

Kümelenmiş Sanal Sınıf Uygulaması

Baha Şen¹, Oğuzhan Menemencioğlu¹, Ferhat Atasoy¹, Caner Özcan¹

¹ Karabük Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, Karabük

baha.sen@karabuk.edu.tr, omenemencioğlu@karabuk.edu.tr, ferhatatasoy@karabuk.edu.tr, canerozcan@karabuk.edu.tr

Özet: Açık kaynak kodlu işletim sistemi, öğrenim yönetim sistemi ve sanal sınıf uygulaması ile gerçekleştirilen makul sayıda öğrencinin olduğu bir uzaktan eğitim altyapısında: hizmet kalitesini arttırmanın ve hizmet verilen öğrenci sayısını arttırarak bunu gerçekleştirmenin yolları irdelenmiştir. Çalışma özellikle sanal sınıf uygulamalarında performans artırımı ile ilgilenmektedir. Yeni, daha güçlü sunucular alarak başarıyı sağlamak her kurumsal yapıya uydurulamayacağından veya her kurum vizyonu yenilendiğinde ona uygun alt yapı değişikliği gerektirdiğinden, aşağıda da detaylandırıldığı üzere buna alternatif yöntem önerilmiş, modellenmiş ve gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sanal Sınıf Uygulaması, Eş zamanlı Ders, Yük Dengeleme, Küme, Uzaktan Eğitim

Clustered Web Conference Implementation

Abstract: In distance education infrastructure that performed via open source operating system, learning management system and video conference application, that has a fair number of students: increasing the quality of service and discussed ways to accomplish this by increasing the number of students served. The study deals specifically with the increased performance of the video conference applications. To provide performance, buying new, more powerful servers, is not suitable for every organizational structure or is require replacement of infrastructure by refreshment of organizational vision. So this study models, performs alternative method, as detailed in below, and realized it.

Keywords: Video Conference Application, Synchronous Lesson, Load Balancing, Cluster, Distance Education

1. Giriş

Uzaktan eğitim sisteminde, mekândan bağımsız eğitim faaliyetlerinin devam etmesinde veya eğitimin mekândan bağımsızlaştırılmasında en önemli yol sanal sınıf uygulamalarıdır. Asenkron içeriklerin senkron ders ile takviye edilmesi; öğrenci ile öğretim elemanının, farklı mekanlardayken eş zamanlı olarak buluşmasının sağlanması açısından sanal sınıf uygulamaları çok önemlidir.

Sanal sınıf literatürde video konferans olarak geçmektedir. Çalışmada her iki ifade de kullanılmıştır.

Aşağıda video konferans uygulamalarının genel özellikleri sunulmuştur, kullanılan farklı yazılımlar karşılaştırılmıştır. Daha sonra uzaktan eğitim için tasarlanmış altyapıda kullanılan uygulama ve mevcut kullanım durumu hakkında bilgi verilmiştir.

Genelde bağımsız bir sunucu ile sağlanan hizmetin sınırlarından bahsedilmiştir. Bu kısıtların aşılması için önerilebilecek alternatiflerin içinden en uygunu için gerekli literatür taranmış ve aşağıda detayları sunulmuştur. Bu bilgiler ışığında bir model önerilmiş, modellenmiş ve uygulanmıştır.

Elde edilen sonuçlar ve çalışmanın taşınabileceği noktalara da değinilerek çalışma tamamlanmıştır.

2. Web Konferans Yazılımları

Web konferans, internet aracılığı ile canlı görüşme, eğitim ve sunumların yapılmasında kullanılır. Web konferansta katılımcılar herhangi bir yerden kendi bilgisayarları ya da günümüzde 3G destekli görüntülü iletişim cihazları ile diğer katılımcılarla internet üzerinden bağlanabilirler. Yazılımlar indirilebilen bir uygulama olabileceği gibi tarayıcı üzerinden çalışan bir hizmet de olabilir. Her iki durumda da en az bir sunucu katılımcılardan gelen ses, görüntü, mesaj, dosya vb. veri paketlerini diğer katılımcılara ulaştırmaktadır. Görüşmeye katılım için gerekli link ya da davetiyeler e-posta ya da ortak kullanılan ara yüzler üzerinden yapılabilmektedir. Genel olarak web konferans yazılımları aşağıdaki özellikleri desteklemektedirler:

1. Sunum yapma desteği
2. Doküman paylaşımı
3. Video yayınlama desteği (Canlı ya da kayıttan yürütme)

4. Kulaklık ve mikrofon ile gerçek zamanlı sesli iletişim
5. Görüşme kaydı
6. Beyaz tahta uygulaması
7. Metin tabanlı mesaj desteği
8. Katılımcılara anket uygulama
9. Ekran paylaşımı
10. İzin yönetimi

Web konferans sistemleri hizmet, yazılım ve cihaz barındırma olarak üç temel model üzerine kuruludur. Hizmet çözümünde; servis sağlayıcı kendi tercih ettiği

yazılımı hizmet alanlara kısıtlı ya da tam yetkili izinlerle sunar. Genellikle tercih edilen yöntemdir. Yazılım çözümünde; bütün yetki yazılımı kuran tarafa aittir. Bu yöntemde yazılımı alan taraf genellikle bir işletme ya da kurumdur ve yazılımın kurulumu ve bakımı ile ilgili personeli vardır. Genellikle büyük işletmeler, ordu ve uzaktan eğitim yapan kurumlar tarafından tercih edilir. Cihaz barındırma, çevrimiçi hizmet çözümünden farklı olarak, donanımsal olarak sunulur. Canlı görüşme, uzaktan eğitim ve internet üzerinden sunumlarda kullanılır [1].

Program	Lisans Modeli	Kapasite	Linux	Mac OS X	Microsoft Windows	Audio Desteği	Video Kalitesi	Video Desteği	Mesajlaşma Desteği	Masaüstü paylaşım Desteği	Upload PPT	Upload PDF	Co-browsing	Taşınabilir Cihaz Desteği	Break-Out Sessions	Güvenli Erişim	Şifreli İletişim
Adobe Acrobat Connect	Proprietary	1-500	✓	✓	✓	✓ ^[1]	VGA	✓	✓	✓ ^[2]	✓	✓	✓ ^[3]	✓ ^[4]	✓	✓	X
BigBlueButton	LGPL + GPL	1-25	✓	✓	✓	✓	VGA	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	X
BuddyMeeting	GPL + FREE	Upto 10	✓	✓	✓	✓	VGA	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	X
Cisco Unified Meeting Place	Proprietary	1-500	✓	✓	✓	✓	VGA	✓	✓	✓	✓	✓	?	?	✓	✓	X
Citrix GotoMeeting	Proprietary	15	X	✓	✓	✓	VGA	✓	✓	✓	X	X	X	X	X	✓	X
Dimdim	GPL +Proprietary	20 - 250	✓	✓	✓	✓	VGA	✓	✓	✓ ^[2]	✓	✓	✓	?	?	✓	X
Illuminate	Proprietary	2 - ?	✓	✓	✓	✓ ^[1]	QVGA	✓	✓	✓	✓	✓	✓ ^[5]	?	✓	X	X
Fuze Meeting	Proprietary	55+	✓	✓	✓	✓	QVGA	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓ ^[6]	X	X	X
Genesys Meeting Center	Proprietary	125+	X	X	✓	✓	VGA	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	X	X
IBM Lotus Sametime	Proprietary	?	✓	✓	✓	✓	VGA,HQ	✓	✓	✓	✓	✓	?	?	?	✓	X
IBM Lotus Sametime Unyte	Proprietary	?	✓	✓	✓	✓	VGA,HQ	✓	✓	✓	✓	X	?	?	?	✓	X
Netviewer	Proprietary	1-100	X	X	✓	✓	VGA	✓	✓	✓	?	?	?	X	?	✓	X
omNovia Web Conference	Proprietary	2-5,000	✓	✓	✓	✓	VGA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?	?	X	X
Openmeetings	EPL	1-25	✓	✓	✓	✓	VGA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?	?	X	X
PharMethod PharmaCAST	Proprietary	1-Unlimited	X	✓	✓	✓	VGA, HD	✓	✓	X	✓	X	X	announced	✓	✓	X
Tokbox	GPL +Proprietary	20-25	X	✓	✓	✓	VGA	✓	✓	X	X	X	?	?	?	X	X
VenueGen	Proprietary	1-500	X	X	✓	✓ ^[1]	VGA	✓	✓	✓ ^[2]	✓	✓	✓ ^[3]	X	X	X	X
WebEx	Proprietary	1-100	✓	✓	✓	✓	VGA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
WebTrain	Proprietary	200	X	X	✓	✓	VGA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?	✓	✓	✓

Çizelge 1. Web konferans (sanal sınıf) uygulamalarının karşılaştırılması [2].

Günümüzde yaygın olarak kullanılan ticari ve açık kaynak uygulamaların özelliklerine göre karşılaştırması Çizelge 1'de verilmiştir. Bu yazılımlardan öne çıkanlardan kısaca bahsetmek gerekirse, Adobe

Connect Pro en iyi performans sunan yazılımdır. Sanal sınıf uygulaması içerisinde rahat bir kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Ticari bir yazılım olması ve lisans maliyetleri dezavantajlarındandır. Openmeetings açık

kaynak kodlu ve ücretsiz bir yazılım olmasının yanı sıra sanal sınıf uygulamasında oldukça başarılıdır. SOAP servisi ile Moodle üzerinden kullanıcı doğrulaması yapabilmesi ve entegre çalışması yazılımın popülerliğini her geçen gün arttırmaktadır. Openmeetings projesi halen geliştirilmekte ve yeni özellikler eklenmektedir. Bunların yanında BigBlueButton yine açık kaynak bir yazılım olması ve hızlı çalışması ile öne çıkan bir başka açık kaynak projedir. Openmeetings gibi BigBlueButton için de içerik yönetim sistemleri için yazılmış hazır entegrasyon yazılımları bulunmaktadır.

3. Problem

Tasarlanan düşük maliyetli uzaktan eğitim sisteminde açık kaynak kodlu işletim sistemi: CentOS; açık kaynak kodlu öğrenim yönetim sistemi: Moodle ve açık kaynak kodlu sanal sınıf uygulaması: Openmeetings tercih edilmiştir [3]. Openmeetings tercih edilmesinin nedenleri şöyledir:

- Ücretsiz ve açık kaynak kodlu yazılım olması
- Yazılım ve cihaz barındırma yöntemlerinin her ikisine de uymakla birlikte Moodle ile entegre edilebilir olması.

Mevcut yapıda, optimum alt yapı şartlarına sahip olduğu varsayılsa bile (network trafiği ve network alt yapısı) sanal sınıf uygulaması ile hizmet verebilecek kullanıcı sayısı sınırlıdır. Bu sayıyı iki binlere veyahut beş binlere çıkarmak kurumsal vizyon açısından gerekmektedir. Diğer yandan kullanıcı sayısını bu altyapıda arttırmanın, bu mevcut kullanıcılar için de performans artışı anlamına da gelmektedir, uzaktan eğitim hizmeti veren kurumsal yapılara örnek oluşturacak bir çözüm olacağına inanılmaktadır.

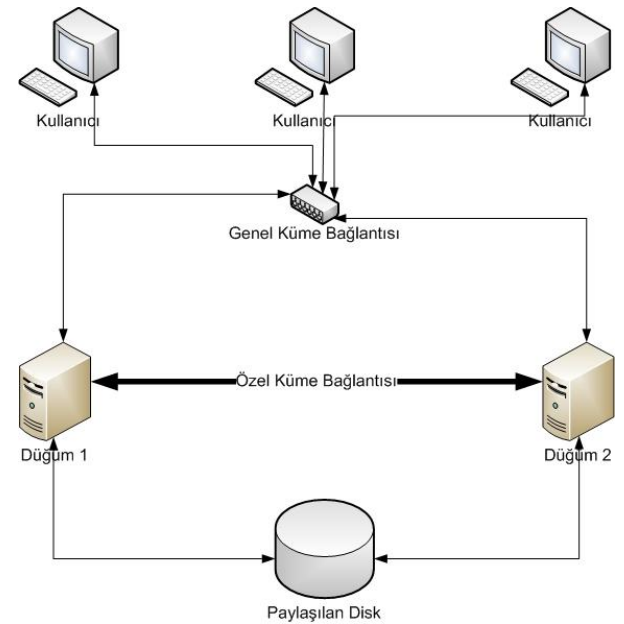
4. Küme

Küme, bağımsız bilgisayarların yazılım ve ağ yoluyla tümleşik sistemde birleştirilmesi anlamına gelen ve çok kullanılan bir terimdir. En temel düzeyde, iki ya da daha fazla bilgisayar bir problemi çözmek için kullanıldığı zaman, bu küme olarak nitelendirilir. Kümeler tipik olarak yüksek kullanılabilirlik, büyük güvenilirlik veya bir bilgisayarın sağlayabileceğinden daha büyük hesaplama gücü sağlayan yüksek performanslı hesaplama için kullanılır [4].

Bir başka deyişle kümeler düğümlerden oluşan paralel bilgisayarlardır. Bir küme her biri bir veya daha fazla işlemci içeren düğümlerden, düğümdeki bütün işlemciler tarafından paylaşılan bellekten ve düğümler arasında veri iletişimi sağlayan ağlarla birbirine bağlı ek çevre aygıtlarından oluşmaktadır. Basit kümeleme

yapısı Şekil 1'de verilmektedir. Kümeler düşük maliyetlerle yük dengeleme, yüksek hesaplama gücü ve hata toleransı gibi özellikleri elde etmeyi sağlarlar Küme yapısını oluşturan düğümler için özel sunucu gibi maliyet yüksek bileşenlerin kullanılması zorunlu değildir. Kümeleme donanımsal maliyet haricinde ek bir maliyet gerektirmez. Tek bir bilgisayar yerine bir kümeyi kullanmamızın temel nedenleri performans ve hata toleransıdır. Bunun yanında kümeler, tek bir problem için birçok işlemciyi koordineli olarak kullanmayı sağlayan paralel programlama yöntemini kullanarak hesaplama gücü sağlar [5].

Kümeleme: iki veya daha fazla bilgisayarı uygulama veya servis kullanılabilirliğini arttırmak, yük dengelemek veya dağıtmak ve yüksek başarımli hesaplama için ağ ile birleştirmektir. Kümeleme, disk, işletim sistemi ve uygulama programları gibi değişik sistem katmanlarında gerçekleştirilebilir. Kümelenme ortak görevi gerçekleştirmek için birden çok sunucu birleştiren bir yoldur. Çeşitli amaçlar için kullanılan birçok farklı küme vardır. Kümeleme büyük trafiğe sahip web siteleri ve dağıtmak hesaplamaları ile giderek popüler hale gelmiştir. Kümeler genellikle sunucu çiftlikleri veya render çiftlikleri olarak adlandırılır. Kümeleri kullanmak için çeşitli nedenler vardır. Üstün algoritmalar ve sunucu platformları kullanan ileri bir teknoloji olmasına rağmen her zaman en iyi seçenek değildir. Bir küme oluşturmada kurulum ve bakım ile ilgili maliyetler pahalı olabilir. Ancak, kümelemenin hız, performans, güç ve verimlilik gibi birçok avantajı vardır.



Şekil 1. Basit küme yapısı.

Kümeler kurulum şekilleri ve amaçlarına göre yüksek performanslı işlem kümeleri ve yük dengeleyici-hata toleranslı kümeler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Kullanılan donanım bileşenleri ve yazılımlar açısından bu iki küme çeşit arasında farklılıklar bulunmaktadır. Yüksek performanslı bilgisayar kümelerinde yüksek hesaplama ve işlem gücü ile düğümlerin paralel çalışması amaçlanmaktadır. Bu kümelerde gerekli olan hesaplama gücünü paralel programlama ile sağlanmaktadır. Kümeyi oluşturan düğümlerden herhangi birinde sorun oluştuğunda işlem devam etmekte sadece kümenin hesaplama gücü azalmaktadır. İşlemin devam etmesi düğümlerin birlikte çalışması sayesinde yerine getirilir. Yük dengeleyici-hata toleranslı kümelerde ise gelen istek ana düğüm tarafından küme düğümlerinde iş yükü en az olan düğüme gönderilmektedir. Kümeyi oluşturan düğümlerden herhangi birinde sorun oluştuğunda gelen istek çalışan düğümlerden birine gönderilmekte ve çalışma devam etmektedir [6].

Kümeler belirli bir görev veya organizasyonun ihtiyaçlarını gidermek için özel olarak tasarlanabilir. Küme çeşitleri şu şekildedir;

- Yük Dengeleme Kümeleri
- Grid Kümeleri
- Render Kümeleri

Her küme çeşidinin benzersiz işlem metodu vardır. Örneğin, bir yük dengeleme kümesi bir render kümesinden farklı çalışır. Yük dengeleme kümeleri genellikle yüksek trafik alan web siteleri ile kullanılmaktadır. Yük dengeli kümeler genellikle bir aktif-aktif yapılandırma ile çalıştırılır. Ancak operasyonun farklı bir türü genellikle gereksiz küme veya yük devretme kümesi olarak anılacaktır ki onlar bir aktif-pasif yapılandırmada çalışabilir. Yük dengeleyici her küme üyelerinin yüklerine göre karar verme işlemini gerçekleştirmektedir. Kümeye gelen ve giden tüm istekleri izleyerek, yeni gelen istekleri kümedeki en az yüke sahip olan sunucuya gönderecektir. Grid kümeleri ve render kümeleri birbirine çok benzer. Render kümeleri 3D grafikleri render etmek için film stüdyoları tarafından kullanılmaktadır. Grid kümelene büyük ölçüde tıp ve araştırma alanlarında kullanılır. Grid sistemleri genellikle doğrusal cebir kullanarak veri işleme yaparlar [7].

5. Yük Dengeleme

Yük dengeleme, bir işi iki ya da daha fazla bilgisayar, işlemci, sabit disk ya da diğer kaynaklar arasında paylaşma teknolojisidir. Bu teknolojiyi kullanarak en iyi kaynak kullanımı, en yüksek işlem hacmi, en düşük cevap süresi sağlanabilir. Oluşabilecek aşırı yüklenme (overload) engellenir. Tek bileşen kullanmak yerine,

yük dengeleme ile birden fazla bileşen kullanımı yedekleme (redundancy) sayesinde güvenilirliği artırabilir. Yük dengeleme genellikle adanmış bir yazılım ya da donanım aygıtı (DNS, Multilayer switch vb) kullanılarak sağlanır. Yük dengeleme genellikle bilgisayar kümeleri (computer cluster) arasındaki iç iletişimi sağlamak amacıyla kullanılır. Yük dengelemenin en genel kullanım alanı sunucu çiftliği olarak bilinen, birçok sunucu kullanarak bir tane internet servisi sağlamaktır. Bu internet servisi genellikle popüler web siteleri, yüksek bant genişliğine sahip dosya aktarım iletişim kuralı siteleri, NNTP sunucusu, DNS sunucusu, mali işlemler gibi çalışması kritik uygulamalardır. Yük dengeleyici genellikle bir yazılımdır. İstemcilerle iletişime geçer ve gelen isteği cevap vermesi için herhangi bir zamanlama algoritması kullanarak seçtiği arka uç sunucusuna iletir. Sanal ip adrese sahiptir. Bu yöntemde istemciler arka uç sunucularla direk iletişime geçmediği için ağ yapısı ve diğer portlar üzerinde koşan bağımsız servisler üzerine gelebilecek saldırılar engellenir. Yük dengeleyici kullanılarak oluşturulan yük dengeleme sisteminde, arka uç sunucularından birinde bir problem olduğunda sistem çalışmasına devam ederken; yük dengeleyicide bir problem olduğunda sistem tamamen çalışmaz hale gelir [8].

Yük dengeleme sayesinde gerek uygulama gerek iletişim yükü dinamik olarak ölçülerek hizmetler istemcilere en yakın noktadan sağlanabilir. Bu yapı yerel ve geniş ağlarda kullanılabilir gibi internet üzerinde de kullanılabilir. Bu sayede uygulamalara, web sunucularına, elektronik posta sunucularına ve diğer kaynaklara yüksek performansla erişim sağlanmaktadır.

Bir yük dengeleyici aşağıdaki işlevleri gerçekleştirir [9]:

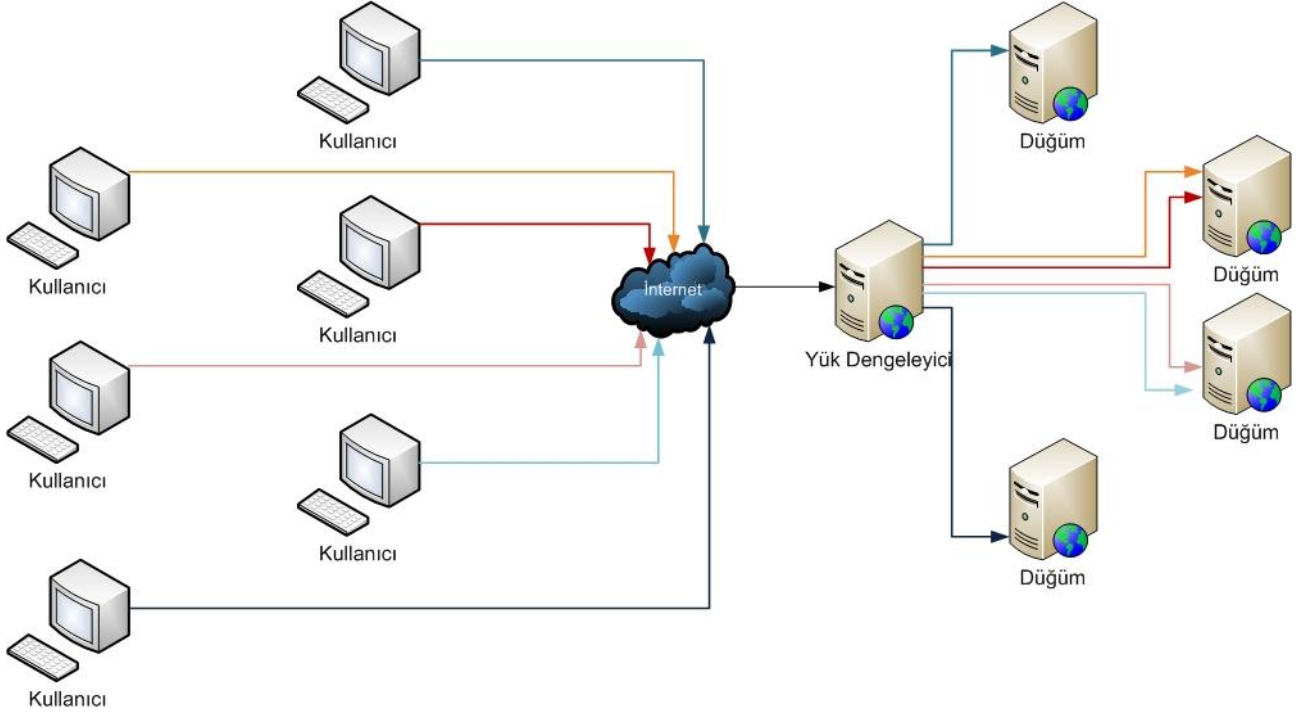
- Bir site için ayrılmış network tabanlı trafiği (web trafiği gibi) yakalar.
- Trafiği bireysel isteklere böler ve hangi sunucunun bu isteği alacağına karar verir.
- Mevcut sunucular üzerinde trafiğe yanıt verdiklerine dair bir zaman tutar. Şayet yanıt vermiyorlarsa bunlar döngü dışı kalır.
- Bir hata durumunda birden fazla birim çalıştırarak yedekleme sağlar.
- URL'leri okuma, çerezleri yakalama ve XML ayrıştırma yaparak içerik farkında dağıtım sunar.

İnternetin gelişimiyle birlikte ağ önemli bir aşamada yer almaktadır. İnternet dünyaya bağlandığı ve intranet işletmeler için işlevsel omurga olduğu için bilgi teknolojileri altyapısı ekipman olarak istemci ya da sunucu olarak işlev gören bilgisayarlar ve

bilgisayarlara bağlanan anahtarlar ya da yönlendiriciler olarak düşünülebilir. Kavramsal olarak, yük dengeleyiciler Şekil 2'de gösterildiği üzere sunucular ve ağ arasında köprü kurar. Bir taraftan, yük dengeleyiciler birçok üst-katman protokollerini anlar, bu yüzden sunucular ile akıllı bir iletişim kurabilir. Diğer taraftan, yük dengeleyiciler ağ protokollerini anlar, bu yüzden ağlar ile etkin bir bütünlük sağlayabilir [6].

Yük dengeleyiciler en az dört ana uygulamaya sahiptir:

- Sunucu yük dengeleme
- Küresel sunucu yük dengeleme
- Güvenlik duvarı yük dengeleme
- Şeffaf önbellek anahtarlama



Şekil 2. Yük dengeleyici ile küme [6].

Sunucu yük dengeleme bir sunucu kapasitesi ölçmenin ötesinde birden çok sunucu arasında yük dağılımı ile ilgilenir ve sunucu hatalarını tolere eder. Küresel sunucu yük dengeleme, kullanıcıları sunucu çiftlikleri içeren farklı veri merkezi sitelerine yönlendirmeye ilgilenir. Bu sayede kullanıcılara hızlı tepki süresi ve eksiksiz bir veri merkezi hata toleransı sağlar. Güvenlik duvarı yük dengeleme, bir güvenlik duvarı kapasitesi ölçmenin ötesinde yükü birden fazla güvenlik duvarı boyunca dağıtır ve güvenlik duvarı hatalarını tolere eder. Şeffaf önbellek anahtarlama, istemcilerin tepki süresini hızlandırmak için şeffaf olarak önbellek trafiğini yönetir ya da web sunucularının sabit içeriğini önbelleğe yükleyerek performansı geliştirir [6].

5.1. Yük Dengeleme Yöntemleri

Yük dengelemesinin sağlanması için çeşitli yöntemler vardır. Herhangi bir yöntemin tercihi için gereksinim, mevcut özellikler, uygulama karmaşıklığı ve maliyet gibi karar faktörlerine bağlıdır. Örneğin, bir yük

dengeleme donanımı kullanmak yazılım modeline göre çok pahalıya mal olur. Bunlar genel olarak üç kategoriye ayrılabilir:

- DNS Ayarları İle Yük Dengeleme
- Donanımsal Yük Dengeleme
- Yazılımsal Yük Dengeleme

DNS ayarları ile yük dengeleme yazılım temelli bir çözümdür ve herhangi bir donanıma ya da üçüncü parti bir yazılıma ihtiyaç duymadan çalıştırılabilir. Bir DNS sunucusunun BIND yerleşik round-robin özelliği birden çok web sunucuda yük dengeleme için kullanılabilir. Bu, düğümdeki sunucu gruplarına ait IP adresler arasında geçiş yapmak için ilk uygulanan yük dengeleme yöntemlerinden biridir. Bu yöntem çok basit, ucuz ve uygulaması kolaydır. Fakat DNS sunucusunun sunucu kullanılabilirliği ile ilgili herhangi bir bilgisi yoktur ve uygun olmayan sunucuyu göstermeye devam edecektir. Bu, sunucu bağlantı noktasıyla değil, sadece IP adresi ile ayırt edilebilir. IP

adresi aynı zamanda diğer ad sunucuları tarafından önbelleğe alınabilir ve istekler yük dengeleme DNS sunucusuna gönderilmeyebilir.

Donanımsal yük dengeleme belli donanımlar kullanılarak gerçekleştirilen çözümdür. TCP / IP paketlerini küme içerisindeki farklı sunuculara yönlendirebilirler. Bu tip yük dengeleyiciler genellikle yüksek kullanılabilirlik ile sağlam bir topoloji sağlamak için kurulurlar fakat çok daha yüksek maliyet gerektirirler. Trafik yönlendirmek için devre düzeyi geçidi kullanır. Herhangi bir işletim sistemi ya da platform ile çalışır. Donanım odaklı yaklaşım yazılım seçeneklerine göre genellikle daha sağlamdır. Fakat yazılım seçenekleriyle karşılaştırıldığında daha maliyetlidirler.

Yazılımsal yük dengeleme en yaygın kullanılan yük dengeleyicilerdir. Genellikle pahalı web sunucusu ve uygulama sunucusu yazılım paketleri ile bütünleşmiş bir bileşen olarak gelir. Bu ürünler yük dağılımı işlemini koordine etmek için algoritmaları kullanır. Donanımsal yük dengeleyicilere göre daha ucuzdur. Gereksinimlere göre daha fazla yapılandırılabilir. Çoklu giriş parametrelerine bağlı olarak akıllı yönlendirmeyi kapsayabilir. Yük dengeleyiciyi izole etmek için ek donanımlar sağlamak gerekir. Çoğu paket büyük siteleri veya karmaşık ağları işleyemez. Bu yapıda yük dağılımı işleminin performansı, yazılımın çalıştığı bilgisayarın performansı ile doğru orantılıdır. Yazılımsal yük dengelemede Terracotta isimli işletim sistemi uygulaması genellikle sunucular için paket dağılımı işlemi sağlanmasında kullanılmaktadır.

Yük dengeleyici sunucu çiftliği kullanılabilirliği, ölçeklenebilirliği, yönetilebilirliği ve güvenliği geliştirerek büyük fayda sağlar. Sunucu yük dengelemesi yük dengeleyiciler için en popüler uygulamadır. Yük dengeleyici, sunucu, uygulama ve içeriğin iyi koşullarda servis edilmesini sağlamak için çeşitli sağlık kontrolleri gerçekleştirir. Maksimum ölçeklenebilirlik ve toplam işleme kapasitesi sağlamak üzere farklı tür sunucuların arasında yük dengelemek için birçok farklı yük dağıtım algoritmaları vardır. Durumsuz yük dengeleme basit iken durumsal yük dengeleme en güçlü ve en yaygın kullanılan yük dengeleme yöntemidir [6].

5.2. Yük Dengeleme Politikaları

Şuanda PANTS tarafından sağlanmış yedi adet yük dengeleme politikası vardır: Lider, Zaman çizelgesi, Eşik, Rastgele, LRU, Hepsini Birer Kez Dene ve NFS [11]. Bunlara ilaveten En Kısa Kuyruk Politikası vardır [12]. İşlemleri dağıtmak için her politika farklı yaklaşımlar sergiler. Bununla birlikte bazı politikalar

çok benzerdir ve bir politika genelde bir diğerinin anahtar durumlarını değiştirilerek modifiye edilmiş varyasyonudur. Bu politikalardan birkaçında, sistemdeki düğümler mevcut iş yüklerine göre çok yüklü veya az yüklü olarak sınıflandırılır. Önceki araştırmalar yükü ölçmek ve düğümleri çok yüklü veya az yüklü diye sınıflandırmak için metotları keşfetmiştir. Bu politikalarda, bir işlem çok yüklü düğümde başlatılmak üzere olduğunda, politika işin transfer edilebileceği az yüklü bir düğüm tanımlamaya çalışır [11].

5.2.1. Lider Politikası

Uygulanan ilk politika Lider politikasıdır. Bu politikada, lider denen bir düğüm, düğümlerin durumlarının izlerini tutar ve işleri dağıtmak için talepleri alır. Sistem performansının ve stabilitenin azaldığı kümede, küçük bir küme bile olsa, Lider düğümün kullanılması bir tıkanıklığa neden olabilir.

5.2.2. Hepsini Birer Kez Dene (Round Robin Policies) Politikası

Hepsini birer kez dene politikasında, bütün düğümlerin IP adresine göre sıralanmış, kullanılabilir ve kullanılamaz düğümleri içeren listesi idame ettirilir ve politika listedeki bir sonraki düğümü işaret eden bir pointer saklar. Bir talep alındığında, listedeki hâlihazırdaki işaret edilen düğüm bildirilir ve işaretçi listedeki bir sonraki düğüme arttırılır. Listedeki son düğüm bildirildikten sonra, işaretçi listedeki ilk düğüme ayarlanır. Böylece politika, düğümlerin durumlarını dikkate almayarak, düğümlerin listesinin başından sonuna sürekli döner. Teorikte, bunun arkasındaki motivasyon, yükün baştan sona düğümleri gezen bu döngü ile kümeye dengeleneceğidir. Bir satırda bir düğüm iki veya daha çok kez seçileceği rastgele seçim politikalarının hepsi için ortak olan bir problemi adreslemesi anlamına gelir. Bu politikada çözüm bir düğüm bir iş talebini aldığı anda, bütün diğer düğümler de aynı duruma gelene kadar bir tane daha alamayacağını temin edilmesidir.

Bu politikanın beklenen davranışı, işler eşit büyüklükte olduğu zaman iyi; fakat işlerin büyüklükleri değişkenlik gösterdiğinde yetersiz işlemesidir.

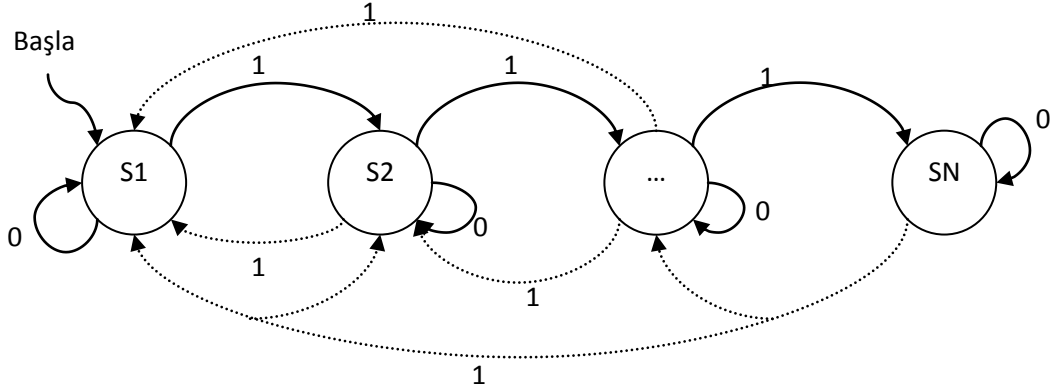
5.2.3. LRU (Least Recently Used) Politikası

LRU politikası, düğümlerin listesinin her bir düğümde hali hazırda yürütülen işlerin sayısına ve sonra her bir düğüme en son iş gönderilme zamanına göre sıralanmış olduğu, her birini bir kez dene politikasının bir modifikasyonudur. Bu yukarıda verilen problemi çözer ve örneğin bir düğüm hali hazırda iki iş yürütüyorsa, diğer düğümler de ikişer iş yürütene kadar bir başka iş gönderilmeyeceğinden emin olunur. İlaveten, bir düğüme gönderilen en son işin izlenmesi, her birini

birer kez dene politikasındaki gibi, eğer tüm düğümler aynı sayıda iş yürütüyorlarsa o zaman bir düğüm bir iş alabilir, diğer bütün düğümler de iş alana kadar bir tane daha alamamasından emin olmayı sağlar. Bu iki modifikasyon iş büyüklüğüne rağmen artırılmış performanstan emin olmalıdır. Her iki politikada ortak beklenen muhtemel dezavantaj, her ikisinin de çoklu kaynak düğümlerini ele alacak şekilde dizayn edilmemeleridir. Bu birden fazla düğümden iş taleplerinin başlatılmasıdır. Listeler ve düğüm durumu düğümler arasında paylaşılmadığından, işin optimal olmayan şekilde dağıtılması sonucunu verebilmesi mümkündür [11].

6. Üretilen Çözüm

Yeni bir sanal sınıf etkinliği eklenmek istendiğinde, kümedeki düğümlerin yük dağılımlarına göre yeni etkinlik en uygun olan düğüme yönlendirir. Eğer az



Şekil 3. Sunucular arasında geçişi gösteren sonlu durum makinesi.

Şekildeki durum makinesinde sunucular arasında geçiş gösterilmiştir. Sunucular iş yüküne göre sıralanıp gelen taleplere cevap veremeyecek duruma gelene kadar etkinlikler bu sunucuya yönlendirilir. Aksi durumda ise bir sonraki en az yoğunluklu sunucuya yönlendirilmektedir. Kesikli çizgilerde ise sistemde bütün sunucuların iş yükünü aştığı durumları simgelemektedir.

Burada sunucuların iş yüklerinin tespit edilmesi ve iş yüklerine göre taleplerin dağıtılması dikkate değer yöndür. Çalışmanın odağında da bu problem ve çözümü bulunmaktadır.

İş yükünü tespit etmek için öğrenim yönetim sisteminde aktif olan eşzamanlı ders etkinliklerinin sayısının tespiti gerekmektedir. Bağımsız sunucu ile sağlanan sanal sınıf uygulamasında aktif olsun, pasif olsun bütün etkinlikler bu sunucuya doğal olarak yönlendirilmiştir. Yük dengeleme ile kümedeki bilgisayarlara (sunuculara) yükün dağıtılması yani bu etkinliklerin yönlendirilmesi gerekmektedir. Sonra da

yüklenmiş veya yüksüz bir düğüm yoksa veya bütün düğümler aşırı yüklenmişse de mevcut durumda en az iş yükü olana talep yönlendirilir.

Küme çalışmayı denemek için iki adet sunucu ile gerçekleştirilmiştir. Bu optimum ağ araçları ve optimum ağ trafiğine sahip sistemde sekiz yüz kullanıcıya sanal sınıf uygulamasında hizmet verilebilmesi anlamına gelir. Eğer küme beş ve daha çok sayıda sunucu ile oluşturulursa bu sistemin istenilen sayıya ve kaliteye ulaşmasını sağlar. Bağımsız veya kümelenmiş sunucular için ortak olan, sistemde ne kadar güçlü makineler kullanılırsa performansın o kadar artacağıdır. Kümeyi oluşturan sunucuların bağımsız sunucular kadar tampon bellekleri yüksek, işlemcileri güçlü olması gerekmez de daha güçlü sunucular kullanılabiliriyorsa alınan sonuç da iyileşecektir.

hangi sunucuya ne kadar yük dağıldığının tespiti ve takibi gerekmektedir.

Kümemizin lider politikasına uyduğu yönleri şöyledir: Lider politikasındaki lider düğümünü öğrenim yönetim sisteminin üzerinde çalıştığı uygulama sunucusunun temsil etmekte olduğu düşünülebilir.

Bağımsız sunucu ile sağlanan sanal sınıf uygulamasından farklı olarak lider düğüm diyebileceğimiz sunucu, öğrenim yönetim sistemindeki aktif sanal sınıf uygulaması etkinliklerini sayar ve Openmeetings sunucuları üzerindeki dağılımlarını tespit eder. Bu dağılıma göre sunucuları sıralar ve yeni gelen etkinlik talebini en uygun sunucuya yönlendirir.

i Adet sunucu ile oluşturulan kümede, k kullanıcı j Openmeetings etkinliğinin oluşturduğu talep şu şartlarda oluşturulur [10]:

$$N_{current,j} + 1 \leq N_{allocated,j} \quad (1)$$

m Sunucu sayısı, n etkinlik sayısı olarak tanımlandığında, $i = 1, \dots, m$, yani her sunucu için:

$$\sum_{j=1}^n N_{current_k} + 1 \leq N_{capacity}. \quad (2)$$

Burada j etkinliğin her birinden k adet kullanıcı ile sunucu i den mevcut talep sayısı $N_{current_j}$, sunucu i den k adet kullanıcı ile j etkinliğin her birisi için tahsis edilmiş talep sayısı $N_{allocated_{j,i}}$ sunucusunun maksimum kapasitesi de $N_{capacity}$ 'dir.

7. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma ile bağımsız sunucu ile sınırlı sayıda kullanıcıya hizmet verebilen sanal sınıf uygulamasının hizmet verebildiği sayının artırabileceği gösterilmiştir. Bu model ile kurulan yapıda sanal sınıf uygulamasının optimum ağ koşullarında beş yüz kullanıcıya kesintisiz hizmet vermesi sağlanmıştır. Hali hazırda bir bağımsız sunucu üzerinde çalışan sanal sınıf uygulamasının yerine bu çalışmada önerilen modeli test etmek için iki sunucu ile oluşturulmuş bir küme kullanılmıştır.

Bu kümede iki sunucu arasında yük dengeleme yaparken kullanılan dengeleme politikası Lider, Hepsini Birer Kez Dene ve LRU Politikalarının modifikasyonudur. Önerilen yöntemde etkinlik sayısı eşik değeri ve kullanıcı sayısı eşik değeri esas alınmıştır.

Modelde, yukarıda bir parça detaylandırılan politikalarından, Hepsini Birer Kez Dene'nin güçlü yanı kullanılarak her bir sunucuya eşit iş yükü dağılması sağlanmıştır. Bunu sağlamak için kontrol edilen etkinlik sayısı eşığının aşılmamasıdır. Bu noktada modelin eksik kalabileceği yön, talep edilen etkinliklerin kullanıcı sayılarının farklı olmasıdır. Yani eşit yük dağıtılmış gibi görünürken esasen iş büyüklüğü nedeniyle bunun sağlanamamasıdır. Model bu eksikliğini aşmak için, LRU Politikasının güçlü yanı olan, iş büyüklüğünü dikkate almaktadır. İş büyüklüklerine ise kullanıcı sayısı eşığı kontrol edilerek bakılmaktadır. Modelde karşılaşılabilecek bir handicap ise lider politikasından kaynaklanabilir. Çünkü bütün taleplerin tek bir düğümden dağıtılması aşırı yoğunluk anında bir tıkanıklığa neden olabilir.

Bu çalışmaya referansla yapılacak sonraki çalışmalarda, burada uygulanan modelin zayıf yönlerinin güçlendirilebileceği ve daha ölçeklendirilebilir çalıştırılacağı öngörülmektedir. Bu nedenle ya lider politikası değiştirilmeden bir çözüm öneren başka bir model önerilmeli yada lider politikası terk edilmelidir. Lider politikası terk edilecekse Moodle ile Openmeetings sunucularının entegrasyonu

probleminin aşılması gerekmektedir. Bahsedilen soruna çözüm bulunduğu modelin kullandığı politika yerine daha optimum politikaların geliştirilebileceği de öngörülmektedir.

8. Kaynaklar

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Web_conference (28.12.2010)
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_web_conferencing_software (28.12.2010).
- [3] Şen, B., Atasoy, F., Aydın N., "Düşük Maliyetli Web Tabanlı Uzaktan Eğitim Sistemi Uygulaması", **AB2010** (2010).
- [4] Beowulf.org "Beowulf Project Overview" <http://www.beowulf.org/overview/index.html> (28.12.2010).
- [5] Gropp, W. and Sterling, T. Beowulf Cluster Computing with Linux (2nd ed.), **The MIT Press**, Cambridge (2003).
- [6] Koppurapu, C. Load Balancing Servers, Firewalls, and Caches (1st ed.), **Wiley Computer Publishing**, Toronto (2002).
- [7] <http://www.skullbox.net/clusterpart2.php> (24.12.2010).
- [8] http://tr.wikipedia.org/wiki/Yük_dengeleme (24.12.2010).
- [9] Bourke T., "Server Load Balancing", **O'Reilly & Associates**, Sebastopol, 1-8, 24-30 (2001).
- [10] Mundur P., Arankalle P., "Optimal server allocations for streaming multimedia applications on the Internet", **Computer Networks**, 50: 3608-3621 (2006).
- [11] Adams D. A., "Optimal Load Balancing in a Beowulf Cluster", Master of Science, **Worcester Polytechnic Institute**, Worcester, Mass., USA, 5-7 (2005).
- [12] Zhang Z., Fan W., "Web server load balancing: A queueing analysis", **European Journal of Operational Research**, 186: 681-693 (2008).