

Topsis, Moora ve Copras Tekniklerine Dayalı Etkin Sunucu Yönlendirme Sistemi: Mobil Uygulama

Lütfiye Özge Oral^{1*}, Emre Karagöz¹, Vahap Tecim¹, Ahmet Volkan Ergül¹

¹ Dokuz Eylül University, * Corresponding author, lozge.oral@deu.edu.tr

Özet

20. yüzyıl sonlarından itibaren internet ve bilgisayar tabanlı eğitim sistemlerinin popülerliği artmaktadır. Bu durum eğitim materyallerinin kullanımındaki hızlı gelişimi beraberinde getirmektedir. Özellikle öğrenim yönetim sistemleri bugün birçok teknolojik aracın ve yöntemin kullanımına açık hale gelmiştir. Ancak eğitmen ve öğrenciler açısından eğitim faaliyetlerinin sürdürülmesinde olumsuz durumlar yaşanabilmektedir. Özellikle yoğun kullanıcı girişlerinin olduğu durumlarda problemler yaşanmaktadır. Bu çalışma, öğrencilerin sınavlar gibi anlık olarak birçok kullanıcının istemde bulunduğu zamanlarda, sunucu içerisindeki yoğunluğu optimize etmek üzerine gerçekleştirilmiştir. Linux tabanlı fiziksel bir sunucu içerisinde 4 adet sanal sunucu oluşturulmuş ve her bir sunucuya aynı öğrenim yönetim sistemi kurulmuştur. Gelen istemcilerin bu 4 sanal sunucuya yönlendirilmesi sağlanmıştır. Bu yönlendirmeyi yaparken, çok kriterli karar verme tekniklerinden COPRAS, MOORA ve TOPSIS yöntemlerinden yararlanan bir arayüz inşa edilmiştir. Yönetici, bu 3 yöntemden herhangi birini seçerek dağıtım işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Karar kriterleri olarak sunucunun bellek kullanımı, CPU kullanımı ve sunucu içerisinde anlık kişi sayısı seçilmiştir. Mobil uygulama oluşturulurken PHP, Javascript, HTML5, JAVA, CSS programlama dilleri kullanılmıştır. Veritabanı olarak MySQL seçilmiştir. Önerilen bu yöntemle anlık kullanıcı yoğunluklarının ortaya çıkardığı dezavantajlı durumlar giderilmiş olacaktır.

Anahtar kelimeler: Karar verme teknikleri, Sunucu yönetimi, Topsis, Copras, Moora.

Citation: Oral, L. Ö., Karagöz, E., Tecim, V., Ergül, A. V. (2018, October) *Topsis, Moora ve Copras Tekniklerine Dayalı Etkin Sunucu Yönlendirme Sistemi: Mobil Uygulama*. Paper presented at the Fifth International Management Information Systems Conference.

Editor: H. Kemal İlter, Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey

Received: August 19, 2018, **Accepted:** October 18, 2018, **Published:** November 10, 2018

Copyright: © 2018 IMISC Oral et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Topsis, Moora ve Copras Tekniklerine Dayalı Etkin Sunucu Yönlendirme Sistemi: Mobil Uygulama

Özet

20. yüzyıl sonlarından itibaren internet ve bilgisayar tabanlı eğitim sistemlerinin popülerliği artmaktadır. Bu durum eğitim materyallerinin kullanımındaki hızlı gelişimi beraberinde getirmektedir. Özellikle öğrenim yönetim sistemleri bugün birçok teknolojik aracın ve yöntemin kullanımına açık hale gelmiştir. Ancak eğitmen ve öğrenciler açısından eğitim faaliyetlerinin sürdürülmesinde olumsuz durumlar yaşanabilmektedir. Özellikle yoğun kullanıcı girişlerinin olduğu durumlarda problemler yaşanmaktadır. Bu çalışma, öğrencilerin sınavlar gibi anlık olarak birçok kullanıcının istemde bulunduğu zamanlarda, sunucu içerisindeki yoğunluğu optimize etmek üzerine gerçekleştirilmiştir. Linux tabanlı fiziksel bir sunucu içerisinde 4 adet sanal sunucu oluşturulmuş ve her bir sunucuya aynı öğrenim yönetim sistemi kurulmuştur. Gelen istemcilerin bu 4 sanal sunucuya yönlendirilmesi sağlanmıştır. Bu yönlendirmeyi yaparken, çok kriterli karar verme tekniklerinden COPRAS, MOORA ve TOPSIS yöntemlerinden yararlanan bir arayüz inşa edilmiştir. Yönetici, bu 3 yöntemden herhangi birini seçerek dağıtım işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Karar kriterleri olarak sunucunun bellek kullanımı, CPU kullanımı ve sunucu içerisinde anlık kişi sayısı seçilmiştir. Mobil uygulama oluşturulurken PHP, Javascript, HTML5, JAVA, CSS programlama dilleri kullanılmıştır. Veritabanı olarak MySQL seçilmiştir. Önerilen bu yöntemle anlık kullanıcı yoğunluklarının ortaya çıkardığı dezavantajlı durumlar giderilmiş olacaktır.

Anahtar Kelimeler

Karar Verme Teknikleri; Sunucu Yönetimi; Topsis; Copras; Moora.

JEL CLASSIFICATION CODES

C800 Data Collection and Data Estimation Methodology; Computer Programs: General
D83 Search • Learning • Information and Knowledge • Communication • Belief • Unawareness
O32 Management of Technological Innovation and R&D

Giriş

Yeni çağın yaratmış olduğu teknoloji ve insan etkileşimi, hayatın her alanında olduğu gibi eğitim alanında da internet ve türevlerinin yoğun şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. E-Öğrenme ve uzaktan eğitim gibi kavramlar günlük hayatta sıkça görülen kavramlardır. Bu kavramlar eğitmen ve öğrenciyi web ortamındaki öğrenim yönetim sistemlerinde bir araya getirmekte ve eğitim faaliyetlerini web üzerinden sürdürmeye yardımcı olmaktadır. Uzaktan eğitim, mesafe, zaman yada her iki kıstas tarafından ayrılmış olan öğrenci ve eğitmenleri bağlantılayan öğrenim sistem ve süreçleridir (Stone ve Koskinen, 2002). Bir başka tanımla, öğrenciler ve fakülte arasındaki iletişimin teknoloji tabanlı doğasının, basılı materyaller, ses ve video kasetler, radyo programları, CD-ROM lar yada internet ile gerçekleşmesidir (Killfoil, 2003). Bugün hiçbir öğrencinin öğrenim kaynaklarına ulaşım konusunda bir mazereti bulunmamaktadır. Sahip olunan internet ve mobil cihazlar sayesinde istenilen bilgiye birçok formatta (yazılı, görsel, video) ulaşabilmek oldukça kolay hale gelmiştir. Özellikle, endüstri 4.0 ve yapay zeka uygulamalarının bilgisayar ile entegrasyonundaki ilerleme, Virtual Reality (VR) ve Augmented Reality (AR) gibi teknolojilerin gelişimini hızlandırmış ve kullanıma hazır hale getirmiştir (Vaughan vd.(2016); Shin (2017); Jayaram vd.(1997)). Eğitim uygulamalarının bu yöntemler ile zenginleşmesi sonucunda, eğitmen ve öğrencilerin tıpkı gerçek bir salonda derslerini sürdürebilmelerini sağlayacak sanal dünyalar oluşturulacaktır.

Teknolojinin gelişmesine karşın, bazı az gelişmiş yada gelişmekte olan ülkelerdeki teknolojik yetersizlikler, e-öğrenme önünde bir set oluşturmaktadır. Sanal Ders ortamını da içerisinde bulunduran öğrenim yönetim sistemlerinin ticari yazılımlar olması halinde bir maliyet oluşmaktadır (Andreicheva ve Latypov, 2015). Aynı zamanda bu sistemlerin kurulması için gereken güçlü bilgisayar yatırımları, merkezi sunucular, veri ağları, sanal kütüphaneler, teknik ve pazarlama maliyetleri, ağır bir maliyatı beraberinde getirmektedir (Hellman, 2003). Web tabanlı olarak gerçekleştirilen öğrenim yönetim sistemlerinin faaliyetlerini en iyi şekilde sürdürebilmeleri için birincil şart internet sağlama gücüdür. Bu durum hem sunucu tarafında, hemde istemci tarafındaki internet sağlama gücüne bağlıdır. Yani öğrenim yönetim sistemini işleten bir sunucunun internet sağlama gücü zayıfsa, istemcinin sahip olduğu internet seviyesi ne kadar iyi olursa olsun aksaklıklar yaşanacaktır. Elbetteki bunun tersi durumda da eğitimin sürdürülme kalitesi düşecektir. Öğrenim yönetim sistemlerinde sanal sınıf ve sınav uygulamaları, aynı anda birçok kişinin sisteme bağlandığı ve yoğun kullanıma neden olan aktiviteleri ifade etmektedir. Yaklaşık olarak 1500 kişinin online bir sınava girdiği ve bu sınavın eş zamanlı olarak yürütüldüğü varsayımı altında birtakım yavaşlık problemlerinin ortaya çıkması doğaldır. Sunucu tarafından birtakım iyileştirmelerin yanında internet sağlama gücünde iyileştirilmesi olumlu sonuçlar doğuracaktır. Yenilemeye gidilemeyen durumlarda, mevcut donanım ve

internet sağlama gücü ile birtakım iyileştirmelerde bulunmakta mümkündür. Yoğun kullanımın olduğu ve çok fazla kullanıcının aynı anda aktif olduğu sınav gibi faaliyetlerde sunucu üzerinde tek bir sistemin çalışması, sistemin sürdürülebilmesinde sorunlar yaşatmaktadır. Bu sorunu çözmek için birçok farklı sanal sunucudan oluşturulmuş olan sistemlerin başarılı bir şekilde uygulandığı görülebilmektedir. Bu çalışmada birden fazla bölüme ayrılmış bir sunucu içerisinde optimum kullanıcı sayısı, CPU ve Bellek(RAM) kullanımı gibi parametrelerin en iyilenmesi yöntemi seçilerek problem çözüm önerisi sunulmaktadır.

Literatür

Bir sunucu için kaynakları yönetecek en önemli iki donanım bellek ve CPU olarak bilinmektedir (Krzywda vd. (2018); Castroa vd. (2016)). Bellek(RAM), sunucularda yapılan anlık işleri kaydetmekte ve bir program üzerinde çalışırken veya internette gezinirken performansa bağlı yapılan tüm işlemleri üzerinde tutmaktadır. CPU ve RAM; adres, veri ve kontrol uçları ile orantısal olarak birbirlerine bağlıdır. Yani RAM'in bir sunucu üzerindeki maksimum miktarına CPU karar vermektedir. Örneğin 1974 yılında üretilen Intel 8080 işlemcisi adreslenebilir hafıza olarak en fazla 64KB ram kapasitesi sunabiliyordu. Günümüzde üretilen Intel Xen E5 serisi işlemciler bir sunucuda 768GB ram kapasitesine kadar çıkabilmektedir. Sunucu için en önemli çıktı performans ve dolayısıyla hızdır. Linux işletim sistemli sunucular Windows sunuculara göre daha etkin ve hızlı çözüm sunabilmektedirler. Windows üzerinde kullanılan NTFS dosya sistemi, kaynaklar kullanılırken önyüklemelerin yoğunluğu, güncelleme sıklığı ve aşırı yüklü grafiksel tabanlı kaynak tüketimini yükseltebilmektedir. Özetlemek gerekirse bir sunucuda istemcilere yanıt verecek servislerin sağlıklı bir şekilde ve yüksek performansla çalışabilmesi için grafiksel ara yüze (Php, Sql, Mail servisleri, Web servisleri vb.) ihtiyacı yok denecek kadar azdır. Bugün, web servisleri üzerinden bir sunucunun tüm hizmetlerine görsel olarak müdahalede bulunmak mümkündür. Bu sebeple komut-konsol arayüzlü Linux sunucular, etkin olan amaca hizmet edecek kernel (İşletim sistemi çekirdeği) yapısıyla daha az Ram ve CPU tüketmektedirler. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde sunucu çalışma optimizasyonu üzerine genel iyileştirme önerilerinin olduğu görülmektedir. Cardellini ve Casalicchio (2002) çalışmalarında hem alternatif mimarileri hem de yük paylaşım politikalarını tartışarak, internet trafik yükünü sunucu düğümleri arasında bölmek için temel mekanizmaları sınıflandırmış ve açıklamıştır. Hong, No ve Kim (2006) çalışmalarında birden fazla mantıksal halka bağlantısında düzenlenmiş bir küme web sunucusu sistemini önermişlerdir. Bu sistem içerisinde, DNS, uyarlamalı bir yük dengeleme algoritmasıyla bütünleştirilmiş ve önerilen dağıtılmış Web sunucusu sisteminin performansını değerlendirmişlerdir. Heath vd. (2005) çalışmalarında istemci başına tüketilen enerjiyi en aza indirmek için modelleme ve

optimizasyon kullanan heterojen bir kümelenme ve ortak bir web sunucusu tasarımı üzerine odaklanmışlardır. Li ve Liu (2003) çalışmalarında sezgisel bir algoritma ile çözölen sunucu çoğaltma- yerleştirme problemi üzerinde durmuşlardır. Wu ve Ravindran (2009) çalışmalarında, web sitelerindeki en iyi performansın sağlanmasında proxy sunucu yerleşimini optimize etmeye çalışmışlardır. Bu sebepten genetik algoritma ve aç gözlü algoritma modelleri üzerine çalışmalarını temellendirmişlerdir. Sunucu içerisindeki balans dengeleme işlemlerinin basit olarak öğrenci sayısının bölüştürölmesi gibi yöntemler kullanılarak olumlu sonuçlar gösterebilmektedir. Fakat anlık olarak sanal sunucuların fiziksel durumlarına göre istemcinin yönlendirildiğı bir balans sistemi daha avantajlı bir durumu beraberinde getirecektir. Bu noktada bir karar problemi ortaya çıkmaktadır. Bir karar verme sürecinin birtakım özellikleri bulunmaktadır ve bu özellikler aşağıdaki listede göröntölönmektedir.

- Problemin tanımlanması
- Probleme ilişkin bilgi toplanması
- Bilgilerin sınıflanması, çözömlenmesi ve yorumu
- Seçeneklerin ortaya konması
- En uygun seçeneğinin belirlenmesi
- Seçeneğinin karar haline getirilmesi
- Seçeneğinin uygulanması
- Seçeneğinin değeriendirilmesi (Yaralıoğlu, 2010).

Karar verme problemini etkileyecek değışkenlerin bir tane olması problemin kolay yöntemlerle çözölebilmesine olanak sağlamaktadır ancak problem içerisindeki değışken sayısı arttığında problem karmaşık bir hale gelmekte ve bu tip problemlere Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Problemleri denilmektedir. Literatür incelendiğinde çok kriterli karar verme problemleri üzerine geliştirilmiş birçok yöntem bulunmaktadır. AHP, TOPSIS, DEMATEL, PROMETHEE, VIKOR, MOORA ve COPRAS bu yöntemlerden bazılarıdır. Bu yöntemlerin kullanımında ihtiyaç duyulan bileşenler karar noktaları, karar noktalarının sahip olduğı değışkenler ve bu değışkenlere verilen ağırlık değeriidir. Değışkenlerin maksimizasyon yada minimizasyon kriterine göre ayarlanması gerekmektedir. Tablo 1’de farklı yöntemlerin karşılaştırılması gösterilmektedir.

BURAYA TABLO 1 GELECEK

Tablo 1’deki karşılaştırmalara göre MOORA yönteminin, hesap zamanı, basitlik, matematiksel işlemler ve güvenilirlik bakımından diğeri yöntemlerden üstün olduğı gösterilmektedir. Sadece veri türü bakımından, AHP, ELECTRE ve PROMETHEE yöntemlerine göre dezavantajlı olduğunu söylemek mümkündür. COPRAS yöntemi, hem nicel hemde nitel verileri kullanarak işlemlerini

gerçekleştirebilir. Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında, alternatiflerin fayda derecelerini ortaya koyması açısından üstünlük sağlamaktadır (Aksoy, Ömürbek ve Karaatlı, 2015). Bu iki yöntemin yanında Tablo 1’de belirtilen karşılaştırmaya göre orta niteliklere sahip TOPSIS yönteminde bulunmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma kapsamında yukarıda belirtilen faktörler dikkate alınarak MOORA, COPRAS ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır.

YÖNTEM

Yapılan literatür çalışması sonucunda sunuculara istemcilerin yönlendirilmesinde TOPSIS, COPRAS ve MOORA yöntemlerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu yöntemlerde izlenen adımlar Tablo 2’de gösterilmiştir. TOPSIS, çok kriterli karar verme problemlerinde sıklıkla kullanılan bir karar verme yöntemidir. Yöntem, Yoon ve Wang tarafından geliştirilmiştir. TOPSIS, pozitif çözüme en kısa yolu ve negatif sonuca en uzak yolu belirlemek üzerinedir (Singaravel ve Selvaraj, 2015). Bu yöntem ile nitel bir çevrim yapılmaksızın, direkt veri üzerinde uygulanabilmektedir (Ömürbek, Makas ve Ömürbek, 2015).

BURAYA TABLO 2 GELECEK

COPRAS, 1996 yılında Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesi’ ndeki araştırmacılardan biri olan Kaklauskas tarafından geliştirilmiştir. Yöntem hem maksimizasyon, hemde minimizasyon kriterlerine göre kullanılabilir (Podvezko, 2011). COPRAS yönteminde, önem ve fayda dereceleri açısından karar noktaları adım adım sıralama ve değerlendirme sürecine tabi tutulmaktadır (Yaralıoğlu, 2015). Karar vericiler, kararın fiziksel anlamının farkında ise, kendi sistemlerine en uygun seçimi bulmak için COPRAS metodunu uygulayabilirler (Zdravkovic, 2014). COPRAS, karmaşık olan değişkenler ve çok sayıda alternatife sahip olan problemler için kolaylıkla uygulanabilmektedir. Bu sebepten birçok çalışmada kullanılmıştır (Sarıçalı ve Kundakçı, 2016). Her karar noktası için performans indeksi elde edilir. Performans indeksi 100 olan karar noktası en iyi alternatiftir. Karar noktalarının tercih sıralaması performans indeks değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanmış halidir. Karar noktalarının tercih sıralaması performans indeks değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanması ile belirlenmektedir. MOORA yöntemi ise, 2009 yılında Brauers ve Zavadskas tarafından geliştirilmiştir. Amaç iki yada daha fazla karar noktasını belirli kriterler altında eş zamanlı olarak optimize etmektir. MOORA aşağıdaki üstünlükleri nedeni ile birçok çalışmada kullanılmaktadır.

- Bütün amaçları değerlendirmeye almak
- Alternatif seçimler ve amaçlar arası etkileşimleri aynı anda göz önüne almak

- Subjektif olmayan normalleştirme işlemlerini kullanmak (Ersöz ve Atav, 2011).

UYGULAMA

Çalışma kapsamında çok kriterli karar verme tekniklerinden TOPSIS, MOORA ve COPRAS teknikleri kullanılarak sunucu yönlendirme sisteminin uygulaması anlatılmaktadır. Yöneticinin kolaylıkla her noktadan sistemi yönetebilmesi için mobil uygulama geliştirilmiş ve kullanılabilirliği denenmiştir. Uygulama geliştirilirken programlama dilleri olarak HTML5, PHP, JAVASCRIPT, JAVA, CSS; veritabanı olarak MySQL veritabanı tercih edilmiştir. Sistem yöneticilerine belirli durumlarda uyarı mesajı göndermek için Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) kullanılmıştır. Tek sunucu üzerinde çalışan tek veritabanına sahip bir öğrenim yönetim sistemi yerine, fiziksel sunucu içerisinde 4 sanal sunucu oluşturulmuş ve herbirine öğrenim yönetim sistemi kurulmuştur. Herbir öğrenim yönetim sisteminin kendisine ait bir veritabanı bulunmaktadır. Ancak istemci sisteme girmeye çalışınca tek bir sistem gibi işlem görmektedir. Şekil 1 sunucu yönlendirme sisteminin çalışma mantığını göstermektedir.

BURAYA ŞEKİL 1 GELECEK

UYGULAMA

Mobil tabanlı etkin sunum yönlendirme sisteminin temel fonksiyonları, istemcilerin sunuculara belirli kriterlere ve algoritmalara göre yönlendirmelerini sağlamak, belirlenen yöneticilere sunucularla ilgili uyarı mesajı göndermek ve yöneticilerin belirlediği gerçek olmayan değerler ile simülasyon çalışması yapabilmektir. Şekil 2 sistemin kullanıcı arayüzündeki fonksiyonları göstermektedir.

BURAYA ŞEKİL 2 GELECEK

İstemci, sistemin giriş ekranında kullanıcı adı ve parolasını girdikten sonra aradaki algoritma kullanıcıyı o an için en ideal olan sanal sunucuya yönlendirmektedir. Bu yönlendirmeyi yaparken yöneticinin atamış olduğu çok kriterli karar verme tekniği kullanılmaktadır. Şekil 3 gerçek işlem yöntem ve ağırlık atama bölümünü göstermektedir. Yöneticinin bilgisayarın var olan veriler haricinde çevresel etkilere bağlı olarak, sistemin aksamadan faaliyetlerini sürdürmesini sağlayacak bir tekniğin seçilmesini elle yapmak zorundadır. Karar verme sürecinde fayda sağlaması açısından, Karagöz vd.(2017) çalışması kapsamında geliştirilen web-tabanlı karar verme süreci uygulaması üzerinden yöneticilerin yöntemler hakkında bilgi sahibi olduğu varsayılmaktadır.

BURAYA ŞEKİL 3 GELECEK

Sunucu yönlendirmesi yapılırken farklı amaçlar hedeflenebilmektedir. Farklı amaçlara göre işlem yapılırken değişkenlerin ağırlıkları da değişkenlik gösterebilir. Bu amaçla yöntemler içerisinde yer alan değişkenlerin önem seviyeleri yöneticiler tarafından atanmaktadır. Herhangi bir ağırlık ataması

yapmadığında sistem son kullanılmış olan değişken önem seviyelerini baz almaktadır. Uygulama içerisindeki karar noktaları herbir sunucuyu ifade etmektedir. Değişkenlerde, sunucunun CPU kullanımı, bellek kullanımı ve o an için sunucu içerisindeki istemci sayısı olarak belirlenmiştir. Uygulama içerisinden, gerçek veriler ile atanmış çok kriterli karar verme tekniği sonuçları görüntülenebildiği gibi yönetici dilerse kendi atadığı değişken değerlerini işleme sokarak, oluşacak sonucu görebilmektedir. Bu alan simülasyon çalışması yapmak ve farklı verilerin hangi sonuca götüreceği konusunda gözlem yapabilmeye imkan sağlamaktadır. Bu alan üzerindeki çalışmalardan sonra belirlenen kriterler doğrultusunda sistemin çalışma mantığını kurmak ve olası sonuçlara göre önlemler almak başarının sağlanması hususunda önem arz etmektedir. Şekil 4, simülasyon arayüzü bölümünü görüntülemektedir.

BURAYA ŞEKİL 4 GELECEK

Sistem üzerindeki uyarı sistemi sayesinde herhangi bir sunucuda var olan yük eşiği belirlenerek istenilen yöneticiye otomatik uyarı gönderimi sağlanmıştır. Bu sayede yönetici direkt olarak o sunucunun yönlendirme sisteminden ayrı tutulmasını sağlayabilmektedir. Ve bu noktadan sonraki istemci yönlendirmesinde o sunucuyu işlem içerisine almamaktadır. Şekil 5, sunucu eşik belirleme ekranını göstermektedir. Belirtilen eşik değeri aşıldığında farklı sunucuya yönlendirmektedir.

BURAYA ŞEKİL 5 GELECEK

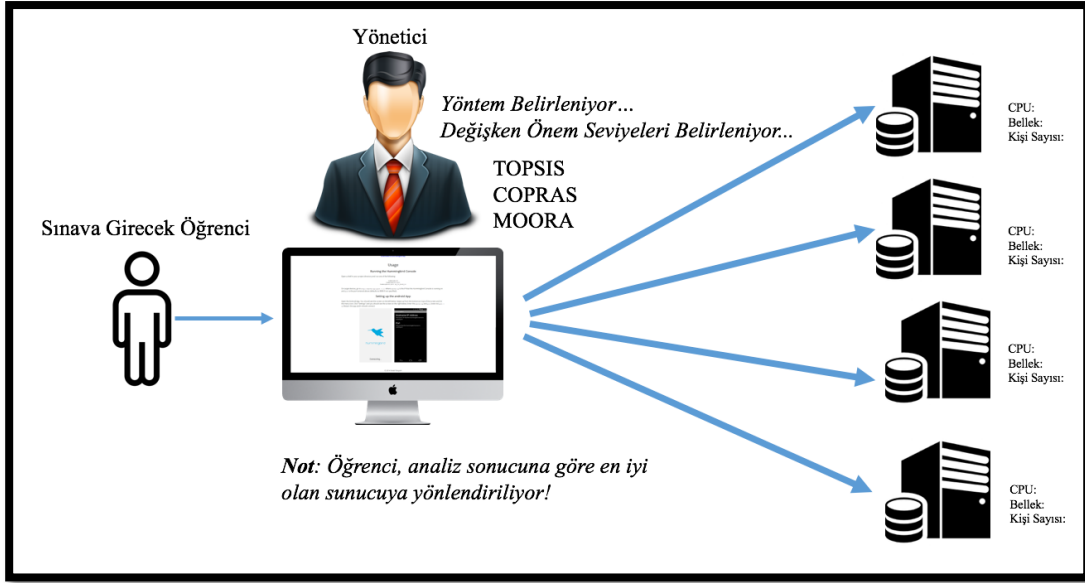
SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışma belirli kriterler ve bu kriterlerin önem seviyeleri dikkate alınarak istemcileri en uygun sunucuya yönlendirmek ve bu sayede optimum verimin sağlanmasına yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Özellikler sınavlar ve canlı ders gibi anlık kullanıcı sayısının yoğun olduğu araçları içeren herhangi bir öğrenim yönetim sistemindeki yoğunlukları dağıtmak amacıyla sunucu yönlendirmesi hedeflenmiştir. Uygulamada, karar noktası olarak 4 sanal sunucu, değişken olarakda CPU kullanımı, bellek kullanımı ve sunucularda anlık olarak kaç kişinin olduğu seçilmiştir. 4 farklı sanal sunucuya öğrenim yönetim sistemi kurulmuş ve kullanıcıların çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak bu sunucular arasında etkin bir şekilde dağıtılma işlemi tasarlanmıştır. İleri ki çalışmalarda farklı çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılarak farklı analizlerin yapılması sağlanabilir. Yöntem seçimi ve değişkenlerin ağırlıklandırılması yöneticinin kontrollünden çıkartılıp otomatikleştirilebilir. Aynı şekilde karar kriterleri ve karar noktalarının sayılarının artırılması da sonuç açısından olumlu olacaktır. Farklı bir çalışmada elde edilen gerçek verilerin ışığında tüm farklı yöntemlerin sonuçlarının karşılaştırılabileceği bir arayüz tasarımı gerçekleştirilebilir. Sonuçların yöneticinin istediği periyotlarda raporlanabilmesi de sisteme bir eklenti olarak anlamlı katkı katacaktır.

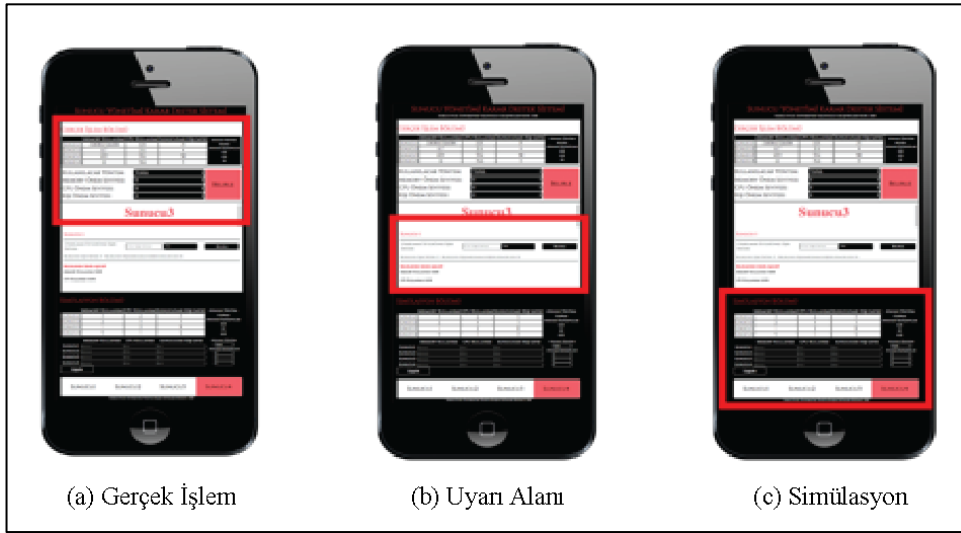
KAYNAKÇA

- Aksoy, E., Ömürbek, N. ve Karaatlı, M. (2015) Use of AHP-Based MULTIMOORA And COPRAS Methods for Evaluating The Performance of Turkish Coal Enterprises. Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences. 33(4): 1-2.
- Andreicheva, L. ve Latypov, R. (2015). Design Of E-Learning System: M-Learning Component. Procedia Social and Behavioral Sciences (191): 628-633.
- Brauers, W. L. M. and Zavadkas, E. K. (2012) Robustness of MULTIMOORA: A Method for Multi-Objective Optimization. INFORMATICA, 2012, Vol. 23, No. 1, 1–25
- Cardellini, V. ve Casalicchio, E. (2002) The state of the art in locally distributed web-server systems. ACM Computing Surveys, Vol. 34, No. 2, June 2002, pp. 263–311.
- Castroa, P.H.P.Barreto, V.L., Corrêa, S.L., Granville, L.Z. ve Cardoso, K.W. (2016). A Joint CPU-RAM Energy Efficient and SLA-compliant Approach for Cloud Data Centers. Computer Networks (94): 1-13.
- Ersöz, F. ve Atav, A. (2011). Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Moora Yöntemi. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 31. Ulusal Kongresi, 05- 07 TEMMUZ 2011. Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Heath, T., Diniz, B., Carrera, E., V., Meira, W. ve Bianchini, R. (2005) Energy Conservation in Heterogeneous Server Clusters Proceedings of the tenth ACM SIGPLAN symposium on principles and practise of parallel programming, Pages 186-195
- Hellman, J. (2003). The Riddle of Distance Education Promise, Problems and Applications for Development. Technology, Business and Society Programme Paper. United Nations Research Institute for Social Development. 2003(9): 2-22.
- Hong, Y. S., No, J.H. ve Kim, S.Y. (2006) DNS-Based Load Balancing in Distributed Web-server Systems Fourth IEEE Workshop on Software Technologies for Future Embedded and Ubiquitous Systems and Second International Workshop on Collaborative Computing, Integration, and Assurance (SEUS-WCCIA'06)
- Jayaram, S., Connacher, H.I. ve Lyons, K.W. (1997). Virtual Assembly Using Virtual Reality Techniques. Computer Aided Design (29/8): 575-584.
- Karagöz, E., Oral, L.Ö., Yıldız, C. ve Tecim, V. (2017). Web-Tabanlı Etkin Karar Verme Süreci Tasarımı. 4. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri Konferansı “Endüstri 4.0”, 17-20 Ekim 2017, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

- Krzywda, J., Ahmed Ali-Eldin, A.A., Carlson, T.E, Östberg, P.O. ve Elmroth, E.. (2018). Power-Performance Tradeoffs in Data Center Servers: DVFS, CPU Pinning, Horizontal, and Vertical Scaling. *Future Generation Computer Systems* (81): 114-128.
- Li, Y. ve Liu M., T. (2003) Optimization of Performance Gain in Content Distribution Networks with Server Replicas. *Proceedings of the 2003 Symposium on Applications and the Internet (SAINT'03)* 0-7695-1872-9/03
- Ömürbek, N., Makas, Y., Ömürbek, V. (2015). Ahp ve Topsis Yöntemleri ile Kurumsal Proje Yönetim Yazılımı Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* Yıl: 2015/1, Sayı: 21
- Podvezko, V., (2011) The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 2011, 22(2), 134-146 ISSN: 1392-2785
- Sarıçalı, G. ve Kundakçı, N. (2016). Ahp Ve Copras Yöntemleri İle Otel Alternatiflerinin Değerlendirilmesi. *International Review of Economics and Management*. Volum 4, Number 1, 2016, 45-66.
- Shin, D.H. (2017). The Role of Affordance in the Experience of Virtual Reality Learning: Technological and Affective Affordances in Virtual Reality. *Telematics and Informatics* (34):1826-1836.
- Singaravel B. Ve Selvaraj T. (2015). Optimization Of Machining Parameters İn Turning Operation Using Combined TOPSIS And AHP Method. *Technical Gazette*. 22(6):1475-1480.
- Stone, D. ve Koskinen, C. (2002). *Planning and Design for High-Tech Web-Based Training*. Boston: Artech House.
- Vaughan, N., Gabrys, B. and Dubey, V.N. (2016). An Overview of Self-Adaptive Technologies within Virtual Reality Training. *Computer Science Review* (22): 65-87.
- Yaralıoğlu, K. (2010). *Karar Verme Yöntemleri Detay* Yayıncılık Ankara.
- Wu, J. & Ravindran, K. (2009). Optimization Algorithms for Proxy Server Placement In Content Distribution Networks. *2009 IFIP/IEEE Intl. Symposium on Integrated Network Management*. pg.193-198.
- Zdravković, I & Vujičić, M. Application Optimization Methods Aras and COPRAS in The Choice Compact Fluorescent Light Bulb. *Journal of Process Management – New Technologies, International* Vol. 2, No.1, 2014.



Şekil 1. Sunucu Yönlendirme Sistemi Çalışma Mantığı. Yazarlar, 2018



Şekil 2. Gerçek İşlem, Uyarı ve Simülasyon Arayüzleri. Yazarlar, 2018.

SUNUCU YÖNETİMİ KARAR DESTEK SİSTEMİ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TARAFINDAN GELİŞTİRİLMEKTEDİR | 2018

GERÇEK İŞLEM BÖLÜMÜ

	MEMORY KULLANIMI	CPU KULLANIMI	SUNUCUDAKİ KİŞİ SAYISI	ATANAN YÖNTEM
SUNUCU1	13.193897481919	0.06	24	MOORA
SUNUCU2	82.2	78	85	ATANAN KATSAYILAR
SUNUCU3	43	55.8	49	0.25
SUNUCU4	77.7	98.5	50	0.25

KULLANILACAK YÖNTEM: TOPSIS

MEMORY ÖNEM SEVİYESİ: 0

CPU ÖNEM SEVİYESİ: 0

KİŞİ ÖNEM SEVİYESİ: 0

BELİRLE

Sunucu1

Şekil 3. Gerçek işlem yöntem ve ağırlık atama arayüzü. Yazarlar, 2018

SİMÜLASYON BÖLÜMÜ

	MEMORY KULLANIMI	CPU KULLANIMI	SUNUCUDAKİ KİŞİ SAYISI	ATANAN YÖNTEM
SUNUCU1	3	2	5	COPRAS
SUNUCU2	2	5	3	ATANAN KATSAYILAR
SUNUCU3	1	2	8	0.25
SUNUCU4	5	1	2	0.5

	MEMORY KULLANIMI	CPU KULLANIMI	SUNUCUDAKİ KİŞİ SAYISI	ATANAN YÖNTEM
SUNUCU1	Memory1	CPU1	Kişi1	Topsis
SUNUCU2	Memory2	CPU2	Kişi2	0
SUNUCU3	Memory3	CPU3	Kişi3	0
SUNUCU4	Memory4	CPU4	Kişi4	0

Uygula

SUNUCU1

SUNUCU2

SUNUCU3

SUNUCU4

Şekil 4. Simülasyon Arayüzü. Yazarlar, 2018

SUNUCU 1

UYARILMAK İSTEDİĞİNİZ EŞİK DEĞERİ:

Bir Sınır Değeri Belirleyin

ÖZGE

BELİRLE

BELİRLENEN EŞİK DEĞERİ: 13 - BELİRLENEN KİŞİ:EMRE.KARAGOZ@DEUZEM.DEU.EDU.TR

BELİRLENEN SINIR AŞILDI!!

MEMORY KULLANIMI: 13.19%

CPU KULLANIMI: 0.03%

Şekil 5. Sunucu eşik belirleme ekranı. Yazarlar, 2018.

Tablo 1

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

	Teknik	Basitlik	Matematiksel İşlemler	Güvenilirlik	Veri Türü
MOORA	Çok Az	Çok Basit	Minimum	İyi	Nicel
AHP	Çok Fazla	Çok Kritik	Maksimum	Zayıf	Karışık
TOPSIS	Orta	Orta Kritik	Orta	Orta	Nicel
VIKOR	Az	Basit	Orta	Orta	Nicel
ELECTRE	Fazla	Orta Kritik	Orta	Orta	Karışık
PROMETHEE	Fazla	Orta Kritik	Orta	Orta	Karışık
COPRAS	Çok Az	Basit	Minimum	İyi	Karışık

Kaynak: Brauers ve Zavadkas, 2018

Tablo 2: MOORA, COPRAS ve TOPSIS Yöntemleri Adımları

Adım	MOORA	COPRAS	TOPSIS
1	mxn boyutlu X karar matrisi hazırlanır. Bu matriste m karar noktası sayısını, n ise değerlendirme kriteri sayısını gösterir. X karar matrisinde X_{ij} değeri, i. karar noktasının j. kriter açısından performans ölçüm değeridir. $X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$	Satırları karar noktaları (m adet), sütunları değerlendirme kriterlerini (n adet) gösteren mxn boyutlu X karar matrisi oluşturulur. $X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$	Bu aşamada karar matrisi oluşturulur. Sütunlarda değişkenler ve satırlarda karar noktaları bulunmaktadır. $A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad m = \text{Karar noktalarının sayısı} \quad n = \text{Değişken Sayısı}$
2	X karar matrisinden yine mxn boyutlu N normalizasyon matrisi hazırlanır. N normalizasyon matrisinin elemanları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır. Formüldeki payda, X karar matrisindeki ilgili değerlendirme kriterini temsil eden j. sütun elemanlarından yararlanarak hesaplanır. $x_{ij}^N = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n)$	X karar matrisi, N normalizasyon matrisine dönüştürülür. N normalizasyon matrisinin elemanları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır. $X_{ij}^N = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n)$	Standart karar matrisi (R), A matrisi kullanılarak aşağıdaki formül ile hesaplanır. $R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad r_{ij} = \frac{\frac{1}{a_{ij}}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n \frac{1}{a_{kj}^2}}}$
3	Karar noktalarına ilişkin normalleştirilmiş değerlendirme değerleri (y_j^N) aşağıdaki formül yardımıyla hazırlanır. $y_j^N = \sum_{i=1}^k w_j \cdot x_{ij}^N - \sum_{i=k+1}^n w_j \cdot x_{ij}^N \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n)$	Değerlendirme kriterlerinin ağırlık değerleri kullanılarak ve aşağıdaki formül yardımıyla ağırlıklandırılmış normalizasyon matrisi (D) hesaplanır. $D = d_{ij} = X_{ij}^N \cdot W_j$	Ağırlıklandırılmış standart karar matrisi (V) oluşturulur. İlk olarak, değişkenler ile ilgili ağırlık değerleri (W_i) belirlenir. W_i değerlerinin toplamı 1 olmak zorundadır. Daha sonra R matrisi sütunlarındaki elementler W_i değerleri ile çarpılır ve V matrisi oluşturulur. $V_{ij} = \begin{bmatrix} W_1 r_{11} & W_2 r_{12} & \dots & W_n r_{1n} \\ W_1 r_{21} & W_2 r_{22} & \dots & W_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ W_1 r_{m1} & W_2 r_{m2} & \dots & W_n r_{mn} \end{bmatrix}$
4	Burada w değerleri değerlendirme kriterlerinin ağırlık değerleridir. Bu formül yardımıyla her bir karar noktasına ilişkin normalleştirilmiş değerlendirme değeri hesaplanır. Hesaplamalarda, N normalizasyon matrisinin satırları baz alınır ve her bir satır ilgili karar noktasını gösterir. Karar noktası maksimizasyon amaçlıysa formülde “+” işaretiyle, minimizasyon amaçlıysa “-” işaretiyle yer alır. $y_j^N = \sum_{i=1}^k w_j \cdot x_{ij}^N - \sum_{i=k+1}^n w_j \cdot x_{ij}^N$	Her bir karar noktası için aşağıdaki formüller kullanılarak faydalı ve faydasız ölçüt değeri hesaplanır. Faydalı Ölçüt Değeri $S_{i+} = \sum_{j=1}^k d_{ij}$ Faydasız Ölçüt Değeri $S_{i-} = \sum_{j=k+1}^n d_{ij}$	İdeal (A^*) ve negatif ideal (A^-) çözümleri oluşturulur. $A^* = \{(\max v_{ij} j \in J), (\min v_{ij} j \in J')\}$ $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$ $A^- = \{(\min v_{ij} j \in J), (\max v_{ij} j \in J')\}$ $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$ J=Maksimizasyon Değeri J=Minimizasyon Değeri
5	Buradaki y_j değeri karar matrisindeki en büyüklerin ve en küçüklerin toplamlarına bağlı olarak pozitif veya negatif değer olabilir. y_j değerlerinin sıralaması nihai öncelikleri gösterir. En iyi alternatif en yüksek y_j değerine sahip olan iken, en kötü alternatif en düşük y_j değerine sahip olan alternatiftir.	Her bir karar noktası için Q_i ile gösterilen göreceli önem değeri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır. $Q_i = S_{i+} + \frac{\sum_{j=1}^m S_{i-}}{S_{i-} \cdot (\sum_{j=1}^m \frac{1}{S_{i-}})}$	Her alternatif için ayrım ölçüm değerleri hesaplanır. S_i^* ve S_i^- değerleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır. i^a alternatifin ideal noktadan öklit uzaklığı $S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}$ i^a alternatifin negatif ideal noktadan öklit uzaklığı $S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$
6		En yüksek göreceli önem değeri belirlenir. $Q_{\max} = \text{enbüyük}(Q_i)$	İdeal çözüme göre yakınlığın hesaplanması gerçekleştirilir. $C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}$

Kaynaklar: Uygurtürk and Korkmaz, 2012; Yaralıoğlu,2010; Kabir ve Hasin, 2012; Markovic, 2010