

VERİ TABANI SUNUCU KÜMELERİNDE YÜK DENGELEME SİSTEMLERİNİN BULANIK MANTIKLA MODELLENMESİ

Tuncay AYDOĞAN^{*}, Mehmet ALBAYRAK^{**}, Şevket KESER^{*}
taydogan@tef.sdu.edu.tr, albayrak@sdu.edu.tr skeser@tekfен.com.tr

^{*} SDÜ Teknik Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Sistemleri Bölümü / ISPARTA
^{**} SDÜ Bilgisayar Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi / ISPARTA

Özet

Hızla gelişen iletişim ve bilişim teknolojileri paralelinde, sistemlerin üzerine düşen yük ve görevlerde artmıştır. Bireyler, e-ticaret, e-devlet gibi birçok uygulama ile, alış-veriş, vergi ve fatura ödemeleri gibi hayatlarından zaman çalan bir çok işlemi bilgisayarları aracılığı ile saniyeler içerisinde yapabilmektedirler. Bu işlemleri gerçekleştirirken, arka planda yüksek kapasite ve hıza sahip haberleşme cihazları ve bilgisayarlar yoğun olarak çalışmaktadır. Altyapıda çalışan elektronik sistemlerin ana hedefi, kendilerinden hizmet talep eden kullanıcılara kesintisiz, yeterli ve kaliteli hizmeti verebilmektir. Diğer bir ifadeyle, bu sistemler kendilerinden beklenen yüksek erişilebilirliği (high availability) sağlamalarıdır. Yüksek erişilebilirliği sürekli sağlayabilmek için, sistem kaynaklarına gelen istekler dengeli olarak dağıtılmalı, sistemlere iş paylaşımı yaptırılmalıdır. Yüksek erişilebilirlik sağlama yöntemlerinden en önemlisi ise yük dengeleme 'dir. Yük dengeleme (load balancing) bir router 'ın, trafiği hedef adrese aynı uzaklıkta olan tüm ağ portlarına dağıtması anlamına gelir. Bu çalışmada, bulanık mantık kullanılarak, klasik yük dengeleme metod ve algoritmaları yanında, yeni bir yük dengeleme modeli geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yük dengeleme, bulanık mantık, veritabanı sunucu kümeleri

MODELLING LOAD BALANCING SYSTEMS ON DATABASE SERVER CLUSTERS BY FUZZY LOGIC

Abstract

Rapidly development of Communication and Information Technologies is caused proportionally increase of task and load on these technologies' systems. People do much of their works that steal a lot of time from their life, like shopping, tax and bill paying etc. in a few seconds on their PCs by e-commerce, e-government etc. applications. In order to realizing these operations, high capacity communication systems and computers are working hardly at the background. The main object of these electronic systems is to supply continuous, sufficient, good quality service to the users that require service from systems. In other words, high availability is expected from these systems. To supply high availability continuously, the requests coming to the system resources must be distribute balanced, work sharing must be done to the systems. Load balancing is the most important method among all of supplying accessibility methods. Load balancing means, distribution of the traffic to the network ports which have same

distance to the target address by a router. In this study, a new load balancing model is developed next to the classical load balancing methods and algorithms using fuzzy logic.

Keywords: Load balancing, fuzzy logic control, database servers cluster

1 - GİRİŞ

Son yirmi yıldır iletişim teknolojileri ve bilgisayar sistemleri hızla ilerlemiştir. Bu sistemlerin hız ve performanslarının sürekli artmasına karşın, maliyetleri azalmakta, günlük yaşamdaki kullanım alanları ise artmaktadır. Başlangıçta matematik ve mühendislik hesapları için kullanılan bilgisayarlar, günümüzde, eğitim, sağlık, ticaret, eğlence gibi geniş bir kullanım alanına kavuşmuştur. Bireyler, e-ticaret, e-devlet gibi birçok uygulama ile, alış-veriş, vergi ve fatura ödemeleri gibi hayatlarından zaman çalan bir çok işlemi bilgisayarları aracılığı ile saniyeler içerisinde yapabilmektedirler. Özellikle son yıllarda Internet ortamı, data, ses görüntü gibi her türlü iletişim türlerini, kaliteli ve hızlı bir şekilde destekler hale gelmiştir. Genişleyen kullanım alanından dolayı, bu teknolojinin üzerine düşen görev ve yük her geçen gün artmaktadır. Talep edilen bu isteklerin sağlanabilmesi için, arka planda elektronik sistemler ve server kümeleri durmaksızın çalışmaktadır. Çalışan bu elektronik sistemlerin ana hedefi, kendilerinden hizmet talep eden kullanıcılara; kesintisiz, kaliteli ve yeterli hizmeti verebilmektir. Diğer bir ifadeyle, bu sistemler kendilerine yüksek erişilebilirlik (High Availability) sağlamalıdır. Yüksek erişilebilirliği sürekli kılmak için de sistem kaynaklarına etkiyen isteklerin dengeli dağıtılması hayati önem taşımaktadır. Sistem kaynaklarının dağıtımı ve süreklilik sağlama işi “yük dengeleme” (Load Balancing) ile gerçekleşir.

Bu çalışma; yüksek erişilebilirliği sağlamak için, bulanık mantıkla yük dengelemeye yeni bir yaklaşım sunmaktadır.

2 - YÜKSEK ERİŞİLEBİLİRLİK VE YÜK DENGELEME

Internet ve intranet ortamında çalışan sunucu kümeleri, kendilerinden hizmet talep eden kullanıcılara değişen nitelikte servis sunarlar. Sunulan bu servis kimi zaman bir web sayfası isteği, veri tabanı sorgusu veya bir video yayını olabilir.

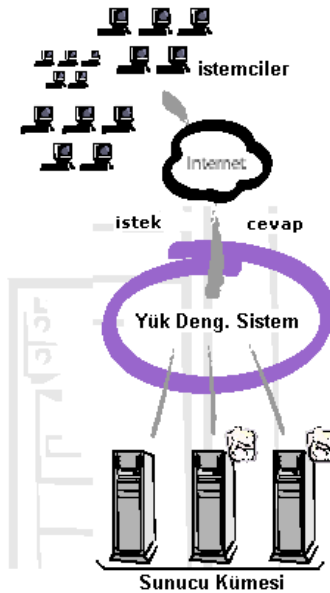
Yüksek Erişilebilirlik; bir servisin 7x24x365 saat ayakta olması demektir[1]. Özellikle kritik görevli servis sunan sistemler için yüksek erişilebilirlik hayati önem taşımaktadır. Bunların başında, iletişim operatörleri, bankacılık ve finans kurumları ve çeşitli nitelikteki servis sağlayıcılar gelmektedir, bu listeyi uzatmak mümkündür. Yüksek erişilebilirliği yeterince sağlayamayan sistemler herhangi bir problem sonucunda ciddi zararlara sebep olmaktadır. Internet üzerinde hizmet veren bir bankanın sistemlerinin 1 dakika kesintiye uğramasının verdiği zarar 10.000\$ 'la ölçülmektedir.[1]1995'te Oracle ve Datamation şirketleri tarafından yapılan araştırmaya göre planlı olmayan kesintiler yüzünden saat başına 85.000\$ ile 300.000\$ arası para kaybı olmaktadır[1].

Yüksek erişilebilir sistemleri sağlamak için, yukarıda bahsedildiği gibi gelen isteğin, sistem kaynakları üzerine optimum dağıtılması gerekmektedir. Bu iş ise yük dengeleme ile yapılır. Yük dengeleme çeşitli teknikler kullanarak yapılabilir. Yük dengeleme bir router'ın, trafiği hedef adrese aynı uzaklıkta olan tüm ağ portlarına dağıtması özelliğidir. Bu dağıtım ağ bant genişliğinin verimli kullanılabilmesi için önemlidir. [2] Yük dengeleyici sistem temel olarak, önündeki trafiği, arkasındaki sunucu kümesine dengeli bir şekilde dağıtır. Trafik dengesiz şekilde dağıtılması ile sunuculardaki yük yığılması, paylaşım sonucu optimum değerlere ulaşır. Böylece sistem kaynakları verimli kullanılır ve sistem üzerinde yüksek erişilebilirlik sağlanır.

Yük Dengeleme sunucu kümeleri dahilinde kullanılabilir durumda olan tüm kaynakların optimum düzeyde kullanılması anlamına gelir[3]. Yük dengeleyici sistemler firewall'larda, veri tabanlarında, web sunucu kümelerinde vs.. gibi yapılarda kullanılırlar.

2.1.Yük Dengeleme Metotları

Yük dengeleme için kullanılan bir çok algoritma mevcuttur. Bu algoritmalar başlıcaları aşağıda verilmiştir. Şekil 1'de ise yük dengeleyici sistemlerin ağ üzerindeki fiziksel yerleşimini gösteren bir çizim bulunmaktadır.



Şekil 1 : Yük Dengeleyici Sistemlerin Ağ Üzerindeki Fiziksel Yerleşimi

a. Linux Virtual Server (LVS):

LVS daha çok, sunucu performansı, yedekli çalışma ve değişen durumlara kolay uyum sağlama özelliğine sahiptir. LVS'de LVS-NAT, LVS-DR ve LVS-Tun olmak üzere üç

yöntem kullanılır[18]. LVS’de IP paketlerinin yönlendirmesinde karar verme ping zamanıdır[4]. Bu üç yöntem arasındaki en büyük farklılık, IP paketlerinin farklı OSI katmanlarına kadar parçalanarak, değiştirilip iletilmesi ve geri dönüş yöntemleridir. Değiştirilen paketler belirli algoritmalar dahilinde, önceden tanımlanmış sunuculara yönlendirilir.

b. Mirrored Sites (Yansı Sistemleri):

Bu yöntem; birbirinin yansıması olan local (yerel) sunucular arasında bant genişliğinin optimum kullanımını sağlayan en eski ve popüler yöntemdir[3].

c. Round Robin Domain Name Server (RR_DNS)

Sunucu kümeleri arasında yük dengelemede kullanılan, kullanıcı etkileşimi olmayan ilk yöntemdir[3]. Bu sistemde, DNS tabloları içerisine tek domain name için birden fazla IP tanımlanır. Böylece gelen trafik, DNS tablolarında tanımlı IP’lere yönlendirilir. RR_DNS halen kullanılan popüler bir yöntemdir. Client genelde DNS tablosundaki ilk IP adresini kullanır[3].

d. Dedicated Load Balancing Devices (Yük Dengeleme Cihazları):

Yük dengeleme için çeşitli cihazlar kullanılır. Yeni nesil switch ve router ’larda yük dengeme, beraberinde gelen entegre yazılımlarla yapılabilmektedir. Bu konuda network ürünleri üreten şirketlerin çeşitli çözümleri mevcuttur. Bu çözümlerden birkaçı; Alcatel; Omni Switch 7000 ürün ailesi, OmniSwitch 7700 ve 7800 ürünleri[5], Cisco tarafından üretilen çeşitli model switch ve routerlar [6].

3 - YAPAY ZEKA VE UYGULAMA ALANLARI

Türkçe kaynaklarda Yapay Us veya Suni Zeka olarak ta bilinen Yapay Zekanın (Artificial Intelligence) (YZ) çağdaş bir bilim dalı olarak gelişmesi, 1956 yılında C. Shannon, M.Minsky ve J.Mc Carthy’nin çabaları ve katkıları ile başlamıştır. YZ adı ilk defa 1956 yılında ABD’de “Makine Zekası” konferansında ortaya konmuş bir kavramdır. YZ; insanların birbirlerinde zekice olarak kabul ettikleri davranışlara sahip bilgisayarların yapılmasıyla ilgili bilgisayar bilimleri alt alanıdır[16].

YZ ’nın amacı insan zekasına sahip bilgisayarları geliştirmek, insanın zeki davranışlarıyla benzeşen makineler yapmaktır. YZ ile uğraşan bilim adamları bir anlamda düşündüğü kabul edilen bilgisayar sistemleri geliştirmekle uğraşmaktadırlar. Burada düşünme; bilgisayar programlarının problemleri çözerken gösterdiği yaklaşımların bir insanın davranışına benzemesi anlamında kullanılmaktadır. Bir programın bunu başarabilmesi için çözülecek olan problem alanı konusunda yüksek düzeyde bilgiye sahip olması gerekir. Böylece, çok dar bir problem alanında insan gibi uzman olan bilgisayar programları geliştirebilir. Diğer taraftan, YZ veri işlemeden bilgi işlemeye bir geçittir ve böyle sistemlerde de bilginin sunulması ve işlenmesi çok önemli olmaktadır. Bu durumda bilginin çoğu zaman sembollerle daha kolay ifade edilebildiği ve dolayısıyla YZ’nin rakamsal verilerle değil, sembollerle uğraşması olayını göz önünde tutmak gerekmektedir. Böylece, genel söylemek gerekirse YZ, bir insan gibi düşünebilen ve yapabilen bilgisayar sistemleri olarak görülebilmektedir. Bir başka

yaklaşım; Yapay Zeka diyebileceğimiz bir sistem, çözüm algoritmaları kesin çizgilerle kendisine verilmeden, problemleri çözmek amacıyla kendi kullanacağı kuram ve teknikleri geliştirebilen sistemlerdir[7].

Yapay Zeka kendi içerisinde bir çok alt bölüme ayrılmıştır. Bunlardan başlıcaları Yönetim Bilgi Sistemi ,Karar Destek Sistemi, Yapay Sinir Ağları , Genetik Algoritmalar, Uzman Sistemler ve Bulanık Mantıktır.

3.1.Fuzzy Logic (Bulanık Mantık)

Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı ilk kez 1965 yılında California Berkeley Üniversitesinden Prof. Lotfi A.Zadeh 'in bu konu üzerinde ilk makalelerini yayınlamasıyla duyuldu. O tarihten sonra önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılabilmesi için kurulmuş katı bir matematik düzen olarak tanımlanabilir. Bilindiği gibi istatistikte ve olasılık kuramında, belirsizliklerle değil kesinliklerle çalışılır ama insanın yaşadığı ortam daha çok belirsizliklerle doludur. Bu yüzden insanoğlunun sonuç çıkarabilme yeteneğini anlayabilmek için belirsizliklerle çalışmak gereklidir.

Bulanık mantık ile klasik mantık arasındaki temel fark bilinen anlamda matematiğin sadece aşırı uç değerlerine izin vermesidir. Klasik matematiksel yöntemlerle karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek işte bu yüzden zordur, çünkü veriler tam olmalıdır. Bulanık mantık kişiyi bu zorunluluktan kurtarır ve daha niteliksel bir tanımlama olanağı sağlar. Bir kişi için 38,5 yaşında demektense sadece orta yaşlı demek bir çok uygulama için yeterli bir veridir. Böylece azımsanamayacak ölçüde bir bilgi indirgenmesi söz konusu olacak ve matematiksel bir tanımlama yerine linguistik (dilsel) değişken denilen daha kolay, anlaşılabilen niteliksel bir tanımlama yapılabilecektir. Linguistik değişken "sıcak" veya "soğuk" gibi kelimeler ve ifadelerle tanımlanabilen değişkenlerdir. Bir linguistik değişkenin değerleri fuzzy kümeleri ile ifade edilir. Örneğin; oda sıcaklığı linguistik değişken için "sıcak", "soğuk" ve "çok sıcak" ifadelerini alabilir. Bu üç ifadenin her biri ayrı ayrı fuzzy kümeleri ile modellenir.

Bulanık mantığın uygulama alanları çok geniştir. Sağladığı en büyük fayda ise "insana özgü tecrübe ile öğrenme" olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesine olanak tanınmasıdır. Bu nedenle lineer olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygundur.

3.2.Network Teknolojilerinde Yapay Zeka Çalışmaları

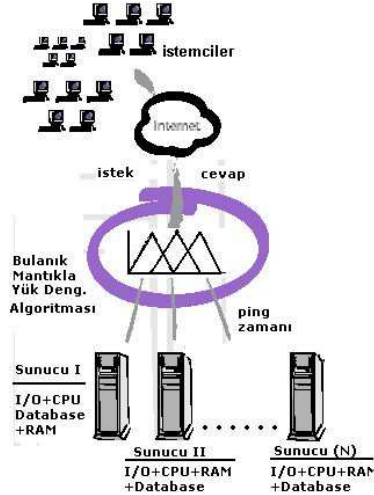
Yapay zeka uygulamalarını kapsayan bir çok network çalışmaları yapılmıştır. Broadband intelligent ağlarda mobil agent teknolojileri kontrol mekanizmaları[8]. Intelligent ağlarda servis kontrol özelliklerinin en etkili kullanılabilme algoritmaları ile ilgili çalışma[9]. Intelligent servislerinde güvenlik kuralları.[10] Switching sistemler[11], bu alanda yapılmış başlıca çalışmalardan bazılarıdır.

Yük dengeleme ile ilgili; dağıtık intelligent ağlar için yük dengeleme algoritmaları part I.[12], dağıtık intelligent ağlar için yük dengeleme algoritmaları part II. [13], CORBA yük dengeleme servis tasarımı[14], paralel ve dağıtık uzman database'lerde yük dengeleme yöntemlerine dair yöntemler[15], internet web sunucu kümelerinde yük dengelemede fuzzy kullanımı[3] gibi çalışmalar yapılmıştır.

4 - VERİ TABANI SUNUCU KÜMELERİNDE YÜK DENGELEME SİSTEMLERİN BULANIK MANTIKLA MODELLENMESİ

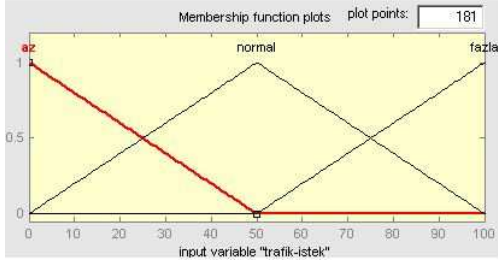
Veritabanı sunucu kümeleri, Internet üzerinden sorgulamalara cevap vermek için kullanılır. Bu sunucular bir tek sistem olabileceği gibi birbirinin yansıması birden çok sistemde olabilir. Sunucu kümelerinin performansı CPU kullanım oranı, IO 'ların kullanım yoğunluğu, RAM kullanımı, PING zamanı faktörleri ile ölçülebilir.

Ping zamanı, sunucunun istemciye cevap verme süresidir. Sunucunun ping süresi, işlemci, I/O 'lar ve RAM gibi sunucunun sistem kaynaklarının kullanımı konusunda genel olarak fikir veren bir ölçüttür. Ping zamanı yüksek bir sunucu o an için yüksek yük yoğunluğuna sahiptir diyebiliriz. Bu çalışmada; iki sunuculu bir veritabanı kümesindeki yük dengeleyici sistem, sunucularının ping süreleri ve gelen trafik miktarına göre bulanık mantık ile modellenmiştir. Şekil 2'de veri tabanı sunucu kümelerinin yük dengeleme sistemi için bulanık mantıkla tasarlanan model görülmektedir.

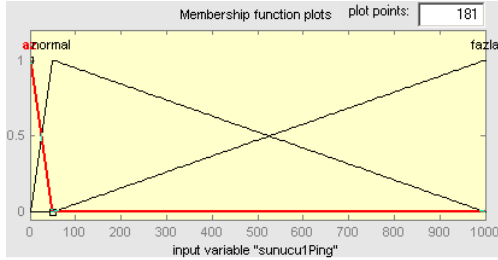


Şekil 2 : Yük dengeleme sistemi için bulanık mantıkla tasarlanan model.

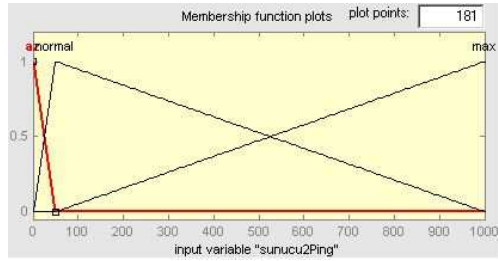
Sistem giriş değişkenleri, her sunucunun ping süreleri (Şekil 4-5) ve gelen istek (trafik) miktarıdır (Şekil 3). Çıkış değişkenleri ise sunucu I ve sunucu II'ye yönlendirilen trafik miktarıdır (Şekil 6-7).



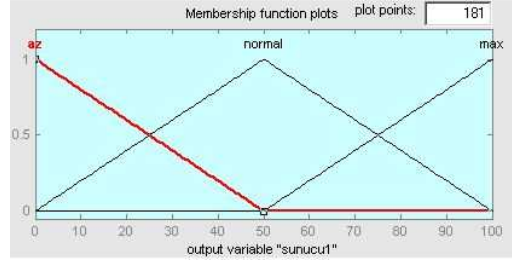
Şekil 3 : “Trafik” Giriş üyelik fonksiyonu



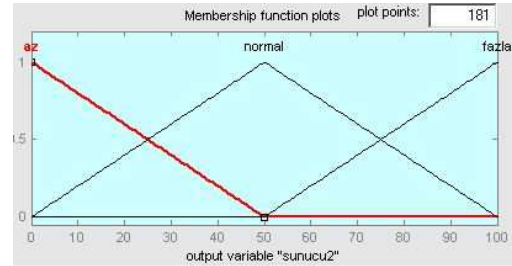
Şekil 4 : “Sunucu I Ping Zamanı” Giriş üyelik fonksiyonu



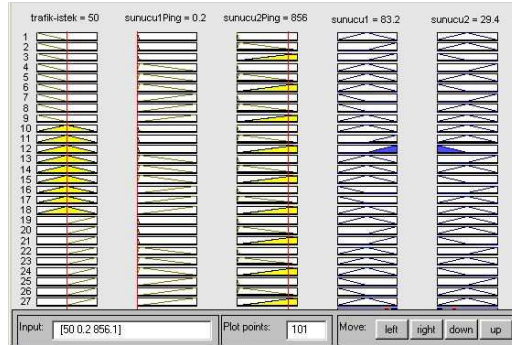
Şekil 5 : “Sunucu II Ping Zamanı” Giriş üyelik fonksiyonu



Şekil 6 : “Sunucu I Yönlendirme Miktarı” Çıkış üyelik fonksiyonu



Şekil 7 : “Sunucu II Yönlendirme Miktarı” Çıkış üyelik fonksiyonu



Şekil 8 : Verilen Değerler İçin Matlab Simülasyonu

Şekil 3 'de gösterilen “trafik” değişkeni üyelik fonksiyonu, kullanılan bant genişliğinin mevcut ağ bant genişliğine göre oranı, %0 ile %100 arasındaki değerler için oluşturulmuştur. Buna göre %0 kullanım oranı için (AZ), %50 için (NORMAL), %100 için (FAZLA) bulanık mantık derecelendirilmeleri yapılmıştır.

Şekil 4-5'te, sunucular için ping zamanına göre oluşturulmuş üyelik fonksiyonları görülmektedir. Burada 0.15 milisaniye (ms) ile 1000 ms arasındaki taban ve tavan değerler kullanılmıştır. Bu örneklemeler intranet ortamından alınmış değerlerdir. Yapılan gözlemler sonucunda ping zamanı üyelik fonksiyonu 0.15 ms (AZ), 50 ms için (NORMAL), 1000 ms ve üstü değerler için (FAZLA) dilsel değerleri kabul edilmiştir. Üyelik fonksiyonunda 1000 ms 'lik tavan değeri kullanılmıştır.

Şekil 6-7’de, Sunucu I ve Sunucu II’ye trafik paylaşımı yönlendirme oranları görülmektedir. Buna göre %0 yönlendirme oranı için (AZ), %50 için (NORMAL), %100 için (FAZLA) bulanık mantık derecelendirilmeleri yapılmıştır. Sistemin üyelik fonksiyonlarının FAM (Bulanık Kurallar Tablosu) tablosu Tablo 1’de görüldüğü gibidir.

Tablo 1 : Sistemin FAM tablosu

Kural No	FAM TABLOSU						Kural No	Durum Değişkenleri			Kontrol Değişkenleri	
	Trafik	Durum Değişkenleri		Kontrol Değişkenleri		Trafik		Ping Zamanları		Yönlendirme		
		Server I	Server II	Server I	Server II			Server I	Server II	Yönlendirme	Yönlendirme	
1	Az	Az	Az	Normal	Normal	14	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	
2	Az	Az	Normal	Fazla	Normal	15	Normal	Normal	Fazla	Normal	Az	
3	Az	Az	Fazla	Fazla	Az	16	Normal	Fazla	Az	Az	Fazla	
4	Az	Normal	Az	Normal	Fazla	17	Normal	Fazla	Normal	Az	Normal	
5	Az	Normal	Normal	Normal	Normal	18	Normal	Fazla	Fazla	Normal	Normal	
6	Az	Normal	Fazla	Normal	Az	19	Fazla	Az	Az	Normal	Normal	
7	Az	Fazla	Az	Az	Fazla	20	Fazla	Az	Normal	Fazla	Normal	
8	Az	Fazla	Normal	Az	Normal	21	Fazla	Az	Fazla	Fazla	Az	
9	Az	Fazla	Fazla	Normal	Normal	22	Fazla	Normal	Az	Normal	Fazla	
10	Normal	Az	Az	Normal	Normal	13	Fazla	Normal	Normal	Normal	Normal	
11	Normal	Az	Normal	Fazla	Normal	24	Fazla	Normal	Fazla	Normal	Az	
12	Normal	Az	Fazla	Fazla	Az	25	Fazla	Fazla	Az	Az	Fazla	
13	Normal	Normal	Az	Normal	Fazla	26	Fazla	Fazla	Normal	Az	Normal	
						27	Fazla	Fazla	Fazla	Normal	Normal	

5 - SONUÇ

Yüksek erişilebilir sistemleri sağlamak için, gelen isteğin sistem kaynakları üzerine optimum olarak dağıtılması gerekmektedir. Bu işlem yük dengeleme sistem ve algoritmaları ile yapılır. Bu çalışmada, Internet ortamında çalışan veritabanı sunucu kümelerinin, sorgulanmalarında meydana gelebilecek yükün(trafiği), sistem kaynakları üzerinde dengelenmesi için bulanık mantık kontrollü bir yük dengeleme algoritması geliştirilmiştir. Simülasyon sonuçları, FAM tablosunda öngörülen dengelemenin gerçekleştiğini göstermiştir. Örneğin (Şekil 8) trafiğin %50, sunucu I için 0.2ms ping zamanı, sunucu II için 856 ms ping zamanı giriş değişken değerleri için, trafik yönlendirme oranı %83.2’si Sunucu I’e, %29.2’si Sunucu II’ye yönlendirilmiştir. Aynı ping zamanı değerleri için trafik yoğunluğu %75 olduğu durumda ise; yönlendirme değerleri Sunucu I’e %80.7, Sunucu II’ye %34 olarak gerçekleşmektedir. Böylece ping zamanlarının (sunucu yoğunluklarının) değişmemesine karşın trafiğin (istek) artması durumunda, yükün sunucular üzerinde dengeli şekilde dağıtıldığı yük dengeleme oranlarından görülmektedir.

Bu çalışmadan yola çıkılarak, gelecekte gerçekleştirilen model fuzzy chiplerle de entegre edilerek, farklı akıllı network cihazlarında kullanılabilmeğe uygun olacağı görülmektedir.

6 - KAYNAKLAR

- [1] Yüksek Erişilebilir Sistemler, <http://www.enderunix.org/documents/>
- [2] Cisco system internet terimleri sözlüğü, www.cisco.com
- [3] Benjamin Lee , Load Balancing of Clustered Internet Web Servers using Fuzzy Logic , 2000.
- [4] NAT ile Yük Dengeleme, <http://bornova.ege.edu.tr/~hoerkan/>
- [5] Alcatel omniSwitch 7000 -7800 serisi, <http://www.nextiraone.com.tr/>
- [6] Cisco Türkiye, http://www.cisco.com/tr/turkiyedecisco/turk_cisco.htm
- [7] Ayşenur Topçuoğlu, Yapay Zeka , Bilim ve Teknik Dergisi Aralık 2001.
- [8] S.E. Polykalas, G.T. Kolyvas, I.S. Venieris, An adaptive congestion control mechanism for intelligent broadband networks, Computer networks 35 (2001) 2 –3
- [9] V.Stathopoulos, S.E. Polykalas, I.S. Venieris, An algorithm for the efficient utilization of service control capabilities in intelligent networks, 10th Mediterranean Electrotechnical Conference, MeleCon2000, vol. I, pp.96-106
- [10] 14B. Northcote, D. Smith, Service control point overload rules to protect intelligent network services, IEEE/ACM Transactions on Networking 6 (1) (1998).
- [11] Advanced intelligent network (AIN) 0.1 switching system generic requirements, Bellcore, technical report TR-NWT-001284, issue 1, August 1992.
- [12] Vassilios M. Stathopoulos, Iakovos S. Venieris, ICALB: an integrated congestion avoidance and load balancing algorithm for distributed intelligent networks, Part I: Performance evaluation of ICALB, (2002).
- [13] Vassilios M. Stathopoulos, Iakovos S. Venieris, ICALB: an integrated congestion avoidance and load balancing algorithm for distributed intelligent networks, Part II: Performance evaluation of ICALB, (2002).
- [14] O. Othman. C.O’Ryan, D.C Schmidht, The desing of on adaptive CORBA load balancing service , Distributed systems Engineering Journal April (2001) online editon.
- [15] Dewan H. M., Stolfo S. J. and Woodbury L., Scalable Parallel and Distributed Expert Database Systems with Predictive Load Balancing , Columbia Univ, DeptComp Sci, New York, NY 10027, USA (26 April 2002).
- [16] Prof.Dr.Novruz ALLAHVERDİ, “Uzman Sistemler”, kitap, Selçuk Üniversitesi.
- [17] Prof.Dr.Zekai ŞEN, “Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri”, Kitap, İTÜ.
- [18] Devrim SERAL, “Yüksek Bulunurluk ve Yük Dengeleme”, inet-tr 2002.