

Bulut Hesaplama Teknolojisi: Mimarisi ve Uygulama Alanları

***Bahadır Karasulu, Serkan Ballı,
Serdar Korukođlu***

***Ege Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliđi Bölümü.***

**bahadir.karasulu@ege.edu.tr, serkan.balli@ege.edu.tr,
serdar.korukoglu@ege.edu.tr**

(Akademik Bilişim - Şubat 2010)

Yol Haritası ve Motivasyon

- Teknik Eğilimler
- Bulut Hesaplama (Cloud Computing) Altyapı Modelleri
- Bulut Mimarisi Katmanları
- Bulut Uygulama Programlama Arayüzleri
- Bulut Hesaplama'nın beraberinde getirdiği kazanımlar
- Sanallaştırma (Virtualization)
- Bulut Hesaplama uygulama alanları örnekleri
- Sonuçlar ve Öneriler

Giriş

- Bulut Hesaplama, İnternet üzerindeki çeşitli uygulamaların kullanılabilmesine olanak tanıyan yeni bir teknolojidir.
- Bu uygulamalar bir hizmeti sağlarken, ilgili veriyi depolar ve korur.
- Bir bulut sağlayıcısı tarafından çeşitli işletim sistemlerine, web sunucuları, veritabanı sunucularına, PERL, Python, PHP gibi dillere destek ve değişik iş yükleri için ölçeklenebilirlik sağlanabilmektedir.
- Bazı bakış açılarına göre bu teknoloji tamamen yeni veya tamamen eski olabilmektedir.
- Bu çalışmamızda, bulut hesaplama teknolojisinin mimari detayları ve uygulama alanlarından bahsedilmektedir.
- Sonuç kısmında bulut hesaplama teknolojisinin avantaj ve dezavantajları tartışılmaktadır.

Giriş ve Teknik Eğilimler

- Bulut Hesaplama (Cloud Computing), hizmet sunumu sırasında hız ve çevikliği artırırken maliyetin düşürülmesini hedef almaktadır.
- Bulut hesaplama, sanallaştırma, istek anında kurulum, hizmetlerin internet üzerinden teslimi ve açık kaynaklı yazılımları içermektedir. Sanal makineler, geçtiğimiz yıllarda endüstri standardı haline gelmişler ve esnekliği geliştirmişlerdir.
- Bunun nedeni, donanımı tek bir noktaya soyutlayabilmiş olmalarıdır. Bu nokta, özel bir fiziksel sunucuya bağlı kalınmaksızın yazılım gruplarının kurulum, tekrar kurulum ve çalıştırılmasının yapılabilmesidir.

Giriş ve Teknik Eğilimler

(2/5)

- Sanallaştırma, bir kaynak havuzunu sağlayan sunucuların bulunduğu ve hesaplama, depolama ve ağ kaynaklarının dinamik olarak değiştiği iş yükleri ve isteklerinin bulunduğu bir dinamik veri merkezi'ni mümkün kılar.
- Böylece yüksek maliyetli fiziksel bir sunucuya sahip olmadan uygun uygulamalara sahip olunabilir. Bir web veya veritabanı sunucusu gibi özel bir işi, kısmen veya tamamen icra eden yazılımları içeren sanal makineler de mevcuttur.
- Bu sayede, uygulama geliştirme ve kullanımı oldukça hızlanmaktadır. Bu tarz uygulamalar sanal uygulamalar olarak adlandırılırlar.
- Bulut hesaplamanın var olan eğilimleri ele alıp genişletmiş olduğu haller şunlardır:
 - a) *İstek anında,*
 - b) *Self-servis,*
 - c) *Kullanımda ödeme (veya kiralama).*

Teknik Eğilimler

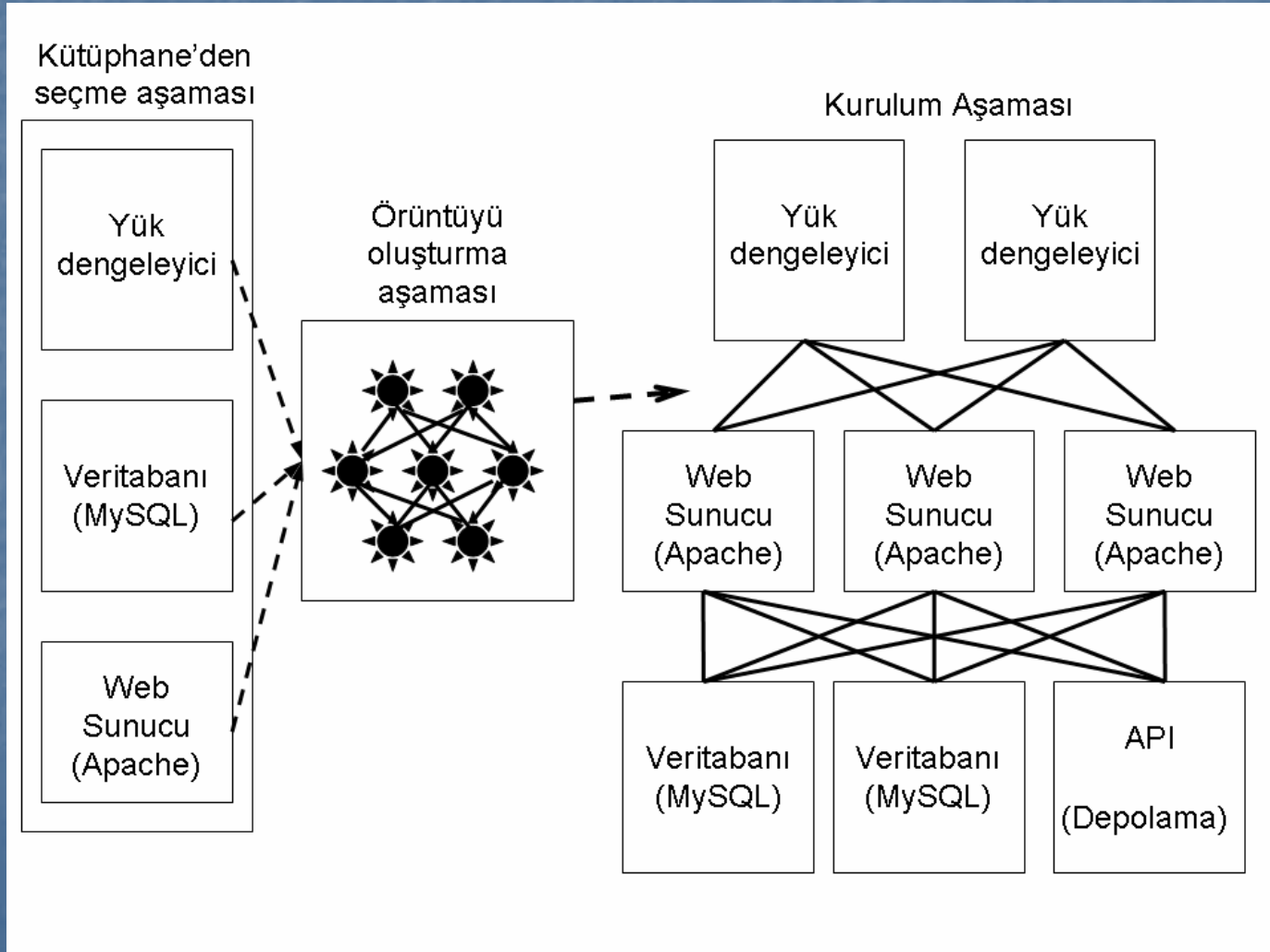
(3/5)

- İstek anında tipindeki bulut hesaplama hizmet-seviyesi amaçları bulunan başarımlar ve kapasite öznelerini desteklemekte yardımcı olur.
- Bulut hesaplama'nın self-servis tipi organizasyonlara elastik çevreler oluşturulması için imkan sağlar.
- Kullanımda ödeme tipi bulut hesaplama ise bir bulut sağlayıcısının minimum seviyede hizmeti sağlayabildiğini garanti edebileceği ekipmanların kiralanmasına dayanmaktadır.
- Test desteği, geliştirme, çoklu hizmet gibi olgular da sanallaştırma'da anahtar rol oynamaktadır. Böylece maliyetler de asgari olmaktadır, bunun nedeni çok daha az kaynak kullanılmasıdır.

Teknik Eğilimler

(4/5)

- Şekil 1'de bulut hesaplama örneği olarak iki-seviyeli bir web sunucu mimarisinin oluşturulması görülmektedir.



Teknik Eğilimler

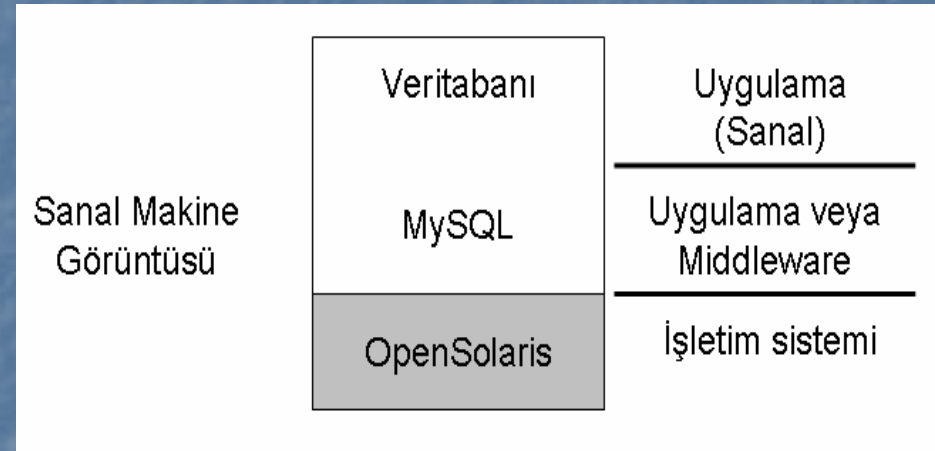
(5/5)

- Örnek olarak açık kaynaklı *OpenSolaris™* işletim sistemi içerisine *MySQL* veritabanı yazılımı'nı katmanlama ile gömülmesi sonucu oluşturulan sistemde çalışacak veritabanı kullanan uygulamaya bakacak olursak;

Dinamik olarak ölçeklenebilen bir bulut içerisinde uygulama binlerce kullanıcıyı rahatlıkla kaldırabilecek ve esneklik sunabilecektir.

- Böylece daha fazla sayıda uygulama da bu tarz bileşenleri kullanabilir hale gelmektedir.

Aşağıdaki Şekil 2'de bu tarz bir sanal makine görüntüsü şematik olarak verilmektedir.



Burada;
Middleware: Ara katman yazılımı.

Bulut Hesaplama Altyapı Modelleri

- Literatüre ve en iyi pratiklere göre birçok altyapı modeli bulunan bulut hesaplama için genel olarak üç ana grup sayılabilir. Bunlar sırasıyla;
 - *halka açık (public),*
 - *özel (private),*
 - *melez (hybrid) bulutlar,*olarak verilebilirler.
- Buradaki terimler, erişim izin ve seviyeleri ile alakalıdır.
- İş organizasyonları her bir modeli ayrı ayrı uygulayabilecekleri gibi, yapılan toplam işin alt parçaları için bir kaç modeli de kullanabilmektedirler.
- Bu sayede modeller arası seçim esnekliği de sağlanmaktadır.

Bulut Hesaplama Altyapı Modelleri

■ Halka Açık Bulutlar

- Halka açık bulutlar, üçüncü şahıslar tarafından çalıştırılan ve farklı müşterilerin uygulamalarının bulut sunucusunda, depolama sistemlerinde ve ağlarında bir arada harmanlandığı yapılardır.
- Halka açık bulutlar, çoğunlukla müşteriden uzakta bulunur ve iş altyapısına geçici bir genişletme olacak bir şekilde müşterinin maliyetlerini ve riskini azaltıcı esnek bir yol sunar.
- Başarım, güvenlik ve veri yerelliğinin öncelikli olduğu bu tarz bulutlar için diğer uygulamaların varlığı (bulut içerisinde) hem bulut mimarisi hem de son kullanıcı için saydam olmalıdır.
- Halka açık bulutlar, bir firmaya ait özel bulut'tan çok daha büyük olabilmekte, böylece aşağı veya yukarı yönlü olarak ölçeklenebilirlik sağlamaktadır.
- Bu sayede, firma için altyapı değişikliği yapılmadığından risk alınmayıp, bulut sağlayıcısı aracılığıyla geçici olarak daha farklı kaynaklara da erişim sağlanmış olmaktadır.

Bulut Hesaplama Altyapı Modelleri

■ Özel Bulutlar

- Özel bulutlar, bir tek istemci tarafından kullanılmak üzere oluşturulmuş olan ve veri, güvenlik ve hizmet kalitesi üzerinde kontrol sağlayan yapılardır.
- Altyapının sahibi olan firma, uygulamaların nasıl kurulup- işletileceğini de kontrol edebilmektedir.
- Özel bulutlar, bir firmanın veri merkezi'nde ve/veya bir yan kuruluşta da kurulmuş olabilir.
- Özel bulutlar, bir firmanın kendi BT organizasyonu tarafından oluşturulup-yönetilebilir veya bir bulut sağlayıcısı tarafından da aynı işlemler gerçekleştirilebilir.
- Bu tarz model bir "*sunulana-özel*" model olarak adlandırılabilir ve bu model sayesinde kurulum ve işletim için gereken gerekli "*uzmanlık*" sağlanırken bulut kaynakları üzerinde yüksek seviyeli kontrol de sağlanabilir.

Bulut Hesaplama Altyapı Modelleri

(4/4)

■ Melez Bulutlar

- Melez bulutlar, hem halka açık hem de özel bulut modellerini harmanlamışlardır.
- Bu tarz bulutlar, istek anında ve harici olarak tedarik edilebilen bir ölçek sağlanmasına yardımcı olurlar. Bu tarz bulut yapılanması, özel bir bulut'un halka açık bir bulut'un kaynakları kullanılarak büyütülmesine olanak sağlayarak, hızlı iş yükü akışları ile karşılaşılması sırasında hizmet bakımı yapılmasını da sağlayabilmektedir.
- Bunlar genellikle Web 2.0 uygulamalarını destekleyen depolama bulutları'nda kullanılmaktadırlar. Bazen bunlara "*dalgalandırma hesaplama*" (surge computing) da denilebilmektedir, böyle bir durumda halka açık bir bulut, bu halka açık bulut tarafından kolayca yapılabilecek periyodik bir işi yapmak üzere özel bir bulut tarafından kullanılabilir.
- Melez bulutlar karmaşıklığı da beraberinde getirirler. Burada zor olan kısım uygulamaların halka açık ile özel bulutlar arasında nasıl dağıtılacağı'nın belirlenmesidir.
- Burada veri ve işlem kaynakları arasındaki ilişki göz önüne alınmalıdır. Eğer veri küçük veya uygulama durumsuz (yapılan işlem hakkında kayıt tutmuyor) ise, bu melez bulut oldukça başarılı olabilmektedir. Fakat özel bulut'tan halka açık bulut'a büyük miktarda veri transferi yapılması başarı oranını düşürmektedir.

Bulut Mimarisini Katmanları (1/5)

- Bulut mimarisi, geleneksel donanım mimarilerini ve bunlara ait olan hizmetleri de içerebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bulut hizmet sağlayıcıların sağladıkları hizmetler baz alındığında üç temel kategori sayılabilir. Bunlar;
 - Bir hizmet olarak yazılım (Software as a Service, SaaS),
 - Bir hizmet olarak platform (Platform as a Service, PaaS),
 - Bir hizmet olarak altyapı (Infrastructure as a Service, IaaS).

Bulut Mimarisisi Katmanları (2/5)

■ Bir Hizmet Olarak Yazılım (SaaS)

- Bir hizmet olarak yazılım, istek anında hizmet olarak sunulan komple bir yazılımdır. Yazılımın bir örneği (kopyası) bulut üzerinde çalışır ve çoklu son kullanıcılara veya organizasyonlara hizmet verir.
- Buna örnek olarak salesforce.com (şu an force.com sitesi altında) sitesindeki uygulama ve Google App Engine 'daki bazı uygulamalar verilebilir.

Bulut Mimarisini Katmanları (3/5)

■ Bir Hizmet Olarak Platform (PaaS) (1/2)

- Bir hizmet olarak platform yazılımının bir katmanını zarflamaktadır (encapsulation) ve onu daha yüksek seviyeli hizmetlerin oluşturulması için kullanılabilir bir hizmet olarak sağlamaktadır.
- PaaS oluşturan bir şahıs; bir işletim sistemi, middleware (ara katman yazılımı), uygulama yazılımı ve bir geliştirme çevresini tümleştirmiş olur, böylece bunu bir hizmet olarak müşteriye (istemciye) sunabilir.
- PaaS kullanan bir şahıs ise; bir API vasıtasıyla kendine sunulan zarflanmış hizmeti görebilmektedir. Müşteri (istemci) bu API vasıtasıyla platform ile etkileşir ve platform verilen hizmet seviyesine göre yönetim ve ölçekleme için ne gerekiyor ise onu kendiliğinden yapar.

Bulut Mimarisisi Katmanları

(4/5)

■ Bir Hizmet Olarak Platform (PaaS) (2/2)

- Sanal uygulamalar, PaaS'in örnekleri (kopyaları) olarak da sınıflandırılabilirler.
- Bir içerik anahtarlama (sanal) uygulaması, örneğin, müşteriden tüm yazılımın bileşenlerinin gizli tutulması ile, sadece bir API veya Grafik Kullanıcı Arayüzü (GUI) aracılığıyla verilen hizmetin kurulması ve ayarlarının yapılmasına olanak tanır.
- PaaS, yazılım geliştirme ve test işlemlerinin her bir aşaması için sağlanılabilir veya belirli bir alan etrafında özelleştirilebilir, bu duruma örnek olarak "*içerik yönetimi*" verilebilir.
- Ticari uygulamalarda, örnek olarak Google App Engine (<http://appengine.google.com>) motoru, Google'ın altyapısındaki uygulamalara (Python dili ile yazılmış olan) hizmet etmektedir.
- Fakat PaaS hizmetleri bulut sağlayıcısı'nın yetenekleri ile kısıtlanmış durumda bulunabilmektedir.

Bulut Mimarisisi Katmanları

(5/5)

■ Bir Hizmet Olarak Altyapı (IaaS)

- Bir hizmet olarak altyapı, ağ üzerinden standartlaştırılmış hizmetler şeklinde hesap yeteneklerini ve temel depolamayı sunmaktadır.
- Sunucular, depolama sistemleri, anahtarlama cihazları, yönlendiriciler ve diğer sistemler, uygulama bileşenlerinden yüksek başarılı hesaplama uygulamalarına kadar bir aralıktaki iş yükünü idare edebilecek bir biçime getirilir ve bir havuza alınırlar.
- IaaS'ın ticari bir örneği olarak Joyent (<http://www.joyent.com/>) verilebilir. 2004 yılında kurulan Joyent, bulut hesaplama alanında üç ana ürün ile hizmet sağlamaktadır.
- Joyent ürünleri; halka açık bulut, bulut yönetimi, akıllı platform olarak sayılabilir.

Bulut Uygulama Programlama Arayüzleri

- Bulut Hesaplama'yı standart iş çevrelerindeki hesaplama ortamlarından ayıran anahtar özelliklerden bir tanesi de kendi altyapısının programlanabilir olmasıdır.
- Sunucuları, depolama ve uygulamaları destekleyen ağ kaynaklarını fiziksel olarak oluşturmak yerine geliştiriciler, aynı sanal bileşenlerin nasıl ayarlandığı ve birbirlerine bağlandıklarını belirlerler.
- Bu ara-bağlantılar ve ayarlamalar sanal makine görüntüleri ve verilerinin nasıl depolandığı ve bir depolama bulutu'ndan nasıl elde edilebildiğini de içermektedir.
- Örnekleyecek olursak; bir bulut hesaplama API'si bir Dosya Transfer Protokolü (FTP) 'nün kontrol kanalına benzemektedir.
- FTP protokolünün aksine, bulut API'lerinde bir standartlaşma söz konusu olmadığından her bir bulut sağlayıcısı kendi hizmetlerini yönetmek için kendi özel API'lerini kullanmaktadırlar.

Bulut Hesaplama'nın Beraberinde Getirdiği Kazanımlar

- Bulut Hesaplama'nın kazanımlarından faydalanmak için, yazılım geliştiricileri uygulamalarını tekrar düzenleyerek bu mimariye uygun hale getirmelidirler.
- Böylece uygulamaların çalışma zamanları ve cevap verme süreleri azaltılabilir. Fiziksel altyapı kullanmanın getirmiş olduğu riskler ve maddi maliyetler en aza indirgenebilir.
- Bulut teknolojisini kullanan uygulamalar temel prensipte yığın görevlerini icra etmek için oluşturulurlar.
- Bu tarz yapılanmalarda, 1000 ve üzeri sayıda sunucu aynı bir görevi, bir tek sunucunun icra edeceği sürenin (ideal koşulları örnek olarak verecek olursak) 1/1000 katı gibi oldukça kısa bir süre zarfında icra edecektirler.
- Bu sırada, dağıtık sistemlerden alışık olduğumuz mantık ile "işçi" makineler bulut içerisinde uygun yerlerde kullanılmakta ve uygun ölçeklendirilmeye göre görevin icrasına ya dahil olmakta ya da görevi terk etmektedirler.

Sanallaştırma (Virtualization)

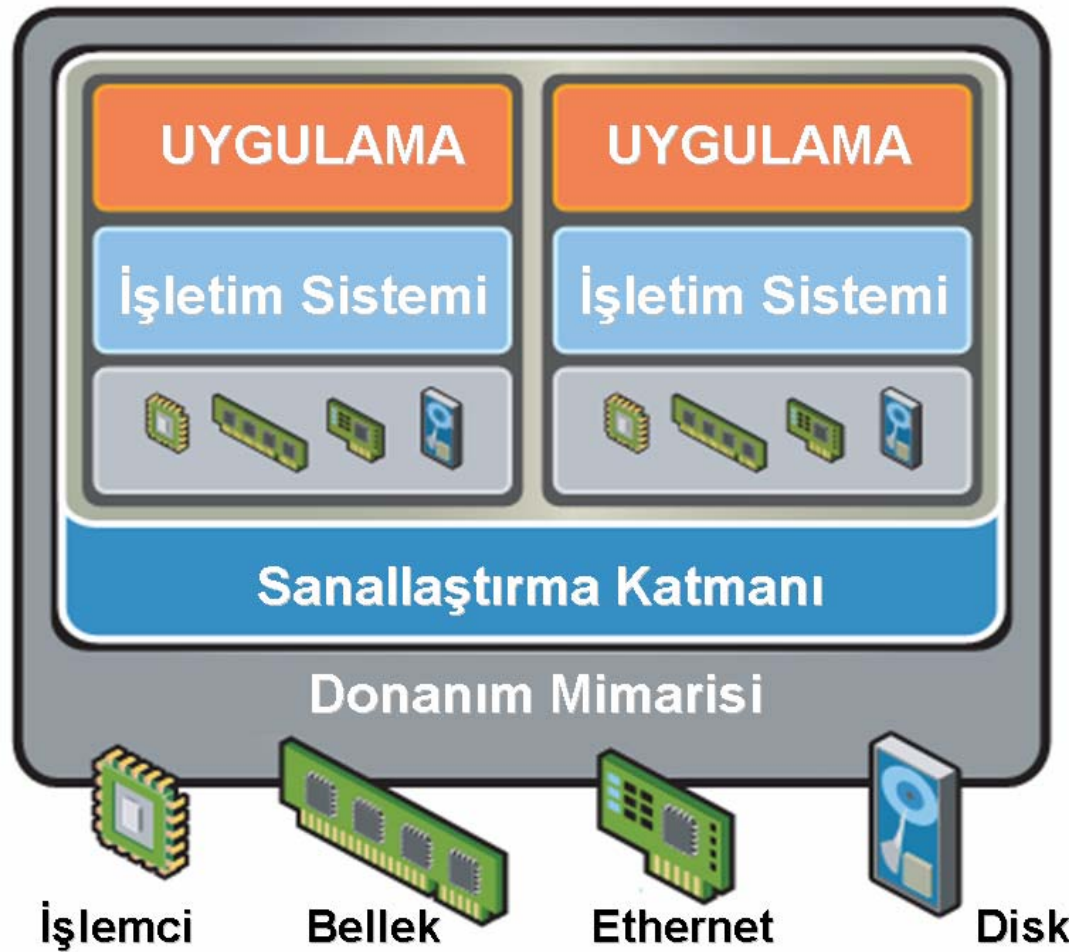
(1/3)

- Sanallaştırma, tüm bulut hesaplama mimarileri için önemli bir unsurdur.
- İnsanların ve uygulamaların kullanacağı fiziksel BT kaynaklarının onlardan soyutlanması ve platformun sanallaştırılması oldukça önemli bir konudur.
- Bu sayede, sanallaştırma; sunuculara, depolama cihazlarına ve diğer donanımlara bir kaynak havuzu olarak davranılmasını sağlar.
- Böylece istek anında bu kaynakların yapılan iş için ayrılması ve o işe atanması oldukça hızlı ve kolay olmaktadır.
- Genel bakış açısıyla, birkaç teknik bulut hesaplama için ön plana çıkmaktadır. Bunlar; yarı-sanallaştırma (**paravirtualization**) ve kümeleme (**clustering**) olarak verilebilir.
- Yarı-sanallaştırma tekniği, özetle tek bir sunucunun birden çok sanal sunucular gibi davranması diye tabir edilebilir.
- Kümeleme ise, birden çok sunucunun tek bir sunucu gibi davranması olarak tabir edilebilmektedir.

Sanallaştırma (Virtualization)

(2/3)

- Aşağıdaki Şekil 3'te genel bir sanallaştırma mimarisinin detayları şematik olarak gösterilmektedir.



Sanallaştırma (Virtualization)

(3/3)

- Ana başlıklar halinde sanallaştırma türlerine bakacak olursak;
 - **İşletim Sistemi Sanallaştırma**
 - **Platform Sanallaştırma**
 - **Ağ Sanallaştırma**
 - **Uygulama Sanallaştırma**
olarak görülür.

İşletim Sistemi Sanallaştırma

- Bulut hesaplama için işletim sistemi seviyesinde sanallaştırma ve bölümlenme, aksi durumlarda uyum sorunlarının çok fazla olmasına neden olabilecek bazı ana güvenlik, kural düzenleme sorunlarının halledilmesinde yardımcı olmaktadır.
- Örnek olarak, her bir sunucu başına bir uygulamanın bakımının yapıldığı bir durumda, donanım kaynakları eşzamanlı olarak paylaşılabilir.
- Bu durumda yazılım uygulamasının ve yazılımda tanımlı sınırları kullanan hizmetlerin izole edilmesi sağlanır.
- Bir çok özel çalışma çevrelerinin tek bir işletim sistemi kopyasıyla oluşturulması mümkün olabilmektedir.

Platform Sanallaştırma

- Platform sanallaştırma, keyfi işletim sistemlerinin ve sonuç uygulama çevrelerinin verilen bir sistemde çalıştırılmasına olanak tanır.
- Sistem sanallaştırması için iki temel model bulunur: tam sanallaştırma veya altta yatan donanım'ın tam bir benzetimi, ve yarı-sanallaştırma (paravirtualization).
- Yarı-sanallaştırma gerçek sistemlere oldukça benzer bir benzetim sağlamaktadır. Bunlar, tip 1 ve tip 2 sanal makine izleme aracı denilen sanallaştırma yazılımları ile (hipervizör olarakta anılır) gerçekleştirilebilirler.
- Tip 1, doğrudan donanım üzerinden çalışırken, tip 2 ise geleneksel işletim sistemi üzerinden çalışır.

Ađ Sanallaştırma

- Y¼k dengeleme teknikleri bulut hesaplama için oldukça g¼ncel bir konudur.
- Bunun başlıca nedeni bulut yapısının fiziksel ve sanal sistemler içerisinde ¼leklenebilir olmasıdır, iř y¼klerinin y¼netilebilirliđine bağlı karmaşıklık ise hizmetin teslimatını etkilemektedir.
- Genellikle, y¼k dengeleyiciler kendisine bağlı sunucuları bir anahtarlama cihazı kanalı ile bulut'u oluşturan ađ'a bağlamaktadırlar.
- Y¼k dengeleyiciler birden çok sunucuyu gruplayıp ve onlara sanal IP adresleri arkasından hizmet verir.

Uygulama Sanallaştırma

- Yazılım sanallaştırma için bir dizi barındırıcı'nın (**container**) varlığı önemli bir konudur.
- Web barındırıcı teknolojisi, bulut içinde üretkenliğin ve esnekliğin artışı sağlar.
- Bu tip barındırıcılar, sunuculardaki servlet'lerin yönetilmesinde sunucu uygulamasının parçası olarak öne çıkarlar.
- Örneğin, JavaServer™ page (JSP) ve diğer web-tarafli bileşenler için bu söylenebilir.
- Örneğin, Apache Tomcat (<http://tomcat.apache.org/>), popüler bir açık kaynaklı barındırıcı teknolojisidir.

Uygulama Alanları Örnekleri

- Bulut hesaplama'yı kullanan birçok popüler uygulama (cloudware) ve bunları destekleyen platform mevcuttur.
- Örnekler arasında antivirüs yazılımları, web'de çalışan müşteri ilişkileri yönetimi yazılımları (örneğin **SugarCRM**, <http://www.sugarcrm.com/crm/>) bulunmaktadır.
- Örneğin, Panda firmasının bulut hesaplama antivirüs yazılımı (<http://www.cloudantivirus.com/>), kendi kullanıcıları ve sunucuları aracılığıyla toplanan bilgilerden oluşan "**kolektif zeka**" ismini verdiği teknolojisini ile çok kısa süre içerisinde virüs tespitini yapabildiğini websitesinde duyurmaktadır.
- Bu tarz programlar, bir son kullanıcının bir web gezgini ile dolaşırken kullanabileceği şekilde basit ve güvenli bir kullanım sağlamaktadır.
- Altyapıları bulut teknolojisini kullandığı için, geleneksel işletim sistemlerindeki gibi göre oldukça verimli ve hızlı çalışabilmektedirler.

Uygulama Alanları Örnekleri

- Bulut hesaplama için konferanslar ve fuarlar düzenlenmekte, konuyla ilgili aylık dergiler çıkarılmaktadır.
- Microsoft firmasının kendi portfolyosunda, özel bulutlar için dinamik veri merkezi aracı ve halka açık bulutlar için sunduğu Windows Azure™ versiyonu ile bulut hesaplama'ya destek vermektedir.
- DELL ve IBM firması'nın her biri ayrı ayrı olmak üzere çeşitli bulut hesaplama altyapı çözümlerinin son kullanıcıya sunulduğu web portallarına sahiptirler.
- Çevrimiçi bilgisayar oyunları için örnek olarak; OnLive.com websitesi verilebilir.
- Bunlar haricinde, son kullanıcıya zahmetsizce kullanabilmesi için gerekli hizmetleri sunan, bulut hesaplama hizmet sağlayıcıları da bulunmaktadır.

Bulut Hesaplama

Uygulama Alanları Örnekleri

(3/3)

- Endüstri ve çözüm kategorilerine göre bulut hesaplamaların kullanım alanları Tablo 1' de özetlenmektedir.

| <u>Endüstri</u> | <u>Çözüm kategorisi</u> |
|---------------------------------------|---|
| Web 2.0, Yeni medya, Kitle İnternet'i | Arama, E-posta, Sanal çevreler, site barındırma |
| Finans | Monte Carlo benzetimi ve piyasa modellemesi |
| Petrol – Kimya sektörü | Jeofizik ve Rezerv modelleme |
| Teknolojik gelişmeler | Elektronik Tasarım Analizi |
| Akademik laboratuvarlar | Yüksek başarımlı hesaplama |
| Oyun ve eğlence sektörü | Kitlesele çok-oyunculu çevrimiçi oyunlar (MMOG), Animasyon gerçekleştirme çiftlikleri |

Tablo1. Endüstri ve kategorilere göre bulut hesaplama kullanımı.

Bulut Hizmet Sağlayıcılar

- Bulut hesaplama'yı kullanarak son kullanıcılarına belirli hizmetleri sağlayan kuruluşlar bulunmaktadır.
- Bunlara genel olarak "*bulut hizmet sağlayıcıları*" denilmektedir.
- Bulut hizmet sağlayıcıları, bulut geliştiricisi ve altyapı sağlayıcısı olabilecekleri gibi, sadece hizmet sağlayıcı da olabilirler.
- Sadece hizmet sağlayanlar, belirli önceden geliştirilmiş bulut altyapılarını (donanımları) kullanmaktadırlar.
- Çoğunluğu Türkiye dışında olan bulut altyapısı teknoloji ve çözüm sağlayıcılar arasında; 3tera, Appistry, Joyent vs. firmalar bulunmaktadır.
- Sadece altyapı sunanlar arasında; Agathon group, Amazon web services, CohesiveFT, ElasticHosts vs. firmalar bulunmaktadır.
- Bulut PaaS sağlayıcıları arasında; Aptana Cloud, Bungee Connect, Force.com bulunmaktadır.
- Sadece bulut tabanlı hizmet sunanlar arasında; CAM Solutions, CloudStatus, Microsoft Mesh vs. bulunmaktadır.
- Anlambilim tabanlı bulut hizmeti sağlayıcısı olarak ThoughtExpress sayılabilir.

Bulut Hizmet Sağlayıcılar

- Türkiye'deki duruma baktığımız da; bulut altyapısı oluşturmak ve buradan hizmet sağlamak konusunda çok az sayıda firma göze çarpmaktadır.
- Bunlar arasında örnek olarak verilebilecek, 2007 yılında faaliyete başlamış olan HayatNet bulut hizmet sağlayıcı (<http://www.hayatnet.com/>) firması bulunmaktadır.
- Merkezi Türkiye'de olmamakla beraber **türkçe hizmet veren** (merkezi İsveç - Linköping'deki Xcerion firmasıdır) iCloud websitesi (<http://icloud.com/tr/>) ise başta depolama olmak üzere tam bir çevrimiçi işletim sistemini kullanıcıya sunmaktadır.

Sonuçlar ve Öneriler

- Bulut hesaplama, günümüzde yeni yeni popülerlik kazanmış bir konudur. Yakın gelecekte daha da gelişerek, vazgeçilmez hale gelecektir.
- Fakat konuyla ilgili **standartlaşma eksikliği** gelişimin önünde engel teşkil etmektedir.
- Standart bir bulut mimarisi ve bulut üzerinde çalışan yazılım (**cloudware**) formatı eksikliği, özel bulutlar ile halka açık bulutlar arasında uyum sorununu yaratır.
- Bulut büyüklüğü arttıkça sistemin bakımı, yönetimi ve güncellenmesi sistemin kendisinin dinamik olmasından dolayı zorlaşmaktadır.
- Ayrıca **bulut büyüklüğünün artması** ile kurulum ve işletim **maliyetleri** de oldukça **yükselmektedir**.
- Bir diğer önemli konu ise, **kişisel bilgi güvenliği** konusudur.
- Geleneksel bilgisayarlar ve işletim sistemleri ile yapılan tüm işlemler aksi bir durum olmadıkça yerelde tutulurken, artık bulut hesaplama ile yapılacak tüm işlemler ve kişisel tercihler, belirli bulut yöneticileri tarafından izlenebilir duruma gelecektir.
- Gelecekte tek bir ana bulut üzerinde tüm ülkelerin özel bulutları kaçınılmaz hale gelecektir.
- Bu durum, odağın tek merkezli fakat sunucu ve istemcilerinin dağıtık bir yapıda olduğu bir bilgisayar ağına doğru gidişatı göstermektedir.

Kaynakça

- [1] Sun Microsystems, Cloud Computing website, (2009), (Çevrimiçi: "http://www.sun.com/cloud_computing").
- [2] Tannenbaum, S. A., Van Steen, M., (2002), "Distributed Systems Principles and Paradigms", Prentice Hall, ISBN-0-13-088893-1.
- [3] White Paper, 1st Edition, "Introduction to Cloud Computing Architecture", Sun Microsystems, Sun WIN #564162, Lit. #GNWP14947-0, 06/09, June 2009.
- [4] Guide to Cloud Computing, "Take Your Business to a Higher Level", Sun Microsystems, Lit. #GNHT14877-0, 03/09, 2009.
- [5] White Paper, "Scaling the Cloud: Using the FocalPoint Fat Tree Architecture", Fulcrum Microsystems, Inc., July 2009.
- [6] VMWare – Sanal Makine Çözümleri Firması Bulut Hesaplama websitesi, (2009), (Çevrimiçi: "<http://www.vmware.com/solutions/cloud-computing/>").
- [7] White Paper, "Understanding Full Virtualization, Paravirtualization, and Hardware Assist", VMWare, inc., Revision: 20070911, Item:WP-028-PRD-01-01, 2007.
- [8] WhitePaper, "Virtualization Overview", VMWare, inc., 2006.
- [9] WhitePaper, "Virtualization: Architectural Considerations and Other Evaluation Criteria", VMWare, inc., 2005.
- [10] WhitePaper, "Load Balancing System Design: Using Advanced Features in FocalPoint", Fulcrum Microsystems, Inc., June 2008.

Teşekkürler

■ Sorularınız ? ? ?

■ İletişim:

bahadir.karasulu@ege.edu.tr

serkan.balli@ege.edu.tr

serdar.korukoglu@ege.edu.tr

Şubat 2010.