C. 3, s. 354

[163] C. Pettey, B. Tudor, 2010, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1322414 (07.11.2010)

[164] Prism Microsystems, 2010, s. 6-7, http://www.prismmicrosys.com/documents/VirtualizationSecuritySurvey2010.pdf (07.11.2010)



Şekil 10. Sanallaştırma ile ilgili en önemli güvenlik endişeleri

SMG'ye yapılabilecek saldırılara örnek olarak, Joanna Rutkowska tarafından geliştirilen BluePill yazılımı verilebilir. BluePill yazılımı, donanımsal sanallaştırma desteği olan Intel VT-x ve AMD-V işlemcilerinin sanallaştırma fonksiyonlarını kullanarak, kendisini küçük bir SMG katmanı gibi çalıştırmaktadır[165]. BluePill yazılımının en alt tabakadaki SMG olarak çalışması sayesinde, sistem yöneticileri ve diğer yazılımlar tarafından tespitinin imkânsız olduğu iddia edilmektedir. BluePill benzeri, sanallaştırma teknolojilerini kullanan yazılımların tespiti konusunda tartışmalar[166] devam etse de, teorik olarak bu yazılımların oluşturabileceği tehlikenin büyüklüğü göz ardı edilmemelidir. SMG yazılımının saldırganlar tarafından değiştirilmediğine emin olmak için, TPM gibi çiplerinin içinde güvenlik sertifikaları barındıran donanım ürünlerinin kullanılması, bir çözüm önerisi olarak düşünülebilir.

[165] http://en.wikipedia.org/wiki/Blue_Pill_%28malware%29 (07.11.2010)

[166] Bkz. http://www.zdnet.com/blog/security/rutkowska-faces-100-undetectable-malware-challenge/334 (07.11.2010), http://virtualization.info/en/news/2006/08/debunking-blue-pill-myth.html (07.11.2010)

Teorik olarak SMG, sanal makineler ile donanım kaynakları arasında bir katman vazifesi görerek sanal makineler için izole edilmiş bir ortam oluşturmaktadır. Dolayısıyla sanal makinelerde çalıştırılmış kodun SMG'ye sızması ve SMG'nin kontrolünü ele geçirmesi mümkün olmamalıdır. Fakat sanallaştırma yazılımlarında geçmişte tespit edilmiş olan MS07-049, MS09-033, CVE-2007-4496 ve CVE-2009-1244 kodlu program hataları, Tavis Ormandy[167] ve Peter Ferrie[168] gibi güvenlik uzmanlarının yaptıkları akademik çalışmalar, sanal makineleri kullanarak SMG'nin ele geçirilmesinin ve sanal makine ortamının tespitinin mümkün olduğunu ortaya koymaktadır.

SMG ile konuk sanal makineler arasındaki iletişimi sağlamak için resmi olarak duyurulmamış iletişim kanallarının kullanılması, bir diğer güvenlik açığı olarak değerlendirilebilir. Ken Kato tarafından tespit edilen VMware yazılımına ait iletişim kanalları, bu güvenlik açıklığına örnek olarak verilebilir[169]. Teorik olarak, bir sanal makinenin bu kanal ile konak sunucu hakkında önemli bilgileri sızdırması mümkündür[170]. Sanallaştırma teknolojisi üreticilerinin, bu iletişim kanallarının güvenliğini sağlamak için gerekli önlemleri almaları faydalı olacaktır.

Sanallaştırma teknolojileri ile birçok fiziksel sunucunun yönetilmesi istendiğinde, sanallaştırma teknolojisi geliştiricilerin ürettiği VMware VCenter[171] gibi yönetim yazılımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yönetim yazılımları, herhangi

[167] Bkz. Tavis Ormandy , "An Empirical Study into the Security Exposure to Hosts of Hostile Virtualized Environments", http://taviso.decsystem.org/virtsec.pdf (07.11.2010)

[168] Bkz. Peter Ferrie, "Attacks on Virtual Machine Emulators", Symantec, http://www.symantec.com/avcenter/reference/Virtual_Machine_Threats.pdf (07.11.2010)

[169] Ken Kato," VMware Backdoor I/O Port", http://chitchat.at.infoseek.co.jp/vmware/backdoor.html (01.10.2010)

[170] Tavis Ormandy , "An Empirical Study into the Security Exposure to Hosts of Hostile Virtualized Environments", s.4, http://taviso.decsystem.org/virtsec.pdf (07.11.2010)

[171] Bkz. http://www.vmware.com/files/pdf/VMware-vCenter-Server-4-DS-EN.pdf (27.11.2010)

bir SMG'nin veya sanal makinenin anlık durumunu görüntüleme ve müdahale etme imkânı verdiği için, sistem yöneticilerine büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Fakat güvenlik açısından bakıldığında, hatasız çalışması gereken kritik altyapı yazılımının kod miktarının da arttığı unutulmamalıdır. Bu artış, bilgi işlem altyapısının güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Sanallaştırma teknolojisi geliştiricileri, sanal makinelerin birbirleri ile iletişiminde verimliliği artırmak için, yazılım tabanlı sanal ağlar ve sanal ağ anahtarları oluşturup, sanal makinelerin birbirleri ile direk iletişim kurmalarını sağlamaktadır. Aynı fiziksel sunucuda kümelenen sanal makineler arasında oluşan bu trafik, fiziksel sunucunun dışındaki ağ tabanlı ateş duvarları ve saldırı önleme sistemleri (IPS) tarafından izlenememektedir. Sanallaştırmanın kullanılmadığı bilgi işlem altyapılarında, ateş duvarları gibi fiziksel ağ güvenliği elemanlarını ağda uygun bölgelerde konumlayarak, kurumsal güvenlik politikalarının uygulanmasını sağlamak ve olası saldırılara karşı önlem almak mümkündür. Sanallaştırma teknolojileri kullanıldığındaysa, aynı fiziksel sunucudaki sanal makineler arası trafiği fiziksel sunucunun dışından dinlemek mümkün değildir. Ayrıca bazı sanal makinelerin fiziksel sunucunun dışındaki ağa erişimi olmayabilir. Dolayısıyla, bu sanal makinelere ağ kabloları üzerinden erişmek de mümkün olmamaktadır. Sanallaştırma kullanılarak aynı fiziksel sunucuda kümelenen sanal makinelerin arasındaki ağ trafiğini izlemek, hem sanal makinelerin ağ ayarlarında oluşabilecek sorunların tespiti, hem de bir sanal makinenin saldırganlarca ele geçirilmesi durumunda diğer sanal makinelere sızma girişimlerinin ve sanal ağ saldırılarının tespiti için kritik öneme sahiptir. Sanal makineler arasındaki ağ trafiğinin fiziksel sunucunun dışına yönlendirilerek izlenmesinden ziyade, fiziksel sunucunun içinde dinlenmesinin daha verimli olacağı açıktır[172].

[172] Greg Young, Neil MacDonald, John Pescatore, "Limited Choices Are Available for Network Firewalls in Virtualized Servers", Gartner, 2007, s. 2

Sanal makinelerden birine yazılımsal bir ateş duvarı kurmak ve sanal makineler arasındaki ağ trafiğini bu ateş duvarı üzerinden geçirerek denetlemek mümkündür. Bu senaryo uygulandığında, ateş duvarının bulunduğu veya denetlediği sanal makinelerin fiziksel sunucular arasında hareket edebilmeleri ve kolaylıkla silinebilmeleri sorunları ile karşı karşıya kalınmaktadır. Ayrıca sanallaştırma teknolojilerinin kullanıldığı bilgi işlem birimlerinde, felaketten kurtarma senaryolarının uygulanması ile IP ve MAC adresi değişikliği, fiziksel makinenin sanallaştırılması ve sanal makinenin fiziksel sunucuya kurulması gibi yeni durumlar oluşabilmektedir. Bu senaryolar gerçekleştiğinde, bilgi işlem birimlerinde güvenlik açıklarının oluşmaması için, ateş duvarları ile sanallaştırma yönetim yazılımlarının uyumunun sağlanması kritik öneme sahiptir[173].

Her sanal makinede bir ateş duvarının kurulup ilgili ayarların yapılması da bir çözümdür. Bu sayede sanal makinelerin taşınması durumunda ateş duvarı da taşındığından, oluşan ağ güvenliği sorunları da çözülebilmektedir. Fakat bu çözüm, sanallaştırmanın temeli olan donanım kaynaklarının verimli kullanması fikrine aykırıdır. Zira bu çözüm, sanallaştırmanın kullanılmadığı bir bilgi işlem biriminde her fiziksel sunucuda ateş duvarı kurup ayarlarını ve bakımını yapmaktan farklı değildir. İdeal olan ise, güvenlik politikalarının tek noktadan ayarlanması ve sunucuların bu kurallara uygun hareket etmesi için gerekli ağ altyapısının tasarlanmasıdır[174].

Sanallaştırmanın kullanılmadığı bilgi işlem birimlerinin sahip olduğu güvelik politikalarının sanallaştırmaya geçiş ile gevşetilemeyeceği açıktır. Sanallaştırılmış bir bilgi işlem birimi de en az bu teknolojiyi kullanmayan bilgi işlem birimleri kadar güvenlik politikalarına ihtiyaç duymaktadır. Sanallaştırmaya geçmiş bilgi işlem birimlerinin, sanal makineleri ve fiziksel sunucuları aynı veri merkezinde yönettiği

[173] A.g.m., s.4

[174] A.g.m., s.3

düşünüldüğünde, fiziksel ateş duvarları ile fiziksel sunucuların içinde çalışan sanal ateş duvarlarının birbirleri ile uyumlu çalışmasının önemi daha net ortaya çıkmaktadır. Fiziksel sunucunun dışına çıkan ağ trafiği fiziksel ateş duvarlarında incelenerek, sanal ateş duvarlarının yükü azaltılabilir. Böylece aynı ağ paketinin birden fazla kez incelenmesinin önüne geçmek mümkündür[175].

Sanallaştırma teknolojilerinde yaşanan gelişmeler sayesinde kritik olmayan sunucuların yanında, her geçen gün artan oranda kritik sunucuların da sanallaştırıldığı gözlemlenmektedir. Ayrıca sanallaştırma teknolojileri kullanılarak, iş sürekliliğinin sağlanmak veya yük dağılımını dengelemek için bir fiziksel sunucunun içinde koşan sanal makineler başka bir fiziksel sunucuya taşınabilmektedir. Bu taşınma, sağladığı birçok faydanın yanında, kurumlar için farklı önceliklere sahip sanal makinelerin aynı fiziksel sunucuda toplanması riskini de doğurmaktadır. Her ne kadar sanallaştırma teknolojisi üreticileri sanal makinelerin ayrıklığının sağlandığını dile getirilse de, CVE-2008-4916 gibi sanallaştırma uygulaması hatalarını kullanan saldırganlar, bir sanal makineyi ele geçirerek SMG'ye ve diğer sanal makinelere saldırabilmektedir. Ayrıca, çok fazla sayıda sanal makinenin, aynı fiziksel sunucuya, aynı anda taşınması ile SMG'ye DOS saldırısı gerçekleştirilebilmekte böylece sanal makinelerin taşındığı fiziksel sunucu erişilemez duruma getirilebilmektedir[176]. Bu nedenlerden dolayı, sanal makinelerin fiziksel sunucularda kümelenmesinin, kurumların bilgi işlem altyapısına uygun olarak belirlenmiş politikalar çerçevesinde gerçekleşmesi gerekmektedir. Örneğin saldırı sonucu ele geçirilmesi muhtemel olan sanal masaüstü bilgisayarlarını güvenilmez olarak değerlendirmek ve kurumların bilgi işlem altyapıları için kritik öneme sahip sanal makineler ile aynı fiziksel sunucuda kümelenmemelerini sağlayıcı tedbirler almak faydalı olacaktır. Dolayısıyla kurumların güvenlik politikalarının, sanal makinelerin kimlikleri dikkate alınarak belirlenmesi ve bu politikaları kullanan sanallaştırma yönetim yazılımlarında, farklı güvenlik düzeyindeki sanal makinelerin aynı fiziksel sunucuda kümelenmesini

[175] A.g.m., s.4

[176] A. Cleeff, W. Pieters, R. Wieringa, 2009, s. 355

önleyici ayarların yapılması gerekmektedir[177]. Bu çözüme alternatif olarak, önceliği düşük sanal makineler için farklı bir fiziksel ağın kullanılması ve belirli fiziksel sunucuların bu sanal makineler için tahsis edilmesi; önceliği yüksek sanal makinelerin başka bir fiziksel ağda farklı fiziksel sunucular üzerinde kümelenmesi çözümü uygulanabilir. Bu çözümün, maliyetleri artırıp yönetimi zorlaştırmasına rağmen, farklı güvenlik düzeyindeki sanal makinelerin ayrıklığını sağlamada, sanallaştırma yönetim yazılımları ve güvenlik politikaları kaynaklı sorunlar ile karşılaşılmasının önüne geçilmesi için etkili bir yöntem olacağı açıktır.

Sanal makineleri yöneten ve gözlemleyen SMG katmanı, sistem yöneticilerine büyük güçler vermektedir. Bu gücün ortaya çıkarabileceği yetki aşımı ihtimalini engellemek için SMG katmanına erişimin çok sıkı olarak denetlenmesi gerekmektedir. 2010 yılında, Prism Microsystems tarafından yapılan anket çalışmasında, katılımcıların %65.20'si sanal makine yöneticileri ile diğer sistem/ağ yöneticilerin yetkilerini ayırıcı politikalar belirlemediklerini belirtmiştir. Aynı ankette katılımcılar, sanallaştırma ile oluşan en büyük dördüncü risk olarak %34,9 ile "Sistem yöneticilerin artan yetkileri sonucu kurum içinden saldırı gerçekleştirebilme potansiyeline sahip olmaları" riskini ifade etmiştir[178]. Yetkilendirme doğru yapılmadığında, sanallaştırmanın kullanılmadığı bilgi işlem birimlerinde ortaya çıkacak sorunlardan çok daha ciddi sorunlar ile karşılaşılması mümkündür. Zira sanallaştırma teknolojileri ile birçok fiziksel donanım birer dosya haline dönüşmektedir ve bu dosyalara geri dönülemez şekilde zarar vermek, fiziksel donanımlara zarar vermekten daha kolaydır. Örneğin yetkileri gerektiği gibi kısıtlanmamış bir sistem yöneticisi SMG'ye eriştiğinde, o fiziksel sunucuda bulunan bütün sanal makineler ve sanal ağ cihazları üzerinde işlem yapabilmektedir. Dolayısıyla kendi sorumluluk alanında olmayan, ağ yöneticilerinin sorumluluğundaki sanal ağ anahtarlarına ve sanal ateş duvarlarına da erişebilmektedir. Aynı mantıkla, yetkileri yeterince kısıtlanmamış bir ağ yöneticisi

[177] C. Pettey, B. Tudor, 2010, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1322414 (07.11.2010)

[178] Prism Microsystems, 2010, s. 6, http://www.prismmicrosys.com/documents/VirtualizationSecuritySurvey2010.pdf (07.11.2010)

SMG'ye eriştiğinde, o fiziksel sunucuda bulunan bütün sanal makinelerde işlem yapabilmektedir. Bu durumun öngörülemez sorunlara neden olacağı açıktır. Sonuç olarak, SMG katmanına erişim izni verilecek olan sistem ve ağ yöneticilerine hangi yetkilerin verileceği, yani kimin ne yapmaya yetkili olduğunun önceden belirlenmesi ve gerekli erişim yetkilendirmesinin SMG'de yapılandırılması faydalı olacaktır[179].

Sanal makinelerin yedeklerinin çalışırken alınabilmesi ve bu yedeklere kolayca dönülebilmesi, sunucu yönetimini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Bu sayede çalışan uygulamada yapılan herhangi bir konfigürasyon değişikliği istenmeyen sonuçlar doğurduğunda, uygulama ayarları ile tekrar uğraşma gereği olmadan, sistemin geçmişteki konumuna geri dönülebilmektedir. Fakat bu özellik, bilgi güvenliğinin sağlanmasında sorunlara da sebep olabilir. Güvenli bir sistem oluşturmanın temel prensibi hassas bilgilerin sistemde bulunduğu süreyi en aza indirmektir. Sanallaştırma teknolojileri kullanılarak sanal makinelerin geçmişteki konumlarına geri döndürülebilmeleri nedeniyle bilgi asla yok olmamaktadır. Dolayısıyla güvenlik nedeniyle silinen bir bilgiye tekrar ulaşmak da mümkün hale gelmektedir. Bu duruma ek olarak, SMG'nin oluşturduğu logları inceleyerek ve sanal makinelerin taşınması sırasında ağın dinlenmesi ile de hassas bilgileri ele geçirmek mümkündür. Ayrıca, sanal makinelerin taşınabilmesi sayesinde hassas bilgilerin yayılması daha da kolaylaşmaktadır[180]. Sonuçta, güvenliği kritik olan bilgilerin kontrol altında tutulması ve yönetilmesi zorlaşmaktadır.

Elbette sanallaştırmanın sağladığı, güvenliği artırıcı faydalar da mevcuttur. Örneğin, SMG düzeyinde sanal makinelerin loglarının tutulması sayesinde, sanal makinelerden herhangi birine saldırı gerçekleştiren saldırgan, sanal makinenin

[179] C. Pettey, B. Tudor, 2010, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1322414 (07.11.2010)

[180] Tal Garfinkel, Mendel Rosenblum,"When virtual is harder than real: Security challenges in virtual machine based computing environments" , Proceedings of the 10th conference on Hot Topics in Operating Systems HOTOS'05, 2005, s. 3-4, http://www.stanford.edu/~talg/papers/HOTOS05/virtual-harder-hotos05.pdf (07.11.2010)

loglarını değiştirse veya loglama özelliğini durdursa dahi SMG'nin tuttuğu loglara müdahale edemediğinden, saldırının nasıl gerçekleştiği hakkında doğru ve detaylı bilgi edinmek mümkün hale gelmektedir[181].

Sanallaştırma teknolojilerinin, güvenlik yönünden sağladığı faydalardan biri de, güvenlik yamalarını uygulamanın oldukça basit bir işlem haline gelmesidir. Örneğin VMware VCenter Update Manager[182] gibi sanal makineleri güncelleyen bir yönetim yazılımı ile yamaları eksik olan sanal makineleri tespit etmek, yama yapılmadan önce sanal makinelerin anlık kopyalarını otomatik olarak almak ve yamama işlemi başarısız olursa alınan anlık kopyalara geri dönmek mümkün olmaktadır. Böylece, sanal makinelerin yamalarını yönetmek, fiziksel sunucuların yamalarını yönetmekten çok daha kolay hale gelmektedir.

Sanal makinelerin sanal bellek alanlarını kullanması ve anlık olarak durdurulabilmeleri de bilgi güvenliğinin sağlanması açısından önemli getiriler sunmaktadır. Bir sanal makinenin ele geçirildiği veya sanal makine üzerinde şüpheli bir uygulamanın koştuğu sistem yöneticileri tarafından tespit edildiğinde, sanal makine anlık olarak durdurulup, içindeki veriler ve uygulamalar incelenebilmektedir. Ayrıca sistem yöneticileri, sanal makinelerin belleğini silerek, sanal makinenin içinde çalışan şüpheli uygulamayı çalışamaz hale getirebilmektedir[183].

Sanallaştırma teknolojilerine geçiş yapmayı planlayan kurumların, bu teknolojinin güvenlik açısından sağladığı faydaların yanında, ortaya çıkardığı yeni güvenlik risklerinden de haberdar olmaları ve bilgi işlem personelinin yeni güvenlik risklerini yönetebilmeleri için gerekli eğitim sürecinden geçmesini temin etmeleri

[181] A. Cleeff, W. Pieters, R. Wieringa, 2009, s. 355

[182] Bkz. http://www.vmware.com/files/pdf/VMware-vCenter-Update-Manager-DS-EN.pdf (07.11.2010)

[183] A. Cleeff, W. Pieters, R. Wieringa, 2009, s. 355

faydalı olacaktır. Zira sanallaştırma kullanan bilgi işlem birimlerinin güvenliğinin sağlanması için, daha fazla uzmanlık gerektiren önlemlerin alınmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yeni güvenlik riskleri yeni yaklaşımlar gerektirmektedir. Prism Microsystems'in yaptığı anket çalışmasına göre, sanallaştırılmış bilgi işlem birimlerinde güvenliğin sağlanmasını en çok yavaşlatan faktör %51 ile "Sanallaştırma uyumlu güvenlik çözümleri için bütçe ayrılamaması" iken, en çok yavaşlatan ikinci faktör ise %48,1 ile "Çalışanların yeterli uzmanlığa ulaşamaması" olarak ifade edilmiştir[184].

Sanallaştırma kullanan bilgi işlem birimlerinde, sanal makineler arası veri taşınmasına olanak veren dosya paylaşımı, sanal makineler arası sürükle-bırak desteği veya pano paylaşımı gibi geleneksel olmayan yöntemlerin kullanılması, her ne kadar kullanım kolaylığı sağlasa da sanal makinelerin izolasyonunda delikler oluşturarak yeni güvenlik açıkları oluşturmaktadır. Standart olmayan bu yöntemlerin engellenmesi, güvenliğin sağlanmasını kolaylaştıracaktır.

Güvenlik çözümü üreticilerinin geliştirdiği sanallaştırma destekli güvenlik çözümlerinin, hem sanallaştırma yönetim uygulamaları, hem de yaygın olarak kullanılan fiziksel güvenlik çözümleri ile uyumlu çalışması kritik öneme sahiptir. Bunun sağlanabilmesi için, sanallaştırma teknolojisi üreten şirketlerin güvenlik çözümü üreten şirketler ile ortak ARGE çalışmaları yürüterek bilgi paylaşımında bulunmaları faydalı olacaktır. Olgunluğa ulaşmış sanallaştırma uyumlu güvenlik çözümlerinin varlığı ile sanallaştırma teknolojilerine geçiş, daha sorunsuz ve daha güvenli olarak gerçekleştirilebilir.

[184] Prism Microsystems, 2010, s. 9, http://www.prismmicrosys.com/documents/VirtualizationSecuritySurvey2010.pdf (07.11.2010)

4.2.5 Lisanslama

Sanallaştırmanın kullanılmadığı bilgi işlem birimlerinde çalışan sistem yöneticileri, kullanılan uygulamaların lisans anlaşmaları ile ilgilenmemektedir. Sistem yöneticilerinin bir yazılıma ihtiyacı olduğunda, bu ihtiyaç bilgi işlem biriminin yöneticilerine bildirilir ve yöneticiler yazılımların lisanslarını almak için gerekli çalışmaları yapar. Sanallaştırmanın kullanılmadığı bilgi işlem birimlerinde, yazılım lisanslarının karmaşıklığından ve çeşitliliğinden kaynaklanan bazı sorunlar yaşansa da, bu sorunları aşmak çok zor olmamaktadır.

Sanallaştırma teknolojilerine geçişin planlanması aşamasında dikkate alınması gereken bir unsur da yazılım lisanslarıdır. Sanallaştırmanın bilgi işlem birimlerinde yaygınlaşması, yazılımların lisanslarında da değişiklikler olmasını tetiklemiştir. Fakat sanallaştırılmış işletim sistemlerinin ve uygulamaların lisanslama modellerinde sektörün oluşturduğu bir standart bulunmamaktadır.

Bazı yazılım üreticilerinin uyguladığı lisanslama modelleri, sanallaştırma teknolojilerinin iş sürekliliğini sağlama konusunda getirdiği temel fayda unsurlarından olan sanal makinelerin kapatılmadan fiziksel makineler arasında taşınabilmesi ve anlık kopyalarının alınabilmesi gibi özelliklerin etkin kullanımını kısıtlamakta, böylece bu teknolojinin getirdiği esnekliği sınırlandırmaktadır. Ayrıca yazılım lisansları, kurumların öngörmedikleri maliyet unsurları ile karşılaşmasına da sebep olabilmektedir

Bilgi işlem birimi yöneticilerinin yanında sanallaştırma teknolojilerini kullanan sistem yöneticilerinin de, kullandıkları yazılımların lisans antlaşmaları hakkında bilgi sahibi olmaları, kurumların bu antlaşmaları ihlal etmeleri sonucu karşılaşabilecekleri yasal yaptırımların önüne geçmek için faydalı olacaktır. Örneğin

bir bilgi işlem biriminin, her biri 6 çekirdekli 4 adet "Intel® Xeon® E7450" işlemcinin bulunduğu "HP ProLiant DL 580 G5" sunucusunda, "VMware ESX" sanallaştırma yazılımı ile oluşturulmuş 4 çekirdek kullanan sanal makinede Oracle veritabanı kullanmayı planladığını düşünelim. "Oracle Enterprise Edition" veritabanının CPU başına resmi lisans ücretinin 47,500 dolar[185] olduğu bilindiğine göre, Oracle veritabanını koşan sanal makine için ödenmesi gereken veritabanı yazılımı lisans ücreti 47,500x4=190,000 dolar olarak hesaplanabilir. Oracle'ın lisans antlaşmasını okumamış olan bir bilgi işlem birimi yöneticisi, 190,000 dolarlık lisans maliyeti hesaplayarak girdiği bu projede, büyük miktarda mali zarara uğrayacaktır. Zira Oracle'ın lisansı, VMware yazılımı ile oluşturulmuş sanal makineleri "Yazılımsal bölümleme" örneği olarak değerlendirmekte ve "Donanımsal bölümleme" dışında bölümleme kullanılması durumunda, Oracle veritabanının üzerinde koştuğu fiziksel sunucunun çekirdek sayısının işlemcinin "Oracle Processor Core Factor Table"[186] tablosundaki değeri ile çarpımı kadar yazılım lisansının alınması gerektiğini belirtmektedir[187]. Yani "Oracle Enterprise Edition" veritabanı lisans antlaşmasını okumadan, 4 çekirdekli sanal makinede bu veritabanını çalıştıran bilgi işlem biriminin ödemesi gereken gerçek lisans bedeli 47.500x24x0.5=570.000 dolardır. Sonuçta, sanallaştırmaya geçiş aşamasında, bilgi işlem biriminde yapılan bir planlama hatası nedeniyle, tek bir yazılımın lisans bedeli kaynaklı 380,000 dolarlık ek maliyet ile karşı karşıya kalınabilmektedir.

Oracle'ın "Yazılımsal bölümleme" kapsamında değerlendirdiği sanallaştırma yazılımlarında, veritabanı koşan sanal makinelerin çekirdek sayısı yerine fiziksel sunucuların çekirdek sayısının değerlendirilmesi, sanallaştırmanın getirdiği maliyet avantajlarını ve yönetim kolaylıklarını kısıtlamaktadır. Örneğin Oracle veritabanı koşan sanal makinenin taşınması durumunda, sanal makinenin taşındığı bütün fiziksel sunucular için çekirdek sayılarına göre lisans alınması gerekmektedir. Sistem

[185] Bkz. http://www.oracle.com/us/corporate/pricing/technology-price-list-070617.pdf (08.11.2010)

[186] Bkz. http://www.oracle.com/us/corporate/contracts/processor-core-factor-table-070634.pdf (08.11.2010)

[187] Bkz. http://www.oracle.com/us/corporate/pricing/partitioning-070609.pdf (08.11.2010)

yöneticilerinin, Oracle veritabanını koşan sanal makineyi fiziksel sunucular arasında taşınmasının ve ihtiyaç olduğunda yük dağılımını sağlamak için bu sanal makineyi kopyalamasının, lisans maliyetlerini daha karmaşık ve yönetilemez bir hale getirdiği açıktır.

Bilgi işlem birimlerinde yaygın olarak kullanılan işletim sistemlerinden biri olan Microsoft Server 2008 işletim sisteminin de sanallaştırma için geliştirdiği lisanslama politikasını incelemek faydalı olacaktır. "Windows Server 2008 Standard" işletim sisteminin lisansı, 1 adet fiziksel sunucuya ve 1 adet sanal makineye bu işletim sisteminin kurulmasına olanak sağlamaktadır. Yani oluşturulan her sanal makine için bu işletim sisteminin 1 adet lisansına ihtiyaç vardır. "Windows Server 2008 Enterprise" işletim sistemi lisansı ise 1 adet fiziksel sunucuya ve 4 adet sanal makineye bu işletim sisteminin kurulmasına olanak sağlamaktadır. "Windows Server 2008 Datacenter" ve "Windows Server 2008 for Itanium Based Systems" işletim sistemleri için gerekli lisans adedi, sunucuda bulunan fiziksel işlemci çekirdeğinin adedi kadar olup, lisans antlaşmasının kapsamı 1 adet fiziksel sunucuya ve istenildiği kadar sanal makineye bu işletim sistemlerinin kurulmasına olanak sağlamaktadır[188].

Sanallaştırmanın kullanıldığı bilgi işlem birimlerinde, Windows Server işletim sistemi kurulu sanal makineleri fiziksel sunucular arasında taşıyabilmek için bütün fiziksel sunucuların lisanslanması gerekmektedir. Lisans antlaşmasının gereği olarak, Windows Server işletim sistemi kurulu sanal makineler, lisanslanmamış fiziksel sunucularda 90 günden fazla konaklamamalıdır[189]. "Windows Server 2008 Standard" lisansının 1 fiziksel sunucu ve 1 sanal makineye, "Windows Server 2008 Enterprise" lisansının ise 1 fiziksel sunucuya ve 4 sanal makineye izin verdiği düşünüldüğünde, "Windows Server 2008 Standard" işletim sistemi lisansı ile sanal

[188] Microsoft, "Licensing Microsoft Windows Server 2008 to Run with Virtualization Technologies" , Microsoft, 2009, s. 5-6, http://download.microsoft.com/download/F/C/A/FCAB58A9-CCAD-4E0A-A673-88A5EE74E2CC/Windows_Server_2008_Virtual_Tech-VL_Brief-Jan_09.docx (08.11.2010)

[189] A.g.k., s. 10

makinelerin canlı göç özelliğinin kullanılamayacağı açıktır. "Windows Server 2008 Enterprise" işletim sistemi lisansına sahip bir fiziksel sunucuda aynı anda bulunabilecek sanal makine sayısının 4 ile sınırlandırılması da, sanallaştırma teknolojilerinin esnekliğini kısıtlamaktadır. Sanallaştırma teknolojilerini kullanılan bilgi işlem birimlerinde, Windows Server 2008 işletim sistemi kullanılması gerekiyorsa, herhangi bir an için, bir fiziksel sunucuda kümelenen sanal makine sayısının en büyük değeri tahmin edilmelidir. Eğer bu değer 4'den fazla ise, oluşturulacak sanal makine sayısında sınır getirmeyen "Windows Server 2008 Datacenter" işletim sistemi lisansının kullanılması faydalı olacaktır.

Novell firmasına ait "SUSE Linux Enterprice Server" işletim sistemi de, bir fiziksel sunucu için lisans alındığında o sunucuda kümelenen sanal makinelerin sayısına sınır getirmemektedir[190]. Bir diğer önemli işletim sistemi geliştiricisi olan Red Hat firmasının ürettiği "Red Hat Enterprise Linux" işletim sisteminin lisansı, aynı fiziksel sunucuda koşan 4 sanal makineye izin verirken, "Red Hat Enterprise Linux Advanced Platform" işletim sisteminin lisansı ise sanal makinelerin sayısına sınır getirmemektedir[191]. Dolayısıyla Novell'in "SUSE Linux Enterprice Server", Red Hat'in "Red Hat Enterprise Linux Advanced Platform" ve Microsoft'un "Windows Server 2008 Datacenter" işletim sistemleri, sanallaştırma teknolojileri için benzer lisans modellerini benimsemiştir.

Sanal makineleri fiziksel makinelerden ayırmaksızın lisanslamak ilk bakışta mantıklı görünse de, sanal makinelerin donanım konfigürasyonlarını birkaç dakikada değiştirmenin mümkün olması ve sanal makinelerin fiziksel sunucular arasında taşınabilmesi gibi özellikler, lisanslama yapılırken ayrıma gidilmesinin faydalı olacağı sonucunu doğurmaktadır.

[190] http://www.novell.com/products/server/policy.html (08.11.2010)

[191] http://www.redhat.com/rhel/purchasing_guide.html (08.11.2010)

Lisanslamada bir başka metot olarak yazılımların kullanıcılara verdiği servisle doğru orantılı olarak lisans bedelinin oluşturulması, sanal-fiziksel ayrımını kaldırabilecek bir yaklaşımdır. Fakat yazılımların ne ölçüde kullanıldığının kesin olarak tespiti oldukça zordur. Bir yazılımın kullanımı, o yazılıma bağlanan kullanıcı sayısıyla ölçülebildiği gibi, yazılımın tükettiği donanım kaynağı miktarıyla da ölçülebilir.

Novell'in "SUSE Linux Enterprice Server", Red Hat'in "Red Hat Enterprise Linux Advanced Platform" ve Microsoft'un "Windows Server 2008 Datacenter" işletim sisteminde kullandığı, fiziksel sunucunun lisanslanıp sanal makine adedinde sınırların kaldırılması modeli, hem sanallaştırma teknolojilerinin lisans kısıtlaması olmaksızın kullanılmasını teşvik etmekte, hem de lisans bedelinin ölçülebilirliği somut parametrelere dayandığı için lisans denetimlerinin yapılmasını kolaylaştırmaktadır.

Sanallaştırma teknolojileri ile sağlanan, sanal makinelerin canlı göç ettirilebilmesi ve anlık kopyalarının alınarak herhangi bir felaket durumunda başka bir sunucuda çalıştırılabilmeleri gibi özelliklerin, yazılımların lisans antlaşmaları nedeniyle kısıtlanmaması gerekmektedir. Hukuksal düzenlemelerin teknolojik gelişmeleri yakından takip etmeleri ve kullanıcıların yararına olan teknolojilerin kullanılmasının önündeki engelleri kaldırması bir ihtiyaçtır. Yazılım üreticisi firmaların, rekabette sürekliliği sağlamak için, lisans modellerini sanallaştırma teknolojilerine uyarlamaları hem kendilerinin sektörde devamlılığını hem de kullanıcıların memnuniyetini sağlamak için kritik öneme sahiptir. IDC'nin 2009 yılında yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre, bilgi işlem birimlerinin sunucu sanallaştırmasına geçmesindeki temel motivasyonlar içinde dördüncü sırada "Yazılım lisans bedellerinden tasarruf sağlanması" yer almaktadır[192].

[192] M. Bailey, 2009, s.3, http://www.vmware.com/files/pdf/Virtualization-application-based-cost-model-WP-EN.pdf (06.11.2010)

Sanallaştırma kullanan bilgi işlem birimlerinin, sanallaştırmanın getirdiği esneklik nedeniyle yazılım lisanslarını ihlal eder duruma düşmemek için, sanal makinelerde kurulu bütün yazılımların lisanslarının yönetildiği, "Yazılım Varlık Yönetimi" yazılımlarını kullanması faydalı olacaktır. Yazılım lisansları için yönetim yazılımı kullanılması sayesinde, lisans yönetimi merkezileşmekte ve lisanslar daha kolay yönetilebilir hale gelmektedir.

"Yazılım Varlık Yönetimi" yazılımının tedarik edilmesi sürecinde, bu yazılımın sanallaştırma teknolojileri ile uyum düzeyi, detaylı ve kesin bilgiler içeren raporlar üretebilme kapasitesi ve lisans ihlalleri oluşmadan önce uyarı verebilme yeteneği en önemli kıstaslar olarak aranmalıdır. Ayrıca bu yönetim yazılımlarının ajansız olarak çalışabilmesi de bilgi işlem birimlerinin karmaşıklığını azaltmak için faydalı olacaktır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Bu bölümde, Türkiye'de ve dünyada sanallaştırma teknolojilerine geçiş yapmış bazı kurumların, sanallaştırma teknolojisi üreticileri ile yaptığı söyleşilerde edindikleri tecrübe ve elde ettikleri kazanımlarla ilgili verdikleri bilgiler incelenecektir. Bazı noktalarda, tecrübelerini paylaşan katılımcıların sözleri olduğu gibi aktarılmıştır.

5.1 TÜRKİYE'DE SANALLAŞTIRMAYA GEÇİŞ PROJELERİ

5.1.1 Kamu İhale Kurumu (KİK)

Kamu İhale Kurumu, operasyonel etkinliğin artırılması amacıyla sanallaştırma teknolojilerini, "Veri Merkezi Sanallaştırması" ve "Masaüstü Uygulamaları Sanallaştırılması" olmak üzere iki açıdan ele almıştır. KİK, bu teknolojileri kullanarak mevcut donanımların etkin yönetilmesini, ihtiyaca göre optimize edilmiş kaynaklarla operasyonun yürütülmesini ve büyüme ihtiyaçları doğrultusunda donanım artırımının yapılmasını hedeflemiştir. KİK mevcut işleyişin etkilenmemesi, yatırımın korunması ve genişleme imkânı yaratması nedeniyle sanallaştırma teknolojilerini kullanmaya karar vermiştir. Kurum sanallaştırma teknolojilerini, bu amaca hizmet edecek ve beklentilerini karşılayacak, düşük maliyetli etkin bir çözüm olarak değerlendirmektedir[193].

[193] Microsoft, "KAMU İHALE KURUMU, Hyper-V ile BT İşgücünü Çok Daha Verimli Kullanmaya Başladı", Microsoft, s. 2, http://www.microsoft.com.tr/CaseStudies/docs/kamuihale.pdf (08.11.2010)

KİK, sanallaştırma teknolojilerine geçiş aşamasında oluşturulacak yeni altyapı ile beraber masaüstü uygulamalarının sanal olarak dağıtılmasının, kullanıcı bilgisayarlarının daha etkin, kolay ve güvenli yönetimi için gerekli olduğu kanaatine varmıştır. KİK, uygulama değişikliklerinde ve üst sürümlere geçişte, her bilgisayarda yapılacak ayrı çalışmalar yerine tek merkezde, tek seferde düzenleme yapılmasını sağlayarak, kullanıcılardan gelen destek çağrılarının azaltılmasının mümkün olacağını, böylece uygulama sanallaştırma teknolojileri ile zaman tasarrufu ve maliyet avantajı sağlanacağını öngörmektedir[194].

KİK'in bilgi işlem altyapısı "Kurumsal Kaynak Planlaması" uygulamaları, .Net uygulama geliştirme aracı ve SQL Server veritabanı teknolojileri üzerinde çalışmaktadır. Ayrıca e-posta sunucusu, aktif dizin sunucusu, uygulama ve veritabanı sunucuları Windows Server işletim sistemi üzerinde yer almaktadır. Bu yapıda, sunucuların yönetim kolaylığı, donanım konsolidasyonu, yer ve enerji tasarrufu sağlanması için Microsoft Hyper-V sanallaştırma çözümü ile dinamik bir veri merkezi altyapısı hayata geçirilmiştir. Ayrıca, bir uygulama sanallaştırma aracı olan Microsoft App-V teknolojisi ile kullanıcı bilgisayarlarının uygulamalarının da sanallaştırılmasını sağlayan, "güvenli" ve "yönetilebilir" bir uygulama dağıtım mimarisi kurulmuştur[195].

KİK'in bilgi işlem altyapısındaki sunucu sayısı, sanallaştırma çözümleri sayesinde 5'e düşürülerek sunucu konsolidasyonu gerçekleştirilmiştir. Böylece sadece 2 yeni sunucu alınarak donanım maliyetlerinde tasarruf sağlanmıştır. Ayrıca, oluşturulan yeni domain yapısında, kullanıcı bilgisayarlarına uygulamaları tek tek kurmak yerine, App-V teknolojisi ile uygulamaları paket halinde dağıtmak mümkün olduğu için işgücünden ve zamandan da tasarruf sağlanmıştır[196].

---

[194] A.g.k., s.2

[195] A.g.k., s.2

[196] A.g.k., s.2

Gerek veri merkezinde gerekse masaüstünde sanallaştırmanın, kurumlara dinamik altyapılar sağladığına inanan KİK yetkilileri, Microsoft ve Sentim ile birlikte gerçekleştirilen sanallaştırma teknolojilerine geçiş çalışmasından gerçek anlamda verim aldıklarını belirtmekte ve bu mimaride yapılarını genişletmeyi sürdüreceklerini vurgulamaktadır[197].

5.1.2 Özyeğin Üniversitesi

Özyeğin Üniversitesi Bilgi Hizmetleri Birimi esneklik, düşük bakım maliyeti, verimlilik ve erişebilirlik ihtiyaçlarına yanıt verecek bir altyapı için sanallaştırma teknolojilerini kullanmaya karar vermiştir[198].

Özyeğin Üniversitesi Bilgi Hizmetleri Birimi, hayata geçirdiği sanallaştırma altyapısı üzerinde, 8 adet Hyper-V ve 1 adet de Merkezi Yönetim Sunucusu konumlandırmıştır. Ayrıca, sanallaştırma teknolojisine geçiş aşamasında mevcut yapı aktif olarak çalışmakta olduğu için, fiziksel sunucuların sanal makinelere göçüne imkân vermesi nedeniyle Microsoft System Center Virtual Machine Manager (SCVMM) ve merkezi bir yönetim sağlayabilmek için, Microsoft System Center Operation Manager ve HP Systems Insight Manager yazılımları kullanılmıştır.[199]

Özyeğin Üniversitesi'nde sanallaştırma teknolojileri ile kurulan yeni sunucu altyapısı sayesinde:

- Altyapı maliyetlerinde %40'ın üzerinde, ağ altyapısı harcamalarında ve kablolama maliyetlerinde %60 oranında tasarruf sağlanmıştır.

[197] A.g.k., s.2

[198] Microsoft, "Özyeğin Üniversitesi HP ve Microsoft sanallaştırma teknolojileri ile verimliliğini % 80 artırdı", s.2, Microsoft, http://www.microsoft.com.tr/CaseStudies/docs/ozyegin.pdf (08.11.2010)

[199] A.g.k., s.2

- Servis devamlılığının sağlanması ile kesintilerden kaynaklanan kayıplar giderilmiş ve bu kapsamda da verimlilik %80 oranında artmıştır.
- Sanal makineler üzerindeki sistemlerin yedeklenme hızı %25 artmıştır.
- Yeni sunucu kurulum ve yapılandırma süreleri, önceden hazırlanan taslak sunucu imajları ile 2-3 saatten 10-15 dakikalık sürelere inmiştir.
- İşletme maliyetleri açısından değerlendirme yapıldığında %75-80 enerji tasarrufu sağlanmıştır.
- 32U'luk bir alandan 14U'luk alana indirgenmiş yapı sayesinde de, %60 kadar alan kazancı elde edilmiştir. Bu durum, soğutma maliyetlerinin de azalmasını sağlamıştır.
- Klonlanarak oluşturulmuş yedek sistemlerle, sanal makinelerde oluşabilecek arızaların birkaç dakika gibi kısa bir sürede telafi edilebilmesi mümkün hale gelmiştir[200].

5.1.3 Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu (TMSF)

Sanallaştırma teknolojisini uzunca bir süredir kullanan TMSF, sanallaştırma sayesinde fiziksel sunucu sayısını azaltarak ihtiyaç duyulan donanım kaynaklarının ve bakım anlaşmalarının maliyetlerinden tasarruf etmekte, ayrıca sanallaştırma ile gelen lisans avantajlarından faydalanmaktadır. Yedekleme ve hata anında geri dönme süresinin kısalığı, yönetim ve denetim kolaylığı da sanallaştırma teknolojisini, TMSF nezdinde cazip hale getiren unsurlar olarak ifade edilmektedir[201].

[200] A.g.k., s.2

[201] Microsoft, "TMSF, sanallaştırma teknolojilerini kullanarak maliyetlerini azaltırken, altyapı yönetim verimliliğini de artırdı",Microsoft, s.1, http://www.microsoft.com.tr/CaseStudies/docs/tmsf.pdf (08.11.2010)

TMSF, seçim ve karar verme sürecinde hangi donanım ve yazılımı kullanacağını belirlerken, kendi ihtiyaçlarının ve önceliklerinin neler olduğunu ortaya koymuş, en önemli etken olarak iş sürekliliği ve performans değerlerini dikkate almıştır. Kurum, bunu sağlamak için yapılan piyasa araştırmaları ve daha önce bu aşamalardan geçmiş firmalardan alınan görüşler ışığında, fiyat ve kalite olarak en uygun çözümün "HP Proliant DL 580" - Microsoft Hyper-V birlikteliği ile elde edeceğine karar vermiştir[202].

TMSF, sanallaştırmaya geçerken temkinli davranarak ilk aşamada sadece bir sunucu üzerinde sanallaştırma başlatmıştır. Bu test sürecinde kritik olmayan uygulamaların bir kısmı sanal ortama aktarılmıştır. Performans ve iş sürekliliği test edildikten sonra, ilk önce bir kritik uygulama sanal ortama taşınmış, daha sonra diğer Hyper-V sunucular da devreye alınmış ve bu sunucular üzerinde irili ufaklı 28 adet sanal makine koşulmaya başlanmıştır. Başlangıçta sanal makineler, 64 GB RAM'e sahip 4 işlemcili bir adet "HP Proliant DL 580 G5" sunucu üzerinde koşulmuştur. Daha sonra bu model sunucuların sayısı artırılarak üç adede ulaşmıştır. Ayrıca DMZ'deki sanal makineler için de 1 adet "HP ProLiant DL 380" sunucu kurulmuştur. Bu süreçte TMSF, sanallaştırma yazılımı olarak Hyper-V, sanal makineleri yönetmek için SCVMM, yedekleme işlemleri için ise Data Protection Manager 2007 yazılımlarını kullanmıştır[203].

Sanallaştırma teknolojilerinin avantajlarını değerlendiren TMSF, garanti süresi bitmiş fiziksel sunucular için yenilenen bakım sözleşmelerinden tasarruf edildiğini, daha az sunucu ile daha az elektrik giderinin oluşduğunu, sistem odasında daha az kabine ihtiyaç duyulduğunu ve daha az soğutma gideri oluşduğunu belirtmektedir. TMSF, bilgi işlem biriminin veriminin belirgin şekilde artığını, donanım kaynaklı kesinti ve arızaların azaldığını ifade etmektedir. Microsoft'un

[202] A.g.k., s.2

[203] A.g.k., s. 1-2

sanal makineler için uyguladığı lisans avantajlarını da değerlendiren TMSF, olası bir felaket anında geri dönüş süresini dörtte bir oranına kadar kısaltmayı da başarmıştır. Kurum yeni altyapıda uygulamacılarının, yazılımlardaki herhangi bir değişikliği üretim ortamına atmadan önce kolayca oluşturulan test sunucularında deneyebildiğini, sorun olmadığını gördükten sonra üretim ortamına kolayca aktarabildiğini belirtmektedir. Ayrıca TMSF, kritik bir değişiklik öncesi alınan anlık kopyalar sayesinde, istenmeyen bir durumda, çok kısa bir süre içerisinde geri dönüşün yapılabildiğini de ifade etmektedir[204].

TMSF, sanallaştırma teknolojilerine geçiş yapmayı planlayan kurumların ihtiyaçlarını tam olarak belirlemelerini, hiç kullanmayacakları özellikler ve karışık teknolojilere gerek kalmadan en basit şekilde çözüme gitmelerini önermektedir[205].

5.1.4 Anadolu Üniversitesi (AÜ)

Anadolu Üniversitesi (AÜ), üçü uzaktan öğretim sistemi uygulayan 12 fakültesi, 6 yüksekokulu, 1 devlet konservatuvarı, 2 meslek yüksekokulu, 9 enstitüsü, 27 araştırma-uygulama merkezi ve 15 araştırma-geliştirme-uygulama birimiyle Türkiye'nin en önemli üniversitelerinden biridir. Açık Öğretim Fakültesi ile uzaktan eğitim sistemini Türkiye'de kullanan ilk üniversite olan AÜ, 1 milyonu aşkın öğrenci sayısı ile dünyadaki birkaç eğitim kurumu arasında yer almaktadır. AÜ Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi, her geçen gün artan verilerin yönetimini kolaylaştırmak ve üniversitenin kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlamak için sanallaştırma teknolojilerini kullanmaktadır[206].

---

[204] A.g.k. , s. 2

[205] A.g.k. , s. 2

[206] VMware, "Eskişehir Anadolu Üniversitesi, VMware Sanallaştırma çözümü ile 120 sanal makineyi, 8 sunucu ile yönetiyor, elektrik maliyetini yüzde 40 düşürüyor...", VMware, s.1, http://www.vmware.com/files/pdf/customers/emea_09Q1_tr_cs_vmw_Eskiehir_Anadolu_University_Turkish.pdf (08.11.2010)

AÜ Bilgi İşlem Sistem Kurulumu ve Yönetimi Uzmanı Tolga Ünal, her yeni projeyle birlikte sunucu ihtiyaçlarının da arttığını belirtmektedir. Tolga Ünal bu durumu: "Sunucu sayısı arttıkça hem odalar yetersiz kalıyor, hem de elektrik masrafları artıyordu. Yeni bir sunucu maliyetinin yanında, kurulum süresinden dolayı da yeni bir projeye başlamak zaman alıyordu. 'Bunun önüne nasıl geçebiliriz?' diye düşündüğümüz zaman sanallaştırma çözümüne başvurmaya karar verdik." sözleriyle ifade etmektedir[207].

Sanallaştırma çözümü olarak VMware firmasının ürünlerini tercih eden AÜ, 2007 yılı Ekim ayında başlayan süreçle, 48 olan fiziksel sunucu sayısını 8'e düşürmüştür. AÜ Yazılım Donanım Satın Alım İşlemleri Sorumlusu Tamer Şen, VMware ile 120 sanal makineyi 8 fiziksel sunucu üzerinde kümelediklerini belirtmektedir. Şen görüşlerini: "VMware uygulaması olmasaydı, şu anda 120 sunucu makine için geniş alanlar ayırmak, bakımı için zaman harcamak zorunda kalacaktık. Ayrıca harcanacak elektrik de yüzde 40 oranında daha fazla olacaktı." sözleriyle ifade etmektedir[208].

AÜ Bilgisayar Araştırma Uygulama Merkezi Müdürü Hakan Güray Şenel, sanallaştırma teknolojilerine geçiş ile ilgili olarak görüşlerini: "VMware sanallaştırma çözümüyle, yeni donanıma ihtiyaç duymadan, hem altyapı verimliliğinde yüzde 80 artış sağladık, hem de veri kaybetme riskinin önüne geçtik." sözleriyle ifade etmektedir. Şenel, bazı günler 100 bin kaydın yapıldığı AÜ sisteminin sanallaştırma açısından da dünyada görülebilecek birkaç nadir örnekten biri olduğunu belirterek düşüncelerini: "Sistemde o kadar çok kişi aynı anda faaliyet gösteriyor ki kısa süreli bir kesinti bile binlerce kişinin mağdur olmasına yol açar. VMware sayesinde bir saniyede 70-100 arası başvuru alan sistem, 8 sunucu makine üzerinden hiç sorun çıkarmadan çalışmaya devam ediyor. Özellikle bankacılık

[207] A.g.k., s. 2

[208] A.g.k., s.2

işlemleri gereği, sistemin devamlı yedeğinin tutulması gerekiyor. VMware ise kolayca yedek almamızı sağlayarak pek çok riskin ve para kaybının önüne geçiyor." sözleriyle ifade etmektedir[209]. Şenel, Türkiye'deki kurumların sanallaştırma teknolojilerine yaklaşımı ile ilgili olarak görüşlerini: "Sanallaştırma uygulanmasının pek çok avantajı var. Türkiye'de firmalar bu uygulamadan habersizler. Türk firmalarında yenilik yapmak zor, herkes bildiği yoldan ilerlemek istiyor; oysa kendini geliştirmek isteyen firmalar yeniliklere sıcak bakmalı" sözleriyle dile getirmektedir[210].

5.1.5 Erikli-Nestle Waters

Erikli-Nestle Waters Bilgi İşlem Birimi'nde VMware sanallaştırma çözümlerinin kullanılmasıyla, 60'a yakın sanal makine 6 adet HP Blade fiziksel sunucu üzerine taşınmıştır. Bilgi İşlem Birimi Müdürü Nihal Topaloğlu sanallaştırma ile ilgili görüşlerini: "Erikli olarak bütün yapıyı sanal ortama aktardık ve sanallaştırmanın avantajlarını hemen görmeye başladık. Örneğin, planlı veya plansız kesintilerde artık sisteminiz kesintiye uğramıyor. Lokalde iş sürekliliğinin sağlanması, bizim için büyük bir avantaj oldu." sözleriyle ifade etmektedir[211].

Topaloğlu, sanallaştırma teknolojilerine geçiş sürecini: "İhtiyaçlarımızın karşılanıp karşılanmayacağını önce test ortamında denedik. Sonuç olarak, sanallaştırmanın performans ve uygulama etkileşimi konusunda herhangi bir sıkıntıya neden olmadığını gördük. Ayrıca her gün yeni gelişen uygulamalar, Nestle Waters ile oluşan birliktelik, dağıtım ağının büyümesi derken artan veri boyutu ve her uygulamanın kritik hale gelmesi, Erikli'de etkili bir felaket kurtarma projesi

[209] A.g.k., s. 2

[210] A.g.k., s. 3

[211] VMware, "Erikli kesintisiz hizmeti VMware'in kesintisiz teknolojileriyle sağlıyor", VMware, s.2, http://www.vmware.com/files/pdf/customers/emea_09Q2_tr_cs_Erikli_Turkish.pdf (08.11.2010)

ihtiyacını gündeme getirdi. Projeyi belirlerken bu konuya da ayrıca önem verdik" sözleriyle aktarmaktadır[212].

Topaloğlu, iş sürekliliğinin sağlamak için yapılan çalışmaları: "İş sürekliliğimizi garantiye almak için, uygulama sunucularını ve verileri farklı bir konumda yedeklememiz gerekiyordu. Bu kadar sunucunun, bu kadar farklı uygulamanın olduğu bir ortamda, bunu klasik felaket önleme çözümleriyle yapmak çok gerçekçi değildi. Burada yine VMware Site Recovery Manager çözümünden faydalandık. Ürünün basitçe uygulanabilir oluşu ve hâlihazırda kullandığımız depolama sistemleriyle gösterdiği uyum sayesinde, proje 4 hafta gibi bir sürede tamamlandı. Klasik yöntemlerle, bu kadar çok sunucuya ve uygulamaya ait bir çözümü bu kadar kısa sürede uyarlamak mümkün olamazdı" sözleriyle ifade etmektedir[213].

VMware, Erikli–Nestle Waters sanallaştırma projesinin sonucu olarak, elektrik tüketiminde %64'e varan enerji tasarrufu sağlandığını, sistem odasında 5 kabin kaplayan 60 tane sunucu yerine, tek bir kabinde bulunan 6 sunucunun kullanılmasıyla alandan da kazanç elde edildiğini belirtmektedir[214].

Topaloğlu, sanallaştırmaya geçişin çalışma ortamını rahatlattığını "Eskiden bakım, güncelleme gibi planlı kesintiler için bayram tatili, hafta sonu, yılbaşı gibi zamanları beklerdik. Artık sanallaştırma sayesinde, bu işlemleri istediğimiz saate, istediğimiz sunucu üzerinde gerçekleştirebiliyoruz. Bunu yaparken de kesintisiz

[212] A.g.k., s.2

[213] A.g.k., s.2

[214] A.g.k., s.2

çalışmaya devam ediyoruz, kullanıcılarımız artık bundan hiçbir şekilde etkilenmiyorlar" sözleriyle vurgulamaktadır[215].

5.1.6 Yapı Kredi Bankası

Yapı Kredi Bankası, Koçbank ile birleşmesinden dolayı, sistem mimarisi olarak birbirine benzeyen 2 ayrı bilgi işlem altyapısına sahip olmuştur. Bu birleşme sürecinde, işleyişin devamlılığını sağlamak açısından uygulamalar birleştirilmiş, ancak veri merkezleri ayrı yapılar olarak bırakılmıştır. Yapı Kredi Sistem Destek Grup Başkanı Erol Bülent Abay, sanallaştırma teknolojilerine geçiş sürecini tetikleyen bu durumu: "Maliyeti kontrol altına almak açısından grubun kontrol ettiği üç ana donanım üzerine; yani sunucu, depolama ve yedekleme mimarilerinde konsolidasyona başlamamız gerektiğini gördük. Bunu yaparken de önceki tecrübelerimizden hareketle yaşadığımız problemleri en aza indirecek çözümlerin arayışına koyulduk." sözleriyle ifade etmektedir. Donanımlarda konsolidasyon ihtiyacını öne çıkaran problemlerden biri de bankadaki X86 tabanlı sunucuların sayısının giderek artmasıdır. Abay bu durumu: "X86 tabanlı sunucuların sayısındaki sürekli artışa rağmen, biz destek personelinin sayısını bu oranda artıramıyorduk. Bu da bizi bir çözüm bulmaya zorluyordu" sözleriyle ifade etmektedir[216].

Abay ve ekibi, bankanın dâhil olduğu UniCredit Grup'un İtalyan ve Alman ortaklarında kullanılan sistemleri incelediklerinde, sanallaştırmanın, konsolidasyon için ideal bir çözüm olduğuna karar vermiştir. Bunun üzerine, önce bir deneme yapmaya karar verilerek, Yapı Kredi içindeki 100 adet sunucu sanal makinelere göç ettirilip 10 adet fiziksel sunucuda kümelenmiş ve sistem kaynakları kullanım

[215] A.g.k., s. 3

[216] VMware, "VMware ile 600 adet fiziksel sunucu 33 sunucu üzerinde sanallaştırıldı.", VMware, s.1, http://www.vmware.com/files/pdf/customers/emea_09Q2_tr_cs_YapiKrediBank_Turkish.pdf (08.11.2010)

oranının yüzde 50 civarında kaldığı gözlemlenmiştir. Abay, sanallaştırmaya geçiş sayesinde 600 adet fiziksel sunucunun 33 adet blade sunucu üzerinde sanallaştırıldığını belirtmektedir[217].

Abay, sanallaştırma ile sağlanan faydaları: "Bu konsolidasyon bize tahmin etmediğimiz ölçüde fayda sağladı. Veri merkezi harcamalarımız ciddi oranda azaldı. Veri merkezi harcamalarımızın yaklaşık yüzde 50'sinin X86 ortamlara gittiğini düşünürseniz, bu konsolidasyon bize kabaca yüzde 40 civarı bir enerji tasarrufu getirdi. İlgi gerektiren fiziksel sunucuların sayısının azalmasıyla birlikte bunlara dair bakım anlaşması giderlerinde ve personelin harcadığı işgücünde büyük tasarruf sağladık." sözleriyle aktarmaktadır[218].

Abay, sanallaştırmaya geçiş aşaması ile ilgili olarak, 600 adet fiziksel sunucunun model ve kaynak artırımlarının hesaplanmasının, uygulamaların kullanım sıklığının ve ihtiyaç duydukları kaynakların belirlenmesinin uğraştırıcı bir süreç olduğunu vurgulamaktadır. Abay, bu planlamayı sağlıklı olarak yapabilmek için, sanallaştırma çözümü olarak seçilen VMware'in raporlama araçlarını, satın alma zorunluluğu olmaksızın kullandıklarını ifade etmektedir. Bu araçlar sayesinde, planlama aşaması için gerekli bilgi 40 günde toplanmıştır. VMware firmasının, toplanan bilgiler ışığında önerdiği sanallaştırma oranı 1:32 iken, Yapı Kredi Bankası daha temkinli yaklaşarak herhangi bir sunucunun devre dışı kaldığı durumlarda yükü diğer sunuculara dağıtabilmek için 1:18 oranını tercih etmiştir[219].

Abay, sanallaştırma ile sağladıkları faydaları: "Enerji tüketimi, ısı tüketimi, yer kazanımı, yönetim kolaylığı gibi konularda somut faydalar sağladık. Bunun

[217] A.g.k., s.1

[218] A.g.k., s.1

[219] A.g.k., s. 2

dışında bana göre en büyük fayda kesintisiz hizmet başarısının artmasıydı. Çünkü sanal ortam, yapı tek bir PC'den bile oluşsa bunu kesintiye karşı dirençli bir biçimde kuruyor. Sunucu sanal olduğu için, sunucunun temsil ettiği sistem disk üzerinde dosya olarak yer alıyor. Böyle bir yapıda herhangi bir fiziksel sunucuda sorun çıksa da bir diğer makineye bu diski göstererek işe devam edebiliyorsunuz. Bu süreç sadece dakikalar içinde gerçekleştiriyor." sözleriyle aktarmaktadır[220].

5.1.7 Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK)

Sosyal Güvenlik Kurumu Donanım ve Altyapı Hizmetleri Daire Başkanı Adem Onar, sanallaştırmanın SGK içindeki rolünü: "Sanallaştırma uygulamaları gelmeden önce, e-Bildirge gibi Java uygulamalarımızın çalıştığı 200'e yakın kurumsal uygulama sunucusu vardı. Bunlar, yakın zamanda uygulamaya girecek sağlık uygulamaları ve Medula uygulamalarını düşündüğümüz zaman yeterli olmayacaktı. Bu da bize yüzlerce sunucu satın alma zorunluluğu getirecekti. Hem ekonomik süreçler, hem satın alma süreçleri, hem de yapılan yatırımın kurulum, bakım ve sistem mühendisi ihtiyaçlarının artmasından dolayı, tümüyle sanallaştırma altyapısına geçme kararı aldık. Şu anki mevcut kapasitemiz devreye alındığında 700'e yakın sanal sunucuya sahibiz." sözleriyle ifade etmektedir[221].

Onar, SGK tarafından hedeflenen 2,400 sunucuyla yedekli yapının kurulması durumunda, satın alma, barındırma ve çalıştırmayı içeren toplam maliyetin 50-60 milyon doları bulacağını belirtmekte ve "Sanallaştırma teknolojisiyle, geleneksel

[220] A.g.k., s.2

[221] VMware, "SGK'nın sistem odalarında iş sürekliliğini Sanallaştırma ile sağlanıyor", VMware, s. 1, http://www.vmware.com/files/pdf/customers/emea_09Q4_tk_cs_Sosyal_Guevenlik_Kurumu_TK.pdf (08.11.2010)

maliyetin % 5'ine ihtiyacımız olan yatırımı gerçekleştirmiş olduk" sözleriyle sağlanan maliyet avantajını vurgulamaktadır[222].

Onar, SGK'nın sanallaştırma teknolojileri ile sağladığı faydaları: "72 milyon Türkiye vatandaşını şemsiyesi altında barındıran SGK için iş sürekliliği çok önemli bir konu. Bu açıdan bakıldığında, gerçekleştirdiğimiz projenin önemi de ortada. Ayrıca sanallaştırma altyapısı kurmadan önce herhangi bir sunucuyu satın almak için 4-8 hafta arası tedarik etme süreci yaşıyorduk. Sonuçta, şu an geldiğimiz noktada, ihtiyacımız olduğunda 5-15 dakika içerisinde bir sanal sunucuyu hizmete açabiliyoruz. Sistemlerde olabilecek kesintilerin hem ekonomik zararı, hem hizmet kesintisinin getireceği sorumluluk, hem de kurumun imajına vereceği zarar büyüktür. Kamuda zaten kullanılmakta olan bu teknoloji, kurumumuzda büyük ölçekte hayata geçirilerek SGK'nın misyonuna ve stratejilerine yakışır bir projeyi daha halkımızın hizmetine sunmak istiyoruz" sözleriyle aktarmaktadır[223].

5.1.8 Natro-Çizgi Telekominikasyon Hizmetleri

Natro-Çizgi Telekomünikasyon Hizmetleri 1999'da İstanbul'da kurulan, alan adı kaydı, internet sitesi barındırma, sunucu kiralama ve uygulama barındırma hizmetlerini sunan bir firmadır. Natro'nun yayınladığı 35.000 internet sitesi, Türkiye'de yayınlanan alan adlarının yüzde 10'unu oluşturmaktadır[224].

---

[222] A.g.k., s. 2

[223] A.g.k., s. 2

[224] VMware, "VMware ile müşteri sayısını ve memnuniyetini artırırken maliyetlerini yüzde 30 azalttı.", VMware, s.1, http://www.vmware.com/files/pdf/customers/emea_09Q1_tr_cs_vmw_Natro_Cizgi_Turkish.pdf (08.11.2010)

Natro Yönetici Ortağı Hüseyin Caymaz, VMware kullanmaya karar vermeden önce 3-4 ay araştırma yaptıklarını belirtmektedir. Caymaz bu süreci: "Yüzlerce sunucumuz var. Kimi makine yüzde 10, kimi makine yüzde 90 CPU kullanıyor. Aslında elinizde daha fazla işlemci gücü var ama siz yüzde 10 kullanan sunucunun artan işlemci gücünü atıl bırakmak zorunda kalıyorsunuz. VMware ile sanallaştırmada ise, bir donanım havuzunun içinde kaynakları paylaştırabiliyorsunuz. Aynı bir sunucu içinde bir sürü web sitesi açmak gibi, bir donanım içinde farklı bilgisayarlar açabiliyorsunuz. VMware Virtual Center tüm sunucuları tek bir ekrandan yönetme olanağı sağlıyor. Bütün bu özellikler bizi cezp etti. İki ay düşündük, başka çözümleri de inceledik. VMware kendini ispatlamış bir çözüm olarak tercihimiz oldu." sözleriyle aktarmaktadır[225].

Natro Yönetici Ortağı Tolga Kabakçı, sanallaştırma yapmadıkları durumda 600 adet fiziksel sunucu kullanacakken, sanallaştırma sayesinde 300 fiziksel sunucunun, donanım kaynağı ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli olduğunu ifade etmektedir. Kabakçı: "VMware ile sanallaştırma için yaptığımız yatırım 6 aydan kısa bir sürede kendini amorti etti." sözleriyle, sanallaştırmanın geri dönüş süresi kısa bir yatırım olduğunun altını çizmektedir[226].

Kabakçı, VMware ile müşterilerine fiyat avantajı ve performans sürekliliği sağladıklarını, bu sayede müşteri memnuniyetini de artırdıklarını eklemektedir. Kabakçı, elde edilen bu faydaları: "Daha hızlı servis verebiliyoruz, müşterilerimiz istediği hizmete kolayca ulaşabiliyor, istediği anda kaynaklarını artırabiliyoruz. Bir fiziksel makine kiralayıp kaynağın yetmediği noktada, bir anda ikinci bir işlemci takamazsınız, RAM miktarını artıramazsınız. VMware ile müşteri istediği anda, saniyeler içinde, makinesinin gücünü 4 işlemci, 16 GB RAM, 4 TB diske çıkarabiliyoruz. Hem kendimiz hem de müşteri tarafında makine erişiminde

[225] A.g.k., s.1

[226] A.g.k., s.2

otomasyon sağladık. Daha önce güç yönetimi için fiziksel makinelerden donanım kullanıyorduk. Şimdi müşteri kendi panelinden makinesini aç-kapa (reset) yapabiliyor." sözleriyle açıklamaktadır[227].

Kabakçı, sanallaştırma teknolojilerinin geleceği ile ilgili düşüncelerini ve bu teknolojiden beklentilerini: "Şu anda sanal makine hizmeti veriyoruz, ileride sanal data merkezi hizmeti vermeyi planlıyoruz. VMware'den donanım tasarımı seviyesinde sanallaştırma bekliyoruz. Enerji fiyatlarının hızla arttığı dönemde sanallaştırmanın yaygınlaşacağını düşünüyoruz." sözleriyle ifade etmektedir[228].

5.2 DÜNYADA SANALLAŞTIRMAYA GEÇİŞ PROJELERİ

5.2.1 Dell

Sektörün önde gelen donanım ve yazılım üreticilerinden Dell firmasının bilgi işlem birimi de sanallaştırma teknolojilerine geçiş yapmıştır. Dell IT grubu, firmanın ürün geliştiren birimlerinin her geçen gün artan hesaplama gücü isteklerini karşılamak ve en güncel yazılımları firma çalışanlarının kullanımına sunmakla sorumludur[229]. Firmanın sanallaştırma teknolojisine göç etmesi de Dell IT grubunun önderliğinde gerçekleşmiştir.

Dell IT uzmanı Matt Brooks, sanallaştırma öncesinde yeni bir donanımın sipariş edilip kurulmasının yaklaşık 45 gün aldığını ifade etmektedir. Brooks, bu

[227] A.g.k., s.2

[228] A.g.k., s. 3

[229] Dell, "A Model Of Virtualization", Dell, s.2, http://www.vmware.com/files/pdf/partners/intel/dell-it-consolidates-vmware-intel-111308-wp.pdf (08.11.2010)

sürenin kısaltılmasına ek olarak veri merkezinin dolmaya başlaması ile yeni donanımlar için veri merkezinde yer bulunmakta zorlanılmasını ve veri merkezinin güç/iklimlendirme limitlerinin sonuna gelinmesini, sanallaştırma teknolojilerine geçişi tetikleyen unsurlar olarak değerlendirmektedir[230].

Dell, sanallaştırma öncesinde yaptığı araştırmada, bütün dünyada yönettiği 20.000'den fazla sunucunun %75'inin donanım kaynakları kullanımının %20'yi geçmediğini tespit etmiştir. Brooks, Dell'in artan donanım kaynağı ihtiyacını karşılamak için yeni sunucular almak yerine eldeki atıl donanım kaynaklarını daha akıllıca ve verimli kullanmaya karar verdiklerini ifade etmektedir. Dell'in sanallaştırma öncesinde yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre, kullanılan sunucuların %30'unun bakımı maliyetli eski model sunucular olduğu tespit edilmiştir. Bakım maliyetlerini azaltmak isteyen Dell, eski sunucuların sayısının azaltılması gerektiğine karar vermiştir[231].

Dell IT ekibi, sanallaştırmaya geçiş ve planlama aşamasında daha fazla verinin toplanması gerektiğine karar vererek Dell ICS sanallaştırma ekibi ile birlikte çalışmaya başlamıştır. Oluşan araştırma grubu, Dell'in her bölümünden seçilen toplam 500 sunucunun donanım kaynağı tüketimi bilgilerini toplamıştır. Toplanan veriler ışığında, sanallaştırma için yüksek performanslı "Dell PowerEdge R900" sunucularının VMware ESX sanallaştırma yazılımı ile kullanılmasına karar verilmiştir[232].

Dell'in sanallaştırmaya geçiş için geliştirdiği model, 10 ila 20 arasında fiziksel sunucuyu VMware ESX konak sunucusu olarak gruplar halinde

[230] A.g.k., s.2

[231] A.g.k., s.2

[232] A.g.k., s. 3

sanallaştırmak ve 1 sunucuyu VMware Virtual Center isimli sanallaştırma yönetim yazılıma tahsis etmektir. Dell bu modeli izleyerek, bütün dünyadaki veri merkezlerinde, 518 adet "Dell PowerEdge R900" model fiziksel sunucuyu sanallaştırmış ve 5100 adet sanal makine oluşturmuştur[233].

Dell, sanallaştırmaya geçiş sonrasında sanal makinelerin kontrolsüz artışının önüne geçmek için, yeni bir sanal makinenin oluşturulmasını onay mekanizmalarına bağımlı hale getirmiştir. Dell IT grubu, gerekli onay mekanizmalarından geçen sanal makine talebini 4 günde karşılayabilir hale gelmiştir. Sanallaştırma öncesinde bu sürenin 45 gün olduğu düşünüldüğünde, zamandan yaklaşık %90 tasarruf sağlandığını söylemek mümkündür[234].

Dell, sanallaştırma ile veri merkezindeki donanım kaynaklarının yaklaşık %50 oranında kullanılmasını hedeflemektedir. Sanallaştırma öncesi yapılan araştırma sonuçlarına göre, sunucuların %75'inin donanım kaynakları kullanımının %20'yi geçmediği düşünüldüğünde, sunucuların çoğunluğunun veriminde büyük bir artışın gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Bu verimliliğin sağlanabilmesi için VMware ESX yazılımının canlı göç özelliği aktif olarak kullanılmaktadır. Eğer bir sanal makine, fiziksel sunucunun %50'den fazla donanım kaynağını tüketmesine yol açarsa, daha az yoğun olan bir fiziksel sunucuya taşınmaktadır. Veri merkezindeki bütün sunucuların yaklaşık %50 yük ile çalışması durumunda ise, Dell IT ekibi 10-20 arasında yeni bir fiziksel sunucu grubunu veri merkezine dâhil ederek donanım havuzunu büyütmektedir[235].

[233] A.g.k., s. 3

[234] A.g.k., s. 3

[235] A.g.k., s. 4

Dell IT birimi, geliştirdikleri yönteme dayanan ve ölçülebilir sanallaştırma yaklaşımları sayesinde, Dell'in 29.350.000 dolar tasarruf ettiğini belirtmektedir. Dell IT grubu, üç yıllık süre içerisinde, oluşturulan her geliştirme ortamı sanal makinesi için fiziksel sunucu kullanılmasına göre 6.500 dolar, her uygulama ortamı sanal makinesi için ise fiziksel sunucu kullanılmasına göre 9.300 dolar tasarruf sağlandığını ifade etmektedir[236].

Brooks, sanallaştırma teknolojilerinin kendileri için bir deneme ortamı olmaktan ziyade, kullandıkları temel teknoloji olduğunu ifade etmektedir[237].

5.2.2 HP

Bilgi işlem sektörünün önde gelen firmalarından biri olan HP de kendi altyapısında sanallaştırma teknolojilerini kullanmaktadır. HP firmasının bilgi işlem birimi, sanallaştırma teknolojilerine geçişten önce, diğer firmaların artan sunucu ihtiyaçlarını karşılamak için yaptığı gibi, talep geldiğinde veri merkezine yeni bir sunucu eklemiştir. Eklenen her sunucu ve uygulama için yeterli güç/ağ altyapısını ve felaketten kurtarma planlarını oluşturmak, yeni donanımlara ve uygulamalara ihtiyaç duyulmasına neden olmuştur. Sanallaştırma öncesinde, HP'nin dünyanın değişik bölgelerindeki merkezlerinde kurulu 20.000 Proliant sunucusu bulunmaktaydı. HP, bu sayıyı azaltmak için sanallaştırma teknolojilerini kullanmaya karar vermiştir[238].

HP, sanallaştırmaya geçiş öncesi yaptığı araştırmada, çok fazla sayıda geliştirme ortamı sunucusunun olduğunu ve bu sunucularda genellikle tek bir

[236] A.g.k., s. 4

[237] A.g.k., s. 4

[238] VMware, "VMware makes HP's global IT consolidation a reality", VMware, s. 1, http://www.vmware.com/files/pdf/customers/07Q2_cs_vmw_HP_English.pdf (08.11.2010)

uygulamanın koştuğunu tespit etmiştir. Aynı araştırma ile, sunucuların hem CPU hem de bellek ünitelerinin az kullanıldığı ve bu donanım kaynaklarının çoğu zaman atıl durumda beklediği de tespit edilmiştir. HP, her uygulama için bir fiziksel sunucu tahsis etmenin iş sürekliliği açısından da sorunlara yol açacağını öngörmüştür. Zira fiziksel sunucuda herhangi bir sorun olduğunda, uygulama için aynı donanım kaynaklarını hızlıca tahsis etmek oldukça zordur[239].

HP'nin sanallaştırmaya geçişi ile, donanım kaynaklarını %40-50 oranında kullanan 70 adet 8 soketli "HP Proliant DL760 G2" sunucunun ve diğer fiziksel sunucuların üzerinde koşan yaklaşık 1.000 adet sanal makinenin kullanıldığı bir bilgi işlem altyapısı oluşturulmuştur. Her bir "HP Proliant DL 760 G2" sunucuda, ihtiyaç olması durumunda yeni sanal makineleri ekleyebilmek için bir miktar donanım kaynağı boşta bırakılarak, 20 sanal makine kümelenmiştir. HP, sanallaştırmaya geçiş sürecinin sonunda, bilgi işlem maliyetlerinin %25-30 oranında azaldığını vurgulamaktadır[240].

5.2.3 Gazprom Açık Anonim Şirketi

Rusya'da 1989 yılında kurulmuş olan Gazprom, hem dünyadaki en büyük doğal gaz şirketi hem de Rusya'daki en büyük şirkettir. Gazprom, 2008 yılında tek başına dünyadaki doğal gaz üretiminin %17'sini karşılamıştır[241].

Gazprom şirketinin bilgi işlem servislerini Rusya'nın değişik bölgelerindeki 6000 adet şirket çalışanı kullanmaktadır. Artan personel sayısı nedeniyle, şirketin

[239] A.g.k. s. 2

[240] A.g.k., s. 3

[241] http://en.wikipedia.org/wiki/Gazprom (08.11.2010)

Moskova'daki merkez ofisi sürekli olarak büyümektedir. 2008 yılının başı itibariyle, Gazprom'un merkez ofisinde 150 adet sunucu ve 1500 adet kişisel bilgisayar kullanılmaktadır[242].

Gazprom, bilgi işlem masraflarını azaltmak ve merkezi bir bilgi işlem altyapısı kurmak için çalışma başlatmıştır. Yapılan çalışmada şirketin uzun süredir kullandığı kritik yazılımlar için yeni sunucu alınmasının, donanım kaynaklarını atıl bırakacağına karar verilmiştir. Bu nedenle, bu yazılımlara tahsis edilmiş birer fiziksel sunucu temin etmekten daha verimli bir yol bulunması için karar alınmıştır[243].

Gazprom, yapılan değerlendirme çalışmalarından sonra Microsoft sanallaştırma çözümlerini kullanmaya karar vermiştir. Sanallaştırmaya teknolojilerinden faydalanmak için Microsoft ürünlerinin kullanılmasının nedeni, Gazprom şirketinin bilgi işlem altyapısında genel olarak Microsoft ürünlerinin kullanılmasıdır. Böylece şirket personeline yeni bir eğitimin verilmesine gerek kalmamıştır[244].

Sanallaştırma teknolojilerine geçiş ile firmanın kullandığı uygulama sunucularının %15'i, "HP BL 680" sunuculardа kümelenen sanal makinelere göç ettirilmiştir. Gazprom, herhangi bir uygulamanın devreye alınması sırasında iş sürekliliği aksamıyorsa o uygulamayı kritik olmayan bir uygulama olarak sınıflandırmaktadır. Şirket, öncelikle kritik olmayan sunucuları sanallaştırmayı tercih etmiştir. Gazprom yetkilisi Sergei Golubtsov, bütün uygulamaları sanallaştırmayı

[242] Microsoft, "Gazprom Neft makes use of Microsoft Hyper-V virtualization technology to increase efficiency and reliability of its IT infrastructure ", Microsoft, http://www.microsoft.com/casestudies/Case_Study_Detail.aspx?casestudyid=4000005350 (08.11.2010)

[243] A.g.k.

[244] A.g.k.

düşünmediklerini ve altyapıdaki bütün uygulamaları aynı yapı üzerinde çalıştırmamayı hedeflediklerini belirtmektedir. Golubtsov, özellikle e-posta sistemini ve ağır yük altında çalışan veritabanı uygulamalarını, çok güçlü sunucu altyapısı gerektirdikleri için sanallaştırmayı düşünmediklerini ifade etmektedir[245].

Golubtsov, sanallaştırma sayesinde donanım arızalarından dolayı uygulamaların kesintiye uğramasının önüne geçildiğini ve bunun Gazprom için çok önemli olduğunu belirtmektedir. Golubtsov bunun, sanallaştırmanın sağladığı merkezileşme ve optimizasyon sayesinde mümkün olduğunu vurgulamaktadır[246].

Golubtsov, özellikle yeni bir uygulamanın bilgi işlem altyapısına dâhil edilmesi gerektiğinde, sanallaştırma uygulamasının anlık kopya alma özelliği sayesinde, %75 oranında zaman tasarrufu sağlandığını belirtmektedir. Sağlanan bu zaman tasarrufu, sistem yöneticilerinin ve uygulama geliştiricilerin yüksek ücretleri düşünüldüğünde, personel giderlerinden sağlanan önemli bir tasarruf olarak değerlendirilmektedir. Golubtsov'a göre sanallaştırma uygulamasının anlık kopya alma özelliği, bilgi işlem biriminin uygulama sınaması yapma sorununa da kesin çözüm getirmektedir[247].

Golubtsov, sanallaştırma teknolojilerinin, sınırlı donanım kaynağına sahip sunucular ile başlanıp ihtiyaç oldukta yatırım yapılarak genişlemeyi kolaylaştırdığını belirtmektedir. Zira donanım kaynağı ihtiyacı oluştuğunda, yeni bir fiziksel sunucu almak yerine, üzerinde sanallaştırma uygulaması çalışan mevcut fiziksel sunucuların bellek miktarını artırmak yeterli olmaktadır[248].

---

[245] A.g.k.

[246] A.g.k.

[247] A.g.k.

[248] A.g.k.

Golubtsov, Hyper-V uygulaması ile bilgi işlem altyapısının yönetilebilirliğinin, izlenebilirliğinin ve ölçeklenebilirliğinin arttığını ifade etmektedir. Golubtsov'a göre sanallaştırma sayesinde, hem artan hesaplama gücü ihtiyacı karşılanabilmekte hem de bilgi işlem masrafları azaltılmaktadır[249].

5.2.4 Avianca Hava Yolları

Avianca, Güney Amerika'da 90 yıldan fazla süredir faaliyet gösteren, 100 ayrı noktaya filosundaki 130 uçak ile sefer düzenleyen büyük bir havayolu şirketidir. Şirketin 7000 çalışanından 1200'ü yönetim merkezi olan Kolombiya'nın Bogota şehrinde konumlanmıştır. Avianca, Bogota'daki merkezinde, müşterilerine hizmet vermek için 1200 masaüstü bilgisayarda koşan 140 uygulamayı kullanmaktadır[250].

Avianca, büyümesini sürdürmek ve çalışanlarının kullandığı 1200 masaüstü bilgisayarı merkezileştirmek için Citrix'in masaüstü bilgisayarı sanallaştırma teknolojilerini kullanmaya karar vermiştir. Avianca Bilgi İşlem yöneticisi olan Gabriel Ríos Hincapié, uygulamaların masaüstü bilgisayarları yerine sunucularda çalışması ile bilgi güvenliğinin arttığını belirtmektedir. Hincapié, merkezileşme sayesinde, çalışanların USB girişlerini kullanmasının önlenebildiğini, virüs ve truva atı yöntemleri ile bilgi sızdırmanın zorlaştığını ifade etmektedir[251].

Avianca sanallaştırmaya geçişi gerçekleştirmek için 1200 adet ince terminal temin etmiştir. Avianca çalışanlarının kullandığı rezervasyon, check-in, yardım masası ve muhasebe uygulamalarının da bulunduğu 140 uygulama 1 yıl içinde

[249] A.g.k.

[250] Citrix, "Avianca fies into the future of IT with XenDesktop", Citrix, s. 1, http://www.citrix.com/site/resources/dynamic/customerStory/Avianca_CS_Final.pdf (08.11.2010)

[251] A.g.k., s.1

sanallaştırılmıştır. Citrix, Avianca'nın sanallaştırma projesinin, kendini 3 yıl içinde finanse edeceğini öngörmektedir. Citrix, üzerinde veri depolama diski bulunan bir kişisel bilgisayarın aylık bakım ücretinin 20 dolar olduğunu, bu miktarın masaüstü sanallaştırması kullanılarak 9 dolara düştüğünü belirtmektedir[252].

Avianca BİB yetkilileri, masaüstü bilgisayarı sanallaştırması sayesinde bilgi işlem maliyetlerinin azaltılmasına ek olarak, sanal makinelerin yedeklerinin kolayca alınabilmesi sayesinde, çalışanların yanlışlıkla sildiği önemli dosyaların kurtarılabildiğini de ifade etmektedir[253].

Avianca, yakın gelecekte, masaüstü bilgisayarı sanallaştırmasını kullanarak, çalışanlarının uzak coğrafi bölgelerden ofis bilgisayarlarına güvenli bir şekilde erişip çalışabilmelerine olanak sağlamayı planlamaktadır[254]. Bu sayede çalışanların ofise gelmesi gerekmeyecek ve ofis için yapılan birçok harcamadan da tasarruf sağlanabilecektir.

[252] A.g.k., s. 2

[253] A.g.k., s. 2

[254] A.g.k., s. 2

ALTINCI BÖLÜM

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sanallaştırma teknolojileri, büyük bir hızla yaygınlaşarak bilgi işlem birimlerinin kullandığı temel teknolojilerden biri olma yolunda ilerlemektedir. Bu teknolojiler, VLAN gibi ağ tabanlı sanallaştırma tekniklerinden veri depolama ünitelerindeki RAID yapılandırmasına, sunucu sanallaştırılmasından akıllı telefonlarda kullanılmasına kadar geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Her geçen gün güçlenen donanım altyapısı sayesinde sanallaştırmanın kullanım yelpazesi de genişlemektedir.

Bilgi işlem birimleri sanallaştırma teknolojilerini maliyetleri azaltmak, iş sürekliliğini sağlamak, felaketten kurtarma planları oluşturmak, uygulama test ortamı yaratmak, yeni sunucu ihtiyacını hızla karşılamak, uygulamaların ayrıklığını sağlamak, marka bağımsızlığını sağlamak, yeşil bilişim hizmeti vermek ve yönetimsel esneklik kazanmak gibi birçok farklı sebeple kullanabilmektedir. Her ne sebeple olursa olsun, sanallaştırma teknolojilerine geçiş yapmayı planlayan bilgi işlem birimleri için, hem yapılan araştırmalar hem de başarılı geçişler yapmış kurumların paylaştıkları tecrübeler ışığında, bu teknolojiye göçün planlanması ve göç sonrası oluşan yeni altyapının yönetilmesi aşamasında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar aşağıdadır.

6.1 SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNE GÖÇÜN PLANLANMASI AŞAMASI

Sanallaştırma teknolojilerine göçün planlanması aşaması için tavsiyeler:

- Bilgi işlem birimleri, öncelikle ihtiyaçlarını belirleyip daha sonra sanallaştırma teknolojilerinin ihtiyaçlarını karşılamak için uygun olup olmadığına karar vermelidir. Örneğin askeri düzeyde güvenliğin birinci öncelik olduğu bilgi işlem birimlerinde sanallaştırma teknolojilerinin kullanılması, güvenliğinin sağlanması gereken ek kritik katmanlar oluşturması nedeniyle uygun bir çözüm olmayabilir.

- Sanallaştırma yazılımı üreticilerinin yayınladığı ürün tanıtım dokümanlarının verdiği bilgiler yanıltıcı olabilir. Bu dokümanların amacının teknik bilgiler vermekten ziyade yazılımın reklamını yapmak olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle sanallaştırmaya geçiş yapmayı planlayan kurumların sanallaştırma yazılımlarını bizzat test etmeleri faydalı olacaktır.

- Sanallaştırma teknolojilerine göç öncesi, kurumların, kendi bilgi işlem altyapıları hakkında bilgi toplamaları gerekmektedir. Bunu sağlamak için, sunucuların donanım kaynağı kullanımı istatistikleri bir süre toplanarak analiz edilebilir. Böylece hangi sunucuların ne kadar donanım kaynağına ihtiyacı olduğu tespit edilip, planlama bu bilgiler çerçevesinde gerçekleştirilebilir.

- Bilgi işlem merkezlerinde, sanallaştırma için uygun olmayan sunucular bulunabilir. Ayrıca bazı uygulamalar belirli bir donanım konfigürasyonuna bağımlı da olabilir. Dolayısıyla sanallaştırmaya göç ettirilmesi planlanan sunucuların iyi analiz edilmesi kritik öneme sahiptir. Bütün sunucuların sanallaşması gerektiğini söyleyen toptancı bir yaklaşım, sanallaştırma ile fayda sağlanmasından ziyade zarar edilmesine neden olacaktır. Gazprom'un yoğun veri trafiği olan veri tabanını sanallaştırmaması bu yaklaşıma örnek olarak verilebilir. Sanallaştırılması planlanan uygulamaların, sanal makinelerde verimli olarak çalışıp çalışmadığı da mutlaka test edilmelidir.

- Sanallaştırılmış bilgi işlem birimlerinin ağ altyapısı yedekli ve güçlü olmalıdır. Sanallaştırma kullanan bilgi işlem birimlerinde, ağ altyapısı sorunu nedeniyle veri iletişimde darboğaz veya aksama yaşanırsa, bu sorun doğrudan son kullanıcıları etkileyecektir. Bu nedenle, sanallaştırmaya göç etmeyi planlayan bilgi işlem birimlerinde, ağ altyapısının yedekliliğinin sağlanması için gerekli tedbirleri almak ve ağ altyapısının güçlendirilerek kapasitesinin artırılması faydalı olacaktır. Geçiş sürecinde, ağ altyapısının iyileştirilmesinin ek maliyet unsuru olarak değerlendirilmesi unutulmamalıdır.

- Sanallaştırma teknolojilerine geçiş yapan bilgi işlem birimlerinin gözden geçirmesi gereken bir diğer altyapı elemanı da veri depolama sistemleridir. Sanallaştırma teknolojilerinin esneklik ve iş sürekliliği sağlayan "Canlı Göç" gibi özelliklerini verimli olarak kullanmak için hızlı ve güçlü bir veri depolama sistemine ihtiyaç vardır. Ayrıca, sanallaştırılmış bilgi işlem birimlerinin, verilerinin büyük bir kısmının veri depolama sistemlerinde tutulduğu düşünüldüğünde, veri depolama sistemlerinin kritik önemi daha iyi anlaşılacaktır. Dolayısıyla geçiş sürecinde veri depolama sistemlerinin güçlendirilmesi veya sanallaştırma ile uyumlu, tekilleştirme teknolojisini destekleyen, donanım arızası toleransı yüksek veri depolama sistemlerinin temin edilmesi gerekebilir. Geçiş sürecinde, gerek görülmesi halinde veri depolama ünitelerinin iyileştirilmesi de ek maliyet olarak değerlendirilmelidir.

- Dell, HP ve TMSF'nin yaptığı gibi, sanallaştırma için kullanılacak fiziksel sunucuların çok işlemcili ve bellek kapasitesi yüksek sunuculardan seçilmesi, saylanan faydanın ve yönetim kolaylığının üst düzeyde olmasını sağlayacaktır. Sanallaştırma teknolojilerini uygulamak için genellikle, aynı donanım havuzunu sağlayan az sayıdaki yüksek kapasiteli sunucu, çok

sayıdaki düşük seviyeli sunucudan daha uygundur. Bu üst düzey sunucuların temini de bir maliyet unsuru olarak değerlendirilmektedir.

- Sanallaştırma teknolojine geçiş yapan veri merkezlerinde, düşük seviyeli sunucuların altyapıdan çıkartılıp yerlerine üst düzey sunucuların yerleştirilmesinin sonucu olarak, veri merkezindeki iklimlendirmenin de gözden geçirilmesi gerekmektedir. Zira iklimlendirme üniteleri, veri merkezine giren elektriğin yaklaşık yarısını tüketmektedir. Sanallaştırmaya geçiş planlanırken bu üniteler gözden geçirilmediğinde, sağlanan elektrik tasarrufu gereksiz iklimlendirme masrafları yüzünden faturalara yansımayacaktır. Sanallaştırılmış veri merkezlerinde, veri merkezinin tamamını iklimlendirmeyi hedefleyen büyük, pahalı ve çok enerji tüketen iklimlendirme üniteleri yerine, veri merkezindeki üst düzey sunucuların oluşturduğu sıcak noktaları hedef alan küçük, ucuz ve az enerji tüketen iklimlendirme üniteleri kullanılmalıdır. Bu sayede, hem noktasal iklimlendirme kullanılarak enerji tasarrufu sağlanmakta hem de iklimlendirme altyapısı gerektiğinde büyüyebilen esnek bir yapıya kavuşmaktadır. Geçiş aşamasında iklimlendirme altyapısının değiştirilmesi de ek maliyet unsuru olarak değerlendirilebilir.

- Gerek sanallaştırma için kullanılacak yönetim ve yedekleme yazılımlarının gerekse sanallaştırılacak işletim sistemlerinin ve uygulamaların lisans antlaşmalarını incelemek, sanallaştırma teknolojilerine geçişin planlanmasında önemli bir aşamadır. Zira bazı lisanslar sanallaştırmanın kullanılmasını teşvik ederken, bazı lisanslar da sanallaştırmanın esnekliğini kısıtlamaktadır. Kullanılacak yazılımların lisanslarının hem bilgi işlem birimi yöneticileri hem de sistem yöneticileri tarafından incelenmesi faydalı olacaktır. Böylece ihtiyaçların karşılanması için uygun yazılımın belirlenmesi sağlanırken, sanallaştırmanın getirdiği esnekliğin lisans antlaşmaları nedeniyle kısıtlanmasının ve sonraki aşamalarda hukuki sorunlarla

karşılaşılmasının önüne geçilebilmektedir. Bilgi işlem birimlerinde lisans ihlallerinin oluşmasını önlemek için, sanallaştırma ile uyumlu bir "Yazılım Varlık Yönetimi" yazılımının kullanılması, lisans yönetimini önemli ölçüde kolaylaştıracaktır.

- Sanallaştırma teknolojisi üreticilerinin paylaştıkları müşteri deneyimleri, genellikle yüzlerce sunucusu olan büyük veri merkezlerinin sanallaştırılması sonucu elde edilen kazanımları anlatmaktadır. Az sayıda sunucunun bulunduğu küçük veri merkezlerinin, bu bilgileri referans kabul ederek aynı oranda fayda sağlamayı beklemesi hata olacaktır. Her veri merkezinin kendine has yapısı olduğu düşünüldüğünde, sanallaştırma teknolojilerine geçiş yapmayı tasarlayan her veri merkezinin, kendisi için detaylı bir fayda analizi yapması yararlı olacaktır.

- Kurumlar, sanallaştırma teknolojilerinden beklentilerini belirlemeli ve bu doğrultuda seçim yapmalıdır. İhtiyaç duyulmayan ve kullanılmayacak olan birçok ek özellik için pahalı sanallaştırma yazılımlarının alınmasına gerek yoktur. Bu nedenle, mümkün olan senaryolarda açık kaynak kodlu sanallaştırma yazılımlarının kullanılması, gerek duyulması halinde ise ihtiyaçları karşılayan ve güvenilirliğini kanıtlanmış sanallaştırma yazılımlarının kullanılması faydalı olacaktır.

- Kurumların, sanallaştırmaya geçiş aşamasından sonra sanallaştırma yazılımı seçimlerini değiştirme esnekliğine sahip olmaları için, geçiş aşamasında seçilen sanallaştırma yazılımının "ANSI INCITS 469 2010" standardına uygun olması önerilmektedir. Bu sayede, sanallaştırma yazılımını değiştirmek gerektiğinde, hâlihazırda kullanılan sanal makineler herhangi bir değişikliğe ihtiyaç duyulmaksızın yeni sanallaştırma yazılımında da koşabilecektir.

- Sanallaştırma projelerinin planlama aşamasına bilgi işlem güvenliğinden sorumlu teknik personel de dâhil edilmelidir. Planlama aşamasında bilgi işlem güvenliği personelinin desteği alınmadığında, proje hayata geçtikten sonra sanal makinelerin güvenliğinin sağlanması güçleşmektedir. Sanallaştırılmış bilgi işlem birimlerinin güvenliğinin sağlanması için ilgili personelin eğitim ihtiyacı da doğacaktır. Zira geleneksel yaklaşımlar faydalı olmakla birlikte, sanal makinelerin güveliğini sağlamak için yetersiz kalmaktadır. Örneğin, mevcut altyapıda kullanılan ateş duvarı gibi ağ güvenliği elemanlarını kullanarak, aynı fiziksel sunucuda kümelenmiş sanal makinelerin arasındaki ağ trafiğini denetlemek mümkün değildir. Ayrıca, kritik öneme sahip sanal makineler ile saldırıya açık, ele geçirilmesi daha kolay sanal makinelerin aynı fiziksel sunucuda kümelenmelerini önlemek için gerekli ağ mimarisinin planlanması ve yazılımsal önlemlerin alınması gerekmektedir. Planlama aşamasında, sanal makinelerin güvenliğinin sağlanması için ihtiyaç duyulan eğitim faaliyetlerinin düzenlenmesinin ve sanal ateş duvarları gibi güvenlik çözümlerinin temininin de ek maliyet unsuru olarak değerlendirilmesi faydalı olacaktır.

- Sanal makinelerin genellikle birkaç dosyadan ibaret olması, hem sanal makinelerin yedeklerinin alınmasını hem de sanal makinelere zarar verilmesini kolaylaştırmaktadır. Sanallaştırma teknolojilerine geçiş yapmayı planlayan kurumların, sanal makinelerin belirli aralıklarla yedeklerinin alınmasını sağlayan, sanallaştırma teknolojileri ile uyumlu bir yedekleme yazılımını temin etmeleri gerekmektedir. Hâlihazırda kullanılan yedekleme yazılımının sanallaştırma teknolojileri ile uyumlu olmaması durumunda, uyumlu yedekleme yazılımının temini de ek maliyet unsuru olarak değerlendirilmelidir.

- Sanallaştırma teknolojilerine göçün planlanması aşamasında, en uygun çözümü bulmak ve gerekli mimariyi oluşturmak için, sanallaştırma projelerini

yürüten firmaların uzman personelinden de destek alarak araştırma yapmak faydalı olacaktır. Bu araştırmanın verimli olarak yapılabilmesi için teknik personelin eğitime ihtiyaç duyması durumunda, gerekli eğitim faaliyetinin organize edilmesi gerekmektedir. Göç öncesi verilen bu eğitimlerin, göç sonrası sistemi yürütmek için alınması gereken eğitimlerin temelini oluşturacağı unutulmamalıdır. Dolayısıyla planlama aşamasında ki eğitim faaliyetlerini atıl bir yatırım olarak düşünmek yanlıştır.

- Sanallaştırma teknolojilerine geçiş yapmayı planlayan kurumların, yapılması gereken tüm yatırımları ve bu yatırımların ne kadar zamanda geri döneceğini hesaplayarak bu değişimi gerçekleştirmesi gerekmektedir. Unutulmamalıdır ki bilgi işlem birimlerinde yapılan teknoloji yatırımları dâhil bütün yatırımlar temelde iş yatırımıdır ve bütün başarılı iş yatırımları belirli bir süre sonra kendini amorti etmelidir.

- Dell ve HP gibi donanım üreten firmaların, sanallaştırdıkları sunucuların %40-50 oranında donanım kaynağını tüketmesini sağlayacak şekilde sanallaştırılmış bilgi işlem birimi tasarımı yapmaları önemli bir noktadır. Sanallaştırma ile sunucuların donanım kaynakları %80'lere varan oranlarda kullanılabiliyor olsa da bu değerlere ulaşılması esnekliği ve yönetilebilirliği önemli ölçüde azaltacaktır. Sanallaştırma teknolojilerine göçün planlanması aşamasında kaynak kullanım oranlarının %40-50 olarak planlanarak yönetimsel esnekliğin sağlanması, %80-90 olarak planlanarak maliyetlerin düşürülmesinin ön planda tutulmasından çok daha devam ettirilebilir bir yaklaşım olacaktır.

6.2 SANALLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİNE GÖÇ SONRASI OLUŞAN YENİ ALTYAPININ YÖNETİLMESİ

Sanallaştırma teknolojilerine göç sonrası oluşan yeni altyapının yönetilmesi aşaması için tavsiyeler:

- Kurumların, sanallaştırılan bilgi işlem birimlerini yönetecek personelin bu teknolojiye yeterince hâkim olmalarını sağlamak için gerekli tedbirleri alması gerekmektedir. Eklenen sanallaştırma katmanı, veri merkezlerinin klasik yaklaşımlarla yönetilemez hale gelmesine neden olmaktadır. Sanallaştırma teknolojilerindeki yenilikleri takip edebilmesi için teknik personele verilen eğitim faaliyetlerinin düzenli aralıklarla yenilenmesi faydalı olacaktır.

- Sanallaştırma teknolojilerini kullanan bilgi işlem birimlerinde, SMG ve SMG'leri yöneten yazılımların güvenliği kritik öneme sahiptir. Bu yazılımlarda oluşacak bir yazılım hatası, bu yazılımların saldırı sonucu ele geçirilmesi veya hizmet veremez hale getirilmesi, sanal makineler tarafından verilen bütün bilgi işlem servislerinin aksamasına sebep olacaktır. Bu nedenle SMG ve SMG yönetim yazılımlarının yamalarının düzenli olarak yapılması gerekmektedir. Ayrıca bu yazılımlara erişimin güvenli ağlar üzerinden gerçekleştirilmesi için gerekli tedbirlerin alınması kritik öneme sahiptir.

- Sanallaştırılmış bilgi işlem birimlerinde yeni donanım kaynağı ihtiyacı doğduğunda, Gazprom'un donanım havuzunu genişletmek için sistemlere bellek eklemesi ve Dell'in yeni bir sunucu kümesini veri merkezine eklemesi iyi birer uygulama örneğidir. Bu uygulamalarda olduğu gibi sanallaştırma teknolojilerine kademeli olarak yaklaşılarak hem atıl donanım kaynağı oluşmamakta hem de donanım kaynağı ihtiyacı karşılanmaktadır.

- Sanallaştırma teknolojilerinin sistem yöneticilerine sağladığı yönetim kolaylığı ve esneklik, beraberinde yetki aşımı riskini de getirmektedir. Yetkilendirme konfigürasyonları yapılmamış bir SMG'ye erişen sistem/ağ yöneticileri, sanal makineleri ve sanal ağ anahtarlarını silmek dâhil her işlemi yapabilmektedir. Bu nedenle, SMG ve SMG'lerin yönetim yazılımları üzerinde gerekli sıkılaştırmaları yaparak, sistem/ağ yöneticilerinin sadece yapmaya yetkili oldukları işleri yapmasına izin veren bir yetkilendirme mekanizmasının oluşturulması gerekmektedir.

- Sanallaştırma teknolojilerini kullanan bilgi işlem birimlerde, yeni sanal makinelerin hızla oluşturulabilmesi, yönetimsel esnekliği ve ihtiyaçların hızla giderilmesini sağlamaktadır. Fakat sanal makinelerin oluşturulmasının kolaylaşması, donanım kaynaklarının verimli kullanılması motivasyonuyla başlatılan sanallaştırma projelerinde, donanım kaynağı israf eden gereksiz sanal makinelerin oluşmasına ve sanal makine sayısının kolayca kontrolden çıkmasına da sebep olabilmektedir. Örneğin, bütün e-posta hesaplarının tek bir e-posta yöneticisi yazılımından yönetilmesinin mümkün olduğu bir kurumda, her birimin kendi e-posta yöneticisi için sanal makine kullanması nedeniyle donanım kaynakları israf edilebilmektedir. Bilgi işlem birimlerinde yeni bir sanal makinenin oluşturulması sürecinde, yeni bir fiziksel sunucunun teminindeki hassasiyetin gösterilmesi gerekmektedir. Sanal makine sayısının kontrol altında tutulması için sanal makine oluşturma ve silme işlemi kurum içinde iyi tanımlanmış bir yetki mekanizması ile sağlanmalıdır. Oluşturulan yetki mekanizması sayesinde, ihtiyaç duyulmayan sanal makinelerin oluşmasının önüne geçilmekle birlikte kullanılmayan sanal makineler de güvenle silinebilmektedir.

Sanallaştırma teknolojilerine göç etmeyi planlayan bilgi işlem birimlerinin, gerekli göç planlamalarının yapılması ve göçü gerçekleştirdikten sonra oluşan yeni

altyapının verimli bir şekilden yönetilmesi aşamalarında yukarıdaki tavsiyeleri dikkate alması faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

Amit Singh (2004-a), ” A Taste of Computer Security”, Kernelthread, http://www.kernelthread.com/publications/security/sandboxing.html (02.11.2010)

_____ (2004-b), ”An Introduction to Virtualization”, Kernelthread, http://www.kernelthread.com/publications/virtualization/ (31.10.2010)

André van Cleeff, Wolter Pieters, Roel Wieringa (2009), “Security Implications of Virtualization: A Literature Study”, 2009 IEEE International Conference on Privacy, Security, Risk and Trust (PASSAT-09), Vancouver, C. 3, s.353-358

Bill Weinberg (2009), “Designing and Deploying with Mobile Virtualization”. Linux Pundit, http://linuxpundit.com/documents/white_paper_motorola_evoke_teardown.pdf (05.11.2010)

Christopher Clark, Keir Fraser, Steven Hand, Jacob Gorm Hansen, Eric Jul, Christian Limpach, Ian Pratt, Andrew Warfield (2005), “Live migration of virtual machines”, Proceedings of the 2nd conference on Symposium on Networked Systems Design & Implementation(NSDI’05), Boston, http://www.cl.cam.ac.uk/research/srg/netos/papers/2005-migration-nsdi-pre.pdf (05.11.2010)

Christy Pettey, Ben Tudor (2010), “Gartner Says 60 Percent of Virtualized Servers Will Be Less Secure Than the Physical Servers They Replace Through 2012“,Gartner, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1322414 (07.11.2010)

Christy Pettey, Holly Stevens (2009), “Gartner says Worldwide Hosted Virtual Desktop Market to Surpass $65 Billion in 2013”, Gartner, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=920814 (06.11.2010)

_____ (2010), “Gartner Highlights Key Predictions for IT Organizations and Users in 2010 and Beyond”, Gartner, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1278413 (05.11.2010)

Citrix, “Avianca fies into the future of IT with XenDesktop”, Citrix, http://www.citrix.com/site/resources/dynamic/customerStory/Avianca_CS_Final.pdf (08.11.2010)

Çağatay Çebi , “Xen”, http://www.cagataycebi.com/free_articles/xen/xen.html (01.11.2010)

Daniele Catteddu, Giles Hogben (2009), “Cloud Computing , Benefits, risks and recommendations for information security” ,European Network and Information Security Agency (ENISA), http://www.enisa.europa.eu/act/rm/files/deliverables/cloud-computing-risk-assessment/at_download/fullReport (05.11.2010)

David Burford (2008), “Virtualization Is It Right For You?”, LAD Enterprizes, http://www.ladenterprizes.com/pdf/Virtualization.pdf (15.11.2010)

David Rule, Rogier Dittner (2007), “The Best Damn Server Virtualization Book Period”, Syngress, Burlington

Dell, “A Model Of Virtualization”, Dell, http://www.vmware.com/files/pdf/partners/intel/dell-it-consolidates-vmware-intel-111308-wp.pdf (08.11.2010)

Denise Dubie (2009), “Weighing the pros/cons of desktop virtualization”, NETWORKWORLD, http://www.networkworld.com/news/2009/061809-desktop-virtualization.html?page=2 (06.11.2010)

EMA (2009), “Reducing Operational Expense (OpEx) with Virtualization and Virtual Systems Management”, EMA

EPA (2007-a), ”Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431”, EPA, http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Congress_Final1.pdf (06.11.2010)

_____ (2007-b), “Fact Sheet: Management of Electronic Waste in the United States”, EPA, http://www.epa.gov/epawaste/conserve/materials/ecycling/docs/fact7-08.pdf (06.11.2010)

Erik van der Kouwe (2006), "Virtual Machines: The State of the Art", Vrije Üniversitesi Bitirme Tezi, Amsterdam, http://www.few.vu.nl/~vdkouwe/doc/bsc-thesis-cs-erik-van-der-kouwe.pdf (01.11.2010)

Frank Bunn, Nik Simson, Robert Peglar, Gene Nagle (2004),”Storage Virtualization”,SNIA, http://www.snia.org/education/storage_networking_primer/stor_virt/sniavirt.pdf (04.11.2010)

G. J. Popek, R. P. Goldberg (1974), “Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures”, Communications of the ACM ACM Press, New York, C. 17, S. 7, s. 412-421

Greg Young, Neil MacDonald, John Pescatore (2007), “Limited Choices Are Available for Network Firewalls in Virtualized Servers”, Gartner

Holly Stevens (2008),” Gartner Says Effective Management Can Cut Total Cost of Ownership for Desktop PCs by 42 Per cent ”, Gartner, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=636308 (06.11.2010)

IDC (2008), “IDC On The Cloud”, IDC, http://www.idc.com/research/images/cloudcomputing/CloudComputingSlides.pdf (05.11.2010)

Jed Scaramella (2006), “Worldwide Server Power and Cooling Expense 2006-2010 Forecast”, IDC

Jeff Daniels (2009), “Server virtualization architecture and implementation”, ACM, C. 16, S. 1, s. 8-12

John Hoopes (2008), ”Virtualization for Security”, Syngress, Burlington

Jun Nakajima, Asit K. Mallick (2007), "Hybrid-Virtualization—Enhanced Virtualization for Linux", Ottawa Linux Sembozyumu, http://ols.108.redhat.com/2007/Reprints/nakajima-Reprint.pdf (16.11.2010)

Keith Adams, Ole Agesen (2006), "A Comparison of Software and Hardware Techniques for x86 Virtualization", ASPLOS’06, http://www.vmware.com/pdf/asplos235_adams.pdf (01.11.2010)

Ken Kato,” VMware Backdoor I/O Port”, http://chitchat.at.infoseek.co.jp/vmware/backdoor.html (01.10.2010)

Lance Spitzner (2003), “Honeypots, Definitions and Value of Honeypots”, http://www.tracking-hackers.com/papers/honeypots.html (05.11.2010)

Laurence Goasduff, Christy Pettey (2010),” Gartner Says Worldwide Mobile Device Sales Grew 13.8 Percent in Second Quarter of 2010, But Competition Drove Prices Down”, Gartner, http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1421013 (05.11.2010)

Margaret Lewis (2006), “The Difference Between AMD and Intel Processors”, Slashdot, http://amd.vendors.slashdot.org/article.pl?sid=06/05/15/1750200 (01.11.2010)

Martyn Williams (2009), “Microsoft loses Sidekick users' personal data”, InfoWorld, http://www.infoworld.com/d/cloud-computing/microsoft-loses-sidekick-users-personal-data-427 (05.11.2010)

Melanie Posey (2008), “Virtualization for Small Businesses”, IDC

Melinda Varian (1997), ” VM and the VM Community: Past, Present, and Future”, SHARE 89 Oturum 9059-9061, http://www.princeton.edu/~melinda/25paper.pdf (31.10.2010)

Michael Armbru, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Jose,Randy H. Katz, Andrew Konwin, Gunho Lee, David A. Patters, Ariel Rabkin, Ion Stoica, Matei Zaharia (2009), “Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing” , California Üniversitesi Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü, Berkeley, http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.pdf (05.11.2010)

Michelle Bailey (2009-a), “The Economics of Virtualization: Moving Toward an Application-Based Cost Model”, IDC, http://www.vmware.com/files/pdf/Virtualization-application-based-cost-model-WP-EN.pdf (06.11.2010)

_____ (2009-b), “The Benefits of Data Center Transformation with HP”,IDC, http://h20427.www2.hp.com/campaign/techatwork/au/en/taw09post/pdf/dct/idc_whitepaper_the_benefits_of_data_centre_transformation_with_hp.pdf (05.12.2010)

Microsoft (2009), “Licensing Microsoft Windows Server 2008 to Run with Virtualization Technologies”, Microsoft, http://download.microsoft.com/download/F/C/A/FCAB58A9-CCAD-4E0A-A673-88A5EE74E2CC/Windows_Server_2008_Virtual_Tech-VL_Brief-Jan_09.docx (08.11.2010)

_____, “Gazprom Neft makes use of Microsoft Hyper-V virtualization technology to increase efficiency and reliability of its IT infrastructure ”, Microsoft, http://www.microsoft.com/casestudies/Case_Study_Detail.aspx?casestudyid=4000005350 (08.11.2010)

_____, “KAMU İHALE KURUMU, Hyper-V ile BT İşgücünü Çok Daha Verimli Kullanmaya Başladı”, Microsoft, http://www.microsoft.com.tr/CaseStudies/docs/kamuihale.pdf (08.11.2010)

_____, “Özyeğin Üniversitesi HP ve Microsoft sanallaştırma teknolojileri ile verimliliğini % 80 artırdı”, Microsoft, http://www.microsoft.com.tr/CaseStudies/docs/ozyegin.pdf (08.11.2010)

_____, “TMSF, sanallaştırma teknolojilerini kullanarak maliyetlerini azaltırken, altyapı yönetim verimliliğini de artırdı”,Microsoft, http://www.microsoft.com.tr/CaseStudies/docs/tmsf.pdf (08.11.2010)

N. Chohan, C. Bunch, S. Pang, C. Krintz, N. Mostafa, S. Soman, R. Wolski (2009), “AppScale: Scalable and Open AppEngine Application Development and Deployment”, International Conference on Cloud Computing (CloudComp'09), http://www.cs.ucsb.edu/~ckrintz/papers/cloudcomp09.pdf (05.11.2010)

Natalie Lambert (2008), ” Demystifying Client Virtualization”, FORRESTER, http://www.vmware.com/files/pdf/analysts/Forrester_Demystifying-Client-Virtualization.pdf (06.11.2010)

Neil Rasmussen (2007), “Electrical Efficency Modeling for Data Centers”,APC Versiyon 2, http://www.apcmedia.com/salestools/NRAN-66CK3D_R2_EN.pdf (06.11.2010)

_____ (2010) ,“Cooling Strategies for Ultra-High Density Racks and Blade Servers”, APC, http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TNRK6_R7_EN.pdf (06.11.2010)

Özcan Rıza Yıldız (2009), “Bilişim Dünyasının Yeni Modeli: Bulut Bilişim (Cloud Computing) ve Denetimi”, Sayıştay Dergisi, S. 74-75, s.5-23

Perry L. Hung (2009), "Varmosa: Just-in-time Binary Translation of Operating System Kernels", MIT, http://via.mit.edu/documents/PHung.pdf (01.11.2010)

Peter J. Denning, “Performance Modeling: Experimental Computer Science As Its Best”, 1981, s. 4, http://cs.gmu.edu/cne/pjd/PUBS/ecs.pdf (05.12.2010)

Peter Mell, Tim Grance (2009), “The NIST Definition of Cloud Computing”, NIST, Versiyon 15, http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-def-v15.doc (05.11.2010)

Prism Microsystems (2010), “2010 State of Virtualization Security Survey”, Prism Microsystems, http://www.prismmicrosys.com/documents/VirtualizationSecuritySurvey2010.pdf (07.11.2010)

Richard Fichera (2006),” Power And Cooling Heat Up The Data Center”, Forrester Reasearch

Richard Talaber (2009),” Using Virtualization to Improve Data Center Efficiency”, The Green Grid

Robert R. Harmon, Nora Auseklis (2009), “Sustainable IT Services: Assessing the Impact of Green Computing Practices”, PICMET 2009, s. 1707-1717

Robert Socolow, Roberta Hotinski, Jeffery B.Greenblatt, Stephen Pacala (2004), “Solving The Climate Problem”,Environment, C. 46, S. 10, s. 8 -19, http://www.princeton.edu/mae/people/faculty/socolow/ENVIRONMENTDec2004issue.pdf (06.11.2010)

Sami Sözüer, Hakan Kutucu (2007), "Bilgisayar Laboratuvarında İnce İstemci Mimarisi ile Paralel Küme Oluşturulması", Akademik Bilişim Konferansı 2007, http://ab.org.tr/ab07/bildiri/172.doc (26.11.2010)

Silicon Valley Toxics Collation, Californians Against Waste, Materials of the Future (2004), “Poison PCs and Toxic TVs”, Silicon Valley Toxics Collation, Californians Against Waste, Materials of the Future, http://www.svtc.org/site/DocServer/ppcttv2004.pdf (06.11.2010)

Simson L. Garfinkel (2007), “An Evaluation of Amazon’s Grid Computing Services: EC2, S3 and SQS”, Tech. Rep. TR-08-07, Harvard Üniversitesi, http://simson.net/clips/academic/2007.Harvard.S3.pdf (05.11.2010)

Symantec (2009), “Disaster Recovery- Global Data”, Symantec, http://www.symantec.com/content/en/us/about/media/2009_disaster_report.pdf (05.11.2010)

T.C. Başbakanlık Basın-Yayın ve Enformasyon Genel Müdürlüğü (BYEGM) (2003), “ANADOLU'YA HABERLER”, BYEGM , http://www.byegm.gov.tr/yayinlarimiz/anadoluyahaberler-yeni/kaldir/2003/eylul/ah_19_09-03.htm (05.11.2010)

Tal Garfinkel, Mendel Rosenblum (2005), “When virtual is harder than real: Security challenges in virtual machine based computing environments” , Proceedings of the 10th conference on Hot Topics in Operating Systems HOTOS'05, http://www.stanford.edu/~talg/papers/HOTOS05/virtual-harder-hotos05.pdf (07.11.2010)

Tavis Ormandy , “An Empirical Study into the Security Exposure to Hosts of Hostile Virtualized Environments”, http://taviso.decsystem.org/virtsec.pdf (07.11.2010)

TBD (2010), “Sanallaştırma”, TBD, http://www.kamu-bib.org/rapor/RP1-2010.pdf (04.11.2010)

The Strategic Councel (2007), “Global Server Virtualization Survey Summary Report”, The Strategic Councel, http://www.ca.com/files/supportingpieces/consolidatedreport52607v1.pdf (07.11.2010)

Timothy Prickett Morgan (2008), “Virtualization and HPC - Will they ever marry?”, The Register, http://www.theregister.co.uk/2008/11/21/virtualization_and_hpc/page2.html (04.11.2010)

UNEP (2009), “RECYCLING – FROM E-WASTE TO RESOURCES”, UNEP, http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf (06.11.2010)

VMware (2007), “Understanding Full Virtualization, Paravirtualization, and Hardware Assist”, VMware, http://www.vmware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf (01.11.2010)

_____, “VMware makes HP’s global IT consolidation a reality”, VMware, http://www.vmware.com/files/pdf/customers/07Q2_cs_vmw_HP_English.pdf (08.11.2010)

_____, “Erikli kesintisiz hizmeti VMware’in kesintisiz teknolojileriyle sağlıyor”, VMware, http://www.vmware.com/files/pdf/customers/emea_09Q2_tr_cs_Erikli_Turkish.pdf (08.11.2010)

_____, “Eskişehir Anadolu Üniversitesi, VMware Sanallaştırma çözümü ile 120 sanal makineyi, 8 sunucu ile yönetiyor, elektrik maliyetini yüzde 40 düşürüyor...”, VMware, http://www.vmware.com/files/pdf/customers/emea_09Q1_tr_cs_vmw_Eskiehir_Anadolu_University_Turkish.pdf (08.11.2010)

_____, “SGK’nın sistem odalarında iş sürekliliğini Sanallaştırma ile sağlanıyor”, VMware, http://www.vmware.com/files/pdf/customers/emea_09Q4_tk_cs_Sosyal_Guevenlik_Kurumu_TK.pdf (08.11.2010)

_____, “VMware ile 600 adet fiziksel sunucu 33 sunucu üzerinde sanallaştırıldı.”, VMware, http://www.vmware.com/files/pdf/customers/emea_09Q2_tr_cs_YapiKrediBank_Turkish.pdf (08.11.2010)

_____, “VMware ile müşteri sayısını ve memnuniyetini artırırken maliyetlerini yüzde 30 azalttı.”, VMware,

http://www.vmware.com/files/pdf/customers/emea_09Q1_tr_cs_vmw_Natro_Cizgi_Turkish.pdf (08.11.2010)

William Forrest, James. M. Kaplan, Noah. Kindler (2008), “Data Centers: How to Cut Carbon Emissions and Costs” The McKinsey Quarterly, S.14, s.4-13, http://www.mckinsey.com/clientservice/sustainability/pdf/Data_Centers.pdf (11.11.2010)

Yakup Korkmaz (2010), ” Bulut Bilişim Risk Değerlendirmesi - I”, TÜBİTAK - UEKAE, http://www.bilgiguvenligi.gov.tr/guvenlik-teknolojileri/bulut-bilisim-risk-degerlendirmesi-i.html (05.11.2010)

Yavuz Gökırmak, Emre Yüce, Onur Bektaş, Murat Soysal, Serkan Orcan (2009), “IPv6 Balküpü Tasarımı”, EMO Elektrik-Elektronik, Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Kongresi, ODTÜ Ankara, http://www.ipv6.net.tr/docs/IPv6_Balkupu_Tasarimi_makale.pdf (05.11.2010)

http://www.spec.org/power_ssj2008/results/res2009q2/power_ssj2008-20090325-00138.html (06.11.2010)

http://www.greenpeace.org/international/campaigns/toxics/electronics/the-e-waste-problem/ (06.11.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/Blade_server (06.11.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/Blue_Pill_%28malware%29 (07.11.2010)

http://www.spec.org/power_ssj2008/results/res2009q2/power_ssj2008-20090330-00142.html (06.11.2010)

http://dmtf.org/news/pr/2010/8/dmtf%E2%80%99s-open-virtualization-format-achieves-ansi-adoption (07.11.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/Live_migration (05.11.2010)

http://software.intel.com/en-us/articles/best-practices-for-paravirtualization-enhancements-from-intel-virtualization-technology-ept-and-vt-d/ (01.11.2010)

http://arstechnica.com/hardware/news/2008/08/virtualization-guide-1.ars/2 (01.11.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/Cray_Time_Sharing_System (31.10.2010)

http://arstechnica.com/hardware/news/2008/08/virtualization-guide-1.ars (31.10.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/Atlas_Computer_%28Manchester%29 (31.10.2010)

http://tr.wikipedia.org/wiki/Komut_k%C3%BCmesi (31.10.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/Ring_%28computer_security%29 (01.11.2010)

http://arstechnica.com/hardware/news/2008/12/virtualization-guide-2.ars/2 (01.11.2010)

http://arstechnica.com/hardware/news/2008/12/virtualization-guide-2.ars/ (01.11.2010)

http://www.google.com/archivesearch?as_user_ldate=1960&as_user_hdate=2010&q=virtualization&scoring=t&q=virtualization&lnav=od&btnG=Go (31.10.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/X86_virtualization#Intel_Virtualization_Technology_for_x86_.28Intel_VT- (01.11.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/Application_virtualization (02.11.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/Emulator (02.11.2010)

http://mobodojo.com/2008/07/21/windows-31-in-dosbox-on-nokia-n810/ (02.11.2010)

http://img295.imageshack.us/img295/3401/tsuu4.jpg (02.11.2010)

http://blog.csirt.ulakbim.gov.tr/?p=48 (02.11.2010)

http://www.intel.com/technology/itj/2006/v10i3/2-io/3-vmm-software-architecture.htm (20.11.2010)

http://tr.wikipedia.org/wiki/Virtual_Private_Network (04.11.2010)

http://www.symantec.com/about/news/release/article.jsp?prid=20090630_01 (05.11.2010)

http://searchyourwebhost.com/web-hosting/articles/virtualization-vps-server-handbook-chapter-2 (05.11.2010)

http://www.cio-weblog.com/50226711/appengine_outage.php (05.11.2010)

http://news.cnet.com/8301-1001_3-10246338-92.html (05.11.2010)

http://www.vmware.com/company/news/releases/mvp.html (05.11.2010)

http://status.aws.amazon.com/s3-20080720.html (05.11.2010)

http://www.microsoft.com/turkiye/technet/security/bulletin/2007/ms07-049.mspx (07.11.2010)

http://www.theregister.co.uk/2009/06/08/webhost_attack/ (07.11.2010)

http://www.microsoft.com/turkiye/technet/security/bulletin/2009/MS09-033.mspx (07.11.2010)

http://web.nvd.nist.gov/view/vuln/detail?vulnId=CVE-2007-4496 (07.11.2010)

http://web.nvd.nist.gov/view/vuln/detail?vulnId=CVE-2008-4916 (07.11.2010)

http://web.nvd.nist.gov/view/vuln/detail?vulnId=CVE-2009-1244 (07.11.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/Gazprom (08.11.2010)

http://www.microsoft.com/windowsserver2008/en/us/pricing.aspx (08.11.2010)

http://www.novell.com/products/server/policy.html (08.11.2010)

http://www.redhat.com/rhel/purchasing_guide.html (08.11.2010)

http://www.oracle.com/us/corporate/pricing/technology-price-list-070617.pdf (08.11.2010)

http://www.oracle.com/us/corporate/pricing/partitioning-070609.pdf (08.11.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_System/360#Backward_compatibility (22.11.2010)

ÖZET

Sanallaştırma teknolojisi, özellikle 1995 yılından sonra bilişim sektöründe sıkça kullanılan kavramlardan biri haline gelmiştir. Aynı hesaplama gücünü daha az donanım kaynağı ile sağlamayı vadeden sanallaştırma teknolojisi, özellikle 2001 yılında yaşanan ekonomik durgunluk sonrasında, daha az bütçe ile bilgi işlem servislerinin sürdürülmesine olanak veren bir çözüm olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada, öncelikle sanallaştırma teknolojilerinin çalışma prensipleri, sanallaştırma türleri ve bu teknolojilerin uygulama alanları genel olarak incelenmiştir. Daha sonra sanallaştırma teknolojilerinin bilişim sektörüne sağladığı faydalar ve bu teknolojilerin üretken olarak kullanılabilmesi için dikkat edilmesi gereken hususlar detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca Türkiye'de ve Dünya'da bu teknolojileri etkin olarak kullanan firmaların uygulamaları incelenmiştir. Bu tavsiyelerin ve yapılan literatür taramasının sonucunda elde edilen bilgiler ışında, sanallaştırma teknolojilerine göç öncesi planlama aşaması ve göç sonrası uygulama aşaması için önerilerde bulunulmuştur. Sonuç olarak ihtiyaçların, toplam sahip olma maliyetlerinin ve elde edilecek kazanımların doğru tespit edilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sanallaştırma Teknolojileri, Sanallaştırma, Sanal Makine

ABSTRACT

Virtualization technology has become one of the common used concepts in IT industry especially after 1995. Virtualization technology which is promising to provide same computing power with less hardware resources was evaluated as a solution that ensures IT services to be maintained with less budget, especially after the economic recession in 2001.

In this study, initially, principles of virtualization technologies, virtualization types and application areas of these technologies are examined in general. Then benefits of virtualization technologies to IT industry and issues that should be considered in order to use these technologies in a productive way, examined in detail. Moreover implementations of companies that are using these technologies efficiently in Turkey and World are analyzed. In the guidance of these recommendations and informations gained by literature survey, suggestions have been made for both pre-immigration planning and post-immigration usage phases of virtualization technologies. As a result, cruciality of precisely determining requirement, total cost of ownership and acquirements to be gained has been emphasized.

Key Words: Virtualization Technologies, Virtualization, Virtual Machine

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Ankara'da doğan Fatih Öztürk ilköğrenimini Danışment Çiçekli İlköğretim Okulu'nda, ortaöğrenimini İncirli Lisesi'nde tamamladı. 1997-2002 yılları arasında Boğaziçi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü'nde lisans eğitimi aldı. 2002-2006 yılları arasında çeşitli eğitim kurumlarında matematik öğretmenliği yaparken Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde tezsiz yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2006 yılında Gümrük Müsteşarlığı Habur Sınır Kapısı'na Muayene Memuru olarak atandı. 2007 yılının Ağustos ayında Radyo ve Televizyon Üst Kurulu'nda Üst Kurul Uzman Yardımcısı olarak mevcut görevine başladı. Fatih Öztürk, evlidir ve iyi derecede ingilizce bilmektedir.