

Halk ve Özel Bulut Yapılarında Karşılaştırmalı Performans Ölçümleri

Hakan Aydın, Oumout Chouseinoglou

Özetçe— Bulut bilişim teknolojisinin hızla yaygınlaşmaya başlaması, bu sistemlerin performansları konusunda çalışmaların yapılması sonucunu doğal olarak ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, Halk Bulut bilişimi farklı nedenlerden dolayı kullanmaktan çekinen kuruluşlara Özel Bulut yapıları bir alternatif olarak sunulmakta ve Özel Bulut Bilişim ile Halk Bulut Bilişim performansı karşılaştırmalı kıyaslama işlemi ile değerlendirilmektedir. Bunlara ek olarak gerçek bir organizasyon ortamında fiziksel sistemlerle, Özel Bulut Bilişim performans değerleri de bu çalışmada incelenmektedir.

Anahtar Kelimeler— Bulut Bilişim, Özel Bulut, Karşılaştırmalı Sınama, Sanallaştırma

Abstract— The rapid spread of cloud computing has resulted in the need of conducting benchmarking studies, particularly in performance related issues. In this study, Private Cloud Computing is proposed as an alternative for organizations which are not willing or are precluded to adopt Public Cloud Computing for numerous reasons and the performances of several Private and Public Cloud configurations are assessed with the use of benchmarking tests. Additionally, the performance capabilities of physical systems and Private Cloud Computing are compared in an actual organizational environment.

Index Terms—Cloud Computing, Private Cloud Computing, Benchmarking, Virtualization

I. GİRİŞ

Ekonomik krizlerin dolaylı bir sonucu olarak kurumlarda az, ancak etkili kaynak kullanımı önem kazanmış ve tüm iş gruplarının kendi içlerinde yeniden yapılanması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bilişim sektörü küresel düzeyde bu ihtiyaca ilk tepkiyi 2000 yılların sonlarına doğru [1], fiziksel sistemlerinin sanal ortamlara taşınması ve bir fiziksel sistemin üzerinde birçok sanal sistem kullanılması ile göstermiştir. Bu çözüm, gerek elektrik harcamalarında, gerekse işgücü ve donanım boyutlarında kurumların maliyet kalemlerinde tasarruf etmesini sağlamıştır [1].

Bulut bilişim, minimal yönetim, iş gücü ve hizmet sağlayıcı etkileşimi ile uygun veya talep edilen bir ağ erişimi üzerinden hızla sağlanan ve uygulamaya geçen ortak bir havuzdaki yapılandırılabilir bilgisayar kaynaklarının olduğu

bir hizmet modeli olarak tanımlanmakta [2] ve dört farklı dağıtım modeli ile açıklanmaktadır:

1-*Özel (yerel) bulut*, sadece bir organizasyon için işletilip, bir kuruluş ya da bir üçüncü şahıs tarafından yönetilmektedir.

2-*Topluluk bulut*, altyapının birçok organizasyon tarafından paylaşıldığı ve güvenlik gereksinimleri, kurallar, hedefler vb. ortak endişelerin özel bir topluluk tarafından desteklenmesidir.

3-*Halk (genel) bulut*, kişiler veya büyük sanayi şirketlerine açık olup, bir kurum tarafından hizmet ticareti yapılmaktadır.

4-*Melez bulut*, yukarıda bahsedilmekte olan iki veya daha fazla dağıtım alt yapısının beraber kullanılmasıdır.

Bulut bilişimin temel karakteristikleri; talebe göre kullanılması, müşterilerin kendi kendine bulut bilişim hizmeti kullanması, geniş ağ erişimine ve kaynak havuzuna göre esneklik hızına sahip olması ve son olarak ölçülenebilir bir hizmet olmasıdır. Hizmet olarak yazılım (SaaS), bir hizmet olarak platform (PaaS) ve bir hizmet olarak altyapı (IaaS) olmak üzere üç temel hizmet sunum modeli bulunmaktadır. Bu çalışmada yapılan performans testlerinde IaaS üzerine odaklanmış olup, bu hizmet modeli göz önüne alınarak sonuçlar elde edilmiştir.

Günümüzde bulut bilişim, donanım, depolama ve sunucu kaynaklarının internet üzerinden yönetilmesini sağlamak amaçlı yaygınlaşmaktadır. Halk ve topluluk bulut dağıtım modellerine göre bir ücret ödenmesi, devamlı kullanım masraflarının olması, kurumların özel ve gizli şirket bilgilerini kurum dışı sunucularda tutmak istememeleri ve en önemlisi performans açısından yeterli seviyede olup olmadıkları konusundaki endişeler, kurumların bu teknolojiye geçmeden önce onu çok boyutlu değerlendirme yapması gerekliliğini ortaya koymaktadır [3].

Bu çalışma iki temel kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, önde gelen halk bulut bilişim hizmeti sağlayıcılarından Amazon EC2, Flexiscale ve Rackspace platformlarında 2011 yılında yapılmış olan performans değerlendirmelerinin sonuçlarıyla, bu çalışma kapsamında bir kurum için kurulmuş olan özel bulut platformunda, aynı test araçlarıyla yapılmış performans testlerinin sonuçları kıyaslanmıştır. Özel bulut alt yapısı oluşturularak, halk bulut performansıyla özel bulutun performans değerlendirilmesi Phoronix test [4] süiti kullanılarak yapılmış, sonuçlar üstünden çıkarımlarda bulunulmuştur. Çalışmanın ikinci kısmında, özel sektörde faaliyet gösteren bir bilgi teknolojileri kurumuna ait iki adet fiziksel sunucu (e-posta ve etki alanı sunucuları) VMware Converter programı ile bire bir olarak sanallaştırılmış ve Passmark v7 performans ölçüm programı ile fiziksel sunucular ile performansları sınanmıştır. Gerek özel bulut yapısında çalışmakta olan

H. Aydın, Uluslararası bir enerji şirketinde Bilgi Teknolojileri Md.Yrd. olarak çalışmakta ve Başkent Üniversitesi, Bilgi Teknolojileri ve Sistem Yönetimi programında yüksek lisans çalışmalarına devam etmektedir (Tel: +90 312 291 7500; e-posta: hakan.aydin@kinesisenjeri.com).

O. Chouseinoglou, İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri, Başkent Üniversitesi (e-posta: umuth@baskent.edu.tr)

sunucular, gerekse fiziksel sunucuların merkezi işlemci birimi (MİB) ve disk performansı testleri yapılmıştır. Tüm bu performans testlerinin sonuçları kaydedilmiş ve yorumlanmıştır.

Bu bildirin ikinci bölümünde bulut ve sanal sistemler üstünde yapılmış benzer performans ölçüm çalışmaları sunulmaktadır. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan test yazılımları ve donanımlar kısaca tanıtılmaktadır. Dördüncü bölümde gerçekleştirilen testler ve sonuçları verilmektedir. Son bölümde elde edilmiş sonuçlar doğrultusunda planlanan sonraki dönem çalışmaları kısaca gözden geçirilmektedir.

II. LİTERATÜR

Iosup vd. [5] bilimsel çalışmalar için kullanılan sistemler ile süper bilgisayarlara göre daha ucuz, dağıtım sistemlere göre de daha güvenilir olan bulut bilişim hizmetini araştırmak için IaaS hizmeti sunan farklı kurumlarda bulut bilişim sistemlerinin performans testlerini yapmışlardır. Çok Amaçlı İşlemler (ÇAİ) olarak tanımladıkları yöntemde, buluta ait çeşitli sistemler üzerinde ÇAİ gerçekleştirerek, elde ettikleri sonuçlar üzerinde çıkarımda bulunmuşlardır. Tüm testlerin sonunda mevcut bulut bilişim hizmetinin, ÇAİ merkezli bilimsel çalışmalar için ihtiyaç duyulan bilişim hizmetlerinin karakteristik özelliklerine benzemediği ve performansının yeterli düzeyde olmadığını belirtmişlerdir.

Cloud Analyst yazılımı ile yapılan kıyaslama testlerinden elde edilen verilerin çevrimsel sıralı bir algoritma ile analizi [6]'da verilmekte, mesafe, yazılım, donanım ve kullanıcı sayısının bulut bilişimde bulunan sunucuların performansı ile doğrudan ilişkili olduğu ve sabit bir performansın elde edilemediğini ortaya konmaktadır. Steinmetz vd. [7] aynı özelliklere sahip donanımlara Eucalyptus ve OpenStack yazılımlarının kurulumlarını yaparak, özel bulut performans testini gerçekleştirmişlerdir. Test aracı olarak Byte UNIX kullanılan bu çalışmada, Eucalyptus'un, Open Stack'a kıyasla daha yüksek performansla sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ek olarak yazarlar, bulut bilişim ile yönetim sisteminin aynı donanım üzerinde olması nedeniyle kaynak kullanımında sorunlar yaşandığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucu olarak, iki bulut yazılımının test edilmesi ve arada performans farklarının görülmesi, özel bulut bilişimde donanım kadar yazılımın da önemli olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır.

Yüksek performanslı dağıtım bilişim ve bulut bilişim sistemlerinin kıyaslaması ve bilimsel çalışmalar açısından performans değerlendirmesi Vecchiola vd. tarafından [8]'de verilmektedir. Çalışmalarında yazılım yükleme süresi, veri transfer süreleri vb. testler sonucunda, Amazon EC2'nin performansının, Grid 5000 dağıtım sistemine göre daha düşük olduğu sonucuna varmışlar, dolayısıyla şu anda bilimsel çalışmalar için yüksek performanslı bulut bilişim hizmetinin yeterli düzeyde olmadığını ortaya koymuşlardır. Gillam vd. [9] , Amazon EC2, Rackspace, IBM ve Openstack bulut bilişim hizmetlerini çeşitli düzeylerde LINPACK, MPPTTEST ve Bzip2 gibi farklı performans test programları kullanarak kıyaslamışlardır. Genel olarak her bulut bilişim servis sağlayıcının farklı testlerde farklı tepkiler verdiği görülmüş, bunların içerisinde Rackspace en iyi performans değerine sahip olmuştur.

En yaygın kullanılmakta olan bulut bilişim hizmet sağlayıcıları olan Amazon, Rackspace ve Flexiscale

şirketlerinin halk bulut bilişim performans testlerini Lenk vd. tarafından [10]'da yapılmıştır. Burada aynı özelliklere sahip, Ubuntu 32 bit ve 64 bit sunucular üzerinde Phoronix süiti kullanılmıştır. Yazarlar sonuçları değerlendirerek, bulut bilişim hizmet sağlayıcıların genel hizmet performansında değişiklikler nedeniyle fiyat/performans karşılaştırmasında istenilen sonuca ulaşamadıklarını belirtmişlerdir.

III. TESTLER VE KONFIGÜRASYONLAR

Lenk vd. [10] bulut bilişimin performans ve ücret karşılaştırmasını yapabilmek için, önde gelen bulut bilişim sağlayıcılarını ve uygun performans kıyaslama programlarını belirleyip, çeşitli konfigürasyonlardaki Linux sunucuların performans testlerini yapmışlar, bulut sağlayıcıları fiyat ve performans olarak değerlendirmişlerdir. İş süreçlerinin doğruluğu, önde gelen halk bulut platformları üzerinde çalışmış olmaları ve kullanmış oldukları testlerin bilimsel çalışmalarda kullanılmış olmasından dolayı Lenk vd.'nin [10] yaklaşımları bu çalışmanın birinci kısmındaki karşılaştırmalı sınımadaki kullanılmak için tercih edilmiş ve paralel olarak özel bulutta tekrarlanmıştır.

Özel bulut ile halk bulut karşılaştırmalı sınamasında, farklı akademik çalışmalarda [11] [12] kullanılan, Linux tabanlı bir karşılaştırmalı kıyaslama programı olan Phoronix test [4] süitinin 2.6.1 sürümü kullanılmıştır. Diğer yandan, özel bulut bilişim ile fiziksel sunucuların karşılaştırmalı sınama işlemi için, VMware özel bulut performans testlerinde ve benzer akademik çalışmalarda [13] [14] kullanılan Passmark performans testi [15] kullanılmıştır.

Çalışmanın birinci aşaması olan, halk bulut IaaS hizmeti ile özel bulut karşılaştırmalı sınama işlemi yapabilmek için Intel i7 alt yapısına sahip sunucu ile Intel Xeon işlemci kullanan iki profesyonel donanım kullanılmıştır. VMware Vsphere 5.0 ESXi yazılımı ana bilgisayar üzerine, bir adet 32 bit Ubuntu 10.04, 2GB bellek, 1 çekirdek ve 1 sanal çekirdek işlemciye sahip, Lenk vd. [10] yaptığı testler için kurdukları sunucu konfigürasyonlarının benzeri olan bir Linux dağıtım kurulumu. i7-2700K, 3.5GHz işlemcili ESXi ana bilgisayarının disk yapısı SATA ve RAID 0 iken Xeon E5420, 2.50 GHz işlemcili ESXi ana bilgisayarının üzerinde bulunduğu sunucu SCSI ve RAID 5 disk alt yapısına sahiptir.

Lenk vd.'nin [10] ileri düzey olarak belirttikleri sistem değerlerini karşılaştırmak amacıyla, karşılaştırmalı sınama yapılan VMware i7 işlemcili sunucuda bulunan Vsphere 5.0 ESXi ana bilgisayarının üzerine, 8 GB bellek, 4 çekirdek ve 2 sanal çekirdek donanıma sahip Ubuntu 64 bit 10.04 sunucu kurulmuştur. Xeon E5420, 2.50 GHz işlemcili sunucuya da aynı işletim sistemi kurulmuştur. Tüm sunuculara Phoronix test süiti 2.6.1 yüklenmiştir. Buradaki donanım özellikleri ve yazılım sürümleri kıyaslama yapılacak olan halk bulut değerleriyle aynıdır. Özel buluta ait sunucu konfigürasyonunun, esas alınan çalışmanın [10] tarihine yakın olmasına dikkat edilmiştir. Xeon işlemcili özel bulut alt yapısı kurulurken, çalışmanın tarihinin 2011 olması nedeniyle, 2010 yılında satın alınmış bir sunucu kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci kısmında, fiziksel olarak çalışan Intel Xeon E5345, 2.33 GHz, işlemcili, 8 GB belleğe sahip 64-bit Windows Server 2003 R2, *etki alanı sunucusu*, VMware

Vsphere 5.1 ESXi ana bilgisayarının üzerine, Vmware Vconverter programı ile sanal sunucuya çevrilmiştir. Aynı şekilde, fiziksel donanım üzerinde Intel Xeon E5345, 2.33 GHz işlemcili, 8 GB bellek, 64 bit Windows Server 2003 R2 *e-posta sunucusu*, Vmware Vconverter programı vasıtasıyla Xeon E5420, 2.50 GHz işlemcili Vmware vSphere, ESXi 5.1 yazılımına sahip ana bilgisayar üzerine sanallaştırılmıştır. Sanallaştırma işlemlerinin bire bir çeviri işlemi olması nedeniyle, sanal sunucular, fiziksel sunucular ile aynı özelliklere sahiptir. Sanallaştırma sırasında her iki özel bulut sistemin tüm ayarları aynı şekilde dönüştürülmüş, bellek yapısı ve disk boyutu gibi karşılaştırmalı sına sonuçlarını etkileyecek herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Yapılan testte özel bulut ana bilgisayarının işlemcisi Xeon E5420, 2.50 GHz iken, fiziksel sunucuların işlemcisi Intel Xeon E5345, 2.33 GHz'dir.

İkinci çalışmada fiziksel olarak çalışmakta olan e-posta ve etki alanı sunucularının donanımları Intel Xeon E5345, 2,33GHz işlemcili, 8GB bellek ve 273 GB'lık RAID5 yapısında bir sabit disk. İşletim sistemi Windows Server 2003 R2, SP2'dir. Özel bulut platformunda, Intel Xeon E5420, 2.5GHz özellikli ve RAID 5 disk yapısına sahip donanımın üzerinde Vmware 5.1 ESXi ana sunucu kurulmuştur. Ana sunucu üzerine ayrı ayrı 8GB bellek ve 273 GB sanal hard diske sahip e-posta ve etki alanı sunucuları, fiziksel sunucularla aynı özelliklere sahiptirler.

IV. TEST SONUÇLARI

A. Değerlendirmenin Yapılması

Karşılaştırmalı kıyaslama sonuçlarının değerlendirilmesi yapılırken halk bulut sonuçlarının listesi Lenk vd.'nin [10] çalışmalarında kullandıkları tablolama biçimi kullanılarak tablo haline getirilmiştir. Yüzdesele olarak performans farklarının değerlendirilmesi için, halk bulut karşılaştırmalı kıyaslama değerinin en iyisi olan değer ile bu çalışmadaki özel bulutta elde edilen en iyi değer yüzde farkı alınarak hesaplanmıştır. Tablo 1'de testlerde kullanılan ölçü birimleri, açıklamaları ve yorumlama yöntemi verilmiştir. Phoronix test süitinde bulunan OFMM testi tüm karşılaştırmalı sınamalarda, Crafty testi de 32 bitlik sunucularda yapılan karşılaştırmalı sınamalarda kullanılmamıştır.

B. Başlangıç Düzey 32 Bit Ubuntu Karşılaştırmalı Sınaması

Xeon İşlemcili Sunucu

Lenk vd. [10] Phoronix testlerini Amazon'da 462, Flexiscale'de ise 49 defa çalıştırmışlardır. Çalışmamız kapsamında kurulan özel bulutta, tüm testler 50 defa çalıştırılarak sonuçlar elde edilmiştir. Xeon işlemcili 32 bit Ubuntu sunucu özel bulut test sonuçları Tablo 2'de verilmektedir. Özel bulut ve halk bulut testlerinin karşılaştırmalı sına sonuçları incelendiğinde John-the-ripper %16,42 ile ve OpenSSL ise %12,81 değerleriyle, halk bulutun performansının özel buluta göre daha iyi olduğu görülmektedir. Şekil 1 (a)'da yüzde miktarları verilen diğer 7 testte ise farklı oranlarda özel bulutun performansı daha iyidir. Genel olarak bakıldığında özel bulutun, halk buluta göre performansının daha iyi olduğu sonucuna varabiliriz.

Özel bulut test sonuçlarındaki standart sapma değerleri, genel olarak halk buluta göre daha düşüktür (Opstone-Svd testi dışında). Standart sapmanın az olması, değerlerin kararlı olduğunu göstermektedir.

TABLO 1. PHORONIX KARŞILAŞTIRMALI SINAMA PARAMETRELERİ

Test	Kısa İsim	Açıklama	Ölçü Birimi	Küçük İyidir (Kİ)/ Büyük İyidir (Bİ)
Crafty	PT1	Açık kaynak kodlu satranç motoru performans testi	Saniye	Kİ
Dcraw	PT2	RAW'dan PPM'ye Dönüştürme	Saniye	Kİ
Espeak	PT3	eSpeak Konuşma Sentezleyicisi	Saniye	Kİ
Hmmer	PT4	Zaman ayarlı HMMER Arama	Saniye	Kİ
John-the-ripper	PT5	John the Ripper - Blowfish şifreleme	Saniyedeki kombinasyon	Bİ
OpenSSL	PT6	OpenSSL RSA 4096-bit Şifreleme	(Kullanıcı adı/Şifre) Saniyedeki sinyal miktarı	Bİ
Opstone-SVD	PT7	Opstone Tekil Değer Ayırışımı	Mflops	Bİ
Opstone-SVSP	PT8	Opstone Seyrek-Vektör Ölçekleme Ürünü	Mflops	Bİ
Opstone-VSP	PT9	Opstone Vektör Skaler Ürün	Gflops	Bİ
Sudokut	PT10	Sudoku Çözücü	Saniye	Kİ

TABLO 2. XEON İŞLEMCLİ ÖZEL BULUT BİLİŞİM, 2 GB BELLEK, 1 ÇEKİRDEK, 1 SANAL ÇEKİRDEK, TEST SAYISI: 50

Test	Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Yüksek	En Düşük
Dcraw	46,67	46,13	1,58	51,08	45,09
Espeak	100,43	100,32	0,36	102,08	100,07
Hmmer	145,54	145,47	0,31	147,33	145,24
John-the-ripper	415,12	418,00	14,30	419,00	317,00
OpenSSL	14,68	14,65	0,14	14,90	14,50
Opstone-SVD	372,14	411,50	66,86	430,00	244,00
Opstone-SVSP	379,24	378,50	10,18	405,00	362,00
Opstone-VSP	2,75	2,75	0,05	2,83	2,61
Sudokut	51,57	51,26	0,51	52,73	51,08

i7 İşlemcili Sunucu

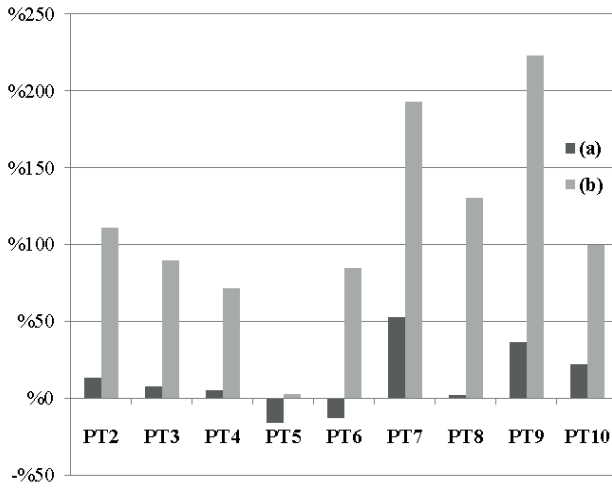
Intel i7 işlemcili 32 bit Ubuntu sunucu özel bulut test sonuçları Tablo 3'te verilmektedir. Burada elde edilen kıyaslamalı sına sonuçlarının, Xeon işlemcili halk buluta göre çok farklı olduğu görülmektedir. Şekil 1 (b)'de görüldüğü üzere %2,73 oranında daha iyi performans gösteren John-the-ripper testi dışında diğer tüm testlerde özel bulut performansının çok yukarılarda olduğu görülmektedir. Opstone-Vsp testinde, %223'lük yüksek bir değerle karşılaşılmıştır. Bu farklı sonuçlara verilebilecek bir açıklama, Xeon işlemci hızının 2.5GHz, i7 işlemcinin yeni nesil ve hızının ise 3.5 GHz olmasıdır. Standart sapma değerleri bu kıyaslamalı sına sonuçlarında da çok düşüktür. Dolayısıyla, performans açısından özel bulutun, halk buluta göre daha istikrarlı çalıştığı yorumu yapılabilir.

TABLO 3. INTEL İ7 İŞLEMCİLİ ÖZEL BULUT BİLİŞİM, 2 GB BELLEK, 1 ÇEKİRDEK, 1 SANAL ÇEKİRDEK TEST SAYISI: 50

Test	Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Yüksek	En Düşük
Dcrw	24,34	24,29	0,09	25,51	24,15
Espeak	57,24	57,20	0,06	57,74	57,04
Hmmer	89,31	89,29	0,27	90,28	89,13
John-the-ripper	513,76	515,00	1,69	515,00	496,00
OpenSSL	30,45	30,40	1,42	30,70	29,50
Opstone-SVD	821,48	823,50	2,91	828,00	773,00
Opstone-SVSP	883,32	880,50	2,91	918,00	844,00
Opstone-VSP	6,13	6,14	0,05	6,17	6,07
Sudoku	31,21	31,20	0,07	31,50	31,13

TABLO4. XEON İŞLEMCİLİ ÖZEL BULUT BİLİŞİM, 8 GB BELLEK, 4 ÇEKİRDEK, X2 SANAL ÇEKİRDEK, TEST SAYISI: 50

Test	Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Yüksek	En Düşük
Crafty	147,56	147,06	1,37	150,91	145,67
Dcrw	36,65	36,66	0,35	37,59	36,03
Espeak	67,50	67,46	0,14	67,88	67,31
Hmmer	78,84	78,77	0,21	79,40	78,54
John-the-ripper	10669,20	10697,00	69,05	10717,00	10346,00
OpenSSL	251,73	270,50	37,40	279,30	155,60
Opstone-SVD	532,14	533,50	6,61	537,00	494,00
Opstone-SVSP	481,96	481,50	6,73	494,00	456,00
Opstone-VSP	2,87	2,88	0,04	2,92	2,66
Sudoku	38,58	38,55	0,23	39,26	37,95



Şekil 1. Başlangıç Düzeyi Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzde Değerleri: (a) Xeon İşlemcili Sunucu (b) Intel i7 İşlemcili Sunucu

C. İleri Düzey 64 bit Ubuntu Karşılaştırmalı Sınaması

Xeon İşlemcili Sunucu

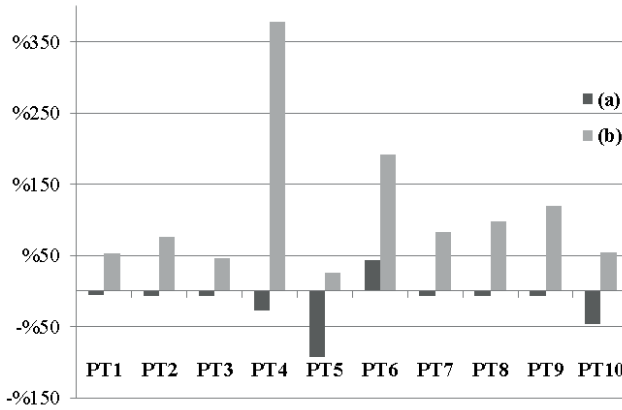
Lenk vd. [10] 64 bit ileri düzey halk bulutu üzerinde yaptıkları Phoronix testlerini Amazon üzerinde 182, Flexiscale üzerinde 29, Rackspace üzerinde ise 34 kez çalıştırmışlardır. Bu çalışmada ise, 32 bit testlerinde olduğu gibi, Phoronix testleri 50 defa çalıştırarak sonuçlar elde edilmiştir. Performansların daha yüksek olduğu ileri düzey halk bulut ile özel bulut sunucuların karşılaştırmalı sınama değerleri bu bölümde incelenmektedir. Xeon işlemcili 64 bit Ubuntu sunucu özel bulut test sonuçları Tablo 4'te verilmektedir. Şekil 2 (a)'da görüldüğü üzere, toplam 10 testin 9'unda özel bulut performansının daha düşük olduğu, kalan bir test olan OpenSSL'de ise özel bulutun daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Özel bulutta çalışan birçok diğer sunucunun bu performans düşüklüğüne neden olduğunu, halk bulutta ise çok yüksek performanslı işlemcilere sahip alt yapılar kullanılmasının özel buluttaki performans değeri düşüklüğünün ana nedeni olarak açıklanabilir. Buna ek olarak halk bulut bilişim şirketlerinin kullandıkları alt yapı ve bulut programlarının, kendi içinde de çok değişik sonuçlar verdiğini Lenk vd. [10] çalışmalarında açıklamaktadırlar. Bu çalışmada da kullanılan halk bulut alt yapısının, sonuçlara olumsuz bir etkisinin olduğu söylenebilir.

i7 İşlemcili Sunucu

İleri düzey performanslı sanal sunucular için, i7 işlemcili alt yapıya sahip özel bulut platformunda yapılan test sonuçları Tablo 5'te verilmektedir ve karşılaştırmalı sınama sonuçları doğrultusunda halk bulut ve Xeon işlemcili özel buluta göre daha performanslı olarak ortaya çıkmaktadır. Özel bulut testinden elde edilen Hmmer değeri, halk bulutun sonucuna göre %377,6 gibi yüksek bir farka ulaşılmaktadır. Şekil 2 (b)'de görüldüğü üzere, birçok test sonucunun değeri, halk bulutun performansından daha yüksek olarak ortaya çıkmıştır. OpenSSL ise %191'lik değeriyle Hmmer test sonuçlarından sonra gelen ikinci yüksek değerdir. Karşılaştırmalı sınamada en düşük test değeri, %25 ile John-the ripper testine aittir. Burada bir başka önemli nokta özel buluta ait test sonuçlarının standart sapma değerlerinin çok düşük olması olarak görülebilir. Halk bulutta elde edilmiş büyük standart sapma değerleri, özel bulutun performansının halk buluta göre daha istikrarlı olduğunu işaret etmektedir.

TABLO5. İ7 İŞLEMCİLİ ÖZEL BULUT BİLİŞİM, 8 GB BELLEK, 4 ÇEKİRDEK, X2 SANAL ÇEKİRDEK, TEST SAYISI: 50

Test	Ortalama	Ortanca	En Yüksek	En Düşük	Std. Sapma
Crafty	90,41	90,37	94,19	89,60	0,64
Dcrw	19,18	19,17	19,49	19,04	0,09
Espeak	43,28	43,27	43,54	43,21	0,06
Hmmer	12,11	12,07	14,00	12,01	0,27
John-the-ripper	867,40	868,00	870,00	863,00	1,69
OpenSSL	369,01	368,80	371,40	366,30	1,42
Opstone-SVD	1053,48	1053,50	1058,00	1044,00	2,91
Opstone-SVSP	1117,44	1117,71	1124,53	1107,11	3,49
Opstone-VSP	6,81	6,83	6,86	6,59	0,05
Sudoku	22,03	22,02	22,40	21,95	0,07



Şekil 2. İleri Düzey Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzde Değerleri: (a) Xeon İşlemcili Sunucu (b) Intel i7 İşlemcili Sunucu

D. Fiziksel Sunucu ile Özel Bulut Karşılaştırmalı Sınama

Çalışmanın ikinci aşamasında, özel sektörde faaliyet gösteren bir bilgi teknolojileri kurumunun bilişim hizmetlerine cevap vermek amacı ile çalışmakta olan e-posta ve etki alanı fiziksel sunucuları bire bir sanallaştırılarak özel bulut platformuna aktarılmış, devamında yapılan testler ile fiziksel sunucular ile özel buluttaki sanal sunucuların performans değerleri karşılaştırmalı sınama yöntemi ile incelenmiştir.

Bu bölümde kıyaslama sınama yazılımı olarak Passmark 7.0 [16] seçilmiştir. Bu yazılım ile bellek ve sabit disk testleri fiziksel sunuculara ve özel bulut üzerinde çalışan sunuculara gerçekleştirilmiştir. Tüm sunuculara testler 50 defa çalıştırılarak sonuçlar elde edilmiştir. Passmark 7.0’da mevcut olan tüm test sonuçlarında yüksek değer daha iyidir. Test sonuçları sırasıyla Tablo 6, 7, 8 ve 9’da verilmektedir.

İlk aşamada, e-posta ve etki alanı sunucusu üzerine yüklenen Passmark ile yapılan karşılaştırmalı sınamada fiziksel sunucuların değerleri birbirine yakın iken aynı şekilde özel buluttaki test sonuçları birbirine benzeyen değerler vermiştir. Passmark sonuçlarına göre, her iki fiziksel sunucunun özel bulutta bulunan klonlarına göre çok daha performanslı olduğu gözükmemektedir. Şekil 3 (a) ve (b)’de gözüktüğü gibi işlemci testinde, en düşük test değeri %5 ile “İlk Sayıyı Bulma”, en yüksek test değeri ise %95 ile “SSE” testinde ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan, sabit diskler için yapılan kıyaslamalı sınama sonuçlarında da dikkate değer sonuçlar elde edilmiştir. Test alt yapısı kurulurken tamamen standart donanım ve yazılımlar kullanılmış olup, özel bulut ile fiziksel sunucuların disk alt yapısı SCSI ve RAID 5 olarak birebir aynıdır. Buna karşın disklerin performansında, fiziksel sunucuların sonuçları ile özel buluttaki sunucuların sonuçları arasında büyük farklar oluşmuştur. “Rastgele Arama” ve “Okuma Yazma” testlerinde fiziksel e-posta sunucusu %688, etki alanı sunucusunda ise %4472 gibi özel buluttaki kopyalarına göre başarılı bir performans göstermişlerdir. Diğer disk testi sonuçları da fiziksel sistemler lehine yüksek değerler olarak ortaya çıkmaktadır. Standart sapmalara bakıldığında ise, fiziksel sistemlerin özel buluta göre daha kararlı çalıştığı söylenebilir. Fiziksel etki alanı sunucusunda “Dizi Sıralama” testinde standart sapma 51 iken, özel bulutta bu değer 468 olarak kaydedilmiştir. İki sunucu da bu testte

kararlı bir tepki vermemiştir, ancak özel buluttaki sunucunun standart sapmasının çok yüksek olması dikkat çekicidir.

TABLO 6. FİZİKSEL E-POSTA SUNUCUSU PASSMARK SONUÇLARI

Test	Ortalama	Ortanca	En Yüksek	En Düşük	Std. Sapma
MİB – Tamsayı Matematiği	2219,48	2228,45	2238,90	2101,30	26,45
MİB – Gezer Nokta Matematiği	2949,29	2957,10	2971,90	2791,90	26,79
MİB – Asal Sayı Bulma	913,50	914,55	919,70	898,60	5,01
MİB – SSE	32,26	32,40	32,50	30,40	0,40
MİB – Sıkıştırma	9685,74	9693,60	9748,20	9511,50	45,93
MİB – Şifreleme	28,90	28,95	29,10	28,10	0,17
MİB – Fizik	359,02	359,45	370,20	343,60	6,41
MİB – Dize Sıralama	3846,34	3840,80	3990,20	3767,40	42,82
Disk – Sıralı Okuma (MB/s)	87,30	87,00	102,70	75,70	7,66
Disk – Sıralı Yazma (MB/s)	316,85	323,85	334,10	185,80	23,70
Disk – Rastgele Arama + OY (MB/s)	505,21	510,65	517,20	340,60	24,71

TABLO 7. SANAL E-POSTA SUNUCUSU PASSMARK SONUÇLARI

Test	Ortalama	Ortanca	En Yüksek	En Düşük	Std. Sapma
MİB – Tamsayı Matematiği	1475,94	1515,05	1542,90	1287,80	72,98
MİB – Gezer Nokta Matematiği	2236,97	2301,30	2366,10	1579,10	152,87
MİB – Asal Sayı Bulma	806,55	853,70	875,90	442,50	115,04
MİB – SSE	15,52	16,30	16,80	7,80	2,12
MİB – Sıkıştırma	4964,53	5282,90	5432,50	1693,90	853,34
MİB – Şifreleme	14,59	15,10	15,30	4,80	1,86
MİB – Fizik	250,66	266,30	296,00	94,50	47,69
MİB – Dize Sıralama	2758,85	2902,35	3055,50	1448,00	387,41
Disk – Sıralı Okuma (MB/s)	121,97	122,65	190,60	62,00	50,03
Disk – Sıralı Yazma (MB/s)	114,54	107,25	154,30	80,10	22,00
Disk – Rastgele Arama + OY (MB/s)	43,44	41,95	65,60	25,40	8,89

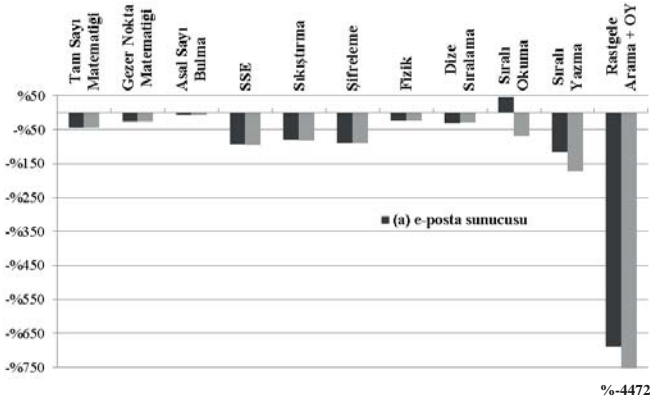
TABLO 8. FİZİKSEL ETKİ ALANI SUNUCUSU PASSMARK SONUÇLARI

Test	Ortalama	Ortanca	En Yüksek	En Düşük	Std. Sapma
MİB – Tamsayı Matematiği	2228,71	2228,20	2238,50	2217,30	5,89
MİB – Gezer Nokta Matematiği	2957,51	2956,70	2973,20	2937,90	8,10
MİB – Asal Sayı Bulma	916,44	916,40	919,40	911,50	2,05
MİB – SSE	32,45	32,40	32,60	32,20	0,10
MİB – Sıkıştırma	9707,13	9711,10	9744,40	9626,50	27,72
MİB – Şifreleme	28,99	29,00	29,10	28,80	0,08
MİB – Fizik	341,70	340,25	359,40	337,00	5,07
MİB – Dize Sıralama	3763,00	3756,50	3877,40	3669,10	51,74
Disk – Sıralı Okuma (MB/s)	90,93	90,15	132,60	49,60	13,40
Disk – Sıralı Yazma (MB/s)	260,06	274,65	311,70	162,10	48,46
Disk – Rastgele Arama + OY (MB/s)	499,85	503,45	516,70	473,60	12,26

TABLO 9. SANAL ETKİ ALANI SUNUCUSU PASSMARK SONUÇLARI

Test	Ortalama	Ortanca	En Yüksek	En Düşük	Std. Sapma
MİB – Tamsayı Matematik	1500,71	1513,00	1549,80	1353,00	45,28
MİB – Gezer Nokta Matematik	2291,16	2315,80	2368,50	1766,40	90,03
MİB – Asal Sayı Bulma	759,55	841,90	874,30	373,00	165,34
MİB – SSE	15,68	16,30	16,70	6,60	2,02
MİB – Sıkıştırma	5065,02	5281,35	5392,30	2215,20	651,15
MİB – Şifreleme	14,03	15,00	15,30	5,70	2,21
MİB – Fizik	231,29	261,70	291,60	81,90	64,41
MİB – Dize Sıralama	2667,13	2848,40	3038,30	882,20	468,41
Disk – Sıralı Okuma (MB/s)	56,18	57,55	78,00	10,80	12,85
Disk – Sıralı Yazma (MB/s)	89,60	82,55	114,80	74,60	13,18
Disk – Rastgele Arama + OY (MB/s)	8,01	7,85	11,30	4,80	1,93

KAYNAKÇA



Şekil 3. Özel buluta aktarılan sanal e-posta (a) ve sanal etki alanı (b) sunucularının, fiziksel sunuculara göre performans değerleri

V. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, farklı konfigürasyonlar kullanılarak, özel bulut ile halk bulut sistemleri üstünde karşılaştırmalı sınama testleri yapılmıştır. Intel i7 ve Intel Xeon işlemcili özel bulut yapılarının test sonuçları baz alınarak, işlemcilerinin hızları artırıldığı veya yeni nesil işlemciler kullanıldığı takdirde özel bulut performansının istenilen düzeye yükseltilebileceği söylenebilmektedir. Ancak bilindiği üzere, kurumların bilişim altyapısındaki sunuculara Xeon işlemciler kullanılması, bu işlemcilerin özel bulutlarda istenilen performansa sahip olmadığı sonucunu bize göstermektedir. Birçok kurumun güvenlik ve benzer nedenlerden dolayı özel bulut kullanması, özel bulutlara uygun donanımların üretilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Özel bulut ile fiziksel sunucular üzerinde yapılan testlerde, fiziksel sunucuların karşılaştırmalı sınama test sonuçlarında daha iyi değerlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Özel bulutta bulunan sunuculardaki sabit disk performansı, fiziksel sunuculara göre çok düşük kalmıştır.

Gelecek çalışma olarak, özel bulut bilişimin karşılaştırmalı sınama sonuçlarında düşük düzeyde olmasının nedenleri üzerinde bir çalışma yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen verilerle, özel bulut bilişimde performans arttırmak için halk bulutu kullanmak istemeyen kurum ve kuruluşların özel bulut bilişimi efektif olarak kullanmasını sağlayacak çözümlerin üretilmesi ve yöntemlerin önerilmesi amaçlanmaktadır.

- [1] M. Uddin ve A. A. Rahman, "Virtualization Implementation Model for Cost Effective & Efficient Data Centers", *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, cilt 2, sayı 1, 2011, s. 69-74.
- [2] P. Mell ve T. Grance, "The NIST Definition of Cloud Computing, v15". <http://www.nist.gov/itl/cloud/upload/cloud-def-v15.pdf>, Erişim tarihi: 10 Temmuz 2009.
- [3] I. Foster, Y. Zhao ve S. Lu, "Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared", *Grid Computing Environments Workshop GCE '08*, Austin, 2008.
- [4] Michael Larabel, "Phoronix Test Suite", 2013. <http://www.phoronix-test-suite.com>. Erişim tarihi: 30 Mayıs 2013.
- [5] A. Iosup, S. Ostermann, M. N. Yigitbasi, R. Prodan, T. Fahringer ve D. H. Epema, "Performance Analysis of Cloud Computing Services for Many-Tasks Scientific Computing", *IEEE Transactions on parallel and distributed systems*, cilt 22, sayı 6, 2011, s. 931-945.
- [6] N. Bhargava, R. Bhargava, M. Mathuria ve R. Daima, "Performance Analysis of Cloud Computing for Distributed Client", *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, cilt 2, sayı 6, 2013, s. 97-104.
- [7] D. Steinmetz, B. W. Perrault, R. Nordeen, J. Wilson ve X. Wang, "Cloud computing performance benchmarking and virtual machine launch time", *13th annual conference on Information technology education - SIGITE '12*, Calgary, 2012.
- [8] C. Vecchiola, S. Pandey ve R. Buyya, "High-Performance Cloud Computing: A View of Scientific Applications", *10th International Symposium on Pervasive Systems, Algorithms, and Networks*, Melbourne, 2009, s. 4-16.
- [9] L. Gillam, B. Li, J. O'Loughlin ve A. P. Singh Tomar, "Fair Benchmarking for Cloud Computing systems", *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, cilt 2, sayı 6, 2013.
- [10] A. Lenk, M. Menzel, J. Lipsky, S. Tai ve P. Offermann, "What Are You Paying For? Performance Benchmarking for Infrastructure-as-a-Service Offerings", *IEEE 4th International Conference on Cloud Computing*, 2011, s. 484-491.
- [11] K. E. Stewart, J. W. Humphries ve T. R. Anzel, "An Automated Virtualization Performance Analysis Platform", *The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*, cilt 9, sayı 3, 2012, s. 257-265.
- [12] D. A. Dodge, B. E. Mullins, G. L. Peterson ve J. S. Okolica, "Simulating windows-based cyber attacks using live virtual machine introspection", *SCSC '10 Proceedings of the 2010 Summer Computer Simulation Conference*, San Diego, 2010.
- [13] B. R. Chang, H.-F. Tsai ve C.-M. Chen, "Evaluation of Virtual Machine Performance and Virtualized Consolidation Ratio in Cloud Computing System", *Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing*, cilt 4, sayı 3, 2013, s. 192-200.
- [14] N. Huber, M. von Quast, M. Hauck ve S. Kounev, "Evaluating and Modeling Virtualization Performance Overhead for Cloud Environments", *1st International Conference on Cloud Computing and Services Science*, Noordwijkerhout, 2011, s. 563-573.
- [15] "Vmware", 2007. <http://www.vmware.com/resources/techresources/711>. Erişim Tarihi: 10 Haziran 2013.
- [16] "Passmark Software", PassMark Software Pty Ltd., 2013. <http://www.passmark.com/>. 30 Mayıs 2013.