

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KURUMSAL VE KURUMİÇİ BULUT YAPILARININ
PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ VE KARŞILAŞTIRMALI
DEĞERLENDİRMELERİ

Hakan AYDIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2013

**KURUMSAL VE KURUMİÇİ BULUT YAPILARININ
PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ VE KARŞILAŞTIRMALI
DEĞERLENDİRMELERİ**

**PERFORMANCE MEASUREMENTS AND
BENCHMARKING EVALUATIONS OF CORPORATE AND
INHOUSE CLOUD SYSTEMS**

Hakan AYDIN

Başkent Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

2013

“KURUMSAL VE KURUMİÇİ BULUT YAPILARININ PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ VE KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMELERİ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından, 11/09/2013 tarihinde, İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. İsmail ERDEM

Üye (Danışman)

Dr. Oumout CHOUSEINOGLU

Üye

Dr. Erkan UÇAR

ONAY

.../09/2013

Prof. Dr. Emin AKATA

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmamda benden desteklerini ve inançlarını esirgemeyen tüm arkadaşlarıma, tüm bölüm hocalarımıza ve çalışmam süresince görüş ve önerileri ile beni yönlendiren tez danışmanım Sn. Dr. Oumout Chouseinoglou'na teşekkürlerimi sunarım.

Desteklerini esirgemeyen Kinesis Enerji şirketine ve Fehime Can'a teşekkürü borç bilirim.

Hakan AYDIN

ÖZ

KURUMSAL VE KURUMİÇİ BULUT YAPILARININ PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ VE KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMELERİ

Hakan AYDIN

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri

Ekonomik krizlerin dolaylı bir sonucu olarak kurumlarda bütçe kesintileri sebebiyle az ancak etkili kaynak kullanımı önem kazanmış ve tüm iş gruplarının kendi içlerinde yeniden yapılaşması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bilişim Sistemleri küresel düzeyde buna ilk tepkiyi 2000 yılların ortalarına doğru, Sanal Sistemler denilmekte olan fiziksel bilgi teknolojileri sistemlerinin sanal ortamlara taşınması ve bir fiziksel sistemin üzerinde birçok sanal sistem kullanılarak göstermiştir. Bu çözüm, elektrik, işgücü ve donanım boyutlarında kurumların tasarruf etmesini sağlamıştır. Web arayüzü üzerinden yönetilen bulut teknolojileri, sanal donanım, sanal depolama, sanal ağ ve sanal sunucu gibi hizmetleriyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Halk bulut hizmetinde belli kullanım masraflarının olması ve bu maliyetlerin devamlı olması, kurumların özel ve gizli şirket bilgilerini kurum dışı sunucularda tutmak istememeleri ve performans açısından yeterli seviyede olup olmadıkları konusundaki düşünceler, bu hizmetin değerlendirilmesi gerekliliğini 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 çalışmanın ikinci kısmında gerçek bir organizasyon ortamında, fiziksel sistemlerle Özel Bulut Bilişimin performans değerleri incelenmektedir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Bulut Bilişim, Özel Bulut, Karşılaştırmalı Sınama

Danışman: Dr. Oumout Chouseinoglou, Başkent Üniversitesi, İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü

ABSTRACT

PERFORMANCE MEASUREMENTS AND BENCHMARKING EVALUATIONS OF CORPORATE AND INHOUSE CLOUD SYSTEMS

Hakan AYDIN

Başkent University Institute of Science and Engineering,

Department of Statistics and Computer Science

As an indirect result of the economic crisis, scant but effective use of resources at organizations has gained importance due to budget cuts and it has revealed the need for all business groups to reconstruct themselves. Information Systems made their initial response on a global level towards the middle of the 2000s through Virtual Systems, which include the migration of physical information technology systems to virtual systems, and by making use of more than one virtual environment on a physical system. This solution has ensured organizations to save with respect to electricity, labor force and hardware. Today, cloud computing, provides the services of hardware, storage and server resources, which can be managed via Web interfaces. A special type of cloud computing the public cloud needs to be thoroughly evaluated as a result of the related usage fees, of which some are continuous, the fact that organizations do not want to keep their private and confidential data on external servers and the questions regarding whether their performance is sufficient. In this study, private cloud computing is proposed as an alternative to the organizations that are reluctant to use public cloud, and the comparative benchmarking performance results of these two service models are given. Moreover, in the second part of this study private cloud is compared to the physical systems within a real-life organizational environment.

KEY WORDS: Cloud Computing, Private Cloud Computing, Benchmarking

Supervisor: Dr. Oumout Chouseinoglou, Başkent University, Statistics and Computer Science Department

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

Sayfa

ÖZ	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. BULUT BİLİŞİM	3
2.1. Sanal Sistemler	3
2.1.1. Sanallaştırma	3
2.1.2. Sanallaştırmanın avantajları	4
2.2. Bulut Bilişim	6
2.2.1. Bulut bilişim dağıtım modelleri	7
2.2.2. Bulut bilişim servis modelleri	9
3. LİTERATÜR	13
3.1. Lenk vd. Halk Bulutu Değerlendirme Çalışması	14
3.2. Halk Bulut Performans Kıyaslama İşlemi	15
3.3. Özel Bulut Performans Kıyaslama İşlemi Adımları	18
3.4. Karşılaştırmalı Sinama Testleri	20
4. KARŞILAŞTIRMALI SINAMA TESTLERİ	22
4.1. Halk Bulut ve Özel Bulut Karşılaştırmalı Sinama	22
4.1.1. Değerlendirmenin yapılması	24
4.1.2. Başlangıç düzey 32 bit Ubuntu 10.04 sunucu karşılaştırmalı sinaması ...	27
4.1.3. Xeon işlemcili özel bulut ileri düzey sunucu performans kıyaslama	29

4.1.4. Xeon işlemcili başlangıç düzey sunucu performans değerlendirmesi.....	31
4.1.5. Başlangıç düzey Xeon işlemcili sunucu hipotez testleri ve sonuçları.....	33
4.1.6. i7 işlemcili özel bulut başlangıç düzey sunucu performans kıyaslama.....	38
4.1.7. i7 işlemcili başlangıç düzey sunucu performans değerlendirmesi.....	40
4.1.8. Başlangıç düzey i7 işlemcili sunucu hipotez testleri ve sonuçları	43
4.1.9. İleri Düzey 64 bit Ubuntu 10.04 Sunucu Karşılaştırmalı Sınaması	48
4.1.10. Xeon işlemcili özel bulut başlangıç düzey sunucu performans kıyaslama	51
4.1.11. Xeon işlemcili ileri düzey sunucu performans değerlendirmesi	53
4.1.12. Xeon işlemcili ileri düzey sunucu hipotez testleri ve sonuçları.....	55
4.1.13. i7 işlemcili özel bulut ileri düzey sunucu performans kıyaslama.....	60
4.1.14. i7 işlemcili ileri düzey sunucu performans değerlendirmesi	62
4.1.15. i7 işlemcili ileri düzey sunucu hipotez testleri ve sonuçları.....	64
4.2. Fiziksel Sunucu ile Özel Bulut Performans Testi.....	69
4.2.1. Konfigurasyon ve topoloji.....	69
4.2.2. Fiziksel sunucu ile özel bulut performans testi değerlendirmesi.....	70
4.2.3. E-posta sunucusu hipotez testleri ve sonuçları.....	74
4.2.4. Etki alanı sunucusu hipotez testleri.....	82
5. SONUÇ	87
KAYNAKÇA.....	92

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	Bulut Bilişimin Gelişimi.....	6
Şekil 3.	Halk Bulut Performans Kıyaslama İş Akış Diyagramı	15
Şekil 4.	Özel Bulut Performans Kıyaslama İş Akış Diyagramı	18
Şekil 5.	i7 İşlemcili Sunucu Test Topolojisi.....	22
Şekil 6.	Xeon İşlemcili Sunucu Test Topolojisi	23
Şekil 7.	Başlangıç Düzey Xeon İşlemcili Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzde Değerleri.....	32
Şekil 8.	Başlangıç Düzeyi i7 İşlemcili Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzde Değerleri.....	42
Şekil 9.	İleri Düzey Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzdelik Değerleri.....	54
Şekil 10.	İleri Düzey Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzdelik Değerleri.....	63
Şekil 11.	Özel Buluta Aktarılan Sanal e-Posta Sunucusunu, Fiziksel Sunucuya Göre Performans Değerleri	73
Şekil 12.	Özel Buluta Aktarılan Sanal Etki Alanı Sunucusunun, Fiziksel Sunucuya Göre Performans Değerleri	81
Şekil 13.	Başlangıç Düzeyi Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzde Değerleri.....	87
Şekil 14.	İleri Düzey Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzde Değerleri.....	88
Şekil 15.	Özel Buluta Aktarılan Sanal Sunucularının, Fiziksel Sunuculara Göre Performans Değerleri	88

ÇİZELGELER LİSTESİ

Tablo 1.	Karşılaştırmalı sinama parametreleri	26
Tablo 2.	Amazon Halk Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri	27
Tablo 3.	Flexiscale Halk Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri	28
Tablo 4.	Xeon İşlemcili Özel Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Ayrıntılı Test Sonuçları	29
Tablo 5.	Xeon İşlemcili Özel Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri	30
Tablo 6.	Xeon İşlemcili Özel Bulut Hipotez Tablosu	37
Tablo 7.	i7 İşlemcili Özel Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Ayrıntılı Test Sonuçları	38
Tablo 8.	i7 İşlemcili Özel Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri	39
Tablo 9.	i7 İşlemcili Özel Bulut Hipotez Tablosu	47
Tablo 10.	Flexiscale Halk Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri	48
Tablo 11.	Rackspace Halk Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri	49
Tablo 12.	Amazon Halk Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri	50
Tablo 13.	Xeon İşlemcili Özel Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Ayrıntılı Test Sonuçları	51
Tablo 14.	Xeon İşlemcili Özel Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri	52
Tablo 15.	İleri Düzey Xeon İşlemcili Sunucu Hipotez Tablosu	59
Tablo 16.	i7 İşlemcili Özel Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Ayrıntılı Test Sonuçları	60
Tablo 17.	i7 İşlemcili Özel Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri	61
Tablo 18.	i7 işlemcili özel bulut ileri düzey sunucu hipotez tablosu	68
Tablo 19.	Fiziksel e-Posta Sunucusu Passmark Sonuçları	71

Tablo 20. Sanal e-Posta Sunucusu Passmark Sonuçları	72
Tablo 21. E-Posta Sunucu Hipotez Tablosu.....	78
Tablo 22. Fiziksel Etki Alanı Sunucusu Passmark Sonuçları.....	79
Tablo 23. Sanal Etki Alanı Sunucusu Passamark Sonuçları	80
Tablo 24. Etki alanı sunucusu hipotez tablosu	86

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

API	Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arabirimi)
BT	Bilgi Teknolojileri
CRM	Customer Relationship Management (Müşteri İlişkileri Yönetimi)
EC2	Elastic Compute Cloud (Amazon Elastik Bulut Bilişimi)
e-posta	Elektronik Posta
GB	Gigabyte
IaaS	Infrastructure as a Service (Hizmet Olarak Altyapı)
MB	Megabyte
MİB	Merkezi İşlemci Birimi
NEF	Nikon Electronic Format (Nikon Elektronik Formatı)
OY	Okuma yazma
PaaS	Platform as a Service (Hizmet Olarak Platform)
PPM	Parts per Million, (Milyonda Bir Birim)
RAID	Redundant Array of Independent Disks (Bağımsız Disklerin Artıklıklı Dizisi)
S3	Secure Storage Service (Güvenli Depolama Servisi)
SaaS	Software as a Service (Hizmet Olarak Yazılım)
SAN	Storage Area Network (Depolama Alan Ağı)
SATA	Serial ATA (Seri ATA)
SCSI	Small Computer System Interface (Küçük Bilgisayar Sistemi)
Sn	Second (Saniye)

SP2	Service Pack 2 (Servis Paketi 2)
SSE	Streaming SIMD Extensions (Akış SIMD Uzantıları)
SSL	Secure Sockets Layer (Güvenli Yuva Katmanı)
TLS	Transport Layer Security (Taşıma Katmanı Güvenliği)

1. GİRİŞ

Günümüzde bilişim teknolojileri gerek modern çağın getirdiği yenilikler gerekse kullanıcıların hızla değişen ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurarak kendi içinde bir değişim geçirmektedir. Ofis-bağımsız kullanıcıların artması, ofislerin dinamik bir yapıya kavuşması, daha az kaynak ile daha fazla hizmet verme gerekliliği ve 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 kullandırılması ile göstermiştir. Bu çözüm, gerek elektrik harcamalarında, gerekse iş gücü ve donanım boyutlarında kurumların maliyet kalemlerinde tasarruf etmesini sağlamıştır [1].

Sanallaştırmanın kurumlara getirdiği faydaların görülmesi, birçok kurumun sistemlerini sanallaştırmasına yol açmıştır. Bir sanallaştırma firması tarafından müşterileri arasında yapılan sanallaştırma çalışmasında 2009 yılında sanallaştırılan sunucu miktarı %19 iken, bu oran 2010 yılında %31, 2011 yılında %44, 2012 yılında ise %59 olarak hesaplanmış, gelecek 2 yılda ise %73 olması beklenmekte olup, bu çalışma böyle yüksek bir ivme ile sanallaştırmanın kurumlar tarafından benimsendiğini göstermektedir [2].

Bulut bilişim, sanallaştırmanın gelişmesi ve bilgi teknolojilerinde yerini almasından sonraki aşamada, sanallaştırma alt yapısının üzerine yeni bir bilişim teknolojisi olarak yapılandırılmıştır. Bulut bilişim teknolojileri ortak kaynak paylaşımı, ölçeklendirilebilen kaynak kullanımı ve istenildiği zaman kullanılması ve kullanıma göre ücretlendirilmesi, kolay kullanımı, yüksek servis kalitesi gibi bilişim teknolojilerinin tümünü içerisinde barındıran bir bilişim hizmeti olarak kurumların kullanımına sunulmuştur.

Bu çalışmada, bulut bilişimin çeşitli hizmet modelleri üzerinde performans testleri yapılarak, bir çıkarımda bulunmak amaçlanmıştır.

Bölüm 2’de sanal sistemler ana başlığı altında, sanallaştırma hakkında ayrıntılı bilgi verilmiş, sonrasında ise bulut bilişim konusu derinlemesine açıklanmıştır.

Bölüm 3’de bulut bilişim ve özel bulut bilişim performans değerlendirmeleri üzerine yapılan çalışmalar ve bu çalışmaların sonuçları verilmiştir. Tez çalışmasının esas alındığı Lenk vd’nin [3] halk bulut bilişim üzerine yaptıkları çalışma incelenip, bu çalışma hakkında bilgi verilmiştir.

Bölüm 4 ise iki temel kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, önde gelen bulut bilişim hizmeti sağlayıcılarından Amazon EC2, Flexiscale ve Rackspace platformlarının 2011 yılında yapılmış olan performans değerlendirmelerinin sonuçlarıyla, özel bulut platformunda aynı test araçlarıyla yapılmış performans testleri kıyaslanmış, fiziksel sistemlerin sanallaştırılmış sistemlere göre performans kaybı yaşayıp yaşamadıkları incelenmiştir. Özel bulut alt yapısı oluşturularak, halk bulut performansı ile özel bulutun performans değerlendirilmesi yapılarak bir çıkarımda bulunulmuştur. İki farklı sunucu üzerine Vmware Vsphere yazılımı ile özel bulut kurulmuştur. Kıyaslama testi olarak Phoronix [4] test süiti kullanılmıştır.

Bölüm 4.2’de ise özel sektörde faaliyet gösteren bir bilgi teknolojileri kurumuna ait iki adet fiziksel sunucu (e-posta ve etki alanı sunucuları) Vmware Converter programı ile biri bir olarak sanallaştırılmış ve Passmark v7 performans ölçüm programı ile performansları sınanmıştır. Gerek özel bulut yapısında çalışmakta olan sunucular, gerekse fiziksel sunucuların merkezi işlemci birimi (MİB) ve disk performansı testleri yapılmıştır. Tüm bu performans testlerinin sonuçları kaydedilmiş ve yorumlanmıştır.

Bölüm 5’te tez çalışmasının sonucu önerilere yer verilmektedir.

2. BULUT BİLİŞİM

2.1. Sanal Sistemler

2.1.1. Sanallaştırma

İlk bilgisayar olan ENIAC'ın 1941 de geliştirilmesinin ardından, bilgisayar bilimi tarihinde 1960'larda zaman paylaşımı araçları, 1990'larda ağ bilgisayarları, son yıllarda ise ticari birleşik sistemlerle, kullanıcıların donanım ihtiyaçlarından uzaklaşması sağlanmaya çalışılmıştır [5].

Karmaşık yapılara sahip olmalarına rağmen, bilgisayar sistemleri iyi tanımlanmış ara yüzler ve hiyerarşik olarak tasarlanmıştır. Bu iyi tanımlanmış bağımsız ara yüzler kullanılarak, donanım ve yazılım tasarım ekipleri tarafından geliştirilmektedir [6].

Bilgi sistemlerinin sanallaştırması olarak tanımlanan fikir 40 yıl öncesine dayanmaktadır. Gerald J. Popek ve Robert P. Goldberg günümüzde kullanılan sanal makinayı tanımlamışlar ve fiziksel sistemlerin gerçek ve etkili bir kopyası olduğunu belirtmişlerdir [7].

Sanallaştırma aşağıda verilmekte olan birçok alt alana ayrılmaktadır.

Sunucu Sanallaştırma

En çok kullanılmakta olan ve bilinen sanallaştırma türüdür. Temelde, bir fiziksel donanıma sahip makine üzerinde, bir veya birçok işletim sisteminin çalıştırılmasıdır.

Hafıza Sanallaştırma

Bu sanallaştırmada, birçok fiziksel depolama aygıtının birleşip, tek bir depolama havuzu oluşturmasıdır. Hafıza sanallaştırma genellikle SAN, Depolama Alan Ağı adıyla kullanılır. Bu sanallaştırma yöntemi sayesinde, hafıza birimi yöneticileri

yedekleme, arşivleme gibi birçok karmaşık hafıza yönetiminde işlemlerini daha etkin yapabilmektedirler.

Ağ Sanallaştırma

Fiziksel bir ağ kaynağı vasıtasıyla, sistemlerin bağlanabileceği ve sistemler arası haberleşmenin sağlandığı sanal ağ yapılarıdır. Sanal ağlar, fiziksel ağların sağladığı tüm özellikleri üzerinde barındırırlar. Kendi içerisinde, iç, dış ve birleşmiş sanal ağlar olmak üzere üç farklı özellikte sanal ağ bulunmaktadır.

Yazılım Sanallaştırma

Uygulama hizmeti sanallaştırması da denilmektedir. Bu yöntem diğer sanallaştırma uygulamalarının en üst katmanıdır. Standart bir bilgisayarda, programlar ana işletim sistemi üzerine kurulurlar. Uygulama sanallaştırmada ise program talep edildiği zaman kullanılır ve her kullanıcı kendi ayarlarını görür ve bunların üzerinde çalışır. Bu yöntem ile ana işletim sisteminin mevcut ayarları değişmemiş olur.

2.1.2. Sanallaştırmanın avantajları

Sanallaştırma birçok faydası olması nedeniyle hızlı yayılmıştır. En önemli avantajı, bütçesel olarak kurumların sanallaştırmayı bilgi teknolojileri bölümlerine uygulamasıdır [8]. Buna ek olarak bilişim uzmanlarının çalışma hayatlarında önemli değişiklikler ve kolaylıklar getirmektedir.

Menken [9] sanallaştırmanın faydalarını şu şekilde özetlemiştir:

Kolay yönetilebilirlik: Sanallaştırma kullanarak, tek bir fiziksel makine üzerindeki sunucu ve bilgisayarların kontrol edilmesi ve yönetilmesi mümkündür.

Uyum Sorununun Ortadan Kalkması: Geçmişte çalışmakta olan bilgisayarlarda, farklı işletim sistemleri arasında uyumluluk sorunu yaşanmaktaydı. Günümüzde,

bir tek fiziksel makine üzerine farklı işletim sistemine sahip ve birbirini etkilemeden aynı anda çalışabilen sanal makineler kurulabilmektedir.

Hata Tespiti ve İzolasyonu: Sanal makinelerdeki herhangi bir hata, diğerini etkilememekte ve sorunlar otomatik olarak izole edilmiştir. Sistem yöneticisi sorun çözerken, diğer sanal makineler çalışmaya devam eder.

Arttırılmış Güvenlik: Sistem yöneticileri veri ve uygulamaları fiziksel makine üzerindeki farklı sanal makinelere ayırabilirler. Bu erişim kontrolü sağlar.

Kaynakları Etkin Kullanmak: Fiziksel makinelerde ek bir uygulama veya servisin çalışmasından ziyade, birçok sanal makinenin tek bir fiziksel makine üzerine kurulması ile kaynaklar daha etkin kullanılır.

Verilerin Taşınabilirliği: Sanal makineler, herhangi bir veri kaybı ve fonksiyonellik kaybetmeden, bir fiziksel makineden, diğerine taşınıp çalıştırılabilmektedir.

Problemsiz Testler: Bir veya daha fazla sanal makine, test makinesi olarak kurulabilir. Bu şekilde uygulama ve güncelleme sorunları, günlük iş akısını etkilemeden, test makinelerinde görülür.

Hızlı Dağıtım: Sanal makine sabit diskleri kopyalanıp, başka bir fiziksel makineye kolayca transfer edilebilir. Bir sanal makinenin taslak makinesi olarak kullanılması ve bu makineden kopyalar üretilmesi sistem yöneticileri için bir avantajdır.

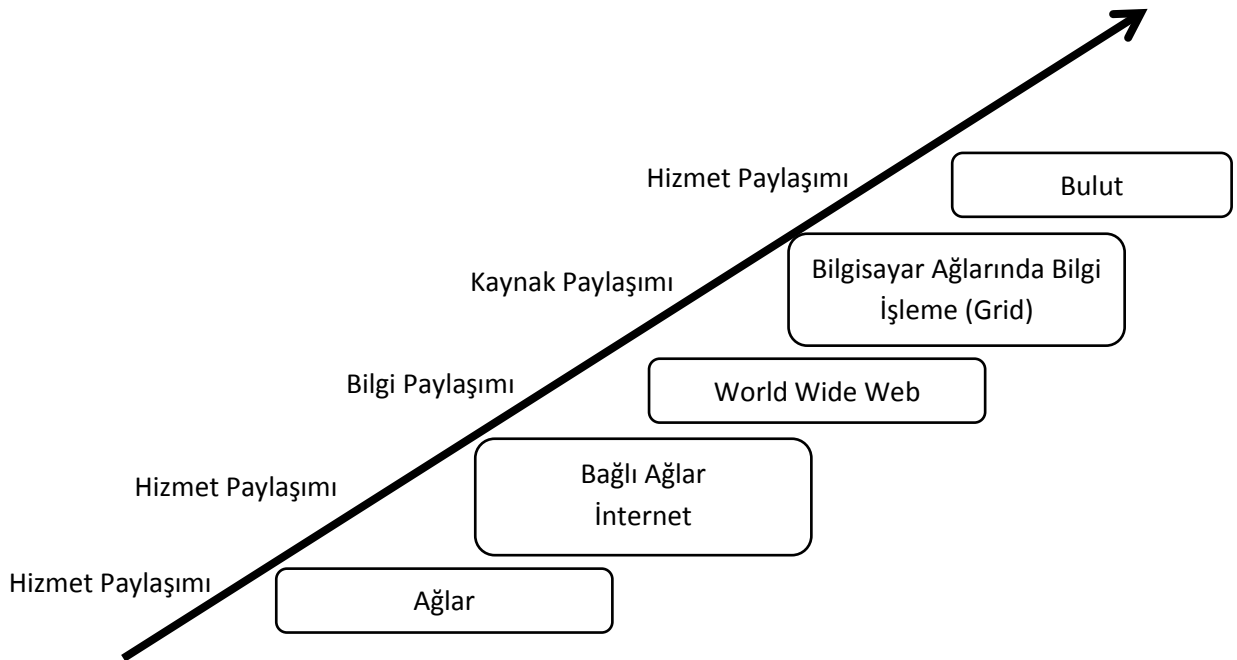
Maliyetlerin Azalması: Daha az fiziksel donanım, elektrik sarfiyatı, soğutma ihtiyacı, fiziksel alan ve düşük personel kullanımı nedeniyle maliyetler azalmaktadır.

Uygulamaları Ayırmak: Servisler ve uygulamalar birbirleriyle çakışabilirler. Sanal makinelerde bunlar farklı yerlere kurularak ayırabilmektedir. Kaynak ve işlemci gücü israfı olmadan, tek bir fiziksel donanım efektif bir şekilde kullanılır.

2.2. Bulut Bilişim

Bulut bilişim, talep edilen ağ erişimi üzerinden erişilerek (firmaların) ortak bir havuzdaki yapılandırılabilen bilgi işlem kaynaklarının, minimal gayret sarf edilerek kurulan ve yönetilen, hızlı ve bulut hizmet sağlayıcısı ile etkileşimin az olduğu bir model olarak literatürde [13] tanımlanmıştır. Bulut bilişim, hızlı ölçeklenebilirliği ile daha yüksek esnekliğe sahip, artan talep üzerine kendi kendine kaynakları yükseltebilen, kaynak havuzlarının konumunun bağımsız olduğu, kaynakların kullanım aboneliği için ölçülen veya ölçülerek ödeme yapılan ve her yerden ağ üzerinden yüksek güçteki kaynaklara erişimin sağlanabildiği özellikleri ile ayırt edilebilmektedir.

Kavram olarak bulut bilişim dağıtılmış bilişim sistemlerinin bir sonraki evrimsel adımıdır. Bu bilişim modelinin hedefi, dağıtılmış kaynakların daha iyi kullanımı sağlanarak, bu kaynaklardan yüksek verim elde edebilmek için bunları bir araya toplamak ve büyük ölçekli sorunları çözebilmektir. Bulut bilişim Web uygulamaları ve yönetimi üzerine yeni bir kavram değildir. Kullanıcılara yüksek erişilebilirlik ve hatalara karşı güvenli altyapılarıyla, ekonomik ve web tabanlı portallar sağlamaktadır [10]. Bulut bilişim, giderek yaygınlaşan, müşterilerin donanım üzerinde etkisi olmadan, ancak onlar adına yönetilen servis sunulan bir iş modelidir [11].



Şekil 1. Bulut Bilişimin Gelişimi

Günümüzde bulut bilişim, donanım, depolama ve sunucu kaynaklarının İnternet üzerinden yönetilmesini sağlamak amaçlı yaygınlaşmaktadır. Bulut bilişimde kullanıma 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 değerlendirmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır [12].

Bulut bilişim Amerikan Standart ve Teknoloji Enstitüsünün tanımına göre [13], 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 (ağ, sunucular, depolama, uygulamalar ve hizmetler) olduğu bir hizmet modelidir.

2.2.1. Bulut bilişim dağıtım modelleri

Halk bulut: Bu bulut yapısı kişiler veya büyük sanayi şirketlerine açıktır ve bir kurum tarafından bulut hizmeti ticareti yapılmaktadır [13]. Bulut bilişim, diğer bulut modellerine göre daha az güvenlidir. Uygulamalara ve veri erişimine ek yük getireceği için güvenliğin az olması nedeniyle kötü amaçlı saldırılara daha açıktır. Bu nedenle güvenlik ve gizlilik halk bulutlardaki ana endişe kaynağıdır ve hizmet alım anlaşmasında bu endişeler dikkatle ele alınır. Hizmet alım anlaşmasında tüm güvenlik kontrollerinin yapılmış olması ve bu konudaki soruların cevaplanması gerekmektedir [16].

Halk bulutta kullanım çoğunlukla yıllık belli bir ücret karşılığında olup, bazılarında ise erişim tamamen ücretsizdir. Kullanıma göre bir ücretlendirme ve servis ücreti alınır. Amazon AWS, Google, Microsoft, Rackspace halk bulut hizmeti veren kuruluşlara örnek gösterilebilir.

Özel (Yerel) bulut: sadece bir organizasyon için işletilmektedir. Kuruluş ya da bir üçüncü şahıs tarafından yönetilip, şirket içi veya şirket dışında bulunabilir [13]. Özel bulut bir kuruluşun dahili kurumsal veri merkezi içinde kurulur. Bu güvenlik,

uyumluluk ve yasal gereklilikler ile uyum, sistemlerin kolay kurulum ve kullanımı gibi konularda daha iyi kurumsal kontrol sağlar. Özel bulutta, bulut sağlayıcısı tarafından sağlanan ölçeklendirilebilir kaynaklar ve sanal uygulamalar, kullanıcıların kullanımı ve paylaşımı bir havuzda toplanır. Halk buluttan farkı, bu kaynak ve uygulamaların, intranet benzeri fonksiyonellikle, kurumun kendi tarafından yönetilmesidir. Özel bulut kullanımı iç kullanıma haiz olduğu için halk buluta göre daha güvenlidir. Sadece kurum ve belirlenen kurum dışı paydaşlar özel bulutu kullanmak ve yönetmek için erişebilirler [14].

Topluluk bulut: Bulut altyapısının birçok organizasyon tarafından paylaşıldığı ve güvenlik gereksinimleri, kurallar, hedefler vb. ortak endişelerin özel bir topluluk tarafından desteklenmesidir [13]. Topluluk bulut, ekonomik ölçeklenebilirlik ve demokratik denge içinde bir yapı oluşturur. Bu bulut altyapısı için, üçüncü parti bir satıcı tarafından veya topluluk içindeki bir kurum tarafından hizmet sağlanabilir [15]. İhtiyaca göre kullanım olması nedeniyle gerek maliyet, gerekse kaynak paylaşımı açısından kurumların yararına olan yapılardır. Maliyet açısından halk buluta göre daha uygun ancak özel buluttan daha masraflıdır. Tüm üniversitelerin ortak kullandığı bir bulut yapısı topluluk buluta örnek olarak gösterilebilir.

Melez bulut: Yukarıda bahsedilmekte olan halk bulut ve özel bulut veya daha fazla dağıtım alt yapısının beraber kullanılmasıdır[13].Melez bulut, özel ve halk bulut ikilisinin karışımı olan sanal bilgi teknolojileri (BT) çözümü sunmaktadır. Melez bulut İnternet üzerinden erişim ile çeşitli tarafların veri ve uygulamalara daha güvenli erişimini sağlar. Ayrıca açık mimariye sahip yapısı diğer yönetim sistemleri ile etkileşim içinde olmasına imkân tanır [14]. Bu yapıda kurumların ihtiyaçlarına göre bir yapılandırma olabilir. Güvenlik ve gizlilik içiren bilgi ve uygulamalar özel bulut tarafında olurken, genel bulut kritik olmayan ve daha az güvenlik gerektiren uygulamalar için kullanılabilir. Bu yapıda İnternet erişimi ile ilgili bir sorun yaşandığında özel yapıdan işlerin yürütülmesi nedeniyle, kurumun BT sürekliliği için önemli olurlar.

2.2.2. Bulut bilişim servis modelleri

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 olarak çalışmasıdır. Hizmet olarak yazılım (SaaS), bir hizmet olarak platform (PaaS) ve bir hizmet olarak altyapı (IaaS) olmak üzere üç temel servis modeli bulunmaktadır. Bu çalışmada yapılan performans testlerinde IaaS üzerine odaklanılmış olup, bu servis modeli göz önüne alınarak sonuçlar elde edilmiştir [13].

Hizmet olarak yazılım (SaaS)

SaaS bulut, bir veri merkezinde çalışan uygulamaların, talep üzerine birçok son kullanıcıya veya kuruluşa eş zamanlı şekilde hizmet olarak sunulmasıdır. SaaS uygulamaları iletişim, işbirliği, iş süreçleri, müşteri ilişkileri yönetimi (CRM), kurumsal kaynak planlama ve insan kaynakları işlemlerini kolaylaştırabilir. SaaS değerler dizisi örnekleri olarak, Google Apps, Microsoft Exchange Cisco WebEx, Oracle CRM On Demand, Salesforce, ve Yahoo Mailsayılabılır [17] .

SaaS hizmetini alanlar bulut bilişim tarafında uygulama yükleme ve yönetme haklarına sahiptirler. Donanım ve alt yapı değişikliği yapamazlar, bu platformları yönetemezler. Kullanıcıların sadece yazılımlarla ilgilenmeleri, altyapıdaki bakım, yönetim, yedekleme ve güncelleme gibi işlemlerin bu kullanıcılardan soyutlanması anlamına gelmektedir. Bir bulut bilişim sunucusunda, birden çok SaaS hizmeti verilmesi mümkündür. Kaynakların etkin kullanımı açısından da SaaS hizmeti esnek olarak çalışmaktadır. Artan talebe göre, yazılımlar birçok sanal makineye yüklenerek, yük dengelemesi mümkündür. Bu işlemler hızlı ve kolay bir şekilde yapılmaktadır. Yazılımı kullanan müşteriler herhangi bir şekilde, bu işlemlerden etkilenmeden sistemi kullanmaya devam ederler.

Hizmet olarak platform (PaaS)

PaaS bir değişim platformudur ve “Yazılım Yaşam Döngüsü” destekleyerek, bulut müşterilerinin bulut hizmetleri ve uygulamalarını (örneğin SaaS) direkt olarak PaaS

bulutunda geliştirmelerini sağlar. Bu nedenle SaaS ve PaaS arasındaki fark, PaaS tamamlanmış ve geliştirilmekte olan bulut uygulamaları barındıran bir geliştirme platformu sunarken, SaaS sadece tamamlanmış bulut uygulamalarına ev sahipliği yapmaktadır. Ek olarak bu programlama ortamı, araçları, yapılandırma yönetimi ve benzeri dâhil olmak üzere geliştirme altyapısına sahip, uygulama barındırma ortamını destekleyen PaaS altyapısını gerektirir. Google AppEngine PaaS'a örnektir [15].

Programcılar herhangi bir yazılımı, PaaS platformunda herhangi bir donanım ve yazılım ücreti ödemededen geliştirebilir ve bu uygulamaları çalıştırabilirler.

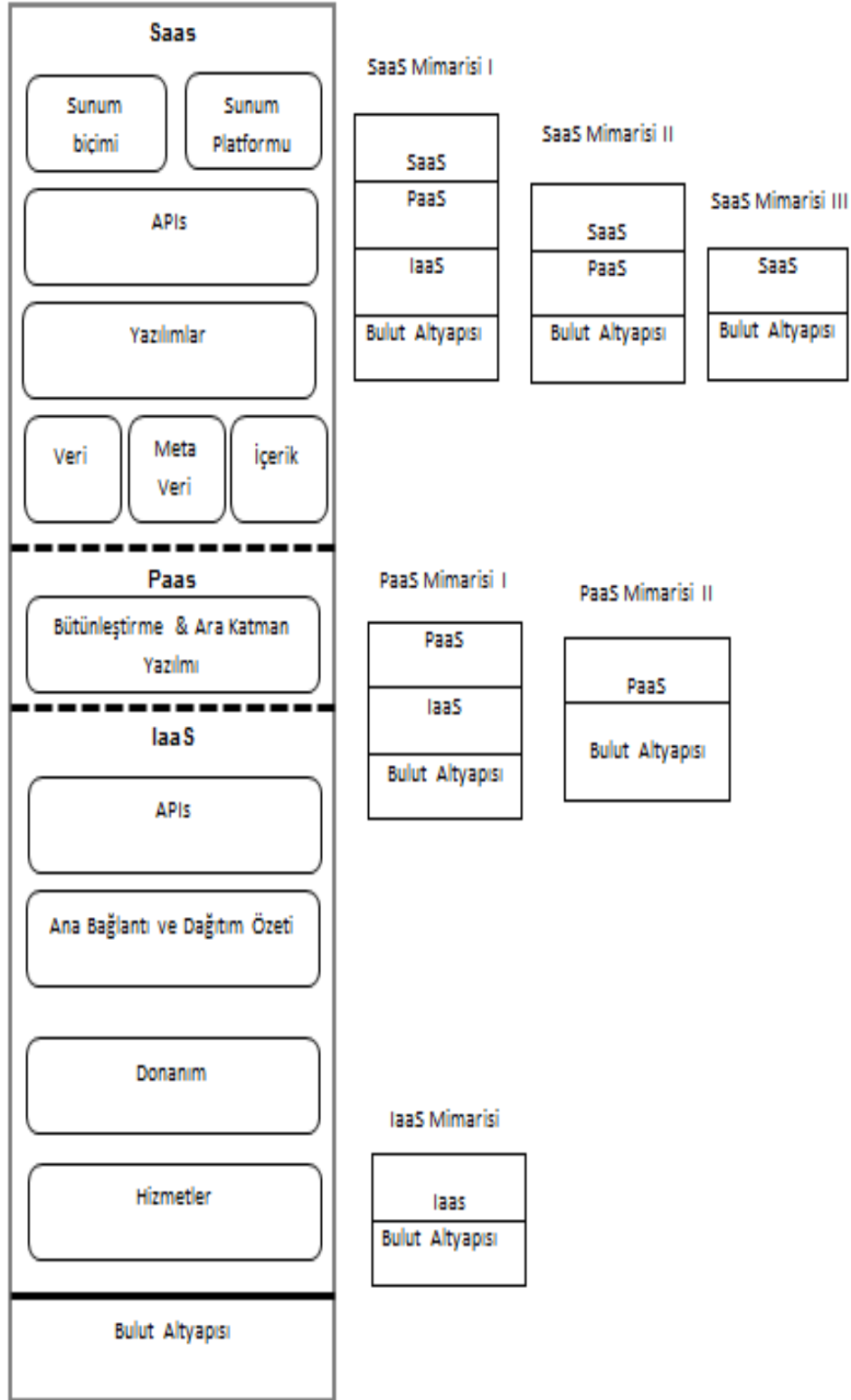
Bulut sistemleri sanallaştırılmış altyapı tedariki yerine yazılımların üzerinde çalışması için soyutlanmış seviyede ek bir platform sunabilirler. Hizmetlerin yürütölmesi için talep edilen donanım kaynaklarının yapılandırılması şeffaf bir şekilde yapılır [18].

Hizmet olarak altyapı (IaaS)

IaaS donanım temini (sunucu, hafıza ve ağ) ve bu donanımlar ile ilgili programlar (sanal teknolojiadaki işletim sistemleri, dosya sistemleri) olarak hizmet verir. Barındırma hizmetinin gelişimi ile ortaya çıkmış olup, uzun vadeli taahhüt gerektirmeyen ve kullanıcıların talepleri karşılığında kaynakları kullanmakta olan bir hizmettir. PaaS'ın aksine, IaaS servis sağlayıcı veri merkezini çalışır durumda tutmak için az yönetime ihtiyaç duyar ve kullanıcılar kendi veri merkezlerinde programları kendileri kurmak ve yönetmek zorundadır. Amazon Web Services Elastic Compute Cloud (EC2) ve Secure Storage Service (S3) IaaS'a iki örnek olarak gösterilebilir [19]. Bu hizmet, geliştiricilerin altyapı üstünde küçük oynamalar ile kendi yazılımlarını yazabilmeleri için geliştirilmiştir [20]. Bu hizmet türünde ücretlendirme, kullanım miktarına göre faturalandırılmaktadır.

Bulut bilişim servis modelleri genel mimari yapısı Şekil 2'de görölmektedir. Şekil 2 ayrıntılı incelendiğinde, ilk bölümde platformların genel içerikleri yukarıda da bahsi geçtiği üzere verilmektedir. En ayrıntılı içeriğin SaaS servis modelinde, en basit ancak işlevselliği diğerlerinden daha az önemde olmayan hizmet içeriğinin PaaS'ta

olduğu gör÷lmektedir. Tüm bunlara ek olarak platformlar tek olarak şirketlere hizmet verdikleri gibi iç içe geçmiş şekilde de hizmet sunmaktadırlar. Şekil 2'nin ilk bölümündeki SaaS mimari yapısı her üç platform yapısının da SaaS platformu altında çalıştığı ve kullanıcılara paket bir halk bulut bilişim hizmeti verilmektedir. İkinci SaaS mimari yapısında, sadece SaaS ve PaaS platformları bulunurken, en son yapıda da tek olarak SaaS bulut bilişim servis modeli kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır. Burada bulut bilişimin, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre çeşitli alternatifler sunarak bilişim sektöründeki hizmet çeşitliliğini arttırmayı hedeflediğı gör÷lmektedir. PaaS mimari yapısında SaaS mimari yapılarında olmayan PaaS ve IaaS hizmet modellerinin bir arada verilmesi hizmet çeşitliliğini göstermektedir. IaaS mimarisinde ise yapı donanımsal cihazlar üzerine yoğunlaşmıştır. SaaS ve PaaS hizmeti alınırsa, IaaS platformu da alınabilmektedir. Bir e-posta sistemini sanal bir sunucuya kurup, kullanmak isteyen firmalar bu hizmeti IaaS platformu üzerinden almaları anlamına gelmektedir.



Şekil 2. Bulut Bilişim Hizmet Modellerinin Yapısı

3. LİTERATÜR

Kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayabilmek için bulut bilişim şirketleri çok çeşitli özelliklere sahip çözümler sunarak, farklı düzeyde bulut bilişim hizmeti vermektedirler; dolayısıyla, sunulmakta olan farklı hizmetleri karşılaştırabilmek önem kazanmaktadır. Karşılaştırmanın yapılabileceği boyutlardan bir tanesi de söz konusu bulut bilişim hizmetlerinin performans ölçümleridir. Bu bağlamda, farklı bulut bilişim hizmetlerinin performans değerlendirmeleri konusunda farklı çalışmalar yapılmıştır.

Iosup vd. [21] bilimsel çalışmalar için kullanılan sistemler ile süper bilgisayarlara göre daha ucuz, dağıtımli 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 (ÇAI) olarak tanımladıkları yöntemde, buluta ait çeşitli sistemler üzerinde ÇAI gerçekleştirerek, elde ettikleri sonuçlar üzerinde çıkarımda bulunmuşlardır. Tüm testlerin sonunda mevcut bulut bilişim hizmetinin, ÇAI 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 Bhargava vd. [22] tarafından verilmektedir. Sonuç olarak, mesafe, yazılım, donanım ve kullanıcı sayısının bulut bilişimde bulunan sunucuların performansı ile doğrudan ilişkili olduğu ve sabit bir performansın elde edilemediğini ortaya koymuşlardır.

Steinmetz vd. [23] 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 performansa sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ek olarak, bulut bilişim ile yönetim sisteminin aynı donanım üzerinde olması nedeniyle kaynak kullanımında sorunlar yaşandığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucu olarak, iki bulut yazılımın test edilmesi ve arada performans farklarının görülmesi, özel bulut bilişimde donanım kadar yazılımın da

önemli olduğu gerçeğini ortaya koymuştur.

Yüksek performanslı dağıtımli bilişim ve bulut bilişim sistemlerinin kıyaslaması ve bilimsel çalışmalar açısından performans değerlendirmesi Vecchiola vd. tarafından [24]'de verilmektedir. Çalışmalarında yazılım yükleme süresi, veri transfer süreleri vb. testler sonucunda, Amazon EC2'nin performansının, Grid 5000 dağıtımli sisteme göre daha düşük olduğu sonucuna varmışlar, dolayısıyla çalışmanın yapıldığı tarihte, bilimsel çalışmalar için yüksek performanslı bulut bilişim hizmetinin yeterli düzeyde olmadığını ortaya koymuşlardır.

Gillam vd. [25] çalışmalarında, 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 başlangıç süresi ve kurulum gibi test sonuçlarında, farklı tepkiler verdiği görülmüştür. Bunların içerisinde Rackspace en iyi performans değerine sahip olmuştur.

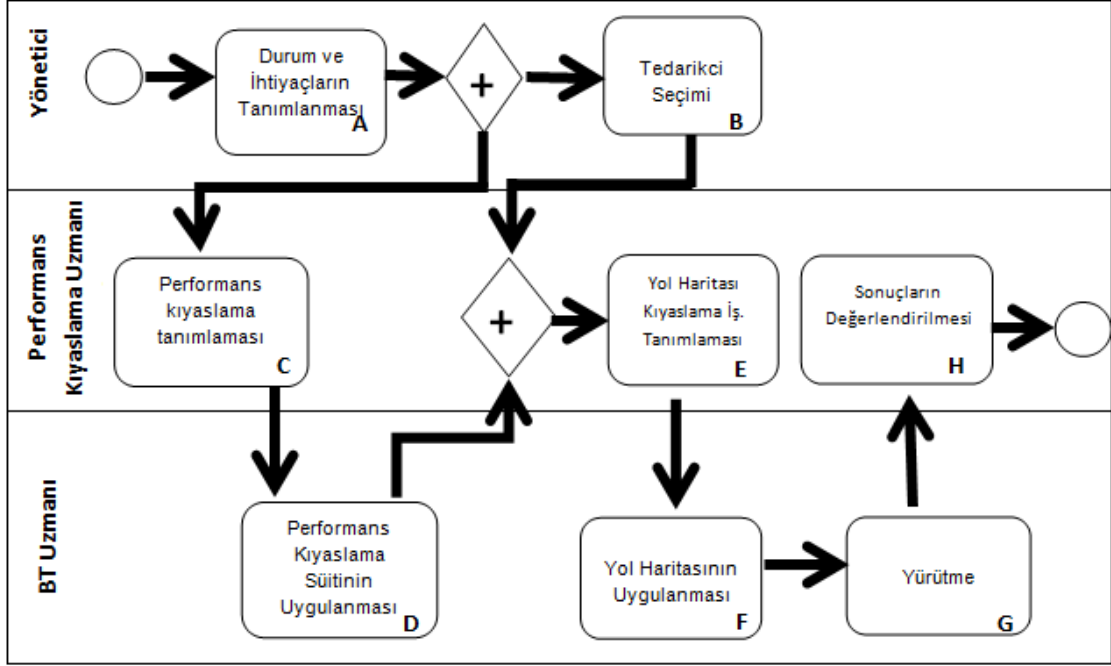
3.1. Lenk vd. Halk Bulutu Değerlendirme Çalışması

Lenk vd. [3] bulut bilişimin yaygınlaşmaya başlaması nedeniyle, halk bulut bilişim firmalarına ödenen ücret karşılığında, yeterli performansı alıp alamadıklarını görebilmek için bir çalışma yapmışlardır. Bulut bilişimde çalışan sanal makinelerin performans kıyaslaması alanında yeterli çalışma olmaması onların bu konuya yönelmesini sağlamıştır. Çalışmaları bulut bilişimin IaaS platformu üzerinde odaklanmıştır.

En yaygın kullanılmakta olan bulut bilişim hizmet sağlayıcıları olan Amazon, Rackspace ve Flexiscale şirketlerinin halk bulut bilişim performans testlerini Lenk vd. tarafından [3]'de yapılmıştır.

Burada aynı özelliklere sahip, Ubuntu 32 bit ve 64 bit sunucular üzerinde Phoronix test süiti kullanılmıştır. Yazarlar [3] sonuçları değerlendirerek, bulut bilişim hizmet sağlayıcıların genel hizmet performansında değişiklikler nedeniyle fiyat/performans karşılaştırmasında istenilen sonuca ulaşamadıklarını belirtmişlerdir.

3.2. Halk Bulut Performans Kıyaslama İşlemi



Şekil 2. Halk Bulut Performans Kıyaslama İş Akış Diyagramı [3]

Lenk vd.[3] çalışmalarında belirtmiş oldukları iş akışı sekiz temel süreçten oluşmakta olup Şekil 3'te yapısı, aşağıdaki bölümde de her bir sürecin detayları verilmektedir.

A. Durum ve ihtiyaçların tanımlanması

Başlangıçta performans kıyaslaması tanımlanmakta, projede yer alan teknik ve teknik olmayan gereksinimler de belirlenmektedir. Çalışmada, işletim sistemi ve sistem mimarisi (32 bit veya 64 bit) gibi teknik gereksinimler bulut hizmet sağlayıcılarının sundukları sistemler nedeniyle daralmıştır.

B. Tedarikçi seçimi

İkinci aşama olarak bulut hizmet sağlayıcılarının sundukları sanal makinelere özel performans kıyaslama süütünün seçilmesi gelmektedir. Bu aşamada, bulut hizmet sağlayıcılarının sundukları sistemler ile, bunlar arasından seçilen sistemler listelenmektedir. Daha sonra her ihtiyaç bir filtre olarak uygulanıp, bulut hizmet

sağlayıcının sundukları sistemlerin, bir alt sunulan sisteme daraltılmasıyla, tüm gereksinimler karşılanmıştır.

C. Performans kıyaslama tanımlaması

Performans kıyaslama seçimi bulut bilişim projesinde uygun bir yazılım belirlenmesini gerektirir. Aksi takdirde, karşılaştırılması gereken sonuçlardan dolayı proje etkilenir. Seçilecek olan test süitinin performans kıyaslama profesyonelleri tarafından bilinen ve birçok açıdan test yapmaya uygun olması önemlidir.

D. Performans kıyaslama süitinin uygulanması

Performans kıyaslama süiti seçildikten sonra, bu program standart kriterlere göre kurulur. Tüm yazılımın kurulup yüklenmesi yerine, performans kıyaslama süitlerinin kullanılacak olacak bölümlerinin yüklenmesi ve yapılandırılması gerekmektedir.

E. Yol haritasının tanımlaması

Performans kıyaslama süitinin, sürüm, özellikleri ve her çalıştırılmasında aynı alt yapıda olmasının yanı sıra, yol haritası da geçen zaman içinde tanımlanmalıdır. Yol haritasının tanımlanan bağımlılıkları, ilk adımdaki işlemlerde nasıl olacağı, bu ilk adımdaki önemli sorulardan biridir. Bundan sonra tekrarlanan performans kıyaslama sonuçlarını elde etmek bir günden bir yıla kadar değişebilen süreler alabilir. Ayrıca sanal makinelerde yapılan testlerin aynı anda olması ve paralel çalışması da tanımlanır.

F. Yol haritasının uygulanması

1-Ortak Hafıza: Daha esnek bir yapı olması için olabildiğince az veri sanal makinelerde tutulmuştur.

2- Basit Kurulum ve Prototip Sanal Makine: Basit olarak sanal makine ve üzerine performans kıyaslama süiti yüklenmiş, devamında süitin bağımlı paketleri otomatik

olarak kurulmuştur. Sonrasında, aşağıdaki görevleri içeren komut dosyası yüklenmiştir.

- Ortak depolama bölümünden yükleme paketlerini ve ek komut dosyasını almak
- Ortam kurulum komut dosyası çalıştırmak ve tüm kurulum paketlerini yüklemek
- Performans kıyaslama süitini çalıştırmak
- Performans kıyaslama sonuçlarını ve isimlerini bitiş tarihine göre toplamak
- Ortak depoya sonuçları göndermek
- Sanal makineyi kapatmak

3- *Yükleme*: Prototip sanal makinedeki veriler yukarıda bahsi geçen şekilde komut dosyası vasıtasıyla ortak depolamaya kopyalanır ve sanal makine işlem sonunda kapanır.

4- *Taslakların Hazırlanması*: Her hedef bulutta, taslak makineler performans kıyaslama süitini çalıştırmak için hazırlanmıştır. İlk makine ortak depolamadan başlangıç komut dosyasını alır ve çalıştırır. Bunun için, sanal makinenin ortak depoya ilk aşamada erişimi gerekir. Taslak sanal makineler hazırlandıktan sonra, bulut sağlayıcısının standart mekanizmaları yoluyla bunlar bulut sistemine kaydedilir.

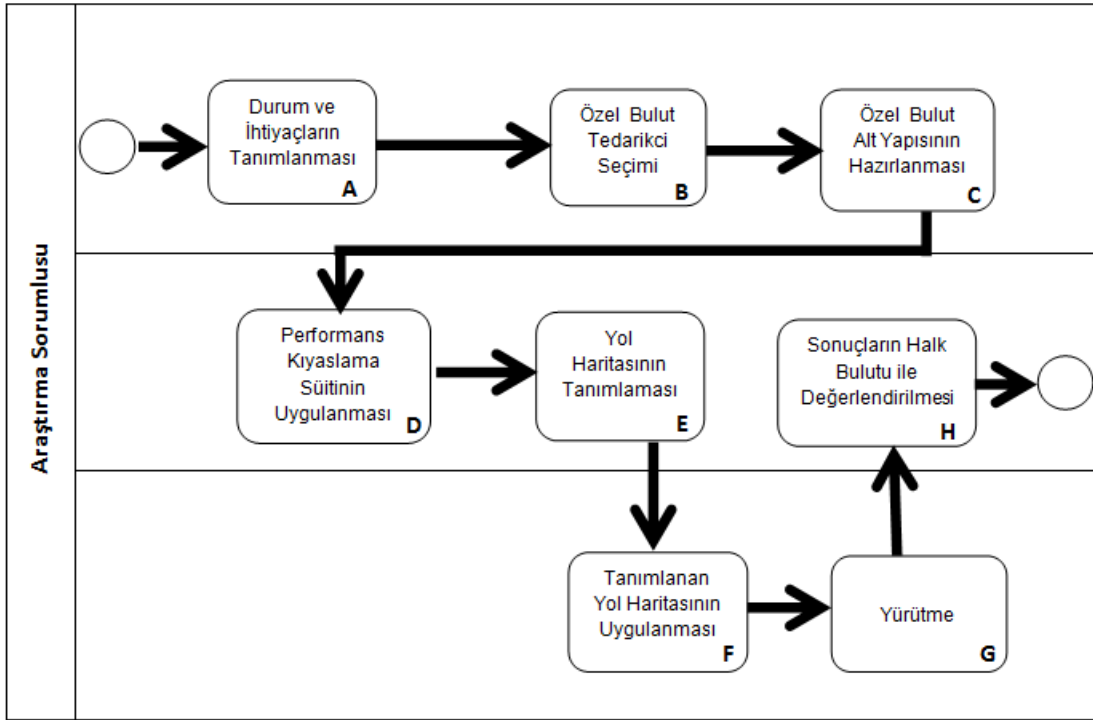
G. Yürütme

Hazırlanan yol haritası sonucundan, planlanan performans kıyaslama süiti hazırlanan makinelerde bir komut dosyası vasıtası ile çalıştırılır. Bu komut dosyası sanal makinelerde performans kıyaslamada sorunların olması nedeniyle sanal makinelerin düzgün çalışmasını sağlamak içindir ve bulut hizmet sağlayıcısında çeşitli sorunları engelleyerek, ortak veri deposuna sonuçların aktarılmasını sağlar.

H. Sonuçların Değerlendirilmesi

Test sonuçlarının farklı türde olması nedeniyle veri ayrıştırma mekanizması geliştirilmelidir. Çalışmada kullanılan performans kıyaslama süiti aynı formatta veriyi, standardize olarak verir. Daha ayrıntılı analizler için veri .csv formatlı metin dosyasına aktarılır.

3.3. Özel Bulut Performans Kıyaslama İşlemi Adımları



Şekil 3. Özel Bulut Performans Kıyaslama İş Akış Diyagramı

Bu çalışmada özel bulut kıyaslaması için uygulanmış olan iş akışı sekiz temel süreçten oluşmakta olup Şekil 4'te yapısı, aşağıdaki bölümde de her bir sürecin detayları verilmektedir.

A. Durum ve ihtiyaçların tanımlanması

Lenk vd.[3] çalışmasına paralel olması amacıyla, çalışmalarında kullanılmış olan sistemler, alt yapılar ve performans kıyaslama yazılımları belirlenmiştir. Bunların detayları Bölüm 4'te verilmektedir.

B. Özel bulut tedarikçi seçimi

Özel bulut performans kıyaslama seçiminde, yaygın olarak kullanılan Vmware VSphere 5.0 yazılımının 60 günlük deneme sürümü kullanılmıştır.

C. Özel bulut alt yapısının hazırlanması

Seçilen Vmware özel bulut yazılımı, Çalışmada kullanılan tüm sunuculara yüklenmiştir.

D. Performans kıyaslama süitinin uygulanması

Lenk vd.'nin [3] kullandıkları Phoronix Test Suite 2.6.1. yazılımı, kurulan 64 bit ileri düzey ve 32 bit başlangıç düzeyindeki Ubuntu 10.0.4 işletim sistemlerine kurulmuştur.

E. Yol haritasının tanımlanması

Lenk vd.'nin [3] kullandıkları yol haritasının aynısı tanımlanmıştır. Performans kıyaslama işlemlerinin nasıl yapılacağı ve çalışmada herhangi bir sorunla karşılaşılması için hangi testlerin yapılacağı belirtilmiştir. Bu aşamada en önemli kriter olarak test sonuçlarının doğru olması belirlenmiştir.

F. Yol Haritasının Uygulanması

Kurulan farklı konfigürasyonlardaki sunucularda, performans kıyaslama yazılımı çalıştırılmıştır. Hazırlanan bir komut dosyası ile testler tüm konfigürasyonlarda 50 defa çalıştırılmıştır.

G. Yürütme

Elde edilen sonuçlar, kaydedilerek raporlanmıştır. Tüm özel bulut performans kıyaslama test değerleri gerek istatistiki olarak, gerekse performans değerleri olarak yüzdesel ölçekte kıyaslanmıştır.

Bu çalışmada ve Lenk vd.[3] çalışmalarında elde edilmiş olan sonuçlara dayanılarak, özel bulut ve halk bulut performans kıyaslama değerleri yorumlanarak bir çıkarımda bulunulmuştur.

3.4. Karşılaştırmalı Sınama Testleri

Lenk vd. [3] çalışmalarında bulut bilişimin performans ve ücret karşılaştırmasını yapabilmek için, mevcut önemli bulut bilişim sağlayıcılarını ve uygun performans kıyaslama programlarını belirleyip, çeşitli konfigürasyonlardaki Linux tabanlı sunucuların performans testlerini yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçları analiz ederek, bulut bilişimi fiyat ve performans boyutlarında değerlendirmişlerdir. İş süreçlerinin doğruluğu, önde gelen halk bulut platformları üzerinde çalışmaları, kullanmış oldukları testlerin bilimsel çalışmalarda kullanılmış olması ve güvenilirliği nedeniyle bu çalışma karşılaştırmalı sınamada kullanılmak için tercih edilmiştir. Lenk vd.'nin [3] çalışmalarında uygulamış olduğu test süreçleri paralel olarak özel bulutta tekrarlanmıştır.

Özel bulut ile halk bulut karşılaştırmalı sınamasında, farklı akademik çalışmalarda [26][27] kullanılan Linux tabanlı bir karşılaştırmalı kıyaslama programı olan Phoronix test [4] süitinin 2.6.1 sürümü kullanılmıştır. Özel bulut ile fiziksel sunucuların karşılaştırmalı sınama işlemi için, Vmware özel bulut performans testlerinde ve benzer başka akademik çalışmalarda [28][29] kullanılan Passmark performans testi [30] kullanılmıştır.

Phoronix test süiti ve testlerin açıklamaları

Phoronix test süiti, kolaylıkla yeni testlerin eklenebildiği ve genişletilebilen bir çerçeveye sahip, en kapsamlı performans kıyaslama platformlarından biridir. Test süiti yazılımı etkili, doğru ve kolay kullanımlı bir şekilde niteliksel ve niceliksel performans kıyaslama gerçekleştirmek için tasarlanmıştır. Bu açık kaynak kodlu yazılım, GNU genel halk lisansı (GNU GPL3) altında lisanslıdır. Phoronix test süiti, XML tabanlı bir profile ve bununla ilgili kaynak komutlara sahip, hafif işlem çekirdeğinden (pts-core) oluşmaktadır. Phoronix test süiti OpenBenckmarking.org şirketinin web sayfasıyla ortaklaşa olarak çalışmasıyla, test profil ve sonuçları,

gelişmiş analitik özellikleri ve diğer işlevselliğinin bulunduğu merkezi web tabanlı depolamaya sahip bir ara yüze sahiptir [31].

Yazılım Özellikleri:

- Linux, Solaris, Mac OS X, Windows ve BSD işletim sistemleri desteği
- Genişletilebilir test mimarisi
- Bulut bilişim desteği
- 220'den fazla test profili
- 60'dan fazla test süiti
- Otomatik toplu mod desteği
- Otomatik test indirme ve kurulum
- Bağımlılık yönetim desteği
- Modül tabanlı tak-çalıştır mimari yapısı
- PNG ve SVG grafik görsel gerçekleştirme desteği
- PDF olarak sonuç raporlarının alımı
- Ayrıntılı yazılım, donanım algılaması
- Sistem kontrolü desteği

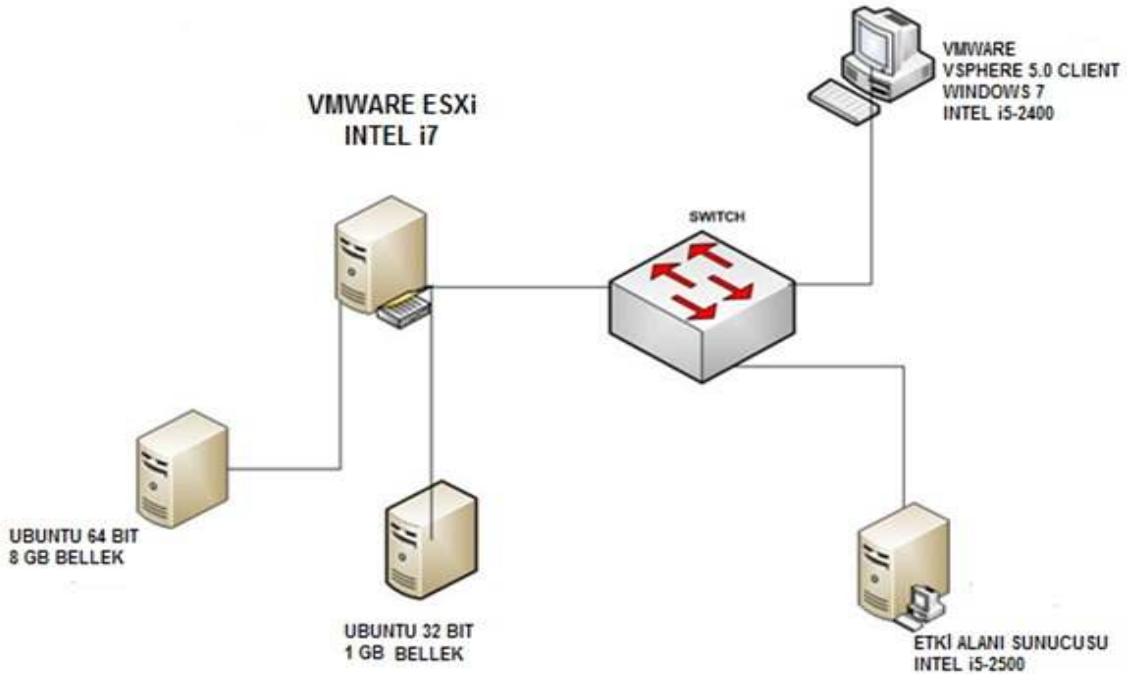
Phoronix test süit testlerinin açıklamaları

- Crafty: Bu test açık kaynak kodlu satranç motoru performans testidir.
- Dcraw: Bu test, çeşitli yüksek çözünürlükteki NEF imaj belgelerinin, PPM imaj formatına çevrilme zamanını ölçmektedir.
- eSpeak: Bu test, Project Gutenberg'in "The Outline of Science" kitabını WAV dosyası olarak eSpeak konuşma sentezleyici programı tarafından okunma hızını ölçer.
- Hmmer: Bu test gizli Markov modellerini bulmak için Pfam veri tabanını Drosophila Sevenless proteininin etki alanını bulmak için tarar.
- John-the-ripper: Bu performans ölçüm testi, şifre kırma performansını ölçmektedir.

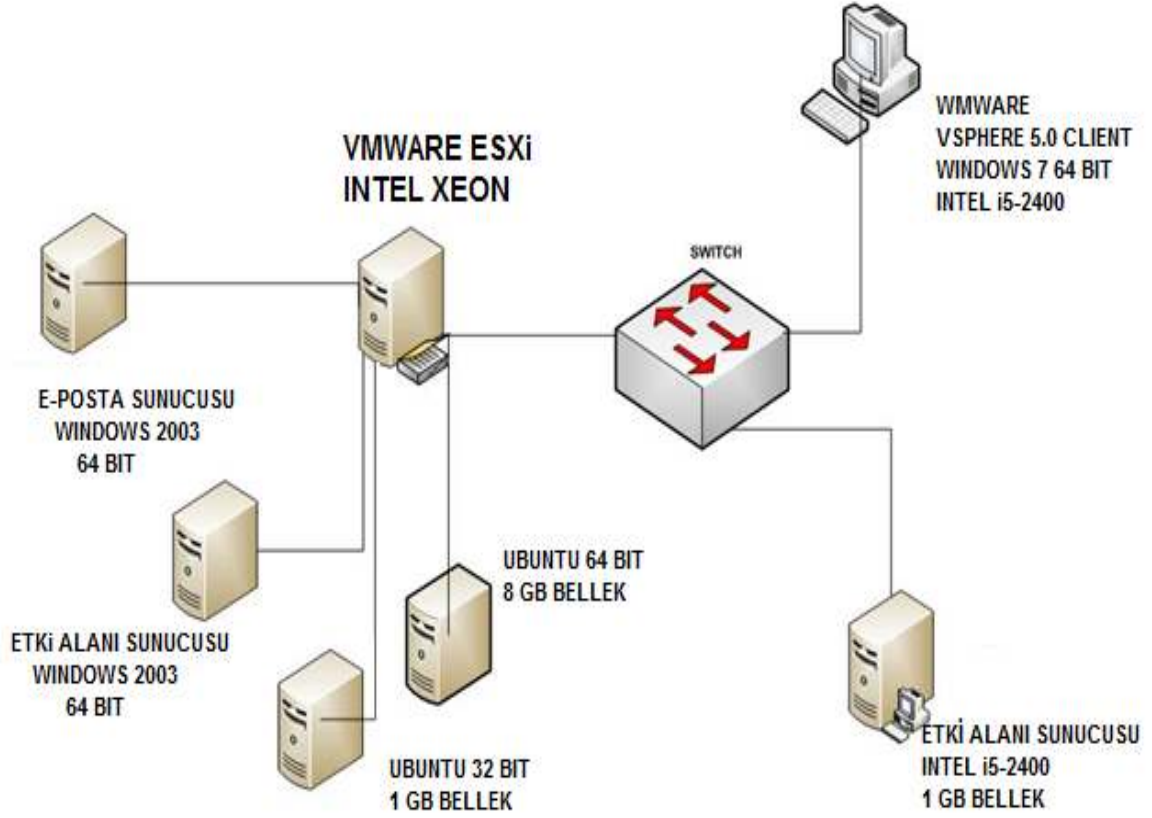
- OpenSSL: SSL (Güvenli Yuva Katmanı) uygulayan bir açık kaynak aracı ve TLS (Transport Layer Security) protokolleri. Bu test OpenSSL RSA4096-bit performansını ölçer.
- Opstone-Svd: Blue Sail Software tarafından geliştirilen Opstone MİB performans testi.
- Opstone-SVSP: Blue Sail Software tarafından geliştirilen Opstone MİB performans testi.
- Opstone-Vsp: Blue Sail Software tarafından geliştirilen Opstone MİB performans testi.
- Sudoku: Bu test Tcl tarafından yazılmış Sudoku bulmaca çözme testidir. Test 100 Sudoku bulmacasını çözmek için geçen süreyi ölçmektedir [31].

4. KARŞILAŞTIRMALI SINAMA TESTLERİ

4.1. Halk Bulut ve Özel Bulut Karşılaştırmalı Sınama



Şekil 4. i7 İşlemcili Sunucu Test Topolojisi



Şekil 5. Xeon İşlemcili Sunucu Test Topolojisi

Çalışmanın birinci aşamasında, halk bulut IaaS hizmeti ile özel bulut karşılaştırmalı sinama işlemini yapabilmek için Intel i7 alt yapısına sahip sunucu ile Intel Xeon işlemci kullanan iki profesyonel donanım kullanılmıştır. Buradaki amaç, kurumların network altyapılarında kullandıkları profesyonel bir Intel Xeon sunucu ile halk bulut arasında karşılaştırmalı sinama işleminin gerçeğe yakın olmasını sağlamaktır. Böylece kurumlar, özel bulut yapısını kurum içinde uyguladıklarında, bu çalışmaya paralel performans değerleri almaları öngörülmektedir. Bu sebeple tüm kurulumlar standart olarak yapılmıştır. Intel i7 işlemcili sunucularda performans kıyaslama testlerinin yapılma amacı ise, yeni nesil işlemcilerin performans değerlerini görebilmektir. Çalışmanın sonucu olarak, iki farklı işlemci mimarisinin verdiği sonuçlar üzerinden bir çıkarımda bulunulmuştur.

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. [3] yaptığı testler için kurdukları sunucu konfigürasyonlarının benzeri olan bir Linux dağıtımı kurulmuştur. 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.'lerinin [3] 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 Linux sunucu kurulmuştur. Xeon E5420, 2.50 GHz işlemcili sunucuya da aynı Linux işletim sistemi kurulmuştur. Tüm sunuculara Phoronix test süit 2.6.1 yüklenmiştir. Buradaki donanım özellikleri ve yazılım sürümleri kıyaslama yapılacak olan halk bulut değerleriyle aynıdır. Özel buluta ait sunucu özelliklerinin, esas alınan Lenk vd.'nin yaptığı çalışmanın [3] tarihine yakın olmasına dikkat edilmiştir. Xeon işlemcili özel bulut alt yapısı kurulurken, çalışmanın tarihinin 2011 olması nedeniyle, 2010 yılında satın alınmış bir sunucu kullanılmıştır. Kim'in [32] çalışmasında da değindiği üzere, ısı gibi disk performansını etkileyen unsurlar nedeniyle Intel Xeon işlemcili ve Intel i7 işlemcili her iki sunucu, 1 hafta boyunca sürekli olarak 25 C⁰'de sabit ısıli bir ortamda çalıştırılmıştır.

Özel bulut ESXi ana bilgisayarlarında, Intel Xeon işlemci toplam 40 GB belleğe sahip iken, Intel i7 işlemcili ana bilgisayarda ise 24 Gb'lık bir bellek bulunmaktadır.

4.1.1. Değerlendirmenin yapılması

Karşılaştırmalı kıyaslama sonuçlarının değerlendirilmesi iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada, halk bulut sonuçları Lenk vd.'lerinin [3] çalışmalarında kullandıkları yapıya sadık kalınarak incelenmiştir. Phoronix test süiti yazılımı vasıtasıyla yapılan özel bulut performans kıyaslama test sonuçları kaydedilip, elde edilen tüm test değerleri bir tablo haline getirilmiştir. Bu değerlerin sonuçları, halk bulut sonuçları ile aynı formatta bir özet tabloya aktarılmıştır. Yüzdesel olarak performans farklarının değerlendirilmesi için, halk bulut karşılaştırmalı kıyaslama değerinin en iyisi olan değer ile bu çalışmadaki halk bulutta bulunan en iyi değer yüzde farkı alınarak hesaplanmıştır. Değerlendirmeyi yaptığımız halk bulut sonuçlarına bakıldığında özel bulut hizmet sağlayıcısı firmaların sonuçlarının doğal olarak birbirinden bağımsız ve farklı olduğu görülmektedir. Bu sebeple, 3 farklı bulut

bilişim firmasına ait 64 bit işlemcili sunucu performans kıyaslama test sonuçlarında, 32 bit işlemcili 2 farklı halk bulut bilişim sonuçlarının en iyi değerleri dikkate alınarak, özel bulut bilişim karşılaştırmalı sinama değeriyle karşılaştırılmıştır.

Tablo 1’de testlerde kullanılan ölçü birimleri ve açıklamaları verilmiştir. Bazı testlerde, testlerin performans ölçütünde çıkan değerin düşük olması iyi iken, bazılarında ise yüksek değer daha iyi test sonucudur.

İkinci aşamada ise elde edilen sonuçlar ile değerlendirme konusu olan makaledeki sonuçlar istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Burada hipotez tezleri ile bu çalışmanın sonuçları istatistiki temellere dayandırılmıştır. Bu kapsamda, halk bulut bilişim değerleri ile elde edilen özel bulut bilişim performans kıyaslama test değerleri istatistiki hipotez formülleri vasıtasıyla değerlendirilmiştir. Her performans kıyaslama testi için halk bulut ve özel bulut hipotezleri önceden belirlenmiş, elde edilen verilere göre hipotezler değerlendirilmiştir. Bu çalışmada özel bulutun performans değerleri, halk buluta karşı sürekli olarak daha iyi olarak ortaya çıkmıştır. Ortaya konulan istatistiki sonuçlar, çalışmaların sonunda bir tablo ile gösterilmiştir. Değerlendirme özelden genele doğru yapılarak bir çıkarımda bulunulmuştur. Değerlendirmeler, performans kıyaslama test sonuçlarının olduğu bölüm sonlarında yapılmıştır.

Phoronix test süitinde bulunan OFMM testi tüm karşılaştırmalı sinamalarda, Crafty testi de 32 bitlik sunucularda yapılan karşılaştırmalı sinamalarda kullanılmamıştır.

Tablo 1. Karşılaştırmalı sinama parametreleri [3]

İsim	Açıklama	Ölçü Birimi	Oran Küçük iyidir (Kİ) Büyük iyidir (Bİ)
Dcraw	RAW'dan PPM'ye Görüntü Dönüştürme	Saniye	Kİ
Crafty	Crafty satranç motoru	Saniye	Kİ
Espeak	eSpeak, Konuşma Sentezleyicisi	Saniye	Kİ
Hmmer	Zaman ayarlı HMMER Arama	Saniye	Kİ
John-the-ripper	John The Ripper - Blowfish şifreleme	Saniyedeki kombinasyon, (Kullanıcı adı/Şifre)	Bİ
OpenSSL	OpenSSL RSA 4096-bit Şifreleme	Saniyedeki sinyal miktarı	Bİ
Opstone-SVD	Opstone Tekil Değer Ayrışımı	Mflops	Bİ
Opstone-SVSP	Opstone Seyrek-Vektör Ölçekleme Ürünü	Mflops	Bİ
Opstone-VSP	Opstone Vektör Skaler Ürün	Gflops	Bİ
Sudokut	Sudoku Çözücü	Saniye	Kİ

4.1.2. Başlangıç düzey 32 bit Ubuntu 10.04 sunucu karşılaştırmalı sınaması

Tablo 2. Amazon Halk Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri [3].

Test	Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Yüksek	En Düşük
Crafty	525,68	515,76	22,84	641,94	478,44
Dcraw	107,93	105,11	5,98	139,47	97,05
Espeak	251,58	245,04	12,43	301,75	228,62
Hmmer	356,84	354,58	10,16	444,39	331,51
John-the-ripper	180,79	170,67	14,82	204,00	136,00
OpenSSL	6,50	6,40	0,17	6,88	5,08
Opstone-Svd	146,05	153,42	25,30	204,50	91,67
Opstone-Svsp	161,73	161,00	4,85	182,67	130,50
Opstone-Vsp	1,06	1,14	0,17	1,38	0,73
Sudokut	130,02	124,40	9,85	179,00	115,79

Tablo 3. Flexiscale Halk Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri [3].

Test	Ortalama	Ortanca	Std.. Sapma	En Yüksek	En Düşük
Crafy	229,89	228,24	6,12	249,18	224,55
Dcraw	56,72	56,62	3,45	63,65	51,00
Espeak	110,13	109,00	2,86	118,70	108,01
Hmmer	156,60	155,54	4,01	168,34	152,90
John-the-ripper	493,95	497,67	11,55	501,33	459,67
OpenSSL	16,23	16,40	0,54	16,63	13,76
Opstone-Svd	271,61	275,00	11,85	282,67	237,00
Opstone-Svs	385,03	389,00	12,14	398,00	341,75
Opstone-Vsp	1,86	1,88	0,06	1,91	1,65
Sudokut	63,68	62,85	2,21	73,10	62,21

4.1.3 Xeon işlemcili özel bulut ileri düzey sunucu performans kıyaslama

Tablo 4. Xeon İşlemcili Özel Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Ayrıntılı Test Sonuçları

Test No	Dcraw	Espeak	Himmer	John-the-ripper	OpenSSL	Opstone-Svd	Opstone-Svsp	Opstone-Vsp	Sudoku
1	48,05	100,52	145,82	413,00	14,50	244,00	362,00	2,75	52,34
2	47,06	100,88	145,56	417,00	14,70	274,00	373,00	2,80	52,25
3	48,08	100,32	145,72	415,00	14,80	428,00	375,00	2,79	52,73
4	47,04	100,20	145,45	418,00	14,70	376,00	387,00	2,72	52,56
5	45,68	100,38	145,55	417,00	14,70	419,00	391,00	2,78	52,35
6	46,31	100,32	145,44	415,00	14,70	262,00	381,00	2,77	52,40
7	45,44	100,28	145,62	415,00	14,60	418,00	369,00	2,73	52,32
8	46,45	100,81	145,74	415,00	14,60	410,00	386,00	2,79	52,24
9	45,77	100,93	147,33	418,00	14,50	426,00	376,00	2,70	52,18
10	46,62	100,12	145,57	415,00	14,60	430,00	369,00	2,75	52,26
11	46,11	100,32	145,62	317,00	14,50	418,00	369,00	2,78	52,36
12	46,13	100,07	145,34	413,00	14,60	415,00	364,00	2,73	52,40
13	46,12	100,16	145,39	416,00	14,50	273,00	383,00	2,66	52,31
14	46,31	100,45	145,50	419,00	14,50	427,00	399,00	2,61	51,23
15	45,61	101,16	145,68	419,00	14,60	413,00	374,00	2,75	51,26
16	46,03	100,08	145,48	418,00	14,60	428,00	379,00	2,73	51,23
17	45,88	100,28	145,40	416,00	14,50	398,00	388,00	2,71	51,25
18	45,34	102,08	145,44	419,00	14,60	422,00	377,00	2,77	51,25
19	45,93	100,24	145,96	419,00	14,50	420,00	373,00	2,77	51,25
20	46,24	100,88	145,51	413,00	14,60	413,00	385,00	2,81	51,27
21	46,23	100,30	145,38	419,00	14,60	380,00	363,00	2,73	51,32
22	45,91	100,60	145,24	419,00	14,50	277,00	384,00	2,83	51,30
23	45,24	100,21	145,69	414,00	14,50	275,00	405,00	2,71	51,18
24	45,48	100,32	145,46	419,00	14,50	414,00	381,00	2,66	51,17
25	51,08	100,34	145,54	418,00	14,50	275,00	377,00	2,77	51,12
26	49,37	100,25	145,37	419,00	14,70	421,00	373,00	2,78	51,70
27	49,23	100,19	145,42	419,00	14,60	389,00	378,00	2,74	51,56
28	50,19	100,42	145,24	416,00	14,60	274,00	378,00	2,79	52,30
29	50,47	100,42	145,46	419,00	14,60	420,00	395,00	2,75	51,23
30	50,30	100,24	145,50	418,00	14,60	274,00	380,00	2,76	51,25
31	50,20	100,20	145,60	419,00	14,60	389,00	387,00	2,71	51,30
32	46,97	100,75	145,45	415,00	14,70	428,00	376,00	2,78	51,15
33	45,78	100,16	145,31	419,00	14,70	277,00	375,00	2,71	51,23
34	46,83	100,23	145,29	416,00	14,90	421,00	365,00	2,75	51,50
35	45,45	100,19	145,58	419,00	14,80	394,00	384,00	2,75	51,26
36	45,09	100,17	145,34	418,00	14,80	428,00	369,00	2,71	51,24
37	48,13	101,12	145,89	416,00	14,80	427,00	370,00	2,73	51,21
38	46,43	100,41	145,38	415,00	14,90	279,00	376,00	2,78	51,21
39	45,57	100,88	145,60	419,00	14,90	430,00	402,00	2,76	51,26
40	45,81	100,25	145,34	414,00	14,80	427,00	387,00	2,75	51,13
41	46,58	100,15	145,43	418,00	14,90	421,00	399,00	2,76	51,36
42	45,65	100,39	145,45	419,00	14,80	249,00	366,00	2,74	51,17
43	45,40	100,33	145,32	416,00	14,90	426,00	380,00	2,71	51,25
44	45,11	100,20	145,24	416,00	14,80	393,00	379,00	2,68	51,08
45	45,60	100,14	145,55	419,00	14,90	429,00	391,00	2,74	51,23
46	45,38	100,64	145,28	419,00	14,80	265,00	381,00	2,82	51,19
47	45,90	100,53	145,51	419,00	14,80	375,00	369,00	2,79	51,24
48	46,24	100,37	145,44	415,00	14,80	390,00	381,00	2,80	51,14
49	45,55	100,19	145,61	419,00	14,80	269,00	367,00	2,62	51,36
50	46,20	100,63	145,77	419,00	14,90	377,00	384,00	2,74	51,19

Tablo 5. Xeon İşlemcili Özel Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri

Test	Ortalama	Orta	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

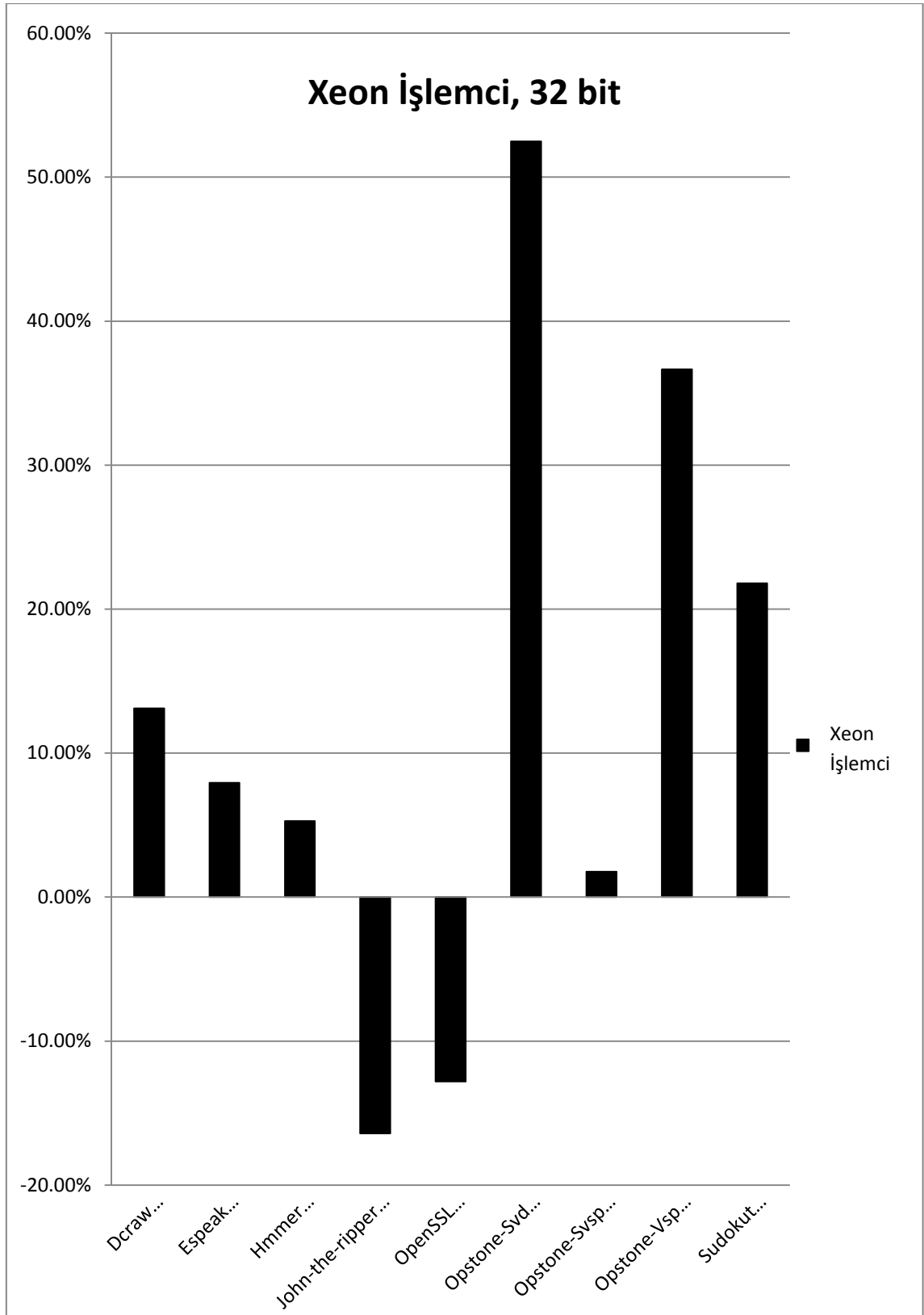
4.1.4. Xeon işlemcili başlangıç düzey sunucu performans değerlendirmesi

Lenk vd. [3] yaptıkları testleri Amazon üzerinde 462 defa, Flexiscale üzerinde ise 49 defa çalıştırmışlardır. Testlerin farklı sayıda çalıştırılması konusunda çalışmalarında bir bilgi verilmemektedir. Bu çalışmada kurulan özel bulutta, sonuçların istatistiki olarak değerlendirilmesini de göz önünde bulundurarak, tüm testleri 50 defa çalıştırarak, sonuçlar elde edilmiştir.

Özel bulutun üzerinde çalıştığı Xeon işlemcili 32 bit Ubuntu sunucu özel bulut ve halk bulut testlerinin karşılaştırmalı sinama sonuçlarının yüzdesel olarak performans farkları incelendiğinde, John-the-ripper %16,42 ile ve OpenSSLise %12,81 değerleriyle, testlerde halk bulutun performansının özel buluta göre daha iyi olduğunu görülmektedir. Şekil 7’de yüzde miktarları gözükmekte olan diğer 7 testte ise farklı oranlarda özel bulutun performansının daha iyi olduğu görülmektedir. Genel olarak bakıldığında 32 bit Ubuntu sunucu karşılaştırmalı sinamada, özel bulutun performansının, halk buluta göre daha iyi olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Özel bulut standart sapma değerleri Opstone-Svd testi dışında, genel olarak halk buluta göre daha düşüktür. Standart sapmanın az olması, değerlerin kararlı olduğunu göstermektedir. Halk bulut standart sapma değerlerinin yüksek olmasının nedeni, aynı havuzda bulunan sunucularının fazlalılığı ve yeterli düzeyde bir kaynak paylaşımının yapılmadığı olarak söylenebilir.

Tablo 6’da değerlendirme sonuçları listelenen özel bulut ile halk bulut performans değerleri üzerine yapılan hipotez test sonuçları verilmektedir. Ho: “özel bulut, halk buluttan daha iyi değildir” ve H1: “özel bulut, halk buluttan daha iyidir” olarak iki adet hipotez ortaya konmuş ve bu hipotezler ile ilgili sonuçlar verilmiştir. Opstone Svsp hariç tüm testlerde, yüzdesel sonuçların değerlendirmelerine paralel sonuçlar elde edilmiştir. Opstone Svsp testinde %1,76 ile özel bulut daha iyi olmasına karşın Ho: “Özel bulut, halk buluttan daha iyi değildir” hipotezi reddedilememektedir. Buna neden olarak Opstone Svsp testindeki bazı test değerlerinin çok düşük olması gösterilebilir.



Şekil 6. Başlangıç Düzey Xeon İşlemcili Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzde Değerleri

4.1.5. Başlangıç düzey Xeon işlemcili sunucu hipotez testleri ve sonuçları

Dcraw (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;67} \cong -1.671$$

$$t_h = \frac{46.67 - 56.72}{\sqrt{\frac{(1.58)^2}{50} + \frac{(3.45)^2}{49}}} = -18.57 \quad (4.1)$$

$t_h < t_{0.05;67}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Dcraw testinde halk buluttan daha iyidir.

Espeak (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;49} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{100.43 - 110.13}{\sqrt{\frac{(0.36)^2}{50} + \frac{(2.86)^2}{49}}} = -23.55 \quad (4.2)$$

$t_h < t_{0.05;49}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Espeak testinde halk buluttan daha iyidir.

Hmmer (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;48} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{145.54 - 156.6}{\sqrt{\frac{(0.31)^2}{50} + \frac{(4.01)^2}{49}}} = -19.25 \quad (4.3)$$

$t_h < t_{0.05;48}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Hmmer testinde halk buluttan daha iyidir.

John-the-ripper (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;94} \cong -1.660$$

$$t_h = \frac{415.12 - 493.95}{\sqrt{\frac{(14.3)^2}{50} + \frac{(11.55)^2}{49}}} = -30.20 \quad (4.4)$$

$t_h < t_{0.05;94}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla özel bulut, John-the-ripper testinde halk buluttan daha az performanslıdır.

OpenSSL (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;53} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{14.68 - 16.23}{\sqrt{\frac{(0.14)^2}{50} + \frac{(0.54)^2}{49}}} = -19.46 \quad (4.5)$$

$t_h < t_{0.05;53}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla özel bulut, OpenSSL testinde halk buluttan daha az performanslıdır.

Opstone-Svd (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;53} \cong 1.677$$

$$t_h = \frac{372.14 - 271.61}{\sqrt{\frac{(66.86)^2}{50} + \frac{(11.85)^2}{49}}} = 10.46 \quad (4.6)$$

$t_h > t_{0.05;53}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Svd testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Opstone-Svsp (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;93} \cong -1.660$$

$$t_h = \frac{379.24 - 385.03}{\sqrt{\frac{(10.18)^2}{50} + \frac{(12.14)^2}{49}}} = -1.13 \quad (4.7)$$

$t_h > t_{0.05;93}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Svsp testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Opstone-Vsp (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;93} \cong 1.660$$

$$t_h = \frac{2.75 - 1.86}{\sqrt{\frac{(0.05)^2}{50} + \frac{(0.06)^2}{49}}} = 80.09 \quad (4.8)$$

$t_h > t_{0.05;93}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Svd testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Sudokut (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;53} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{51.57 - 63.68}{\sqrt{\frac{(0.51)^2}{50} + \frac{(2.21)^2}{49}}} = -37.39 \quad (4.9)$$

$t_h < t_{0.05;53}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Sudokut testinde halk buluttan daha iyidir.

Tablo 6. Xeon İşlemcili Özel Bulut Hipotez Tablosu

Testin Adı		Dcraw			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	46,67	1,58	51,08	45,09	-18,57
Halk Bulut	56,72	3,45	63,65	51	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Espeak			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	100,43	0,36	102,08	100,07	-23,55
Halk Bulut	110,13	2,86	118,7	108,1	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Hmmer			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	145,54	0,31	147,33	145,24	-19,25
Halk Bulut	156,6	4,01	168,34	152,9	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		John-the-ripper			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	415,12	14,3	419	317	-30,20
Halk Bulut	493,95	11,55	501,33	459,67	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		Open SSL			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	14,68	0,14	14,9	14,5	-19,46
Halk Bulut	16,23	0,54	16,63	13,76	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		Opstone –Svd			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	372,14	66,86	430	244	10,46
Halk Bulut	271,61	11,85	282,67	237	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Opstone-Svsp			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	379,24	10,18	405	362	-1,13
Halk Bulut	385,03	12,14	398	341,75	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		Opstone-Vsp			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	2,75	0,05	2,83	2,61	80,09
Halk Bulut	1,86	0,06	1,91	1,65	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Sudoku			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	51,57	0,51	52,73	51,08	-37,39
Halk Bulut	63,68	2,21	73,1	62,21	
Sonuç	Ho Reddedilir				

4.1.6. i7 İşlemcili özel bulut başlangıç düzey sunucu performans kıyaslama

Tablo 7. i7 İşlemcili Özel Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Ayrıntılı Test Sonuçları

No	Dcraw	Espeak	Hmmer	John-the-ripper	OpenSSL	Opstone-Svd	Opstone-Svsp	Opstone-Vsp	Sudokut
1	25,51	57,74	90,28	503,00	30,40	828,00	878,00	6,17	31,50
2	24,35	57,53	89,43	496,00	30,40	824,00	887,00	6,09	31,14
3	24,19	57,20	89,25	506,00	30,50	824,00	897,00	6,12	31,25
4	24,35	57,07	89,32	515,00	30,60	820,00	881,00	6,14	31,15
5	24,24	57,17	89,17	514,00	30,50	824,00	913,00	6,15	31,42
6	24,22	57,23	89,30	514,00	30,40	821,00	877,00	6,13	31,18
7	24,27	57,21	89,29	515,00	30,70	827,00	877,00	6,16	31,25
8	24,35	57,16	89,29	514,00	30,50	823,00	902,00	6,16	31,22
9	24,18	57,21	89,39	515,00	30,40	824,00	893,00	6,08	31,20
10	24,22	57,69	89,28	515,00	30,40	818,00	862,00	6,14	31,14
11	24,28	57,26	89,21	515,00	30,60	822,00	874,00	6,15	31,23
12	24,20	57,50	89,33	515,00	30,50	817,00	877,00	6,10	31,19
13	24,29	57,28	89,30	514,00	30,40	823,00	880,00	6,08	31,27
14	24,15	57,12	89,17	515,00	30,40	826,00	870,00	6,13	31,24
15	24,62	57,40	89,25	515,00	30,40	773,00	878,00	6,13	31,20
16	24,40	57,26	89,29	511,00	30,50	826,00	918,00	6,15	31,19
17	24,22	57,17	89,26	514,00	30,50	826,00	878,00	6,12	31,20
18	24,47	57,59	89,41	515,00	30,40	816,00	876,00	6,11	31,15
19	24,29	57,20	89,40	513,00	30,40	814,00	877,00	6,14	31,22
20	24,35	57,19	89,25	515,00	30,40	825,00	876,00	6,16	31,19
21	24,38	57,14	89,31	515,00	30,40	819,00	885,00	6,14	31,22
22	24,31	57,04	89,46	515,00	30,40	823,00	881,00	6,16	31,18
23	24,22	57,33	89,30	512,00	30,30	826,00	859,00	6,16	31,22
24	24,35	57,18	89,20	514,00	30,50	820,00	898,00	6,12	31,14
25	24,21	57,10	89,32	514,00	30,40	818,00	896,00	6,16	31,16
26	24,52	57,25	89,35	515,00	30,70	828,00	893,00	6,15	31,16
27	24,27	57,20	89,13	515,00	30,50	814,00	889,00	6,15	31,16
28	24,23	57,37	89,18	515,00	30,50	826,00	899,00	6,07	31,29
29	24,29	57,21	89,37	515,00	30,40	827,00	891,00	6,12	31,15
30	24,36	57,19	89,24	515,00	30,40	827,00	871,00	6,14	31,17
31	24,25	57,08	89,22	515,00	29,50	816,00	898,00	6,16	31,18
32	24,85	57,18	89,19	515,00	30,40	824,00	877,00	6,14	31,46
33	24,39	57,13	89,21	514,00	30,50	825,00	882,00	6,14	31,18
34	24,26	57,23	89,27	514,00	30,70	826,00	875,00	6,13	31,20
35	24,36	57,14	89,31	515,00	30,70	822,00	883,00	6,15	31,19
36	24,39	57,17	89,20	515,00	30,40	828,00	878,00	6,14	31,13
37	24,20	57,19	89,34	515,00	30,40	827,00	879,00	6,11	31,23
38	24,34	57,21	89,38	515,00	30,40	817,00	883,00	6,15	31,22
39	24,23	57,24	89,29	515,00	30,60	821,00	873,00	6,08	31,18
40	24,26	57,17	89,26	514,00	30,50	815,00	881,00	6,13	31,20
41	24,28	57,20	89,36	515,00	30,40	816,00	871,00	6,08	31,22
42	24,29	57,16	89,36	514,00	30,50	824,00	867,00	6,13	31,19
43	24,48	57,17	89,43	515,00	30,70	828,00	889,00	6,11	31,16
44	24,17	57,32	89,29	515,00	30,40	828,00	844,00	6,12	31,21
45	24,17	57,29	89,34	515,00	30,40	828,00	877,00	6,16	31,21
46	24,30	57,26	89,21	515,00	30,70	817,00	880,00	6,15	31,25
47	24,28	57,25	89,19	514,00	30,40	815,00	895,00	6,15	31,26
48	24,37	57,23	89,47	515,00	30,40	821,00	896,00	6,15	31,21
49	24,32	57,30	89,24	515,00	30,40	824,00	918,00	6,13	31,15
50	24,34	57,13	89,39	514,00	30,40	823,00	887,00	6,14	31,19

Tablo 8. i7 İşlemcili Özel Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri

Test	Ortalama	Orta	Std. Sapma	En Yüksek	En Düşük
Dcraw	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
Sudokut	31,21	31,20	0,07	31,50	31,13

4.1.7. i7 işlemcili başlangıç düzey sunucu performans değerlendirmesi

Phoronix Test süiti ile Intel i7 işlemcili 32 bit Ubuntu sunucu üzerinde 50 defa çalıştırılan özel bulut kıyaslamalı sinama test sonuçlarında, Xeon işlemcili halk buluta göre test değerlerinde çok farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, halk bulutların kendi aralarında performans farkı da olduğu görülmektedir. Tüm kıyaslamalar arasında en iyi test sonuçları Flexiscale halk bulut hizmet sunucusunun hizmet verdiği Ubuntu sunucusunun değerleridir.

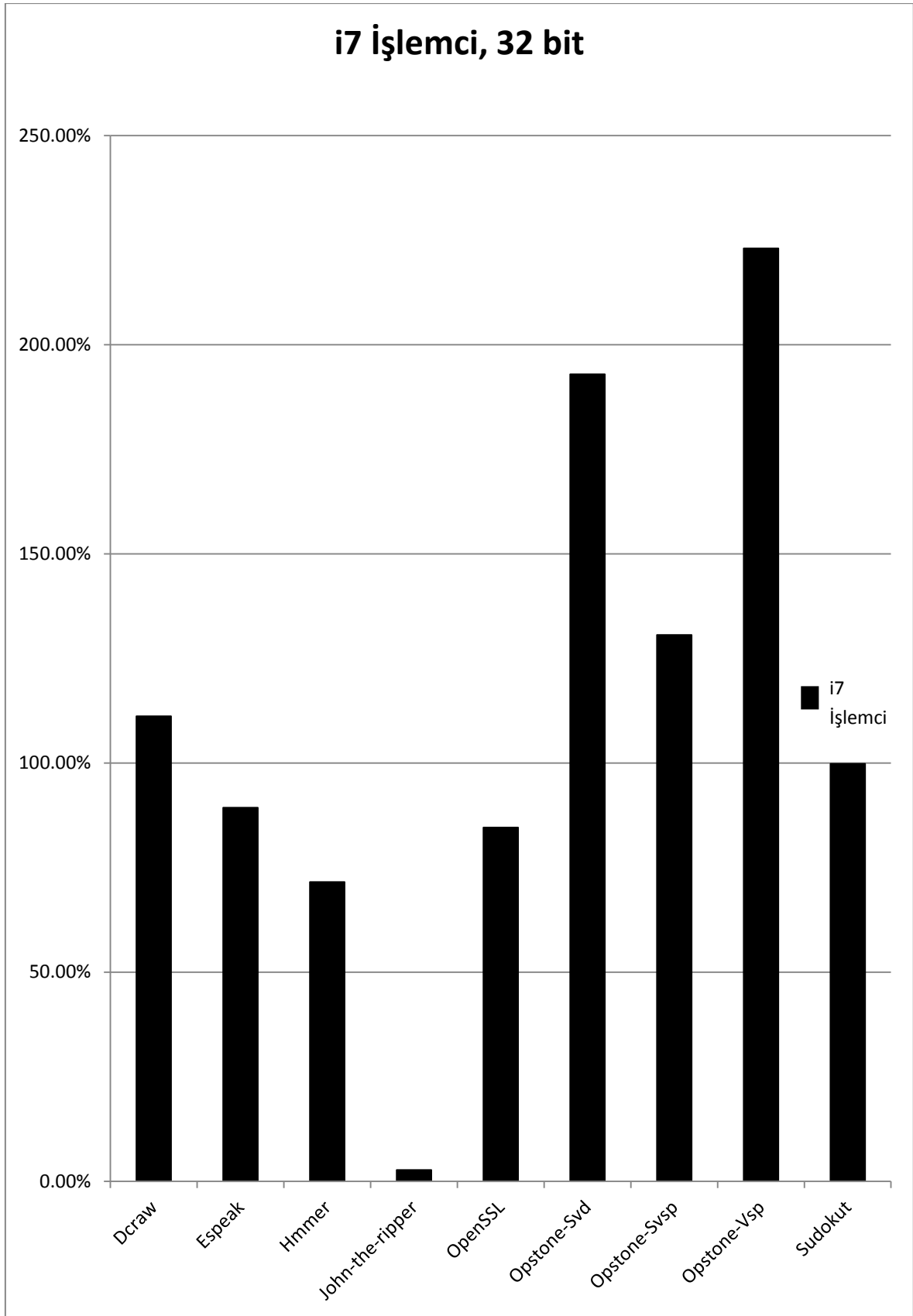
Değerlendirme, başlangıç düzeyine sahip Amazon halk bulutu ile Flexiscale halk bulutunun başlangıç düzeydeki Ubuntu sunucularının sonuçları arasındaki en iyi sonuçlar alınarak yapılmıştır.

Crafty testinin yapılmadığı çalışmada, 9 test çalışması yapılmıştır. Şekil 8’de görüldüğü üzere %2,73 oranında daha iyi performans gösteren John-the-ripper testi dışında diğer tüm testlerde, özel bulut performansının çok yukarılardadır. Dcrow %111,18, Opstone-Svd %192,92, Opstone-Svsp %130,65 değerleriyle, özel bulut performans değerlerinin, halk buluta göre iki kattan daha iyi olduğu yapılan test sonuçlarında görülmüştür. Ayrıca özel bulut Sudoku testi %99,84’lük değeri ile halk bulutun iki katına yakın bir performans göstermiştir. Opstone-Vsp testinde, %223’lük yüksek bir değerle karşılaşmıştır. Amazon bulut bilişimde bulunan sunucudaki test değerlerine göre, özel bulutun değerlerine bakıldığında ise, aradaki performans farkının çok daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Buna örnek olarak, yüksek değer en iyi olduğu OpenSSL testinde, Amazon’un test sonucu 5,08 sinyal/saniye iken, i7 işlemcili özel bulutta bu değer 29,5 sinyal/saniye olmuştur.

Bu farklı sonuçlara verilebilecek bir açıklama, Xeon işlemci hızının 2.5GHz, i7 işlemcinin yeni nesil ve hızının ise 3.5 GHz olmasıdır.

Özel bulutun test değerleri sonrasında elde edilen verilere göre, standart sapma değerleri bu kıyaslamalı sinama sonuçlarında da çok düşüktür. Amazon bulutunda Opstone-Svd test sonuçlarının standart sapması 25,3 iken, bu testte Flexiscale standart sapma değeri 11,85 olarak bulunmuştur. Özel bulutta Opstone-Svd test

sonuçlarında elde edilen değerlere göre standart sapma 2,91 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, standart sapma değerleri temel alındığında, performans açısından özel bulutun, halk buluta göre daha istikrarlı çalıştığı yorumu yapılabilir.



Şekil 7. Başlangıç Düzeyi i7 İşlemcili Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzde Değerleri

4.1.8. Başlangıç düzey i7 işlemcili sunucu hipotez testleri ve sonuçları

Dcrow (Di):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;48} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{24.34 - 56.72}{\sqrt{\frac{(0.09)^2}{50} + \frac{(3.45)^2}{49}}} = -65.67 \quad (4.10)$$

$t_h < t_{0.05;48}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Dcrow testinde halk buluttan daha iyidir.

Espeak (Di):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;48} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{57.24 - 110.13}{\sqrt{\frac{(0.06)^2}{50} + \frac{(2.86)^2}{49}}} = -129.42 \quad (4.11)$$

$t_h < t_{0.05;48}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Espeak testinde halk buluttan daha iyidir.

Hmmer (Di):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;48} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{89.31-156.6}{\sqrt{\frac{(0.27)^2}{50} + \frac{(4.01)^2}{49}}} = - 117.20 \quad (4.12)$$

$t_h < t_{0.05;48}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Hmmer testinde halk buluttan daha iyidir.

John-the-ripper (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;50} \cong 1.677$$

$$t_h = \frac{513.76-493.95}{\sqrt{\frac{(1.69)^2}{50} + \frac{(11.55)^2}{49}}} = 11.88 \quad (4.13)$$

$t_h > t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, John-the-ripper testinde halk buluttan daha performanslıdır.

OpenSSL (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;63} \cong 1.671$$

$$t_h = \frac{30.45-16.23}{\sqrt{\frac{(1.42)^2}{50} + \frac{(0.54)^2}{49}}} = 66.10 \quad (4.14)$$

$t_h > t_{0.05;63}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, OpenSSL testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Opstone-Svd (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;53} \cong 1.677$$

$$t_h = \frac{821.48 - 271.61}{\sqrt{\frac{(2.91)^2}{50} + \frac{(11.85)^2}{49}}} = 317.9 \quad (4.15)$$

$t_h > t_{0.05;53}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Svd testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Opstone-Svsp (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;48} \cong 1.677$$

$$t_h = \frac{883.32 - 385.03}{\sqrt{\frac{(2.91)^2}{50} + \frac{(12.14)^2}{49}}} = 279.55 \quad (4.16)$$

$t_h > t_{0.05;48}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Svsp testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Opstone-Vsp (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;53} \cong 1.677$$

$$t_h = \frac{6.13 - 1.86}{\sqrt{\frac{(0.05)^2}{50} + \frac{(0.06)^2}{49}}} = 384.28 \quad (4.17)$$

$t_h > t_{0.05;53}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Vsp testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Sudokut (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;48} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{31.21 - 63.68}{\sqrt{\frac{(0.07)^2}{50} + \frac{(2.21)^2}{49}}} = -102.79 \quad (4.18)$$

$t_h < t_{0.05;48}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Sudokut testinde halk buluttan daha iyidir.

Tablo 9. i7 İşlemcili Özel Bulut Hipotez Tablosu

Testin Adı		Dcraw			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	24,34	0,09	25,51	24,15	-65,67
Halk Bulut	56,72	3,45	63,65	51	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Espeak			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	57,24	0,06	57,74	57,04	-129,42
Halk Bulut	110,13	2,86	118,7	108,01	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Hmmer			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	89,31	0,27	90,28	89,13	-117,20
Halk Bulut	156,6	4,01	168,34	152,9	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		John-the-ripper			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	513,76	1,69	515	496	11,88
Halk Bulut	493,95	11,55	501,33	459,67	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		OpenSSL			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	30,45	1,42	30,7	29,5	66,10
Halk Bulut	16,23	0,54	16,63	13,76	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Opstone-Svd			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	821,48	2,91	828	773	317,9
Halk Bulut	271,61	11,85	282,67	273	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Opstone-Svsp			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	883,32	2,91	918	844	279,55
Halk Bulut	385,03	12,14	398	341,75	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Opstone-Vsp			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	6,13	0,05	6,17	6,07	384,28
Halk Bulut	1,86	0,06	1,91	1,65	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Opstone-Sudokut			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	31,21	0,07	31,5	31,13	-102,79
Halk Bulut	63,68	2,21	73,1	62,21	
Sonuç	Ho Reddedilir				

4.1.9. İleri Düzey 64 bit Ubuntu 10.04 Sunucu Karşılaştırmalı Sınaması

Tablo 10. Flexiscale Halk Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri [3].

Test	Ortalama	Orta	Std. Sapma	En Yüksek	En Düşük
Crafty	204,53	201,52	7,73	224,87	194,82
Dcraw	47,22	47,09	0,71	50,12	46,58
Espeak	105,01	104,67	1,14	108,65	104,19
Hmmer	34,09	33,57	2,41	41,48	31,35
John-the-ripper	734	741	24,10	744	647,67
OpenSSL	192,65	194,1	5,82	195,18	171,33
Opstone-Svd	338,27	334,33	19,77	409	318
Opstone-Svsp	414,66	418	10,80	423	377,67
Opstone-Vsp	1,86	1,79	0,25	2,77	1,77
Sudokut	48,13	48,04	0,69	50,06	46,57

Tablo 11. Rackspace Halk Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri [3]

Test	Ortalama	Orta	Std. Sapma	En Yüksek	En Düşük
Crafty	185,39	185,08	3,98	1 93,41	177
Dcraw	52,61	52,73	1,81	55,74	48,91
Espeak	116,59	116,57	2,36	121,59	111,99
Hmmer	48,07	48,62	6,85	57,88	28,8
John-the-ripper	602,58	610,42	26,31	627	528,33
OpenSSL	129,05	125,26	13,99	164,95	107,14
Opstone-Svd	406,1	407,17	8,14	417	388,67
Opstone-Svsp	367,87	371,67	11,64	383,33	340,83
Opstone-Vsp	2,67	2,71	0,09	2,78	2,38
Sudokut	63,75	65,04	8,20	73,72	43,27

Tablo 12. Amazon Halk Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri [3].

Test	Ortalama	Orta	Std. Sapma	En Yüksek	En Düşük
Crafty	163,33	181,02	21,68	185,3	137,2
Dcraw	40,13	44,37	5,33	45,9	33,63
Espeak	74,33	82,77	9,85	82,99	62,97
Hmmer	59,74	58,21	2,23	65,08	57,36
John-the-ripper	598,74	528	82,62	694,33	525
OpenSSL	58,67	59,3	0,99	59,58	54,83
Opstone-Svd	498,77	442,33	69,87	580,67	431
Opstone-Svsp	446,84	397,67	61,67	534,67	374,17
Opstone-Vsp	2,68	2,37	0,37	3,12	2,29
Sudokut	39,9	44,15	5,00	44,73	33,96

4.1.10. Xeon işlemcili özel bulut başlangıç düzey sunucu performans kıyaslama

Tablo 13. Xeon İşlemcili Özel Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Ayrıntılı Test Sonuçları

Sıra No	Craffy	Ddraw	Espeak	Hmmer	John-the-ripper	OpenSSL	Opstone-Svd	Opstone-Svsp	Opstone-Vsp	Sudokut
1	147,68	36,78	67,87	79,37	10640,00	263,50	532,00	478,00	2,91	38,88
2	148,12	36,74	67,49	78,77	10712,00	273,40	534,00	482,00	2,92	38,32
3	146,41	37,05	67,36	78,65	10701,00	277,30	533,00	456,00	2,92	38,73
4	146,30	36,65	67,45	78,76	10709,00	272,60	529,00	481,00	2,92	38,86
5	146,86	36,08	67,52	78,82	10702,00	253,50	535,00	486,00	2,92	38,51
6	146,90	36,38	67,47	78,78	10706,00	276,50	536,00	474,00	2,92	38,64
7	146,23	36,58	67,59	78,92	10688,00	213,70	532,00	478,00	2,89	38,45
8	148,38	36,96	67,50	78,84	10706,00	255,40	536,00	477,00	2,91	38,22
9	146,44	36,36	67,31	78,54	10695,00	273,70	529,00	478,00	2,90	38,72
10	146,46	36,74	67,38	78,63	10539,00	271,40	534,00	487,00	2,89	38,45
11	147,77	37,12	67,62	78,99	10709,00	253,80	534,00	486,00	2,84	38,49
12	146,37	36,43	67,38	78,64	10650,00	271,30	528,00	489,00	2,91	38,38
13	149,74	37,10	67,38	78,64	10650,00	265,60	535,00	478,00	2,86	38,77
14	150,91	36,48	67,34	78,55	10652,00	273,40	531,00	484,00	2,89	38,53
15	146,62	37,12	67,66	79,10	10462,00	275,60	533,00	481,00	2,90	38,37
16	148,47	36,96	67,39	78,66	10692,00	272,30	533,00	479,00	2,85	38,51
17	146,04	36,36	67,45	78,77	10696,00	260,90	535,00	478,00	2,92	38,33
18	146,89	36,71	67,40	78,69	10715,00	277,90	534,00	490,00	2,91	38,56
19	146,67	36,75	67,45	78,77	10710,00	273,70	535,00	488,00	2,86	38,52
20	146,30	36,66	67,82	79,34	10676,00	271,50	494,00	483,00	2,91	37,95
21	149,71	36,53	67,48	78,79	10604,00	265,10	537,00	481,00	2,87	38,51
22	150,62	37,23	67,50	78,96	10670,00	248,10	529,00	480,00	2,90	38,54
23	149,48	36,26	67,63	79,13	10650,00	276,80	535,00	492,00	2,91	38,53
24	149,28	36,56	67,40	78,71	10695,00	270,50	513,00	482,00	2,86	38,73
25	146,54	36,92	67,43	78,72	10706,00	279,30	532,00	481,00	2,83	38,40
26	148,47	36,99	67,55	79,00	10590,00	278,50	534,00	488,00	2,90	38,86
27	147,54	36,66	67,39	78,69	10704,00	266,90	533,00	482,00	2,83	38,60
28	147,84	36,19	67,39	78,76	10682,00	274,10	532,00	480,00	2,86	38,59
29	146,14	36,06	67,80	79,28	10706,00	277,20	537,00	479,00	2,92	38,77
30	146,75	36,48	67,38	78,66	10641,00	245,40	531,00	492,00	2,85	38,51
31	146,32	37,19	67,46	78,87	10698,00	216,20	534,00	483,00	2,88	38,47
32	147,12	37,11	67,36	78,73	10713,00	257,20	535,00	488,00	2,66	38,32
33	149,86	36,78	67,58	78,94	10710,00	157,70	533,00	483,00	2,88	39,22
34	150,00	36,03	67,54	78,84	10611,00	165,30	533,00	484,00	2,88	38,60
35	147,41	36,47	67,40	78,68	10346,00	173,50	532,00	481,00	2,84	38,81
36	147,65	36,22	67,60	78,98	10627,00	155,60	533,00	474,00	2,89	39,26
37	147,72	36,72	67,33	78,61	10710,00	169,30	536,00	473,00	2,88	38,57
38	149,01	36,95	67,36	78,61	10706,00	174,00	535,00	482,00	2,87	38,70
39	146,01	36,49	67,44	78,74	10717,00	179,80	530,00	481,00	2,86	38,85
40	147,37	36,10	67,61	79,00	10717,00	260,70	535,00	487,00	2,85	38,46
41	148,96	36,66	67,88	79,40	10703,00	270,90	532,00	494,00	2,89	38,57
42	145,67	36,70	67,45	78,75	10665,00	240,80	534,00	493,00	2,86	38,53
43	148,80	37,59	67,61	79,01	10682,00	259,80	535,00	481,00	2,87	38,39
44	146,29	36,92	67,38	78,66	10709,00	273,20	531,00	473,00	2,83	39,01
45	146,99	36,14	67,36	78,60	10575,00	278,90	536,00	471,00	2,87	38,53
46	146,94	36,78	67,63	79,03	10702,00	269,70	537,00	474,00	2,87	38,55
47	148,69	36,46	67,52	78,86	10713,00	278,40	536,00	486,00	2,86	38,30
48	145,68	36,71	67,43	78,72	10706,00	263,00	531,00	489,00	2,84	38,58
49	146,88	36,33	67,59	78,96	10683,00	275,10	529,00	480,00	2,82	38,62
50	146,75	36,43	67,61	78,99	10709,00	270,50	535,00	491,00	2,82	38,68

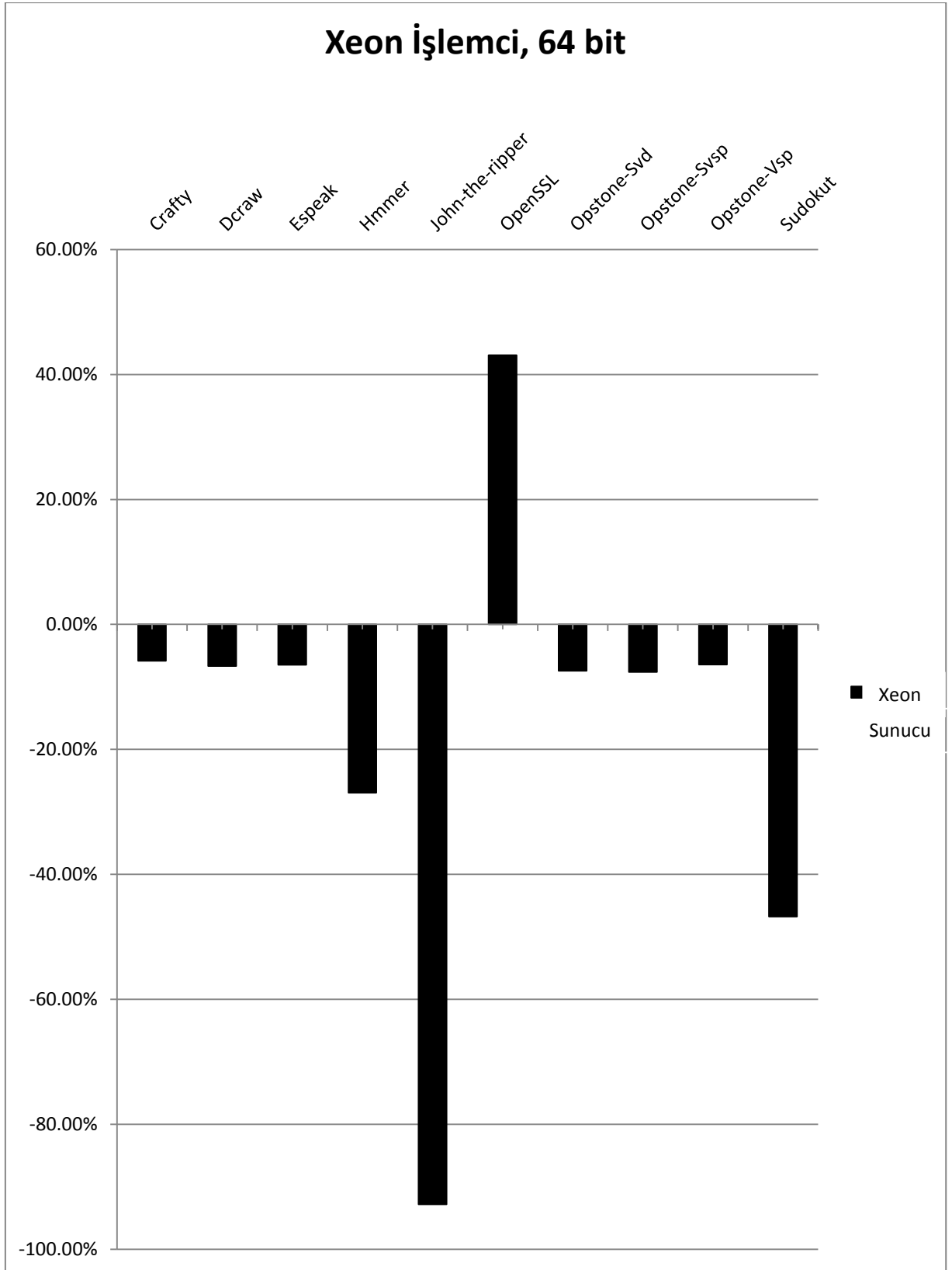
Tablo 14. Xeon İşlemcili Özel Bulut Başlangıç Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri

Test	Ortalama	Ortanca	Std. Sapma	En Yüksek	En Düşük
Crafty	147,56	147,06	1,37	150,91	145,67
Dcraw	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
Sudokut	38,58	38,55	0,23	39,26	37,95

4.1.11. Xeon işlemcili ileri düzey sunucu performans değerlendirmesi

Lenk vd. [3] 64 bit ileri düzey halk bulutu üzerinde yaptıkları testleri Amazon üzerinde 182, Flexiscale üzerinde 29, Rackspace üzerinde ise 34 kez çalıştırmışlardır. Bu çalışmada ise, 32 bit testlerinde olduğu gibi, testler 50 defa çalıştırılarak sonuçlar elde edilmiştir. Performansların daha yüksek olduğu ileri düzey halk bulut ile özel bulut sunucuların karşılaştırmalı sinama değerleri bu bölümde incelenmektedir. Şekil 9'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 söylenebilir. Bunların içerisinde John-the-ripper testinde özel bulut -%92,81 gibi büyük bir oranla daha az performanslı bulunmuştur. Ancak bu performans farkı 6 testte %10'u geçmemiştir. Üç farklı halk bulut bilişim hizmet sağlayıcısının bazılarının performansı özel bulut performansdan daha düşük kaldığı görülmektedir. Buna örnek olarak Espeak testini gösterebiliriz. En düşük test değeri özel bulutta 67,31 saniye iken, Flexiscale'de 104,19 saniye, Rackspace'de 111,99 saniye değerlerine sahiptir.

Özel bulutta çalışan diğer birden fazla 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 hizmet sağlayıcı şirketlerinin kullandıkları alt yapı ve bulut programlarının kendi içinde de çok değişik sonuçlar verdiğini Lenk vd. [3] çalışmalarında açıklamaktadırlar. Bu çalışmada da kullanılan halk bulut alt yapısının sonuçlara olumsuz bir etkisinin olduğu söylenebilir. Özel bulutta yapılan John-the-ripper ve OpenSSL testlerinde standart sapma değerleri çok yüksek çıkmıştır. Halk bulutta ise bu değerler iki test dışında çok yüksektir. Test sonuçlarına göre genelleme yapıldığında özel bulut daha kararlı çalışmaktadır. Tablo 15'de görüldüğü üzere, tüm test sonuçları istatistiki olarak incelenmiştir. 64 bit Xeon ileri düzey sunucunun sonuçları yüzdelik performans farkına göre ters çıkmıştır. Bunun basitçe nedeni halk bulutta varyansların çok yüksek olmasıdır. Hipotez testlerinde, test sonuçlarının ortalama değerleri kullanılırken, yüzdesel hesaplamada test sonuçlarının en düşük ve en yüksek sonuçlarına göre grafik hesaplaması yapılmıştır. Bu nedenle hipotez testleri farklılık göstermiştir.



Şekil 8. İleri Düzey Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzdelik Değerleri

4.1.12. Xeon işlemcili ileri düzey sunucu hipotez testleri ve sonuçları

Crafty (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;190} \cong -1.650$$

$$t_h = \frac{147.56 - 163.33}{\sqrt{\frac{(1.37)^2}{50} + \frac{(21.68)^2}{186}}} = -9.84 \quad (4.19)$$

$t_h < t_{0.05;190}$ olduğundan H_0 reddedilir.

Dcraw (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;190} \cong -1.650$$

$$t_h = \frac{36.65 - 40.13}{\sqrt{\frac{(0.35)^2}{50} + \frac{(5.33)^2}{186}}} = -8.8384 \quad (4.20)$$

$t_h < t_{0.05;190}$ olduğundan H_0 reddedilir.

Espeak (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;185} \cong -1.650$$

$$t_h = \frac{67.50 - 74.33}{\sqrt{\frac{(0.14)^2}{50} + \frac{(9.85)^2}{186}}} = -9.4584 \quad (4.21)$$

$t_h < t_{0.05;185}$ olduğundan H_0 reddedilir.

Hmmer (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;33} \cong 1.697$$

$$t_h = \frac{78.84 - 48.07}{\sqrt{\frac{(0.21)^2}{50} + \frac{(6.85)^2}{34}}} = 26.1884 \quad (4.22)$$

$t_h > t_{0.05;33}$ olduğundan H_0 reddedilemez.

John-the-ripper (Yi)

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;66} \cong 1.664$$

$$t_h = \frac{10669.2 - 734}{\sqrt{\frac{(69.05)^2}{50} + \frac{(24.1)^2}{29}}} = 924.9184 \quad (4.23)$$

$t_h > t_{0.05;66}$ olduğundan H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, John-the-ripper testinde halk buluttan daha performanslıdır.

OpenSSL (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;53} \cong 1.677$$

$$t_h = \frac{251.73 - 192.65}{\sqrt{\frac{(37.4)^2}{50} + \frac{(5.82)^2}{29}}} = 10.9484 \quad (4.24)$$

$t_h > t_{0.05;53}$ olduğundan H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, OpenSSL testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Opstone-Svd (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;196} \cong 1.650$$

$$t_h = \frac{532.14 - 498.77}{\sqrt{\frac{(6.61)^2}{50} + \frac{(69.87)^2}{186}}} = 6.4084 \quad (4.25)$$

$t_h > t_{0.05;196}$ olduğundan H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Svd testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Opstone-Svsp (Yi)

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;200} \cong 1.650$$

$$t_h = \frac{481.96 - 446.84}{\sqrt{\frac{(6.73)^2}{50} + \frac{(61.67)^2}{186}}} = 7.6084 \quad (4.26)$$

$t_h > t_{0.05;200}$ olduğundan H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Svsp testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Opstone-Vsp (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;200} \cong 1.650$$

$$t_h = \frac{2.87 - 2.68}{\sqrt{\frac{(0.04)^2}{50} + \frac{(0.37)^2}{186}}} = 6.8584 \quad (4.27)$$

$t_h > t_{0.05;200}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Vsp testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Sudokut (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;187} \cong -1.650$$

$$t_h = \frac{38.58 - 39.9}{\sqrt{\frac{(0.23)^2}{50} + \frac{(5.00)^2}{186}}} = -3.5884 \quad (4.28)$$

$t_h < t_{0.05;187}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir.

H_0 : Sanal sistem, fiziksel sisteme eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Sanal sistem, fiziksel sistemden daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

Tablo 15. İleri Düzey Xeon İşlemcili Sunucu Hipotez Tablosu

Testin Adı		Crafty			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	147,56	1,37	150,91	145,67	-9,84
Halk Bulut	163,33	21,68	185,3	137,2	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Dcraw			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	36,65	0,35	37,59	36,03	-8,83
Halk Bulut	40,13	5,33	45,9	33,63	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Espeak			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	67,5	0,14	67,88	67,31	-9,45
Halk Bulut	74,33	9,85	82,99	62,97	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Hmmer			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	78,84	0,21	79,4	78,54	26,18
Halk Bulut	48,07	6,85	57,88	28,8	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		John-the-ripper			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	10669,2	69,05	10717	10346	924,91
Halk Bulut	734	24,1	744	647,67	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		OpenSSL			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	251,73	37,4	279,3	155,6	10,94
Halk Bulut	192,65	5,82	195,18	171,33	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Opstone-Svd			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	532,14	6,61	537	494	6,4
Halk Bulut	498,77	69,87	580,67	431	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Opstone-Svsp			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	481,96	6,73	494	456	7,6
Halk Bulut	446,84	61,67	534,67	374,17	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Opstone-Vsp			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	2,87	0,04	2,92	2,66	6,85
Halk Bulut	2,68	0,37	3,12	2,29	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Sudoku			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	38,58	0,23	39,26	37,95	-3,58
Halk Bulut	39,9	5	44,73	33,96	
Sonuç	Ho Reddedilir				

4.1.13. i7 işlemcili özel bulut ileri düzey sunucu performans kıyaslama

Tablo 16. i7 İşlemcili Özel Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Ayrıntılı Test Sonuçları

Sıra No	Crafty	Dcraw	Espeak	Hmmer	John-the-ripper	OpenSSL	Opstone-Svd	Opstone-Svsp	Opstone-Vsp	Sudoku
1	90,05	19,43	43,45	14,00	868,00	370,70	1052,00	1115,59	6,81	22,08
2	90,06	19,29	43,26	12,09	867,00	370,50	1051,00	1121,53	6,84	22,02
3	90,36	19,04	43,24	12,07	869,00	368,70	1054,00	1117,71	6,81	22,01
4	90,66	19,22	43,28	12,12	869,00	369,20	1055,00	1118,77	6,85	22,01
5	90,18	19,19	43,21	12,09	866,00	369,40	1053,00	1116,65	6,83	22,03
6	90,20	19,16	43,25	12,06	868,00	368,20	1055,00	1120,77	6,81	22,04
7	90,16	19,12	43,23	12,07	866,00	371,30	1050,00	1113,47	6,72	22,04
8	90,49	19,19	43,54	12,03	867,00	368,80	1054,00	1117,71	6,84	22,03
9	90,27	19,14	43,33	12,03	866,00	367,70	1052,00	1111,59	6,82	22,00
10	89,60	19,19	43,39	12,09	869,00	371,10	1051,00	1114,53	6,84	22,04
11	90,38	19,24	43,31	12,07	865,00	370,70	1054,00	1117,71	6,83	22,05
12	89,93	19,17	43,33	12,08	870,00	368,80	1056,00	1119,84	6,84	22,02
13	90,72	19,14	43,30	12,06	869,00	370,30	1058,00	1121,96	6,83	21,95
14	90,56	19,27	43,37	12,05	867,00	367,40	1057,00	1120,90	6,82	22,04
15	90,30	19,15	43,33	12,07	863,00	367,60	1055,00	1118,77	6,85	22,01
16	89,78	19,32	43,28	12,10	869,00	368,70	1053,00	1116,65	6,83	21,98
17	89,94	19,27	43,28	12,12	863,00	371,20	1056,00	1119,84	6,84	22,05
18	90,36	19,25	43,28	12,08	866,00	370,30	1053,00	1116,65	6,80	21,98
19	89,96	19,23	43,23	12,08	867,00	370,00	1053,00	1116,65	6,81	21,97
20	90,90	19,16	43,24	12,14	868,00	371,40	1051,00	1124,53	6,83	22,00
21	90,52	19,08	43,25	12,07	867,00	369,50	1057,00	1120,90	6,83	21,96
22	89,65	19,21	43,27	12,09	869,00	368,50	1051,00	1114,53	6,85	21,99
23	90,77	19,49	43,28	12,05	866,00	369,60	1051,00	1116,41	6,83	22,12
24	90,22	19,15	43,30	12,05	868,00	369,50	1057,00	1120,33	6,85	22,02
25	90,39	19,13	43,29	12,07	869,00	370,40	1057,00	1120,90	6,78	22,06
26	90,60	19,04	43,29	12,10	869,00	368,10	1055,00	1118,77	6,81	21,99
27	90,13	19,13	43,24	12,06	869,00	370,20	1051,00	1114,53	6,80	22,04
28	90,64	19,15	43,27	12,01	864,00	371,30	1052,00	1110,05	6,84	22,04
29	90,55	19,10	43,25	12,07	865,00	369,70	1052,00	1115,59	6,85	22,11
30	90,42	19,07	43,25	12,08	868,00	369,50	1054,00	1117,71	6,82	21,98
31	90,51	19,23	43,27	12,11	869,00	368,60	1051,00	1114,53	6,59	22,40
32	90,54	19,09	43,26	12,10	866,00	367,60	1050,00	1113,47	6,70	22,14
33	90,52	19,17	43,30	12,11	867,00	367,80	1051,00	1114,53	6,68	22,02
34	90,33	19,14	43,25	12,18	868,00	367,70	1052,00	1115,59	6,85	22,04
35	90,00	19,07	43,26	12,03	868,00	367,50	1053,00	1116,65	6,83	22,02
36	90,05	19,23	43,31	12,03	869,00	370,50	1053,00	1118,61	6,82	21,97
37	90,71	19,19	43,23	12,05	865,00	368,00	1056,00	1119,84	6,83	22,03
38	94,19	19,23	43,22	12,11	865,00	367,30	1054,00	1117,71	6,83	22,01
39	89,76	19,20	43,27	12,05	866,00	367,60	1057,00	1120,90	6,84	22,01
40	91,00	19,04	43,26	12,08	869,00	370,60	1058,00	1121,96	6,80	22,03
41	90,54	19,13	43,28	12,07	869,00	369,60	1056,00	1119,84	6,81	21,99
42	90,02	19,25	43,26	12,08	868,00	368,50	1054,00	1117,71	6,82	22,03
43	90,40	19,19	43,25	12,04	869,00	368,40	1057,00	1120,90	6,84	21,95
44	89,98	19,30	43,25	12,07	869,00	366,40	1052,00	1116,59	6,84	22,02
45	90,40	19,08	43,24	12,05	868,00	370,40	1056,00	1119,84	6,74	22,06
46	90,64	19,07	43,25	12,13	868,00	367,30	1058,00	1121,96	6,85	21,98
47	90,90	19,11	43,27	12,05	867,00	367,50	1052,00	1115,59	6,86	21,99
48	90,22	19,06	43,23	12,09	868,00	366,70	1046,00	1109,23	6,83	22,02
49	90,87	19,16	43,45	12,02	869,00	367,80	1054,00	1117,71	6,77	22,07
50	90,09	19,22	43,29	12,08	867,00	366,30	1044,00	1107,11	6,84	22,03

Tablo 17. i7 İşlemcili Özel Bulut İleri Düzey Sunucu Performans Kıyaslama Değerleri

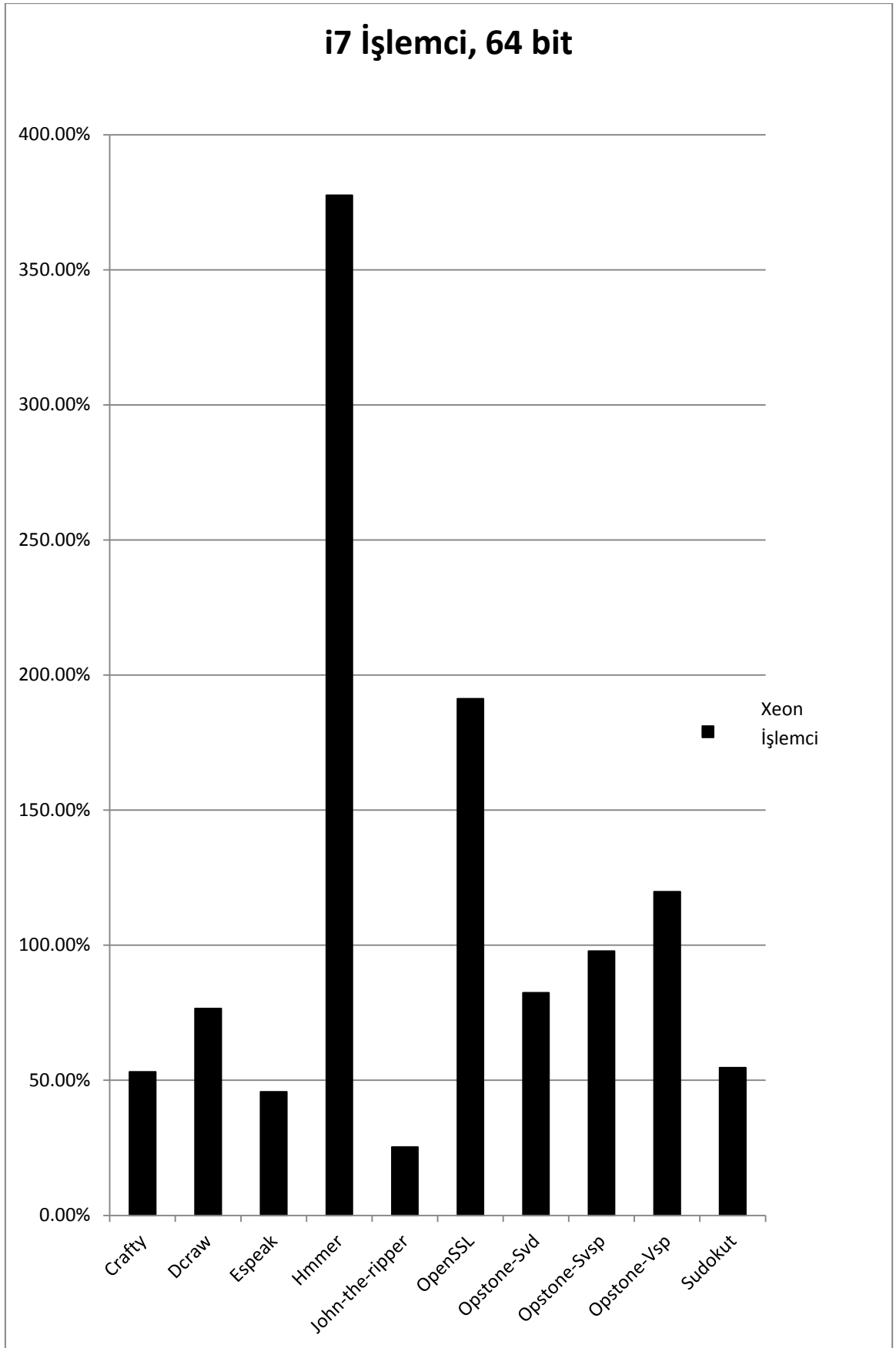
Test	Ortalama	Orta	Std. Sapma	En Yüksek	En Düşük
Crafty	90,41	90,37	0,64	94,19	89,60
Dcraw	19,18	19,17	0,09	19,49	19,04
Espeak	43,28	43,27	0,06	43,54	43,21
Hmmer	12,11	12,07	0,27	14,00	12,01
John-the-ripper	867,40	868,00	1,69	870,00	863,00
OpenSSL	369,01	368,80	1,42	371,40	366,30
Opstone-Svd	1053,48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

4.1.14. i7 işlemcili ileri düzey sunucu performans değerlendirmesi

İleri düzey performanslı sanal sunucular için, i7 işlemcili alt yapıya sahip özel bulut platformunda Lenk vd. [3] yaptıkları performans kıyaslama testlerindeki 11 testin, 10 tanesi özel bulutta uygulanmıştır. Amazon, Flexiscale, Rackspace halk bulut hizmet sağlayıcılarının Tablo 10, Tablo 11 ve Tablo 12’de görüldüğü üzere, kendi içlerinde de test sonuçları farklılık göstermektedir. Amazon bulut bilişimin, 32 bit Halk bulut performans testi sonuçlarına göre daha iyi değerler elde edildiği görülmektedir.

Bu çalışmada i7 işlemcili ileri düzey karşılaştırmalı sinama sonuçları halk bulut ve Xeon işlemcili özel buluta göre daha performanslı olarak ortaya çıkmaktadır. Çalışmamızda tüm testler 50 defa çalıştırılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Amazon’da bu değer 186 iken, Flexiscale’de 29, Rackspace’de testler ise 34 defa çalıştırılmıştır. Hmmer testinde, halk bulutun sonucuna göre, %377,6 gibi yüksek bir sonuca ulaşılmıştır. Şekil 10’da görüldüğü üzere, birçok test sonucunun değeri, halk bulutun performansından daha yüksek olarak ortaya çıkmıştır. OpenSSL ise %191’lik değeriyle Hmmer’in test sonuçlarından sonra gelen ikinci değerdir. %119,87 ile Opstone-Vsp özel bulutun, halk buluta göre performansının iki kattan daha fazla bir değerde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Opstone-Svsp değeri %110,22 ile yüksek bir performans test sonucu vermiştir. Crafty, Dcraw, Espeak, Opstone-Svd ve Sudokut test sonuçları ise %50 civarlarında bir sonuç ile özel bulut lehinedir. Karşılaştırmalı sinamada en düşük değerli test değeri %25 ile John-the ripper testine aittir. Önemli bir başka nokta özel bulutun standart sapma değerinin çok düşük olması olarak görülebilir. Amazon halk buluttaki performansın diğer halk bulut hizmet sağlayıcılarına göre performansı daha iyi iken, John-the ripper testinde 82,62, Opstone-Svd 69,87, Opstone-Svsp testlerinde ise 61,67 gibi çok yüksek değerlere ulaşmıştır. Özel bulutta John-the-ripper 1,42 standart sapma değerine sahiptir. Özel bulutta en yüksek değerler, 2,91 değerleri ile Opstone-Svd ve Opstone-Svsp testlerinde elde edilmiştir. Halk bulutta büyük standart sapma değerleri, özel bulutun performansının halk buluta göre daha istikrarlı olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 9’da görüldüğü üzere yapılan istatistiki hipotez testleri de yüzdesel olarak yapılan performans değerlendirmeleriyle paralel sonuçlar vermiştir.



Şekil 9. İleri Düzey Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzdelik Değerleri

4.1.15. i7 işlemcili ileri düzey sunucu hipotez testleri ve sonuçları

Crafty (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;186} \cong -1.650$$

$$t_h = \frac{90.41 - 163.33}{\sqrt{\frac{(0.64)^2}{50} + \frac{(21.68)^2}{186}}} = -45.79 \quad (4.29)$$

$t_h < t_{0.05;186}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Crafty testinde halk buluttan daha iyidir.

Dcraw (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;185} \cong -1.650$$

$$t_h = \frac{19.18 - 40.13}{\sqrt{\frac{(0.09)^2}{50} + \frac{(9.85)^2}{186}}} = -29.00 \quad (4.30)$$

$t_h < t_{0.05;185}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Dcraw testinde halk buluttan daha iyidir.

Espeak (Di)

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;185} \cong -1.650$$

$$t_h = \frac{43.28 - 74.33}{\sqrt{\frac{(0.06)^2}{50} + \frac{(9.85)^2}{186}}} = -59.51 \quad (4.31)$$

$t_h < t_{0.05;185}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Espeak testinde halk buluttan daha iyidir.

Hmmer (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;33} \cong -1.697$$

$$t_h = \frac{12.11 - 48.07}{\sqrt{\frac{(0.27)^2}{50} + \frac{(6.85)^2}{34}}} = -30.59 \quad (4.32)$$

$t_h < t_{0.05;33}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Hmmer testinde halk buluttan daha iyidir.

John-the-ripper (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;28} \cong 1.701$$

$$t_h = \frac{867.40 - 734}{\sqrt{\frac{(1.69)^2}{50} + \frac{(24.1)^2}{29}}} = 29.76 \quad (4.33)$$

$t_h > t_{0.05;28}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, John-the-ripper testinde halk buluttan daha performanslıdır.

OpenSSL (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;75} \cong 1.664$$

$$t_h = \frac{369.01 - 192.65}{\sqrt{\frac{(1.42)^2}{50} + \frac{(5.82)^2}{29}}} = 160.43 \quad (4.34)$$

$t_h > t_{0.05;75}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, OpenSSL testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Opstone-Svd (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;187} \cong 1.650$$

$$t_h = \frac{1053.48 - 498.77}{\sqrt{\frac{(2.91)^2}{50} + \frac{(69.87)^2}{186}}} = 107.92 \quad (4.35)$$

$t_h > t_{0.05;187}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Svd testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Opstone-Svsp (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;188} \cong 1.650$$

$$t_h = \frac{1117.44 - 446.84}{\sqrt{\frac{(2.91)^2}{50} + \frac{(61.67)^2}{186}}} = 147.69 \quad (4.36)$$

$t_h > t_{0.05;188}$ olduğundan H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Svsp testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Opstone-Vsp (Yi):

H_0 : Özel bulut, halk buluttan eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

$$t_{0.05;207} \cong 1.650$$

$$t_h = \frac{6.81 - 2.68}{\sqrt{\frac{(0.05)^2}{50} + \frac{(0.37)^2}{186}}} = 147.31 \quad (4.37)$$

$t_h > t_{0.05;207}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Opstone-Vsp testinde halk buluttan daha performanslıdır.

Sudokut (Di):

H_0 : Özel bulut halk buluttan daha iyi değildir. ($\mu_1 \geq \mu_2$)

H_1 : Özel bulut halk buluttan daha iyidir. ($\mu_1 < \mu_2$)

$$t_{0.05;185} \cong -1.650$$

$$t_h = \frac{22.03 - 39.9}{\sqrt{\frac{(0.07)^2}{50} + \frac{(5.00)^2}{186}}} = -48.72 \quad (4.38)$$

$t_h < t_{0.05;185}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla özel bulut, Sudokut testinde halk buluttan daha iyidir.

Tablo 18. i7 işlemcili özel bulut ileri düzey sunucu hipotez tablosu

Testin Adı		Crafty			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	90,41	0,64	94,16	89,6	-45,79
Halk Bulut	163,33	21,68	185,3	137,2	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Dcraw			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	19,18	0,09	19,49	19,04	-29
Halk Bulut	40,13	5,33	45,9	33,63	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Espeak			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	43,28	0,06	43,54	43,21	-59,51
Halk Bulut	74,33	9,85	82,99	62,97	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Hmmer			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	12,11	0,27	14	12,01	-30,59
Halk Bulut	48,07	6,85	57,88	28,8	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		John-the-ripper			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	867,4	1,69	870	863	29,76
Halk Bulut	734	24,1	744	647,67	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		OpenSSL			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	369,01	1,42	371,4	366,3	160,43
Halk Bulut	192,65	5,82	195,18	171,33	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Opstone-Svd			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	1053,48	2,91	1058	1044	107,92
Halk Bulut	498,77	69,87	580,67	431	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Opstone-Svsp			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	1117,44	2,91	1124,53	1107,11	147,69
Halk Bulut	446,84	61,67	534,67	374,17	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Opstone-Vsp			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	6,81	0,05	6,86	6,59	147,31
Halk Bulut	2,68	0,37	3,12	2,29	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Testin Adı		Sudoku			
Değerlendirme	Düşük İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Özel Bulut	22,03	0,07	22,4	21,95	-48,72
Halk Bulut	39,9	5	44,73	33,96	
Sonuç	Ho Reddedilir				

4.2. Fiziksel Sunucu ile Özel Bulut Performans Testi

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 [33] seçilmiştir. Bu yazılım ile bellek ve sabit disk testleri fiziksel sunucularda ve özel bulut üzerinde çalışan sunucularda gerçekleştirilmiştir. Tüm sunucularda testler 50 defa çalıştırılarak sonuçlar elde edilmiştir.

4.2.1. Konfigurasyon ve topoloji

İlk çalışmanın son aşamasında fiziksel olarak çalışan Intel Xeon E5345, 2.33 GHz, işlemcili, 8 GB belleğe sahip Windows Server 2003 R2, 64 bit etki alanı sunucusu, VMware Vsphere 5.1 ESXi ana bilgisayarının üzerine, VMware Vconverter programı ile fiziksel çalışan etki alanı sunucusu, sanal olarak çalışan sunucuya çevrilmiştir. Bu işlemin bire bir çeviri işlemi olması nedeniyle, fiziksel sunucu ile aynı özelliklere sahiptir. 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 sırasında her iki özel bulut sistemin tüm ayarları aynı şekilde dönüştürülmüştür. Gerek bellek yapısı, gerekse disk boyutları gibi karşılaştırmalı sınama 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 özelliğine sahiptir. İkinci çalışmada ise, fiziksel olarak çalışmakta olan e-posta sunucusu ve etki alanı sunucuları aynı donanıma sahiptirler. Her iki sunucu da, Intel Xeon E5345, 2.33GHz işlemcili, 8GB belleğe, 273 GB'lık RAID5 yapısında bir sabit diske sahiptir. 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 kurulan 8GB bellek ve 273 GB sanal hard diske sahip e-posta ve etki alanı sunucuları, fiziksel sunucularla aynı özelliklere sahiptirler.

4.2.2. Fiziksel sunucu ile özel bulut performans testi değerlendirilmesi

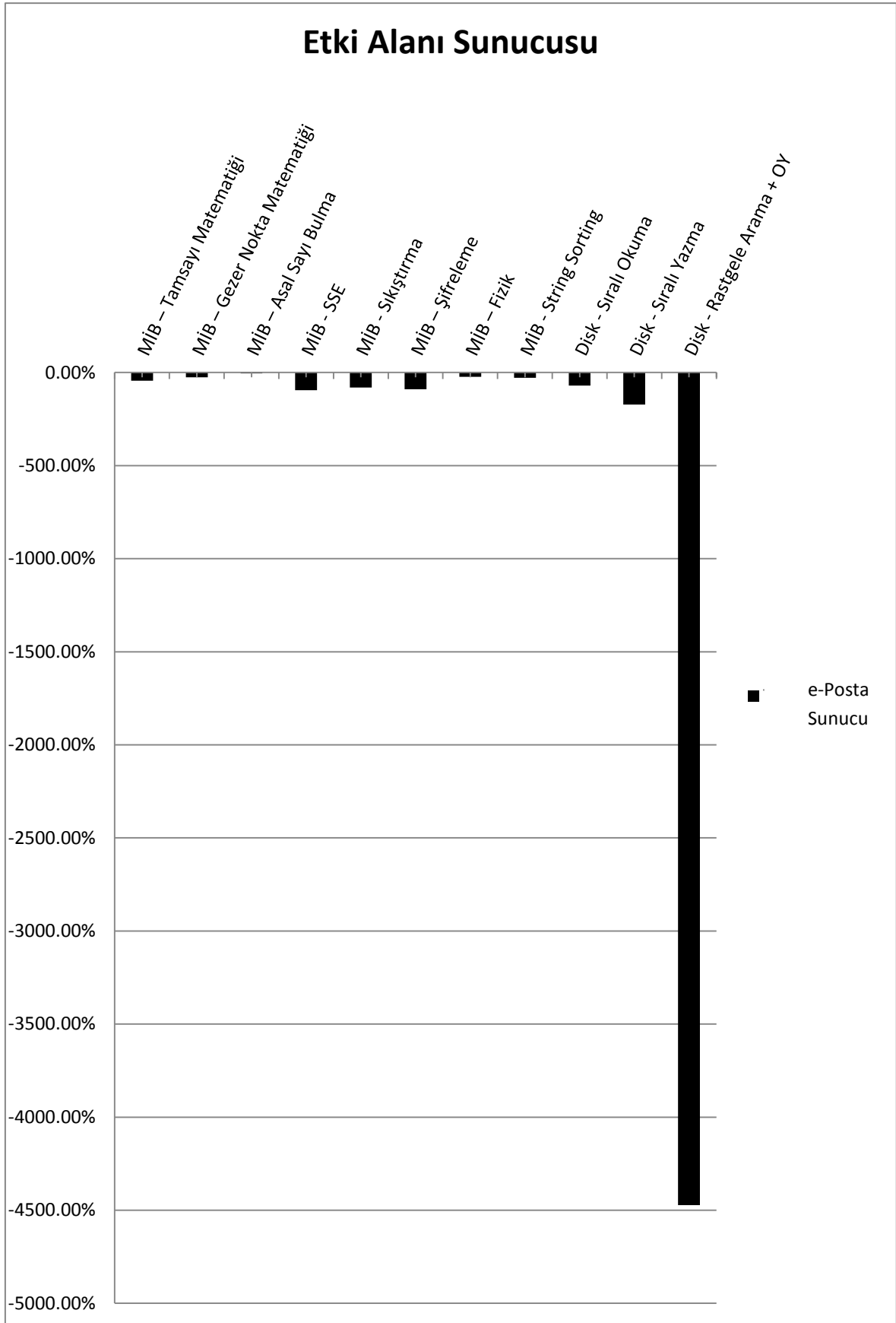
İlk aşamada, e-posta ve etki alanı sunucusu üzerine yüklenen Passmark ile yapılan karşılaştırmalı sınamada fiziksel sunucuların değerleri birbirine yakın iken aynı şekilde özel buluttaki test sonuçları birbirine benzeyen değerler vermiştir. Aynı şekilde özel buluttaki Passmark sonuçları yaklaşık olarak Tablo 18 ve Tablo 21’de verildiği üzere, her iki fiziksel sunucu, özel bulutta bulunan klonlarına göre çok daha performanslı olduğu görülmektedir. Şekil 11 ve Şekil 12’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 sonuçları dikkate değerdir. 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 bulutun daha düşük performansı dikkat çekicidir. İstatistiki olarak yapılan performans değerlendirme hipotez test sonuçları Tablo 21’de e-Posta sunucunun hipotez tablosu ve Tablo 24’de etki alanı hipotez tablolarında görülmektedir. Bu sonuçlar ile elde edilen sonuçlar aynı doğrultuda elde edilmiştir.

Tablo 19. Fiziksel e-Posta Sunucusu Passmark Sonuçları

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 20. Sanal e-Posta Sunucusu Passmark Sonuçları

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



Şekil 10. Özel Buluta Aktarılan Sanal e-Posta Sunucusunu, Fiziksel Sunucuya Göre Performans Değerleri

4.2.3. E-posta sunucusu hipotez testleri ve sonuçları

Hipotez:

H_0 : Sanal sistem, fiziksel sisteme eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Sanal sistem, fiziksel sistemden daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

Passmark Tam Sayı Matematiği Testi:

$$t_{0.05;60} \cong -1.671$$

$$t_h = \frac{1475.94 - 2219.48}{\sqrt{\frac{(72.98)^2}{50} + \frac{(26.45)^2}{50}}} = -67.73 \quad (4.39)$$

$t_h < t_{0.05;60}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Tam Sayı Matematiği testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Gezer Nokta Matematiği Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{2236.97 - 2949.29}{\sqrt{\frac{(152.87)^2}{50} + \frac{(26.79)^2}{50}}} = -32.45 \quad (4.40)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Gezer Nokta Matematiği testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Asal Sayı Bulma Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{806.55 - 913.50}{\sqrt{\frac{(115.04)^2}{50} + \frac{(5.01)^2}{50}}} = -6.56 \quad (4.41)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Asal Sayı Bulma testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark SSE Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{15.52 - 32.26}{\sqrt{\frac{(2.21)^2}{50} + \frac{(0.04)^2}{50}}} = -53.55 \quad (4.42)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, SSE testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Sıkıştırma Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{14.59 - 28.9}{\sqrt{\frac{(1.86)^2}{50} + \frac{(0.17)^2}{50}}} = -54.17 \quad (4.43)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, MİB - Sıkıştırma testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Şifreleme Testi:

$$t_h = \frac{14.59 - 28.9}{\sqrt{\frac{(1.86)^2}{50} + \frac{(0.17)^2}{50}}} = -54.17 \quad (4.44)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Şifreleme testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Fizik Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{250.66 - 359.02}{\sqrt{\frac{(47.69)^2}{50} + \frac{(6.41)^2}{50}}} = -15.92 \quad (4.45)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Fizik testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Dize Sıralama Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{2758.85 - 3846.34}{\sqrt{\frac{(387.41)^2}{50} + \frac{(42.82)^2}{50}}} = -19.72 \quad (4.46)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, MİB - Dize Sıralama testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Dize Sıralama Testi:

$$t_{0.05;98} \cong -1.660$$

$$t_h = \frac{121.97 - 87.30}{\sqrt{\frac{(50.03)^2}{50} + \frac{(7.66)^2}{50}}} = 4.84 \quad (4.47)$$

$t_h > t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilir. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Disk - Sıralı Okuma testinde fiziksel sistemden daha fazla performanslıdır.

Passmark Sıralı Yazma Testi:

$$t_{0.05;56} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{114.54 - 316.85}{\sqrt{\frac{(22)^2}{50} + \frac{(23.7)^2}{50}}} = -44.23 \quad (4.48)$$

$t_h < t_{0.05;98}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Disk - Sıralı Yazma (MB/s) testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Rastgele Arama + OYTesti:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{43.44 - 505.21}{\sqrt{\frac{(8.89)^2}{50} + \frac{(24.71)^2}{50}}} = -124.33 \quad (4.49)$$

$t_h < t_{0.05;60}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Disk - Rastgele Arama + OY testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Tablo 21. E-Posta Sunucu Hipotez Tablosu

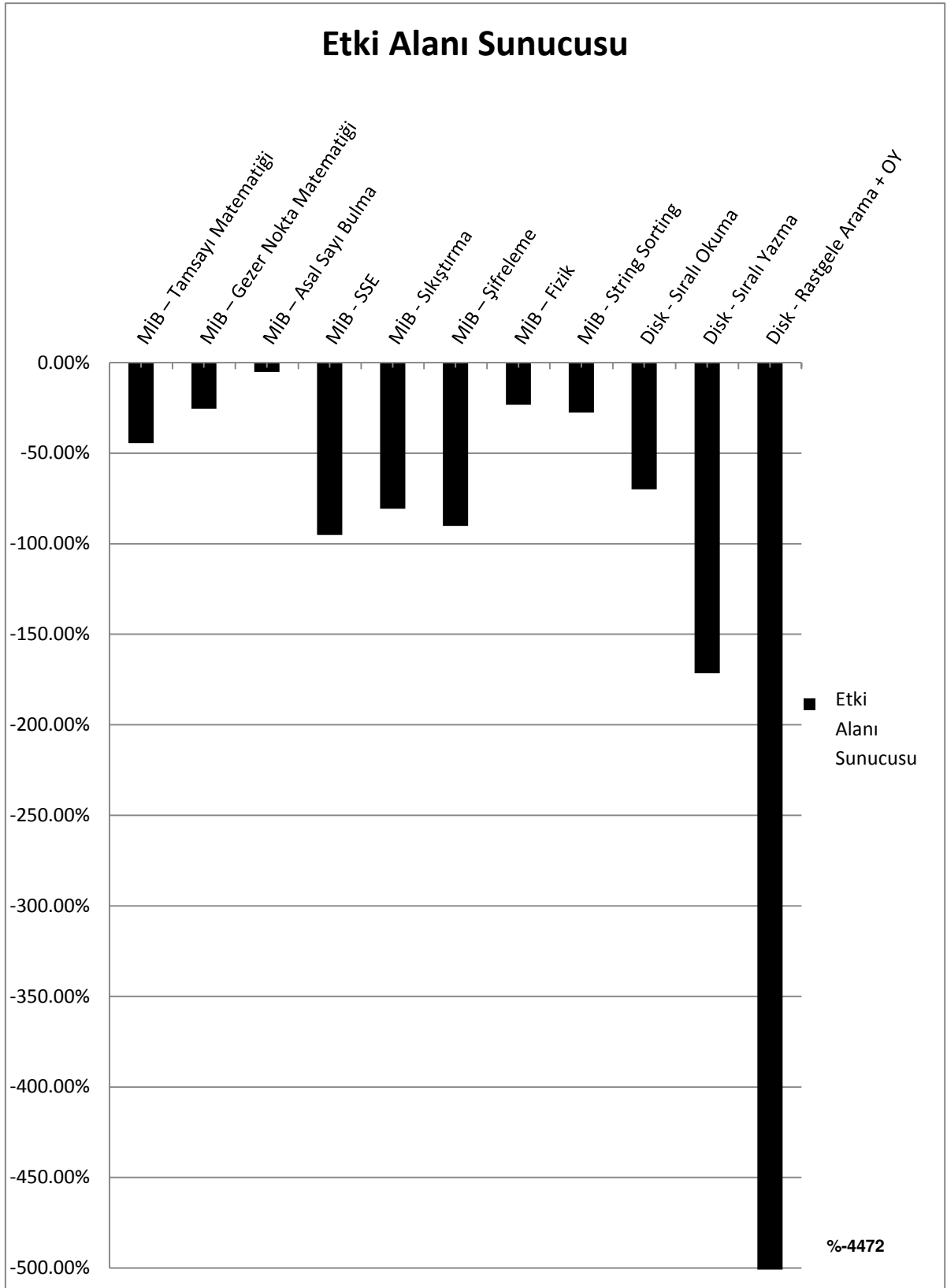
MİB- Tamsayı Matematiği					
Testin Adı	Yüksek İyidir				
Değerlendirme	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	1475,94	72,98	1542,9	1287,8	-67,73
Fiziksel Sistem	2219,48	26,45	2238,9	2101,3	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
MİB – Gezer Nokta Matematiği					
Testin Adı	Yüksek İyidir				
Değerlendirme	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	2236,97	152,87	2366,1	1579,1	-32,45
Fiziksel Sistem	2949,29	26,79	2971,9	2791,9	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
MİB – Asal Sayı Bulma					
Testin Adı	Yüksek İyidir				
Değerlendirme	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	806,55	115,04	875,9	442,5	-6,56
Fiziksel Sistem	913,5	5,01	919,7	898,6	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
MİB- SSE					
Testin Adı	Yüksek İyidir				
Değerlendirme	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	15,52	2,12	16,8	7,8	-53,55
Fiziksel Sistem	32,26	0,4	32,5	30,4	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
MİB – Sıkıştırma					
Testin Adı	Yüksek İyidir				
Değerlendirme	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	4964,53	853,34	5432,5	1693,0	-39,06
Fiziksel Sistem	9685,74	45,93	9748,2	9511,5	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
MİB - Şifreleme					
Testin Adı	Yüksek İyidir				
Değerlendirme	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	14,59	1,86	15,3	4,8	-54,17
Sanal Sistem	28,90	0,17	29,10	28,10	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
MİB – Fizik					
Testin Adı	Yüksek İyidir				
Değerlendirme	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	250,66	47,69	296	94,5	-15,92
Fiziksel Sistem	359,02	6,41	370,2	343,6	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
MİB – Dize Sıralama					
Testin Adı	Yüksek İyidir				
Değerlendirme	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	2758,85	387,41	3055,5	1448	-19,72
Fiziksel Sistem	3846,34	42,82	3990,2	3767,4	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Disk – Sıralı Okuma (MB/s)					
Testin Adı	Yüksek İyidir				
Değerlendirme	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	121,97	50,03	190,6	62	4,84
Fiziksel Sistem	87,3	7,66	102,7	75,7	
Sonuç	Ho Reddedilir				
Disk – Sıralı Yazma (MB/s)					
Testin Adı	Yüksek İyidir				
Değerlendirme	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	114,54	22	154,3	80,1	-44,23
Fiziksel Sistem	316,85	23,7	334,1	185,8	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Rastgele Arama + RW (MB/s)					
Testin Adı	Yüksek İyidir				
Değerlendirme	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	43,44	8,89	65,6	25,4	-124,33
Fiziksel Sistem	505,21	24,71	517,2	340,6	
Sonuç	Ho Reddedilemez				

Tablo 22. Fiziksel Etki Alanı Sunucusu Passmark Sonuçları

Test	Ortalama	Orta	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 23. Sanal Etki Alanı Sunucusu Passamark Sonuçları

Test	Ortalama	Orta	En Yüksek	En Düşük	Std. Sapma
MİB – Tamsayı Matematiği	1500,71	1513,00	1549,80	1353,00	45,28
MİB – Gezer Nokta Matematiği	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



Şekil 11. Özel Buluta Aktarılan Sanal Etki Alanı Sunucusunun, Fiziksel Sunucuya Göre Performans Değerleri

4.2.4. Etki alanı sunucusu hipotez testleri

Hipotez:

H_0 : Sanal sistem, fiziksel sisteme eşit veya daha az performanslıdır. ($\mu_1 \leq \mu_2$)

H_1 : Sanal sistem, fiziksel sistemden daha fazla performanslıdır. ($\mu_1 > \mu_2$)

Passmark Tam Sayı Matematiği Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{1500.71 - 2228.71}{\sqrt{\frac{(45.28)^2}{50} + \frac{(5.89)^2}{50}}} = -112.73 \quad (4.39)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Tam Sayı Matematiği testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Gezer Nokta Matematiği Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{2291.16 - 2957.51}{\sqrt{\frac{(90.03)^2}{50} + \frac{(8.10)^2}{50}}} = -52.12 \quad (4.40)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Gezer Nokta Matematiği testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Asal Sayı Bulma Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{759.55 - 916.44}{\sqrt{\frac{(165.34)^2}{50} + \frac{(2.05)^2}{50}}} = -6.71 \quad (4.41)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Asal Sayı Bulma testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark SSE Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{15.68 - 32.45}{\sqrt{\frac{(2.02)^2}{50} + \frac{(0.1)^2}{50}}} = -58.63 \quad (4.42)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, SSE testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Sıkıştırma Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{5065.02 - 9707.13}{\sqrt{\frac{(651.15)^2}{50} + \frac{(27.72)^2}{50}}} = -50.36 \quad (4.43)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Sıkıştırma testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Şifreleme Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{14.03 - 28.99}{\sqrt{\frac{(2.21)^2}{50} + \frac{(0.08)^2}{50}}} = -47.83 \quad (4.44)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Şifreleme testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Fizik Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{231.29 - 341.7}{\sqrt{\frac{(64.41)^2}{50} + \frac{(5.07)^2}{50}}} = -12.08 \quad (4.45)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Fizik testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Dize Sıralama Testi:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{2667.13 - 3763}{\sqrt{\frac{(468.41)^2}{50} + \frac{(51.74)^2}{50}}} = -16.44 \quad (4.46)$$

$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Dize Sıralama testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Sıralı Okuma Testi:

$$t_{0.05;98} \cong -1.660$$

$$t_h = \frac{56.18 - 90.93}{\sqrt{\frac{(12.85)^2}{50} + \frac{(13.4)^2}{50}}} = -13.23 \quad (4.47)$$

$t_h < t_{0.05;98}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Sıralı Okuma testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Sıralı Yazma Testi:

$$t_{0.05;56} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{89.60 - 260.06}{\sqrt{\frac{(13.18)^2}{50} + \frac{(48.46)^2}{50}}} = -24.00 \quad (4.48)$$

$t_h < t_{0.05;56}$ olduğundan H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Sıralı Yazma (MB/s) testinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Passmark Rastgele Arama + OYTesti:

$$t_{0.05;50} \cong -1.677$$

$$t_h = \frac{8.01 - 499.85}{\sqrt{\frac{(1.93)^2}{50} + \frac{(12.26)^2}{50}}} = -280.22 \quad (4.49)$$

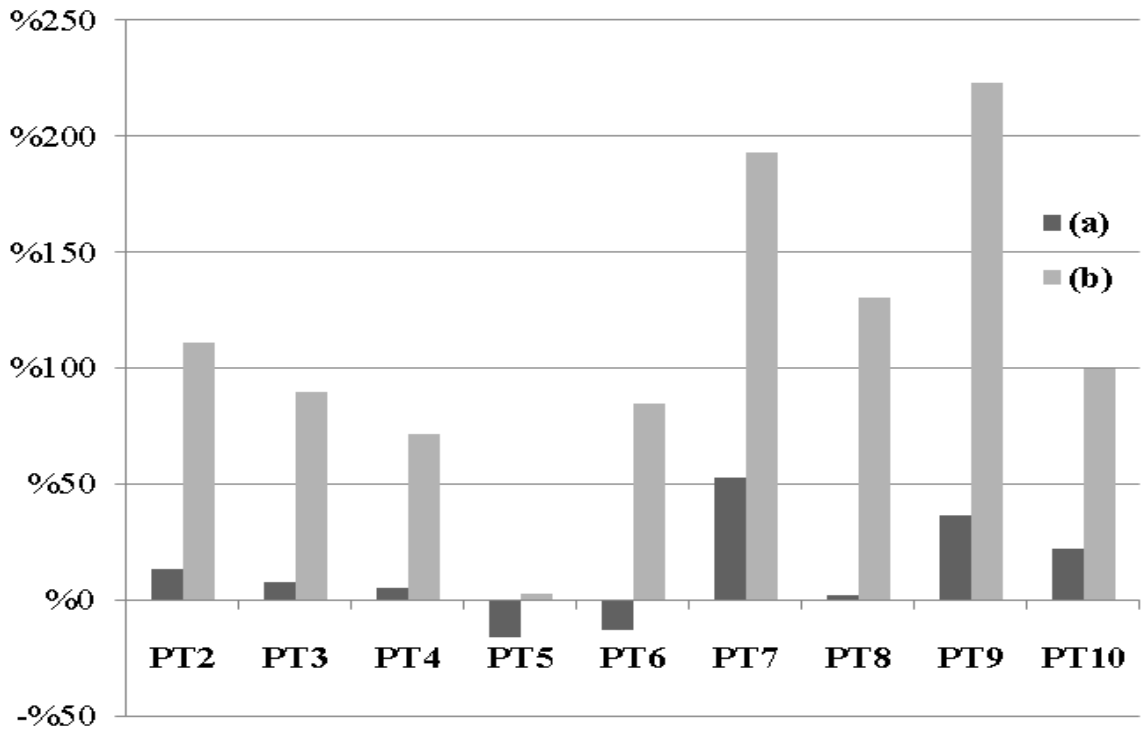
$t_h < t_{0.05;50}$ olmasından dolayı H_0 reddedilemez. 0.05 hata payıyla sanal sistem, Rastgele Arama + OYtestinde fiziksel sistemden daha az performanslıdır.

Tablo 24. Etki alanı sunucusu hipotez tablosu

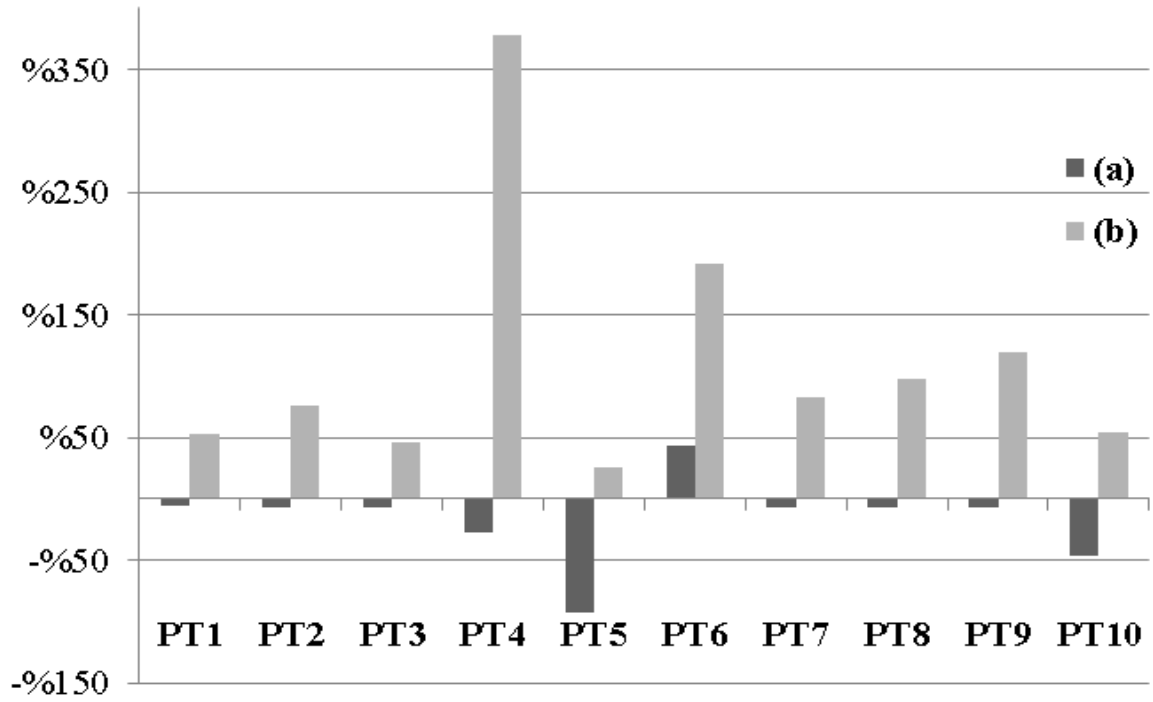
Testin Adı		MİB – Tamsayı Matematiği			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	1500,71	45,28	1549,8	1353	-112,73
Fiziksel Sistem	2228,71	5,89	2238,5	2217,3	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		MİB – Gezer Nokta Matematiği			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	2291,16	90,03	2368,5	1766,4	-52,12
Fiziksel Sistem	2957,51	8,1	2973,2	2937,9	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		MİB – Asal Sayı Bulma			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	759,55	165,34	874,3	373	-6,71
Fiziksel Sistem	916,44	2,05	919,4	911,5	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		MİB- SSE			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	15,68	2,02	16,7	6,6	-58,63
Fiziksel Sistem	32,45	0,1	32,6	32,2	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		MİB –Sıkıştırma			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	5065,02	651,15	5392,3	2215,2	-50,36
Fiziksel Sistem	9707,13	27,72	9744,4	9626,5	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		MİB – Şifreleme			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	14,03	2,21	15,3	5,7	-47,83
Fiziksel Sistem	28,99	0,08	29,1	28,8	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		MİB – Fizik			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
Metrik	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	231,29	64,41	291,6	81,9	-12,08
Fiziksel Sistem	341,7	5,07	359,4	337	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		MİB – Dize Sıralama			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	2667,13	468,41	3038,3	882,2	-16,44
Fiziksel Sistem	3763	51,74	3877,4	3669,1	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		Disk – Sıralı Okuma (MB/s)			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	56,18	12,85	78	10,8	-13,23
Fiziksel Sistem	90,93	13,4	132,6	49,6	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		Disk – Sıralı Yazma (MB/s)			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	89,6	13,18	114,8	74,6	-24
Fiziksel Sistem	260,06	48,46	311,7	162,1	
Sonuç	Ho Reddedilemez				
Testin Adı		Rastgele Arama + RW (MB/s)			
Değerlendirme	Yüksek İyidir				
	Ortalama	Std. Sapma	Max	Min	t-test
Sanal Sistem	8,01	1,93	11,3	4,8	-280,22
Fiziksel Sistem	499,85	12,26	516,7	473,6	
Sonuç	Ho Reddedilemez				

5. SONUÇ

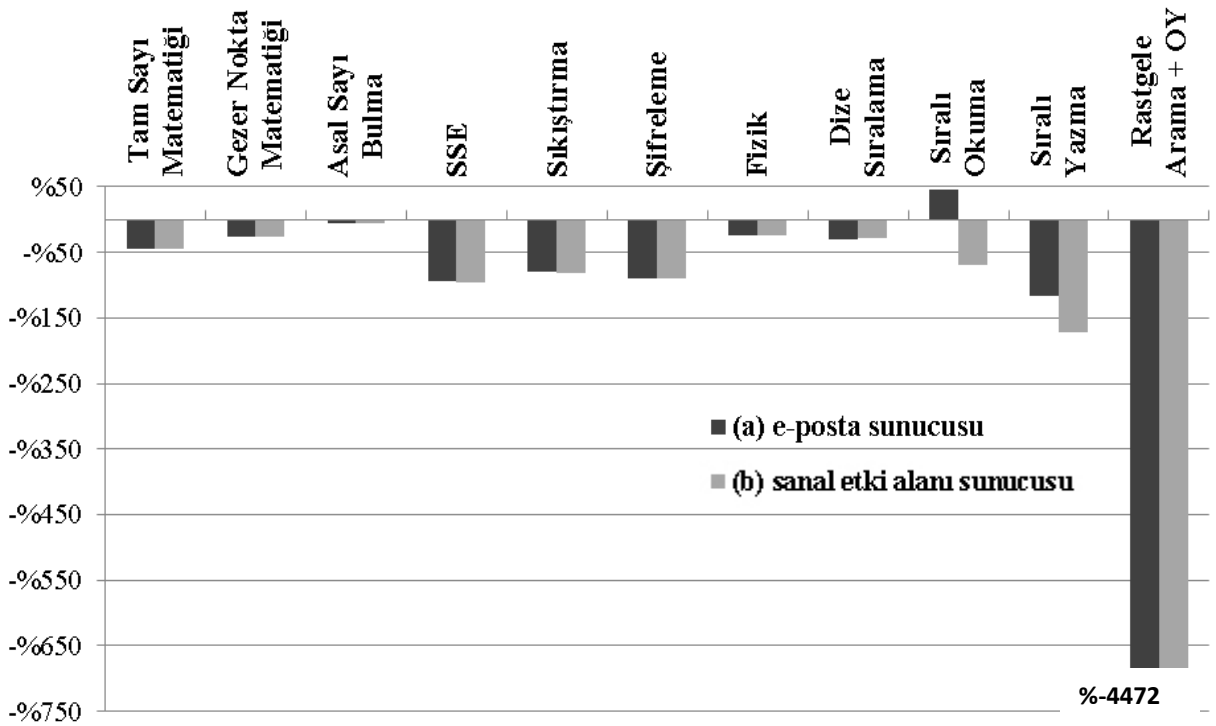
Bilişim teknolojilerinde ağ alt yapılarının hızlanması ve küresel krizler nedeniyle kurumların bilişim hizmetlerini merkezileştirmesinden dolayı, fiziksel alt yapıya sahip olmadan donanımsız hizmet verme eğilimleri ortaya çıkmıştır. Bulut bilişim bu ihtiyacı karşılamak için kurumlar arasında hızla yaygınlaşmaya başlamıştır [2]. Bulut bilişim hiçbir altyapı ve işleme ihtiyaç duyulmadan kurumların bilişim hizmeti almasını sağlayan bir servis olarak tamamen bir ağ veya İnternet üzerinden verilmekte, kullanıcıların fiziksel sistemlere herhangi bir teması bulunmamaktadır. Bulut bilişim, kurumların maliyetlerini azaltmaları, yüksek kapasiteden küçük kapasiteye kadar birçok konfigürasyona sahip sunucu hizmeti verebilmeleri, kaynakların verimli kullanımı, hizmetin ölçeklendirebilir olması, merkezi bir yapıya sahip olması, personel maliyetlerinin azatılması gibi birçok avantaja sahiptir. Başta altyapı hizmeti modeli, platform hizmeti modeli ve yazılım hizmeti modeli olarak çeşitli hizmet modellerine sahiptirler. Kurumlar bu hizmetleri tek tek alabildiği gibi, istenirse tüm hizmetleri kullanarak bünyesinde hiçbir sunucu ve yazılım barındırmadan bilişim hizmetlerini verebilmektedirler. Bulut bilişim modelleri halk bulut, topluluk bulut, karma bulut ve özel bulut olarak ayrılmıştır.



Şekil 12. Başlangıç Düzeyi Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzde Değerleri: (a) Xeon İşlemcili Sunucu (b) Intel i7 İşlemcili Sunucu



Şekil 13. İleri Düzey Özel Bulutun, Halk Bulut Performansına Göre Yüzde Değerleri: (a) Xeon İşlemcili Sunucu (b) Intel i7 İşlemcili Sunucu



Şekil 14. Özel Buluta Aktarılan Sanal E-posta (a) ve Sanal Etki Alanı (b) Sunucularının, Fiziksel Sunuculara Göre Performans Değerleri

Bu çalışmada günümüz bilişim teknolojilerinde yaygın olarak kullanılan bulut bilişim hizmetinin, IaaS hizmet modelinin performansı üzerine çeşitli performans kıyaslama testleri yapılarak elde edilen veriler sunulmuştur. İlk aşamada Lenk vd.'nin [3] halk bulut bilişim firmalarının sunmuş olduğu IaaS hizmetinin performans değerlendirmeleri esas alınarak, benzer yapıda özel bulut sistemleri kurulmuş ve bu sistemler üzerinde özel bulut bilişim performans testleri yapılmıştır.

Bilgi güvenliği gibi nedenlerden dolayı kurumlar tarafından halk bulut yerine özel sanal yapıların tercih edilmesinden, özel bulut performans değerlerinin üzerinde bir çalışma yapılması ve bu performans değerini halk bulut bilişimle kıyaslanması amaçlanmıştır. İkinci aşamada ise, özel sektörde faaliyet gösteren bir enerji şirketinin çalışmakta olan fiziksel sunucuları bire bir olarak sanallaştırılarak fiziksel sunucular ile özel bulut bilişimdeki sunucuların performans değerlendirmesi yapılmıştır. Fiziksel sunucuların yerini alan özel bulut bilişimdeki sanal sunucuların performansları karşılaştırmalı sinama testleri ile elde edilmiş, bu performans testlerinin sonuçları değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda elde ettiğimiz değerlere bakıldığında Intel i7 ve Intel Xeon işlemcili özel bulut test sonuçları temel alınarak, işlemcilerinin hızları arttırıldığı veya yeni nesil işlemciler kullanıldığı takdirde özel bulut performansının istenilen düzeye yükseltilebileceği söylenebilir. Ancak bilindiği üzere, sunucularda Xeon işlemciler kullanılması, bu işlemcilerin özel bulutlarda istenilen performansa sahip olmadığı sonucunu doğurmaktadır. Şekil 13, 14, 15' de karşılaştırmalı performans değerleri verilmektedir. Özel bulut, 32 bit ve 64 bit sunucularının yüzdesel değerleri özel bulutun en iyi değerlerine sahip halk bulut ile kıyaslanmıştır. 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 sinama test sonuçlarında daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır. Özel bulutta bulunan sunuculardaki sabit disk performansı, fiziksel sunuculara göre çok düşük kalmıştır. Elde edilen tüm verilerin ve sonuçların istatistiki değerlendirmesinin yapılması amacıyla hipotez testleri uygulanmıştır. Birinci bölümde yapılan halk bulut ve özel bulut performans değerlendirmesinde, halk bulut bilişim firmalarının da kendi içinde farklı performans verileri vermesi nedeniyle, en iyi performans test sonucu

ile kıyaslama yapılmıştır. İlk bölümde Lenk vd. [3] performans test sonuçlarının ayrıntılarını açıklamaması nedeniyle, verdikleri özet sonuç üzerinden hipotez testleri yapılmıştır.

İlk bölümdeki tüm i7 ve Xeon işlemcili performans kıyaslama test sonuçları için, “ H_0 : Özel bulut, halk buluttan daha iyi değildir” ve “ H_1 : Özel bulut, halk buluttan daha iyidir” hipotezleri üzerinden testler yapılmıştır.

32 bit Xeon işlemcili başlangıç düzey halk bulut sunucuları için en iyi test sonucunu belirleyerek, elde edilen özel bulut test sonuçlarıyla hipotezler alınmıştır. Opstone-svsp hariç tüm test verilerinin hipotez sonuçlarında H_0 red edilmiştir. Özel bulutun, halk buluttan daha iyi performansa sahip olduğu hipotez testlerinden elde ederek, genel yüzdelik performans değerinin sonucuyla paralel bir çıkarıma ulaşılmıştır. Opstone-svsp test performans değeri %1,76 ile özel bulut, halk buluttan daha performanslı olmasına karşın, test edilen hipotezde H_0 red edilememiş, özel bulut halk buluttan daha iyi değildir sonucuna ulaşılmıştır. Testlerde bazı değerlerin çok küçük olması bu sonucu etkilemiştir. 32 bit i7 işlemcili başlangıç düzey özel bulut sunucusu için hipotez sonuçlarında, özel bulutun halk buluta göre daha iyi olduğu görülmüştür.

64 bit Xeon işlemcili ileri düzey özel bulut ile halk bulut performans değerlendirme hipotezinde ise, OpenSSL hariç elde ettiğimiz sonuçlarda H_0 red edilerek, özel bulut, halk buluttan daha iyi performansa sahip olduğu görülmektedir. Ancak test sonuçlarına bakıldığında halk bulutun performansı daha iyidir. 64 bit i7 işlemcili, özel bulut sunucu test değerlerine göre elde edilen hipotez sonuçları, test verilerinin genel değerlendirmesindeki sonuçlar ile aynıdır. Özel bulut halk buluta göre daha performanslıdır hipotezi kabul olmuştur.

Fiziksel ve sanal sunucu performans testinin hipotez sonuçlarına bakıldığında, “ H_0 : Sanal sistem, fiziksel sistemden daha iyi değildir” ve “ H_1 : Sanal sistem, fiziksel sistemden daha iyidir” hipotezlerinin test edilmesi ile elde edilen sonuçlarda, H_0 red edilememektedir. Passmark performans kıyaslama programı ile elde edilen tüm sonuçlarda fiziksel sunucuların daha iyi performansa sahip olduğu görülmektedir.

Gelecek çalışmalarda özel bulut bilişimin karşılaştırmalı sına test sonuçlarının dūřuk dūzeyde olmasının sebepleri üzerine bir çalışma yapılması planlanmaktadır. Özel bulutun havuzdan ortak kaynak kullanımı, yazılımsal etkenler veya kullanılan donanımların bulut bilişim alt yapısı için yeterli dūzeyde ulaşmaması performans dūřukluęune neden olabilmektedir. Kurumların fiziksel sistemlerden, halk bulut bilişim ve özel bulut bilişime geçişlerinde karşılaşacakları performans dūřukluęu, kurumların kullandıkları veritabanı yazılımları gibi büyük ölçekli yazılımlarda daha net görüleceği için performansın yükseltilmesi için neler yapılabileceğinin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmadan elde edilen verilerin, özel bulut bilişimde performans arttırmak için halk bulutu kullanmak istemeyen kurum ve kuruluşların özel bulut bilişimi efektif olarak kullanması için gerekli bir n çalışma olarak kurumlara fayda sağlayabileceği dūřnlmektedir. Bu şekilde kaynakların efektif kullanımı ve bilişim teknolojilerindeki son kullanıcıyı direkt etkileyen performans konusunun bulut bilişim teknolojilerinde iyileştirilmesi için çalışmalar yapılabilir. Özel bulut bilişimin yeterli performansa erişebilmesi için donanımların çoklu sanal sistemleri destekleyen ve hızlı işlemcilerden oluşması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- [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] VMware Inc., 2012 <http://www.vmware.com/files/pdf/cloud/VMware-Cloud-Infrastructure-Management-Brochure.pdf>, Erişim tarihi: 23 Haziran 2013.
- [3] 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.
- [4] Michael Larabel, "Phoronix Test Suite", 2013. <http://www.phoronix-test-suite.com>. Erişim tarihi: 30 Mayıs 2013.
- [5] D. Zissis ve D. Lekkas, "Addressing cloud computing security issues", Future Generation Computer Systems, cilt 28, sayı 3, 2012, s. 582-592.
- [6] J. E. Smith, "The architecture of virtual machines", Computer, cilt 38, sayı 5, 2005, s. 32-38.
- [7] R. Golberg, "Suvey of Virtual Machine Research", Journal Computer, cilt 7, sayı 9, 1974, s. 34-45.
- [8] I. Menken, "Virtualization The Complete Cornerstone Guide to Virtualization Best Practices", 2.ed., Emereo Pty Ltd., 2010, s. 201.
- [9] B. P. Rimal, E. Choi ve I. Lumb, "A Taxonomy and Survey of Cloud Computing Systems", 2009 Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC, Seoul, 2009, s 45-51.
- [10] S. Pearson, Y. Shen ve M. Mowbray, "A Privacy Manager for Cloud Computing", Lecture Notes in Computer Science, cilt 5931, 2009, s. 90-106.
- [11] I. Foster, Y. Zhao ve S. Lu, "Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared", Grid Computing Environments Workshop GCE '08, Austin, 2008, s. 1-10.
- [12] 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.
- [13] R. Sumant, E. M.M. ve S. E., "The management of security in Cloud computing" Information Security for South Africa (ISSA), Johannesburg, 2010, s. 1-7.
- [14] T. Dillon, C. Wu ve E. Chang, "Cloud Computing: Issues and Challenges", Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2010 24th IEEE International Conference, Perth, 2010, s. 27-33.
- [15] S. Ramgovind, M. Eloff ve E. Smith, "The management of security in Cloud computing" "Information Security for South Africa (ISSA)", Sandton, 2010, s. 1-7.
- [16] I. Bojanova ve A. Samba, "Analysis of Cloud Computing Delivery Architecture Models" Advanced Information Networking and Applications (WAINA), 2011 IEEE Workshops of International Conference, Biopolis, 2011, s. 453-458.
- [17] L. M. Vaquero, "A break in the clouds: towards a cloud definition", ACM SIGCOMM Computer Communication Review, cilt 39, sayı 1, 2009, s. 50-55.
- [18] S. Bhardwaj, L. Jain ve J. Sandeep, "Cloud Computing: A Study of Infrasture as a Service (IaaS)", International Journal of Engineering and Information Technology, cilt 2, sayı 1, 2010, s.60-63
- [19] A. Marinos ve G. Briscoe, "Community Cloud Computing", Cloud Computing, 2009, s.472-484.

- [20] 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, s. 931-945.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] K. E. Stewart, J. W. Humphries ve T. R. Andel, «An Automated Virtualization Performance Analysis Platform,» The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology, cilt 9, sayı 3, 2012, s 257-265.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] "Vmware", 2007. <http://www.vmware.com/resources/techresources/711>. Erişim Tarihi: 10 Haziran 2013.
- [30] Phoronix Test Suite, 2013. <http://openbenchmarking.org/tests/pts>. Erişim Tarihi: 21 Haziran 2013.
- [31] Y. Kim, "Understanding the performance-temperature interactions in disk I/O of server workloads, High-Performance Computer Architecture, 2006. The Twelfth International Symposium, Austin, 2006.
- [32] "Passmmark Software", 2013. <http://www.passmark.com/>. Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2013.