

Yüksek Performanslı Dağıtık Hesaplama Sistemlerinde Güncel Yaklaşımların Karşılaştırmalı Analizi

Tuba GÖKHAN, Aydın ÇETİN

Gazi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara
tubagokhan@gazi.edu.tr, acetin@gazi.edu.tr

Özet: Gelişen iletişim teknolojileri ve birlikte veri paylaşımında yaşanan artışların yanı sıra paylaşılan veya elde edilen verilerin hızlı bir biçimde işlenmesi önemli bir sorun haline gelmeye başlamıştır. Von Neuman mimarisine sahip işlemciler ile büyük boyutlu verilerin birim zamanda işlenmesi oldukça zorlaşmıştır. Bu problemin çözümüne yönelik olarak alternatif çözüm yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerdeki ana yaklaşım mimari yapı değişikliğinden ziyade iş yükünün paylaştırılması düşüncesine dayanmaktadır. Bu düşünce sonucunda ortaya atılan bir grup yöntem ise dağıtık hesaplama yöntemi olarak adlandırılmaktadır. Kümeli hesaplama, ızgara hesaplama, gönüllü hesaplama ve bulut bilişim, dağıtık hesaplamalı sistemlerde kullanılan yaklaşımlardandır. Bu çalışmada, en çok kullanılan bu dört yaklaşımın genel özellikleri irdelenmiş ve kullanıcı ilgi/tercih eğilimleri “Google Trend” çözümlemeleri sunularak kıyaslanmıştır. Eğilim çözümlemesine ek olarak ayrıca 15 farklı başlık altında teknik karşılaştırma yapılmış, Maliyet / Hız / Başarım kümeleri üzerinde her bir yöntem değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Dağıtık Sistemler, Kümeli Hesaplama, Gönüllü Hesaplama, Izgara Hesaplama, Bulut Bilişim

Comparative Analysis of Current Approaches in High-Performance Distributed Computing Systems

Abstract: Evolving communication technologies has led tremendous increase in data sharing and therefore, shared or obtained data processing quickly began to become a major problem. Processing of large data in a specified time interval has become very difficult with the computers having Von Neuman architecture. In order to solve this problem there have been proposed and used alternative solutions. The main approach in these methods was based on the idea of sharing the workload changes rather than making fundamental changes on architectures. This idea load share resulted in a set methods called distributed computing. Clustered computing, grid computing, volunteer computing and cloud computing are the mostly used approaches covered in distributed computational systems. In this study, we have evaluated characteristics of these four approaches with a trend analysis based on user interest / preference trends on Google Trends and made a technical comparative analysis based on fifteen different criteria and then we have presented, Cost / Speed / Performance clusters for each method.

Keywords: Distributed Systems, Cluster Computing, Volunteer Computing, Grid Computing, Cloud Computing

1. Giriş

Günümüzde kurumlar ve işletmeler verimliliği artırmak amacıyla bilişim teknolojilerine yatırımlarını arttırmaktadır. Firmalar, dünya genelinde meydana gelen rekabetçi piyasa ortamında, hız, kalite, düşük maliyet ve benzeri konularda başarılı olmak ve rakiplerinin önüne geçebilmek için teknolojinin sağladığı imkânları kullanmak istemektedirler. Her türlü işletme, bilişim teknolojilerine ayırdığı bütçeyi arttırarak daha çok yarar sağlamayı amaçlamaktadır. Kullanıcı sayısının artması ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte her ne kadar bilişim teknolojilerindeki maliyet azalsa da, sistemlerin sürekli gelişmesi, yenilenmesi, var olan sistemin yürütülebilmesi gittikçe zorlaşmıştır. Meydana gelen bu zorluklar firmalara ayrı bir maliyet olarak geri dönmektedir. Firmalar için bu maliyet göz ardı edilemeyecek boyutlara ulaşmış, ancak bilişim teknolojilerinin sağladığı avantajlar ve rekabet piyasası göz önüne alınınca vazgeçmenin mümkün olmadığı, maliyeti düşürmek için farklı çözüm yöntemlerinin bulunması gerektiği anlaşılmıştır [1].

Maliyetin artmasına ek olarak, yapılan araştırmalar, işletmelerin bilişim teknolojisi kapasitelerinin çok altında

çalıştıklarını raporlamıştır. IBM tarafından yapılan bir çalışma bizlere, işyerlerinde kullanılan bilgisayarların kapasitelerinin %5 i civarında kullanıldığını, hatta bazı sunucu bilgisayarların boş bile kaldığını ortaya çıkarmıştır [2]. Yöneticiler firmalarının, teknolojik kapasitelerinden minimum fayda sağlaması, kurulum maliyetlerinin ve çalıştırılmaları için gereken iş gücünün maliyetinin yüksek olması ve verim sağlanabilecek ömürlerinin sadece bir kaç yıl olması gibi faktörleri göz önüne almaya başlamıştır. Bu durum, bilişim teknolojileri ile ilgili büyük sermaye harcamaları yapmak, yönetim ve işletimleri için yüksek maliyetlere artırmak yerine, bu konuda hizmet veren merkezi sistemlerden elde etme düşüncesini ön plana çıkarmaya başlamıştır [3].

Bilişim hizmetlerinin internet erişimine açık hale gelmesiyle birlikte ihtiyaç duyulan maliyeti azaltmak ve performansı arttırmak amacıyla yeni modeller oluşturulması için adımlar atılmış çalışmalara başlanmıştır. Bu alanda yapılan çalışmalarla birlikte daha ucuz ve güçlü işlemciler ile daha hızlı ve her yerde bulunan ağların bir araya gelmesiyle oluşturulan büyük veri merkezleri ile dağıtımli hesaplamalar yapılmasına imkân sağlanmıştır [4]. Birçok farklı model oluşturulmuş, bunlardan bazıları

beklenen ilgiyi görememişse de, bazıları günümüzün bilişim teknolojilerinin en önemli konuları haline gelmiştir. Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan dağıtık hesaplama yöntemlerinin analizlerini yapıp, firmaların bu konularda daha fazla bilgi sahibi olmasını amaçlamaktadır.

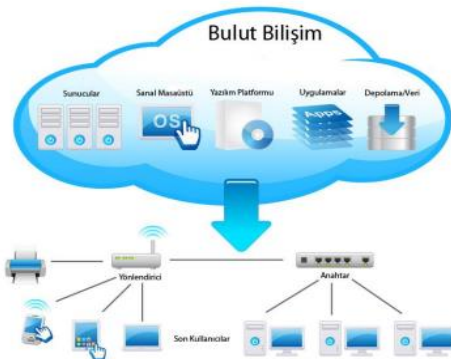
Bildiride, 2. bölümde Bulut Bilişim, Kümeli Hesaplama, Dağıtım Hesaplama ve Gönüllü Hesaplama yaklaşımları genel olarak açıklanmıştır. 3. bölümde ise eğilim analizleri ve teknik karşılaştırma analizleri detaylı olarak sunulmakta ve değerlendirilmektedir. Bildirinin 4. Bölümünde çalışmaya ait bir genel değerlendirme ile birlikte sonuçlar sunulmuştur.

2. Yaygın Kullanılan Yaklaşımlar

Bu bölümün amacı, dağıtık hesaplamalarda kullanılan başlıca yaklaşımların temel yapılarının incelenerek, doğru yaklaşımın seçilmesinden önce, bütün yaklaşımlar hakkında bilgi zemininin oluşturulmasının sağlanmasıdır. Sırasıyla Bulut Bilişim, Kümeli Hesaplama, İzgara Hesaplama ve Gönüllü Hesaplama yaklaşımları açıklanmıştır.

2.1. Bulut Bilişim (Cloud Computing)

Bulut Bilişimin, yeni bir teknoloji olarak, bireylere ve firmalara çalışma ortamı hazırlanması, kaynakların saklanması ve sermayelerin korunması konularında yeni ortamlar sağlayarak, dünya çapında piyasayı ve işletmeleri yeniden biçimlendirecek araçlardan biri olduğu iddia edilmektedir [5]. Bulut Bilişim hizmeti sağlayan ve kullanan firmaların ölçek ekonomilerinden faydalanması ve böylece firmaların temel yetkinliklere odaklanabilmeleri sebebiyle, yakın gelecekte kuruluşların büyük oranda Bulut Bilişime geçiş yapacağı öngörülmektedir [6] [7].



Şekil 1: Bulut Bilişim Çalışma Şeması

Kaynak: Cloud Computing (t.y.) <http://www.gdv.com.au/cloud-computing.html>

Avrupa Ağ ve Bilgi Güvenliği Ajansı [ENISA] bulut bilişimi; “Çoğunlukla sanallaştırma ve dağıtık bilişim teknolojileri yoluyla BT kaynaklarının sağlanması için isteğe bağlı hizmet modeli” olarak tanımlamaktadır [8] .

Çok farklı tanımları olmasına karşın bulut bilişim bilgi teknolojileri sistemlerinde her türlü hizmetten fayda sağlanabilen, internet üzerinden kiralama mekanizmasıyla çalışan bir modeldir. Şekil 1’de bulut bilişimin çalışma şeması görülmektedir. Bulut bilişim aracılığıyla veri saklama, yedekleme, bilgi işleme hizmetleri kiralanabileceği gibi ek olarak kaynak kullanımları kolaylıkla izlenebilmekte ve raporlanabilmektedir.

Bulut bilişimin de en önemli nokta bize sağladığı maliyet düşüklüğüdür. Bulut bilişim aracılığıyla ön yatırım, bakım ve güncelleştirme masrafları olmadan kullandığı kadar donanım veya yazılıma harcama yapılır. Bulut bilişimde, verilerin buluttaki bir veya birçok bilgisayarda saklanması, benzer şekilde ihtiyaç duyulan hesaplamaların da buluttaki kaynaklar tarafından gerçekleştirilmesi ve sonucunda işlenen verilerin internet aracılığıyla ihtiyaç sahibi işletmeye yönlendirilmesi mantığıyla çalışır. Böylece var olan bilgisayarların kapasitelerinin de pek bir önemi kalmamış olur. Cep telefonlarının sabit telefonlardan farklı olarak iletişimi mekândan bağımsızlık sağladıkları gibi bulut bilişimde de verilere internet bağlantısı olan bir bilgisayar ile dünya üzerindeki herhangi bir konumdan ulaşabilmek mümkündür [9]. Diğer bir ifadeyle, bulut bilişim ‘kullandıkça öde’ prensibiyle, internete erişim sağlanabildiği her ortamda ve her anda bilgiye erişim imkânı sağlamaktadır.

2.2. Kümeli Hesaplama (Cluster Computing)

Kümeli bilgisayar mimarisi, birbirinden bağımsız bilgisayarların ağ üzerinden büyük bir paralel bilgisayar ya da sanal bir süper bilgisayar gibi kullanılmasına imkân sağlar. Genel olarak bir program paralel olarak birçok farklı bilgisayara dağıtılarak iş yükü bölünmüş olur. Bu durum paralel program geliştirme araçları; PVM, MPI kütüphaneleri geliştirilerek çözümlenmiştir. Böylelikle internetteki hızlı gelişim aynı yaklaşımın daha büyük ölçeklerde yapılabilmesinin önünü açmıştır [10].



Şekil 2: Kümeli Hesaplama Çalışma Şeması

Kaynak: http://www.tutorialspoint.com/cloud_computing/cloud_computing_overview.htm

Şekil 2’de kümeli hesaplamanın şeması görülmektedir. Kümeli hesaplama gerçekleştirilecek iş, birden çok iş bölümlerine ayrılır ve her iş bölümünde hesaplanan sonuçlar ortak bir noktada toplanır. Böylece iş yükü

paylaştırılan hesaplama işleminin, daha kısa zamanda ve daha hızlı bir şekilde hesaplanmasına olanak sağlanır. Günümüzde, artık mobil cihazların /tabletlerin dahi en az dört çekirdekli işlemcilerin kullanılmasıyla birlikte paralel hesaplama yapılabilecek projeler için imkânlar artmıştır. Bu durum doğal olarak paralel hesaplamalara olan ilgi düzeyini de arttırmıştır. Paralel hesaplama ile sonuca daha hızlı ulaşmanın yanı sıra iş bölümleri aynı anda işletilerek eş zamanlı olarak da işlemlerin yapılmasıyla performans da arttırılır. Mevcut işin daha hızlı gerçekleşmesinin yanı sıra paralel programlama ile donanımsal olarak ta ısınma gibi meydana gelen problemler azalmaktadır [11]. Paralel hesaplama mimarisi doğrultusunda geliştirilen kümeli hesaplama modeli ile daha çok verinin daha hızlı ve daha az maliyetli olarak hesaplanabilmesine imkân tanınmıştır.

2.3. Izgara Hesaplama (Grid Computing)

Izgara hesaplama, dağıtık ve paralel çalışan yüksek performanslı sunucuların hesaplama gücünün birleştirilerek, büyük kapasiteli sanal sistemler oluşturup, ortak bir alt yapı ile koordine edilmesi olarak tanımlanmaktadır [12] [13]. Izgara hesaplama, coğrafi konum olarak birbirinden uzak mekânlarda bulunan işlem kaynaklarını, depolama birimlerini, iletişim kaynaklarını, yazılımları ve bilgi altyapılarını ağa bağlı tüm bilgisayarlara paylaştıran bir sistemdir [14] [15]. Ağa bağlı istemci bilgisayarlar, donanım özelliklerinin tamamını kullanması gerekmekte, donanım kaynaklarının ve özelliklerinin ne kadarının kullanılabileceği belirlenebilmektedir. Bu şekilde düşük kapasiteli bir sunucu, daha yüksek performanslarla ve hızlarla çalışabilmektedir. Ağa bağlı bilgisayar sayısı arttıkça yapılacak olan işlemlerin süresi de kısalmaktadır [16].

Izgara hesaplama teknolojisinin varoluşundan itibaren birçok laboratuvar ve akademisyen Izgara ortamı geliştirmeye çalışmıştır. Bu çalışmalardan en önemlilerinden biri Ian Foster ve ekibinin, Amerika’da ki Argonne Ulusal Laboratuvarında geliştirdiği, Globus aracıdır. Globus temelinde, güvenlik, veri yönetimi, kaynak yönetimi, iletişim, hata düzeltimi gibi alt yazılımlar içermektedir. VE halen gelişmekte olan Globus, NASA, NSF, deprem ve dünya araştırmalarının yapıldığı birçok firmada kullanılmaktadır. Bir diğer önemli araç ise, Raj Kumar Buyya ve ekibi tarafından, Melbourne Üniversitesin de (Avusturalya) geliştirilen GridBus sistemidir. GridBus, Globusa alternatif bir sistem olmanın yanı sıra Izgara mimarisinde yeni açılımlar yapmaya çalışmaktadır. Bu iki ortamda hem endüstriyel hem de akademik alanlarda kullanılmaktadır [17].

2.4. Gönüllü Hesaplama (Volunteer Computing)

Gönüllü hesaplama, ızgara hesaplama ile aynı mimari üzerinde geliştirilmiştir. Ancak ızgara hesaplama ile farklı olarak, gönüllülük temelli çalışmasıdır. İnternet ortamında bireylerin istedikleri süre boyunca hesaplama işlemine

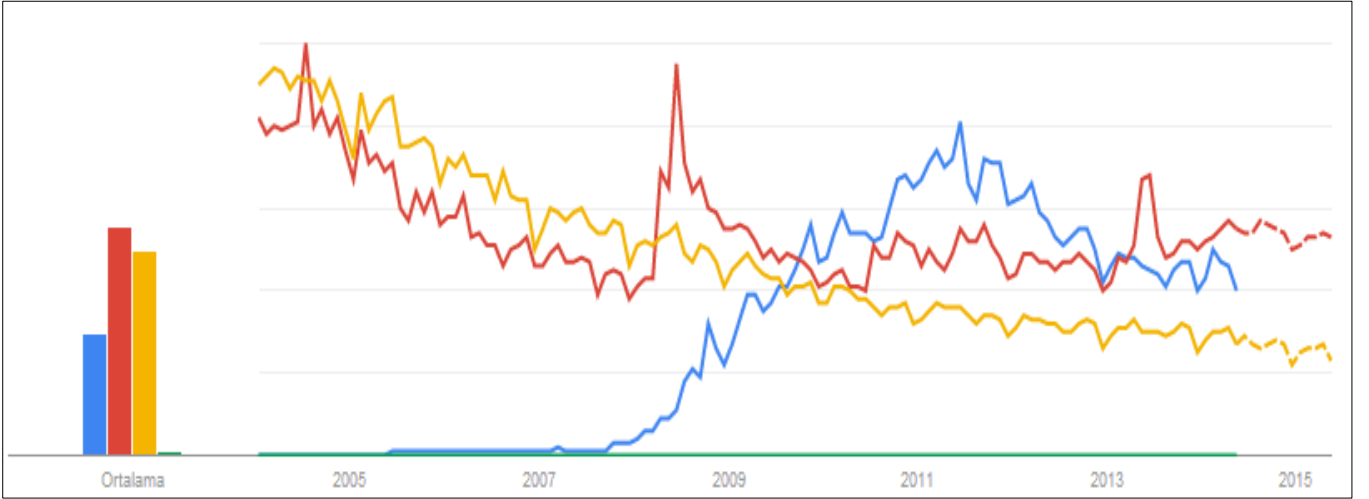
dâhil olmaktadır. İlk gönüllü hesaplama projesi 1996 yılında “*Great Internet Mersenne Prime Search*” projesi ile gerçekleştirilmiştir. Sadece birkaç gönüllü ile gerçekleştirilen proje ileri yıllarda da devam etmiştir. Günümüzde bu modeli kullanan projeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Projelerinde aktif olarak gönüllü hesaplama kullanan firmalara *Popular Power*, *Porivo*, *Entropy* ve *United Devices* şirketlerini örnek gösterebiliriz [18] .

Stanford Üniversitesinde ki *Folding@Home* (Folding At Home) projesi de gönüllü hesaplama üzerine gösterilebilecek örneklerden biridir. Şuan itibarıyla dünya üzerinde 200.000 in üzerinde bilgisayar bu projede gönüllü olarak kullanılmaktadır. Protein molekülleriyle ilgili benzetimler yapılan projede, gönüllüler “<http://folding.stanford.edu/>” adresinden indirebildikleri yazılım aracılığıyla, kişisel bilgisayarlarını kullanmadıkları zamanlarda çözüm yapılabilmesi için gönüllü olunabilmektedir. Gönüllülere Alzheimer, Parkinson, birçok kanser çeşidi, AIDS ve benzeri birçok ölümcül hastalıkta tedavi için gerekli olan yöntemi bulunabilmesine yardımcı olmaktadır. 200.000 in üzerinde gönüllüye sahip olan sistem hedefini 1.000.000 a çıkarmak için çalışmaktadır [19].

Gönüllü hesaplama modeliyle geliştirilmiş bir diğer proje *foldit* projesidir. Bir bilgisayar oyunu olarak kullanıcılara arayüz sağlarken, aslında biyolojinin en önemli problemlerinden birisi olan protein yapısının çözülmesinde kullanıcılardan destek almaktadır. Washington Üniversitesi, Microsoft ve Adobe tarafından desteklenen projeye, “<http://fold.it/portal/>” adresinden erişim sağlanabilmektedir [20]. California Berkeley Üniversitesi tarafından hazırlanan *BOINC* projesi ise, hastalıkların tedavisinden, küresel ısınmaya, elektromanyetik yıldızların keşfinden, birçok türde bilimsel araştırma için gönüllü bilgisayarları kullanılmaktadır. “<http://boinc.berkeley.edu>” adresinden ulaşılabilen sistem, sadece gönüllere değil, bilim insanlarına, üniversitelere, şirketlere imkânlar sunmaktadır. Boinc projesinde de bugünün bilgileriyle 250.000 den fazla gönüllü, 400.000 den fazla bilgisayar çalışmaktadır [21].

3. YAKLAŞIMLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Çalışmamızın 3. bölümde, temel yapıları incelenen 4 yaklaşım, farklı analiz yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Bu bölümde dağıtık hesaplama yaklaşımlarının aralarındaki farklar, 2 farklı analiz yöntemi ile karşılaştırılarak ortaya konulmuştur. İlk karşılaştırma Google Trends analiz raporları kullanılmıştır. İkinci analizde ise elde edilen veriler doğrultusunda dağıtık hesaplama yaklaşımlarının teknik özellikleri karşılaştırılmalı bir şekilde tablo halinde verilmiştir.



Şekil 3: 2004-2015 Yılları Arasında Bilgisayar Bilimleri Alanında Cloud, Grid, Cluster ve Volunteer Arama Sonuçları

Kaynak: <http://trends.google.com/trends/explore#cat=0-174-1227&q=Cloud,+Grid,+Cluster,+Volunteer&cmpt=q>

3.1. Google Trends Analizlerinin Karşılaştırılması

Google Trends, çok farklı amaçlar için kullanılabilir. “<http://www.google.com/trends/>” adresinden hizmete sunulan Google Trends, Google aramalarını görüntülenebileceği, arama hacimlerinin yükselişini, analizlerini kullanıcılara sunduğu bir sistemdir. Basit kullanımı ile gündemde olan konulara erişebileceği gibi her türlü yatırım içinde piyasa analizi yapılması sağlanabilmektedir. Google Trends ile yatırımcılar yaklaşık olarak 2004 yılından başlayarak günümüze kadar olan sonuçları inceleyebilir, bir yıl sonrasına ait kestirimlere ulaşabilir. Bu çalışmada dünya genelinde “Cloud”, “Grid”, “Cluster” ve “Volunteer” kelimeleri bilgisayar bilimleri alanında aranarak karşılaştırılmıştır. Şekil 3’te Google Trends sonuçları görüntülenmektedir [22]. Mavi sonuçlar “Cloud-Bulut”, kırmızı sonuçlar “Grid- Izgara”, sarı sonuçlar “Cluster-kümelili” ve yeşil sonuçlar “Volunteer-gönüllü” kelimelerini temsil etmektedir.

Şekil 3’te de görüldüğü üzere 2004 - 2008 yılları arasında bulut bilişim ve gönüllü hesaplamalar için farkındalık ya da bilgi düzeyinin düşük olabileceği şeklinde bir değerlendirme yapılabilmesine Bulut bilişimin 2008 yılından sonra hızla artan bir eğim kazandığı ve görülmektedir. Bu yıllarda kümelili hesaplama ve ızgara hesaplama ise azalan bir eğim göstermektedir. Ancak dikkate değer nokta 2008 yılında grid hesaplamasının büyük ilgi gördüğü ve kısa bir süre sonra bu ilgiyi kaybettiği görülmektedir. 2007-2013 yılları arasında ise Bulut Bilişim genellikle artan bir grafik çizmekte, Izgara

hesaplamalar, aynı yıllarda azalsa da kümelili hesaplamalardan daha fazla aramaya sahiptir. 2013 ve sonrası için ise Bulut bilişimin yavaş bir hızla azaldığı, dağıtılmış hesaplamaların yavaş bir ivme ile arttığı, kümelili hesaplamaların ise düşüşüne devam ettiği gözlenmektedir. Grafiğin geneline bakıldığında, yaklaşık 10 senedir kullanılan yöntemlerden kümelili hesaplamaların, gelecekte daha da az kullanılabileceği, ızgara hesaplamalarının önemi gittikçe artacağı şeklinde yorumlanabilir. İçinde bulunduğumuz zaman diliminde popüler olan bulut bilişimin ise bilhassa güvenlik sorunları nedeniyle popülerliğinin sınırlı olacağı, genel olarak en az arama sonucuna sahip gönüllü hesaplamaların ise sınırlı sayıda firma/proje tarafından kullanılacağı varsayılabilir.

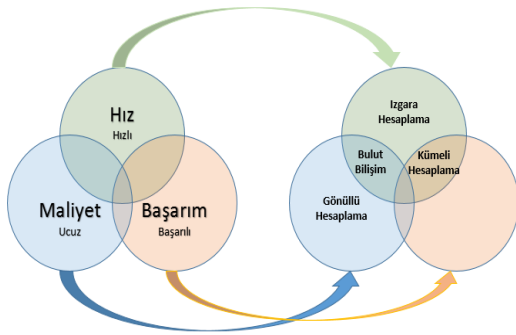
3.2. Teknik Özelliklerin Karşılaştırması

Kullanılan her teknolojinin üstünlükleri, eksiklikleri ve diğerlerinden farklı olduğu yanları bulunmaktadır. Kullanıcılar ise bu farklılıklara göre kendilerine en uygun modeli belirlemektedirler. Çalışmamızın bu bölümde, mevcut bilgilerin birleştirilmesi sonucunda, çalışmanın genelinde bahsi geçen 4 dağıtık hesaplama yaklaşımının teknik özellikleri, karşılaştırılmalı bir şekilde tablo halinde oluşturulmuştur. On beş ölçüt altında sınıflandırma yapılmış ve bu sınıflandırmalara ilişkin tespitler Tablo 1’de sunulmuştur. Oluşturulan tabloda sırasıyla Bulut Bilişim, Kümelili Hesaplama, Izgara Hesaplama ve Gönüllü Hesaplama karşılaştırılmıştır. Tablo 1.’de Sedighi (2010) [23][24] tarafından düzenlenen karşılaştırma tablosu parametreleri kullanılarak gönüllü hesaplama sütunu da tabloya eklenerek tablo güncellenmiştir.

Tablo 1: Bulut Bilişim, Izgara Hesaplama, Kümeli Hesaplama ve Gönüllü Hesaplamalar Karşılaştırma tablosu

Kategori	Bulut Bilişim	Kümeli Hesaplama	Izgara Hesaplama	Gönüllü Hesaplama
Boyut	Küçükten Büyüğe	Küçükten Orta	Büyük	Büyük
Kaynak Tipi	Heterojen	Homojen	Heterojen	Heterojen
İlk Sermaye Maliyeti	Çok Düşük	Çok Yüksek	Yüksek	Çok Düşük
Yatırımın Geri Dönüşü	Yüksek	Çok Yüksek	Orta	Yüksek
Ağ Tipi	Genel İnternet Ethernet Tabanlı	Özel IB veya tescilli	Özel Ethernet Tabanlı	Genel İnternet Ethernet Tabanlı
Özgün Donanım	Genellikle Sanal Makineler	Çok pahalı	Pahalı	Genellikle Sanal Makineler
Hangisinin daha iyi olduğuna karar verilemiyorsa	Sanal Makinelerin Demeti	Süper bilgisayarlar	Hızlı iş istasyonları	Gönüllük Esası
SLA Gereksinimi	Düşük	Katı	Yüksek	Yüksek
Güvenlik Gereksinimi	Yüksek	Çok düşük	Yüksek	Yüksek
Çalışma Tipi Birimi	MPP Değil— iş akışı tekrarlamalı	Çok Tekrarlayan -MPP	Tekrarlayan	Tekrarlayan
Veri Bağımsızlığı	Yüksek	Yüksek	Orta	Orta
I/O Bağımsızlığı	Düşük	Yüksek	Orta	Düşük
Harici Bağımsızlığı	Yok	Yok	Orta	Yok
Birleştirme Tipi	Zayıf Bağlantı	H/W ile Sıkı	Tetikte	Zayıf Bağlantı
Birleştirme Zamanı	Kısa	Uzun ve devamlı	Uzun	Uzun ve devamlı
Tipik İş Birimi	Çok Uzun – Dakikalardan Saate	Çok Kısa-En fazla Dakika	Dakika - Saniye	Dakika-Saniye

Tablo 1’de karşılaştırmalı olarak sunulan teknik özellikler kullanılarak Şekil 4’te görülen Maliyet/hız/Başarımlar ilişkiler kümesi oluşturulmuştur. Bu kümeler ve aralarındaki ilişkiler göz önüne alınarak her yaklaşım farklı projeler için kullanılabilir. Esas olan projenin başarı ölçütünün belirlenmesidir. Başarı ölçütlerinin belirlenmesinde Şekil 4’te verilen Maliyet / Hız / Başarımlar kümelerine göre gerçekleştirilecek bir projede temel gereksinimler belirlenmelidir.



Şekil 4: Yaklaşımların Hız/ Maliyet/ Başarımlar kümeleri üzerinde gösterimi

Örneğin, hızlı ve ucuz bir proje isteniyorsa, kümelerden ortaya çıkan sonuç bulut bilişim olarak önerilmektedir.

Bulut Bilişim, düşük maliyetlerle, farklı kaynak tipleri ile çalışabilen bir yaklaşımdır. Sanal makineler üzerinde, genel internet yapısına adapte şekilde çalışabilen bulut bilişim, maddi olarak yüksek geri dönüşler sağlamaktadır. Düzenli bir çalışma sistemi olması sebebiyle, destek hizmet seviyesi gereksinimi gerektirmemektedir. Ancak, güvenlik gereksiniminin yüksek olması ve işlemlerin uzun gerçekleşme sürelerine sahip olması, bulut bilişimin dezavantajları arasında yer almaktadır. Kümeli hesaplama, başlangıçta yüksek sermaye, pahalı ve aynı donanıma sahip bilgisayarlar, özel bir network yapısı gerektirmektedir. Kümeli hesaplamanın, maddi olarak yüksek geri dönüşler sağlaması, güvenlik probleminin az olması, işlemlerin gerçekleşme sürelerinin çok kısa olması avantajları bulunmaktadır. Izgara hesaplama, yüksek maliyet, pahalı donanım ve heterojen alt yapı ile işlemleri çok hızlı sürelerde gerçekleştirmek mümkün görünmektedir. Farklı coğrafi konumlarda çalışabilen ızgara hesaplama da verilerin birbiri ile bağımlı olması çok önemli bir kriter olmamakla birlikte, güvenlik önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, yüksek performanslı dağıtık hesaplama sistemlerinde yaygın olarak kullanılan dört farklı yaklaşım karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmada Google Trends grafiği ve on beş farklı başlık altında teknik özellikler verilerek objektif bir değerlendirme sunulmaya çalışılmıştır. Çalışmada yöntem seçimi probleminin çözümüne katkı sağlamak için Hız/ Maliyet/ Başarım kümeleri grafik halinde sunulmuştur. Google Trends grafiğinin eğilimler hakkında önemli ve güncel bilgiler içerse de değerlendirmenin teknik ölçütlerle birlikte değerlendirilerek yapılması tarafsız bir değerlendirme için önemlidir. Ancak, daha sağlıklı bir değerlendirmeye varabilmek için Google Trends parametrelerini etkileyen global değişimler ve yönlendirmelerin de ele alınması ve çok daha kapsamlı çalışmalar yapılması gerekliliği göz ardı edilmemelidir.

5. Kaynaklar

- [1] Adaçay, Y. R. , "Enformasyon Emperyalizmi: Bilgi Ekonomisi", **Bağımsız Sosyal Bilimciler** <http://www.bagimsizsosyalbilimciler.org/>, (2008).
- [2] Berstis, V., "Fundamentals Of Grid Computing", **IBM Redbooks Paper**, (2002).
- [3] Seyrek, İ. H., "Bulut Bilişim: İşletmeler İçin Fırsatlar Ve Zorluklar," **Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 701 -713, (2011).
- [4] Akçay, M. Ve Erdem, H. A., **Paralel Hesaplama Ve MATLAB Uygulamaları**, (2010).
- [5] Bughin, J., Chui, M. Ve Manyika, J., "Clouds, Big Data, And Smart Assets: Ten Tech-Enabled Business Trends To Watch," **Mckinsey Quarterly**, 56(1):75-86, (2010).
- [6] Armbust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., Gunho, L., Patterson, D. A., Rabkin, A., Stoica, I. Ve Zaharia, M. "A View Of Cloud Computing," **Communication Of The ACM**, 53(4):50-8, (2010).
- [7] Başgöl, M. M. Ve Chouseinoglou, O. "Bulut Bilişim Kapsamında Ortaya Çıkabilecek Hukuki Sorunlar," **6. Uluslararası Bilgi Güvenliği Ve Kriptoloji Konferansı**, Ankara, (2013).
- [8] Daniele, C. Ve Giles, H., "Cloud Computing Benefits, Risks And Recommendations For Information Security," **ENISA**, 1-23, (2009).
- [9] Dal, D. Ve Aydın, T., "Hesaplamanın Farklı Formları Ve Hesaplama Paradigma Kaymaları," **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 70-75, (2013).
- [10] Akçay, M., Adar, N., Seke, E., Ve Canbek, S., "Kümelili Hesaplama Modelinin Değişik Parametrelerle İncelenmesi", **TMMOB Türkiye I. Enerji Sempozyumu**, Eskişehir, (2007).
- [11] Akçay, M. Ve H. A. E. , "Intel Parallel Studio İle Paralel Hesaplama", **İstanbul: İstanbul Üniversitesi**, (2013).
- [12] Maqueira, M., Bruque-Cámara, S. Ve Moyano-Fuentes, J., "What Does Grid Information Technology Really Mean? Definitions, Taxonomy And Implications In The Organisational Field," **Technology Analysis & Strategic Management**, 491-513, (2009).
- [13] Sultan, N., "Reaching For The "Cloud: How Smes Can Manage," **International Journal Of Information Management**, 272-278, (2011).
- [14] Foster I., Ve Kesselman C., "The Grid: Blueprint For A New Computing Infrastructure", **Morgan Kaufmann Publishers, Inc.**, (1999).
- [15] Eyüpoğlu, Ç., "Bulut Bilişim, Geçiş Ve Türkiye'deki Mevcut Durum", **Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi**, (2013).
- [16] Sarı, F., "Geoportal Sistemlerinde Grid Ve Cloud Computing Teknolojilerinin Kullanılabilirliğinin Araştırılması", **4. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi Ankara**, (2013).
- [17] F. Türkmen, "Grid Hesaplama Temel Kavramlar Ve Grid Üzerinde Veri Yönetimi," **Akademik Bilişim, Denizli**, (2006).
- [18] http://en.wikipedia.org/wiki/volunteer_computing "Wikimedia Foundation, Inc.", (2014).
- [19] <https://folding.stanford.edu/> (2014).
- [20] <http://fold.it/Portal> (2014).
- [21] <http://boinc.berkeley.edu> (2014).
- [22] <http://trends.google.com/trends/explore#cat=0-174-1227&q=cloud,+grid,+cluster,+volunteer&cmpt=q>. (2014).
- [23] Sedighi, A. , "Grid, HPC Cluster And Cloud: Part I, An Infrastructure Perspective," <http://www.devx.com/architect/article/45576> (2010).
- [24] A. Sedighi, "Grid, HPC Cluster And Cloud, Part 2: A Developer Perspective," 24 Eylül 2010. [Çevrimiçi]. Available: <Http://Www.Devx.Com/Architect/Article/45626>.