



ISSN: 1306-3111/1308-7274  
NWSA-Education Sciences  
NWSA ID: 2013.8.2.1C00579

Status : Original Study  
Received: September 2012  
Accepted: February 2013

**E-Journal of New World Sciences Academy**

**Aşır Özbek**

Kırıkkale University  
asieozbek@hotmail.com  
Kırıkkale-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2013.8.2.1C0579>

## **ÖĞRENİM YÖNETİM SİSTEMİ PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ**

### **ÖZET**

Uzaktan eğitim, iletişim ve bilgi teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak iş hayatında ve eğitim kurumlarında son yıllarda giderek artan bir şekilde karşılık bulmaktadır. Uzaktan eğitim vermek isteyen kurumlar, kendi stratejik hedeflerine ve iş kültürüne uyacak en uygun öğrenim yönetim sistemini (ÖYS) belirlemek durumundadır. Çeşitli yazılım firmaları ve üniversiteler çok farklı ÖYS modelleri sunmaktadır. Kurumlar, bu modeller arasından kendilerine en uygun ÖYS modelini seçmek durumundadırlar. Değişik özellikteki ÖYS modellerinin bulunduğu bir ortamda kurumların kendilerine uyan ÖYS'ni seçmesi çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi olarak algılanmaktadır. Bu çalışmada, ÇKKV tekniklerinden TOPSIS yöntemi uygulanarak ÖYS'lerinin performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Modelin kriterleri, literatür taraması ve konusunda uzman kişilerin görüşleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıkları ise, uzmanların 1-9 arası verdikleri puana göre belirlenmiştir. ÖYS'leri belirlenen kriterlere göre uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Uzaktan Eğitim, Online Eğitim, TOPSIS, Öğrenim Yönetim Sistemi (ÖYS), Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)

## **PERFORMANCE EVALUATION OF LEARNING MANAGEMENT SYSTEM**

### **ABSTRACT**

In a parallel with the development of communication and information technologies, distance education is met increasingly in business and educational institutions in recent years. Institutions who want to perform distance education should determine the most suitable learning management system (LMS) which suits their own strategic objectives and business culture. Several software companies and universities offer very different LMS models. The institutions have to choose the most appropriate OYS model among these models. Choosing the suitable LMS of institutions is seen as a problem of multiple criteria decision making (MCDM) in an environment where there are models with different characteristics. In this study, LMS'performance is evaluated by applying TOPSIS method which is one of the MCDM techniques. Model criteria are identified by taking into account literature review and the opinions of experts. In addition, weights of the criteria are identified according to the scores between 1-9 given by the experts. LMS are evaluated by the experts according to the specified criteria.

**Keywords:** Distance Education, Online Education, TOPSIS, Learning Management System (LMS), Multiple-Criteria Decision Making (MCDM)



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İlk insandan günümüze kadar eğitim-öğretim ve teknoloji, insan hayatının ayrılmaz parçaları olmuştur. Kişiler, gelişen teknoloji ile birlikte kendilerini sürekli yenileme ve geliştirme ihtiyacı duymuşlardır. İletişim ve bilişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, dünyanın küreselleşmesine ve bilginin çok çabuk yayılmasına neden olmaktadır. Ayrıca bu gelişmeler, insan hayatını etkilemekte ve yaşamın parçaları haline gelmektedir.

Bilginin günümüzde en değerli ürün olduğu neredeyse tüm kesimler tarafından kabul görmektedir. Toplumların zenginliğinin temelinde bilgiye erişim ve bilgiyi kullanım yatmaktadır. Dünya küreselleşerek hızlı bir şekilde bilgi toplumu haline gelmektedir. Küreselleşme, dünyada sermayenin ve bilginin serbestçe dolaşmasını hızlandırmıştır. Çağımızda sürekli yeni bilgiler üretilmektedir. Bu bilgilere erişmek artık geçmişe oranla daha kolay olmaktadır. Bu gelişmelere paralel olarak da bireylerin eğitime verdikleri önem kaçınılmaz olarak artmakta, yaşam boyu öğrenme artık bireylerin yaşam felsefesi haline gelmektedir. İnsanlar, buldukları her fırsatta kendilerini geliştirme, dönüştürme ve değiştirme yolları aramaktadırlar.

Dünyada bilginin çok çabuk üretilmesi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, eğitim ortamlarında uygulanan öğrenme ve öğretme faaliyetlerinde de ciddi değişimlere neden olmaktadır. Öğrenme ve öğretme, artık zaman ve mekândan bağımsız hale gelmektedir. Eğitim, geleneksel olarak bir eğitim kurumu altında uygulanan süreç olmaktan çıkmakta, iletişim ve bilgi teknolojileri sayesinde bireyler, evlerinden, işyerlerinden ve diğer farklı ortamlardan bilgiye erişebilmektedirler. Bu gelişmeler eğitim veren kurumları, farklı eğitim modelleri geliştirmeye itmektedir. Bu modellerin en başında ise uzaktan eğitim modeli gelmektedir. Bu model, birbirlerinden uzakta, farklı mekânlardaki öğrenci ve eğitimciyi bir platformda bir araya getirmektedir. Böylece, eğitimciler ve öğrenciler aynı zamanda ya da farklı zaman dilimlerinde birbirleriyle iletişime geçmekte ve öğrenim sürecini kurumsal bir çatı altında devam ettirebilmektedirler.

Teknoloji ve eğitim araçlarının gelişmişliğine bağlı olarak uzaktan öğretim, online eğitim, açık öğretim ya da web tabanlı eğitim, klasik eğitim sistemine göre zamandan ve mekândan bağımsız olarak gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda uzaktan eğitim, taraflarına maliyet avantajı ve fırsat eşitliği de getirmektedir. Bu ve diğer nedenlerden dolayı uzaktan eğitim, son yıllarda hem eğitim veren kurumlar hem de eğitim almak isteyenler tarafından tercih edilen bir eğitim-öğretim yaklaşımı haline gelmektedir.

Uzaktan eğitim, derslerin zamandan ve mekândan bağımsız olarak yürütüldüğü, ders içeriklerinin en son eğitim teknolojilerinin kullanılarak oluşturulduğu, sınavların online yapılabildiği, ödevlerin web ortamında iletildiği, sanal sınıfların oluşturulduğu, taraflar arasında her türlü iletişimin sistem üzerinden gerçekleştirildiği, öğrenme materyallerinin istenildiği kadar tekrar edilebildiği, isteyenlerin istediği zaman, istediği yerde, eğitim ve öğretimini yapabildiği bir platform olarak tanımlanabilir.

Uzaktan eğitim, günümüzde çok farklı alanlara uygulanabilmektedir. Son yıllarda uzaktan eğitim programlarının başta üniversitelerde olmak üzere açıldığı görülmektedir. Diğer taraftan çeşitli kurum ve kuruluşlarda uzaktan eğitimi, çalışanlarına eğitim vermek, onların bilgi ve becerilerini geliştirmek yönünde uyguladıkları görülmektedir.

Uzaktan eğitim, akademisyenler arasında da üzerinde çalışılan bir alan haline gelmiştir. Örneğin; Şahin ve Erişen [1], uzaktan



öğretimin mesleki ve teknik eğitimdeki başarısını incelemişlerdir. Terkeşli ve Gül [2] Emniyet Genel Müdürlüğü bünyesinde insan kaynaklarının geliştirilmesinde kullanılan sanal sınıfın mesleki gelişime katkısını değerlendirmişlerdir. Sebetci [3] trafik kazalarına sürücü kusurları ile karışmış kişilerin uzaktan eğitim yoluyla yeniden eğitilmesine yönelik bir çalışma yapmıştır.

Uzaktan eğitim vermek isteyen kurumlar, eğitim alanlar ile eğitim verenlerin ortak bir platformda buluşturulduğu yazılım sistemlerini kullanmak durumundadırlar. Bu sistemleri, eğitim kurumları kendileri üretebileceği gibi hazır bir sistemi satın alıp kullanarak da eğitim hizmetlerini verebilmektedirler. Birçok ticari kuruluşun yanı sıra bazı üniversiteler de öğrenim yönetim sistemi (ÖYS) yazılımı geliştirmektedirler. Kurumlar, mevcut ÖYS'lerinden birine sahip olmayı istedikleri zaman karşılıklarına birçok farklı model çıkmaktadır. Bu durumda karar vericiler, birçok alternatif arasından kendi kurumlarına en uygun olan ÖYS'ni seçmekte zorlanmaktadır. Kurum yöneticileri açısından ÖYS seçimi, çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi haline gelmektedir.

Çalışma beş bölüme ayrılmıştır. İkinci bölümde çalışmanın önemine değinilmiştir. Üçüncü bölümde detaylı bir literatür incelemesi yapılmıştır. Dördüncü bölümde TOPSIS yöntemi tanıtılmıştır. Beşinci bölümde ise kriterlerin önem ağırlıkları belirlendikten sonra TOPSIS yöntemi kullanılarak alternatif ÖYS'leri değerlendirilmiştir. Son bölümde ise yapılan çalışma değerlendirilmiş ve bu konuda gelecekte çalışacak olanlara öneriler sunulmuştur.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Firmalar, eğitim kurumları ya da diğer birimler, maliyetlerini düşürmek, rekabet avantajı elde etmek, teknolojinin getirdiği fırsatları değerlendirmek ya da daha çok bireyi eğitim imkânına kavuşturmak gibi nedenlerden dolayı ÖYS elde etmek istemektedirler. En uygun ÖYS seçiminde birbirleri ile çelişen birçok faktör, kararı etkileyebilmektedir. Nicel ve nitel kriterlerin sürece dâhil edildiği durumlarda doğru ÖYS seçimi, kurumlar için önemli hale gelmektedir. Kurumların kendi yapılarına en uygun ÖYS'ni seçerken sadece nicel verileri kullanması yeterli olmamaktadır. Çünkü sonuç itibarıyla bu sistemleri, eğitimciler ve öğrenciler kullandıkları için, bu kişilerin de yargıları önemli olmaktadır. ÖYS'lerin değerlendirilmesinde birbirlerini etkileyen birden çok faktör sürece dâhil edildiği için en uygun ÖYS'ni belirlemek ÇKKV problemi olarak görülmektedir.

ÇKKV problemlerin çözümünde kullanılabilecek analitik hiyerarşi süreci (AHS), analitik ağ süreci (AAS), VIKOR gibi bir dizi yöntem literatürde yer almaktadır. Ancak belirtilen yöntemlerin uygulanmasında problemin türüne göre bazı zorluklar söz konusu olabilmektedir. Çalışmada uygulanan TOPSIS yöntemi, nicel verilerin yanında nitel verileri ve kişilerin yargılarını da değerlendirme sürecine katabilen, uygulaması kolay ve karışık matematiksel işlemler gerektirmeyen bir yöntem olmasından dolayı tercih edilmiştir.

Bu çalışmada; Kırıkkale Üniversitesi için en uygun ÖYS'ni belirlemede karar vericilere destek olması amacıyla TOPSIS yöntemi temeline dayanan bir karar destek modeli geliştirilmiştir. Üniversitenin stratejisi ile örtüşebilecek üç adet ÖYS, geliştirilen karar modeline göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda ilgili eğitim kurumu için en uygun olan ÖYS modeli belirlenerek ilgililerin görüşüne sunulmuştur. Geliştirilen karar modeli kriterlerin yeniden düzenlenerek farklı kurumlarda da uygulanabilecek ve rahatlıkla kullanabilecekleri esnek bir yapıda oluşturulmuştur.



### 3. LİTERATÜR İNCELEMESİ (LITERATURE REVIEW)

Farklı türdeki yazılımların değerlendirilmesine yönelik olarak literatürde birçok çalışma olmasına rağmen, ÖYS'lerin seçimi ve performanslarının değerlendirilmesine yönelik olarak ÇKKV teknikleri ile yapılmış bir çalışma bulunamamıştır.

Alkhateeb vd. [4] Blackboard ile Moodle karşılaştırmışlar ve Blackboard'un daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır. Scanlan vd. [5] birçok ÖYS arasından ön eleme yöntemiyle belirledikleri Moodle ve Sakai ÖYS'lerini sekiz temel kritere göre karşılaştırmışlardır. Costaa vd.[6], Portekiz'de University of Aveiro'da öğrenim gören 278 öğrenci üzerinde yaptıkları anket çalışmasında Moodle platformunun işlevlerini, araçlarını ve kullanımını analiz etmişlerdir. Pipan vd. [7], BlackBoard 6, Moodle 1.5 ve CLIX 5.0 sistemlerini kıyaslayarak en uygun olan ÖYS seçimini gerçekleştirmişlerdir. Logan ve Neumann [8], Blackboard 9.1 ve Moodle 2.0 sistemlerini maliyet, API ile birlikte çalışabilirlik, esneklik, çalışma sistemi ve açık kaynak kod kullanım desteği kriterlerine göre karşılaştırmışlardır. Stewart vd. [9], Kanada'da uzaktan eğitim veren Athabasca Üniversitesi'nde kullanmak üzere WebCt, LotusNotes ve Moodle'ü kendi geliştirdikleri kriterlere göre değerlendirmişlerdir. Otto [10] Almanya'da Ruhr Üniversitesinde yaptığı çalışmada Moodle ve Blackboard platformlarını karşılaştırmıştır. Lewis ve MacEntee [11], WebCT 4.1, BlackBoard 6.1, Jones E-education, Educator, Angel, LRN, McGraw Hill Pageout, Moodle ve e-College AU adlı sistemleri öğrenciler ve öğretim elemanları perspektifinden karşılaştırmışlardır. Kljun vd. [12], 1998-2006 yılları arasında kullanılan 31 ÖYS modellerini gelecek perspektifinden karşılaştırmışlardır. Itmazi vd [13], Moodle ve Ilias sistemlerini; giriş, özellikler, farklı görünüm ve yayıf yönleri olmak üzere dört farklı katagoride karşılaştırmışlar ve değerlendirmeye tabi tutmuşlardır. Georgieva [14], 12 adet ÖYS modellerini destek araçları, öğrenme araçları ve teknik özellikler olmak üzere 3 ana kategoriye göre kıyaslamıştır. Momani [15], Blackboard ile Moodle teknik özellikler, pedagojik faktörler, öğrenim ortamı, öğretim araçları, ders ve müfredat tasarımı, ve yönetici araçları olmak üzere altı ana kritere göre karşılaştırmıştır.

Tüm bu kıyaslamalarda; nicel ve nitel kriterler göz önüne alınmasına rağmen ÇKKV teknikleri kullanılmadan doğrudan bire bir kıyaslama yapılarak yani her hangi bir özelliğin ilgili ÖYS tarafından desteklenip desteklenmediği sorularak ÖYS'lerin performansları belirlenmeye çalışılmıştır.

ÖYS değerlendirme modelinde kullanılan TOPSIS yöntemi, farklı konularda uygulama alanı bulmuştur. Bu kısımda performans değerlendirme yöntemi olarak kullanılan TOPSIS'in uygulandığı çalışmalara değinilmiştir.

Üçüncü parti lojistik (3PL) firma seçiminde; Qureshi vd.[16], TOPSIS'i aralıklı verilerle; Qureshi vd. [17] ise üçgen bulanık sayılarla kullanmışlardır. Cao vd.[18] 3PL firma seçiminde sosyal refah fonksiyonu (SRF) teorisi ve TOPSIS; Bottani ve Rizzi [19]ise, bulanık TOPSIS'i kullanan bir model önermişlerdir.

Üçüncü parti tersine lojistik (3PTL) seçiminde; Ravi [20] AHS ve TOPSIS yöntemlerini temel alan; Kannan vd. [21] yorumlayıcı yapısal modelleme (YYM) ve bulanık TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanan bir model geliştirmişlerdir.

Xi ve Zhang [22] personel seçiminde; Zeydan vd. [23] tedarikçi değerlendirmesi ve seçiminde; Awasthi vd. [24] sürdürülebilir ulaşım sistemlerinin değerlendirilmesinde; Chamodrakas ve Martakos [25], heterojen kablolu ağlar arasında enerji verimli ağ seçiminde bulanık TOPSIS yöntemini uygulamışlardır.



Boix vd. [26] Fransa'da temiz su dağıtım şebekesinin etkinliğini arttırmak amacıyla farklı stratejilerin değerlendirilmesinde; Chu ve Su [27] şehirlerin tahliyesinde sabit deprem sığınakları seçiminde; Rao ve Baral [28] organik atıkların ortadan kaldırılması ile ilgili stratejilerin değerlendirilmesinde; Pazand vd. [29] maden yataklarının araştırılmasında kullanılan maden potansiyelinin haritalanmasında; Peng vd. [30] Çin'de 31 farklı eyalette tarımsal üretim faaliyetlerinde iklime bağlı felaketlerin etkilerini incelemede; Sun vd. [31] Çin'deki on farklı coğrafi bölge temelinde üretilen meyvelerin antioksidan özelliklerinin değerlendirilmesinde; Chang vd. [32] fon performansını değerlendirmede TOPSIS yönteminin uygulamışlardır.

Ayala [33], tarım alanlarının sulanmasına yönelik farklı fiyatlandırma stratejilerinin değerlendirilmesinde AHS ve TOPSIS yöntemini birlikte kullanmıştır. İç [34], bilgisayara entegre üretim teknolojilerinin seçiminde TOPSIS ve deneysel tasarım yaklaşımını birlikte kullanmıştır. Baykasoğlu vd. [35] kamyon seçiminde bulanık DEMATEL ve yapısal TOPSIS; Paksoy vd. [36] bitkisel yağlar üreticisi firmanın dağıtım kanalı yönetimi için uygun bir organizasyon stratejisi belirlemesinde bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemlerini entegre ederek uygulamışlardır. Amiri vd. [37], döviz piyasasında teknoloji, ticaret psikolojisi, ticaret sistemi, sermaye yönetimi, teknik analiz, değişim aracı ve araçlar açısından on farklı portföyün riskini değerlendirmek amacıyla veri zarflama analizi (VZA) ve TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır.

#### 4. YÖNTEM (METHOD)

Bu çalışmada **Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)** yöntemi kullanılmıştır. TOPSIS, Hwang ve Yoon [38] tarafından 1980 yılında geliştirilmiş ve endüstride ÇKKV problemlerinin çözümünde başarıyla uygulanmıştır. TOPSIS yöntemi pozitif-ideal çözüme (PİÇ) en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme (NİÇ) en uzak mesafedeki seçeneği belirlemeyi amaçlamaktadır. PİÇ en yakın ve NİÇ ise en uzak mesafede olan seçenek en iyi alternatif olarak kabul edilmektedir [39].

TOPSIS'in uygulanabilmesi için en az iki karar seçeneğinin olması gerekmektedir. TOPSIS uygulamasında ilk yapılması gereken; karar kriterlerinin belirlenmesidir. Genel olarak TOPSIS uygulamasında kriterler arasında fayda ("benefit criteria") ya da maliyet ("cost criteria") ayrımı yapılmaktadır [40]. Bu bakışa göre en iyi kriter vurgusu; maliyet cinsi kriterlerde en küçük (en az maliyet), fayda cinsi kriterlerde ise en büyük olarak belirlenmektedir. Buna karşılık en kötü kriter vurgusu; maliyet kriterlerinde en büyük (en fazla maliyetli), fayda kriterlerinde ise en küçük olarak belirlenmektedir [41].

Kriterlerin ağırlıklarını belirlemeye yönelik olarak TOPSIS yönteminde bir uygulama bulunmamaktadır [40]. Bu işlem için daha çok 1'den 5'e kadar veya 1'den 9'a kadar ya da daha farklı puan cetvelleri kullanılmaktadır. Örneğin 1'den 5'e kadar değeri olan puan cetveli kullanıldığında; 1 düşük, 5 ise yüksek öneme sahip olmaktadır. Ayrıca kriter önceliklerinin belirlenmesinde, AHS ya da AAS gibi yöntemler kullanılabilir. Karar seçenekleri ve değerlendirme kriterleri belirlendikten sonra **m** adet kriter ( $C_j$ ,  $j=1, \dots, m$ ) ve **n** adet seçenektan ( $A_i$ ,  $i=1, \dots, n$ ) oluşan **karar matrisi** (D) oluşturulmalıdır [38]. TOPSIS yönteminin işlem adımları 6 basamaktan oluşmaktadır ve bu adımlar aşağıda tanıtılmıştır.



### 1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması (Decision Matrix Construction)

D, karar vericiler tarafından sürecin başlangıcında oluşturulan matristir. D'nin satırları seçenekleri, sütunları ise kriterleri göstermektedir. D'de ki  $d_{ij}$ , i alternatifin j kriterine göre gerçek değerini göstermektedir [42]. D, aşağıda (1) numaralı formül ile gösterilmektedir.

$$D_{ij} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_i \\ \dots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2m} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ d_{i1} & d_{i2} & \dots & d_{im} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

### 2. Adım: Standart Karar Matrisinin Oluşturulması (Normalized Decision Matrix Construction)

D oluşturulduktan sonra (2) numaralı formül kullanılarak D'nin elemanlarından **standart karar matris** (R) elde edilmektedir [38]. D'nin her bir sütununa ait değerlerinin kareleri toplamının karekökü alınarak ilgili sütundaki ilgili elemana bölünmesiyle, R elde edilmektedir. D'nin her hangi bir elemanının değeri 0 ise R'de ilgili elemanının değeri de 0 olmaktadır.

$$\forall d_{ij} \neq 0: r_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n d_{kj}^2}} \quad \forall i = 1, \dots, n \quad \forall j = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$\forall d_{ij} = 0: r_{ij} = 0 \quad \forall i = 1, \dots, n \quad \forall j = 1, \dots, m$$

### 3. Adım: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması (Weighted Normalized Decision Matrix Construction)

Bu aşamada belirlenen kriterlerin ağırlıkları  $w_i$ , (3) numaralı formüle göre R ile çarpılarak **ağırlıklı standart karar matris** (V) elde edilmektedir. Değerlendirme kriterlerinin ağırlık değerleri toplamı (4) numaralı formüle göre 1 olmalıdır [42].

$$V_{ij} = \begin{matrix} & w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_m r_{1m} \\ & w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_m r_{2m} \\ & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ & w_1 r_{n1} & w_2 r_{n2} & \dots & w_m r_{nm} \end{matrix} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4)$$

#### 4. Adım: İdeal (A<sup>\*</sup>) ve Negatif İdeal (A<sup>-</sup>) Çözümlerin Oluşturulması (Determining the Positive and Negative Ideal Solutions)

V'den PİÇ ve NİÇ adında iki farklı sanal çözüm kümesi üretilmektedir. Değerlendirme kriterleri fayda cinsinden ise PİÇ, A<sup>\*</sup>, V'nin en iyi değerlerinden (en büyüklerinden) oluşurken; NİÇ, A<sup>-</sup>, en düşük değerlerden oluşmaktadır. Değerlendirme kriterleri maliyet cinsinden ise bu durumda PİÇ, A<sup>\*</sup>, V'nin sütun değerlerinin en küçüklerinden oluşurken, NİÇ, A<sup>-</sup> en büyük değerlerinden oluşmaktadır. İdeal çözümler, (5) ve (6) numaralı formüller kullanarak hesaplanabilir. Her iki formülde de J, fayda, J' ise maliyet değerini göstermektedir [43].

$$A^* = \left\{ \left( \max_i \{v_{ij} | j \in J\} \right), \left( \min_i \{v_{ij} | j \in J'\} \right) \mid i=1, \dots, n \right\} \quad (5)$$

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_j^*, \dots, v_m^*\}$$

$$A^- = \left\{ \left( \min_i \{v_{ij} | j \in J\} \right), \left( \max_i \{v_{ij} | j \in J'\} \right) \mid i=1, \dots, n \right\} \quad (6)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_m^-\}$$

$$J = \{j=1, \dots, m \mid \text{ölçütler fayda türünden}\}$$

$$J' = \{j=1, \dots, m \mid \text{ölçütler maliyet türünden}\}$$

$$J \cap J' = \emptyset \wedge J \cup J' = \{1, \dots, m\}$$

#### 5. Adım: Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması (Calculating the Separation Measurement)

TOPSIS yönteminde her bir seçenek A<sub>i</sub> için ideal ayırım (İA) S<sub>i</sub><sup>\*</sup> ve negatif ideal ayırım (NİA) S<sub>i</sub><sup>-</sup> olmak üzere iki ayırım ölçüsü hesaplanmaktadır. J seçeneğinin PİÇ'e uzaklığı İA, S<sub>i</sub><sup>\*</sup>, (7) numaralı ve NİÇ'den uzaklığı NİA, S<sub>i</sub><sup>-</sup> ise (8) numaralı formül kullanılarak hesaplanmaktadır [44].

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (7)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (8)$$

Hesaplanan S<sub>i</sub><sup>\*</sup> ve S<sub>i</sub><sup>-</sup> değeri seçenek sayısı kadar olmaktadır. S<sub>i</sub><sup>\*</sup>, her bir seçeneğin (A<sub>i</sub>) öklid anlayışına göre PİÇ'den uzaklığını, S<sub>i</sub><sup>-</sup> ise her bir seçeneğin (A<sub>i</sub>) NİÇ'den uzaklığını göstermektedir [45]. PİÇ ve NİÇ kümeleri, toplam olarak m adet değerlendirme kriterinden oluşmaktadır.

#### 6. Adım: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması (Calculating the Relative Proximity to the Ideal Solutions)

İA ve NİA ölçüleri kullanılarak her bir seçenek için PİÇ'e olan göreli yakınlığı C<sub>i</sub><sup>\*</sup> hesaplanmaktadır. Burada kullanılan kriter, NİA



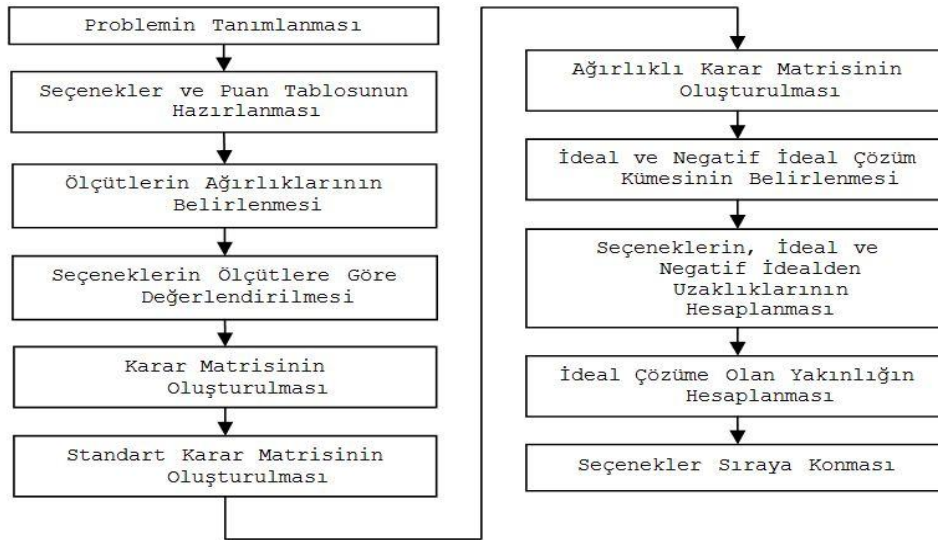
ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payı olmaktadır. Aşağıdaki (9) numaralı formüle göre PİÇ göreli yakınlık değeri hesaplanmaktadır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad 0 \leq C_i^* \leq \forall i = 1, \dots, n \quad (9)$$

$C_i^*$  değeri  $0 \leq C_i^* \leq 1$  aralığında değer almakta ve  $C_i^* = 1$  ilgili karar noktasının PİÇ'e,  $C_i^* = 0$  ilgili karar noktasının NİÇ'e mutlak yakınlığını göstermektedir. PİÇ'e en yakın mesafede bulunan seçenek en uygun seçenek olarak belirlenmektedir [45].

## 5. UYGULAMA (APPLICATION)

Bir problemi ÇKKV tekniklerinden olan TOPSIS ile çözmek için Şekil 1'de ki akış şemasında belirtilen işlem adımları sırasıyla uygulanmaktadır.



Şekil 1. Akış şeması  
(Figure 1. Flow chart)

### 1. Adım: Problemin Tanımlanması (Defining the Problem)

Kırıkkale Üniversitesinde uzaktan eğitim programlarının sorunsuz olarak sürdürülebilmesi için en uygun ÖYS modelinin satın alınması amaçlanmaktadır. Ticari olarak satışa sunulan birçok ÖYS modelleri arasından kurumun stratejisine uygun olabilecek üç adet ÖYS belirlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen ÖYS modellerinin performansı ölçülmeye çalışılacaktır. Değerlendirilen ÖYS modelleri arasından eğitim kurumunun mali yapısına, stratejisine ve hedef kitlesine en uygun olan ÖYS modelin seçilmesi amaçlanmaktadır. Değerlendirilecek ÖYS modelleri ÖYS-1, ÖYS-2 ve ÖYS-3 olarak adlandırılmıştır.

### 2. Adım: Puan Cetveli ve Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi (Determining Scorecard and Criteria Weights)

Literatür taraması ve uzmanların görüşleri doğrultusunda 8 adet kriter belirlenmiştir. Bu kriterler şunlardır: Genel Yeterlilik (GY), Ders İçerikleri (Di), Ödevler (Ö), Sınavlar (S), İnteraktif (İ), Bakım Hizmeti (BH), Kullanım Kolaylığı (KK) ve Fiyat (F).

Kriterlerin ağırlıklarını belirlemede TOPSIS'de bir uygulama bulunmamaktadır. Bu nedenle Tablo 1'de gösterilen 1'den 9'a kadar





değerlerden oluşan puan cetveli kullanılarak kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Örneğin temel alınan ÖYS göre bir kriterin ağırlığının **orta** önemde olduğu düşünülüyorsa, bu durumda ilgili ÖYS'nin ilgili kriteri için bu değer rakamsal karşılığı olan 5 değeri verilmelidir.

Tablo 1. Puan cetveli  
(Table 1. Scorecard)

Değer Tanımı	Rakamsal Değer
Çok Çok Önemsiz	1
Çok Önemsiz	2
Önemsiz	3
Ortanın Altı Önemli	4
Orta Önemli	5
Ortanın Üstü Önemli	6
Çok Önemliden az	7
Çok Önemli	8
Çok Çok Önemli	9

Belirlenen kriterler, Tablo 1'de ki puan cetveline göre dört uzman tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarının geometrik ortalaması alınarak kriterlerin ağırlıkları elde edilmiştir. Kriterlerin ağırlıkları Tablo 2'de gösterilmiştir. Örneğin GY kriteri için uzmanlar, 8, 6, 7, 7 değerlerini vermişlerdir. Bu değerlerin geometrik ortalaması alınarak GY kriterinin ağırlığı bulunmuştur.

$$GY = \sqrt[4]{8 * 6 * 7 * 7} = 6,964$$

Tablo 2. Kriterlerin ağırlıkları  
(Table 2. Weights of the criteria)

GY	Dİ	Ö	S	İ	BH	KK	F
6,964	6,593	4,472	5,958	7,707	5,856	7,483	7,483
0,133	0,126	0,085	0,113	0,147	0,112	0,142	0,142

### 3. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması (Decision Matrix Construction)

D, karar vericilerin seçeneklere göre yaptıkları değerlendirmeye göre oluşturulan matristir (Tablo 3). D'de satırlar, seçenekleri, sütunlar ise kriterleri göstermektedir. Uzmanlar her bir kriterine göre ÖYS'lerini değerlendirmektedirler. Örneğin ÖYS-1'i GY kriterine göre değerlendirirken uzmanlar; 7, 5, 5 ve 6 değerlerini vermişlerdir. Bu değerlerin geometrik ortalaması alınarak GY kriterine göre ÖYS-1 seçeneğinin aldığı puan ortaya çıkarılmaktadır.

$$\text{ÖYS} - 1_{GY} = \sqrt[4]{7 * 5 * 5 * 6} = 5,692$$

Tablo 3. Karar matrisi (D)  
(Table 3. Decision matrix)

	GY	Dİ	Ö	S	İ	BH	KK	F
ÖYS-1	5,692	7,969	5,958	6,481	5,544	4,472	5,384	15000,000
ÖYS-2	4,899	6,236	5,958	5,635	5,635	4,281	5,886	0,000
ÖYS-3	8,239	8,000	7,483	7,483	7,000	2,213	4,865	50000,000

#### 4. Adım: Standart Karar Matrisinin Oluşturulması (Normalized Decision Matrix Construction)

(2) numaralı formül kullanılarak Tablo 3'de gösterilen D normalleştirilir. Bu şekilde elde edilen matris, R olarak adlandırılmaktadır (Tablo 4). ÖYS-1'in GY kriterine göre değeri şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\text{ÖYS} - 1_{GY} = \frac{5,692}{\sqrt{5,692^2 + 4,899^2 + 8,239^2}} = 0,511$$

Tablo 4. Standart Karar Matrisi (R)  
(Table 4. Standard decision matrix)

	GY	Dİ	Ö	S	İ	BH	KK	F
ÖYS-1	0,511	0,618	0,529	0,569	0,525	0,680	0,576	0,287
ÖYS-2	0,439	0,483	0,529	0,495	0,534	0,651	0,630	0,000
ÖYS-3	0,739	0,620	0,664	0,657	0,663	0,337	0,521	0,958

#### 5. Adım: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması (Weighted Normalized Decision Matrix Construction)

Bu aşamada (3) numaralı formüle göre kriterlerin ağırlıkları  $w_i$ , R'nin her bir sütunu ile çarpılarak Tablo 5'de gösterilen V elde edilmektedir.

Tablo 5'de ÖYS-1 seçeneğinin GY değerini bulmak için hesaplama şu şekilde yapılmaktadır:

$$\text{ÖYS} - 1_{GY} = 0,511 * 0,133 = 0,068$$

Tablo 5. Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V)  
(Table 5. Weighted standard decision matrix)

	GY	Dİ	Ö	S	İ	BH	KK	F
ÖYS-1	0,068	0,078	0,045	0,065	0,077	0,076	0,082	0,041
ÖYS-2	0,058	0,061	0,045	0,056	0,078	0,073	0,090	0,000
ÖYS-3	0,098	0,078	0,057	0,075	0,097	0,038	0,074	0,137

#### 6. Adım: İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması (Determining the Positive and Negative Ideal Solutions)

(5) ve (6) numaralı formüller kullanılarak Tablo 6'da gösterilen PİÇ ve NİÇ adında iki farklı çözüm kümesi üretilmektedir.

Tablo 6. İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Kümesi  
(Table 6. Ideal and negative ideal solution set)

	GY	Dİ	Ö	S	İ	BH	KK	F
A*	0,098	0,078	0,057	0,075	0,097	0,076	0,090	0,000
A-	0,058	0,061	0,045	0,056	0,077	0,038	0,074	0,137

**7. Adım: Ayrım Ölçülerinin ve İdeal Çözümüne Yakınlığının Hesaplanması (Calculating The Separation Measurement And The Relative Proximity To The Ideal Solutions)**

(7) ve (8) numaralı formüller kullanılarak ayırım ölçüleri hesaplanmaktadır.  $S_1^*$  için ayırım ölçüsü aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$S_1^* = \sqrt{\frac{(0,068 - 0,098)^2 + (0,078 - 0,078)^2 + (0,045 - 0,057)^2 + (0,065 - 0,075)^2}{(0,077 - 0,097)^2 + (0,076 - 0,076)^2 + (0,082 - 0,090)^2 + (0,041 - 0,000)^2}} = 0,057$$

$S_1^-$  için ayırım ölçüsü aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$S_1^- = \sqrt{\frac{(0,068 - 0,058)^2 + (0,078 - 0,061)^2 + (0,045 - 0,045)^2 + (0,065 - 0,056)^2}{(0,077 - 0,077)^2 + (0,076 - 0,038)^2 + (0,082 - 0,074)^2 + (0,041 - 0,137)^2}} = 0,106$$

İA ve NİA ölçüleri kullanılarak her bir seçenek için PİÇ'e olan göreceli yakınlığı  $C_1^*$  (9) numaralı formül kullanılarak hesaplanmaktadır.  $C_1^*$  için yakınlık aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$C_1^* = \frac{S_1^-}{S_1^- + S_1^*} = \frac{0,106}{0,106 + 0,057} = 0,65$$

**8. Adım: Sıralamanın Yapılması (Ranking the Preference Order)**

İA ve NİA ölçüleri ve her bir seçeneğin PİÇ'e olan göreceli yakınlığı Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Ayrım Ölçüleri ve Göreceli Yakınlık  
(Table 7. The distance measurement and the relative proximity)

	$S_1^*$	$S_1^-$	$C_1^*$	Sıralama
ÖYS-1	0,057	0,106	0,650	2
ÖYS-2	0,053	0,142	0,728	1
ÖYS-3	0,143	0,053	0,270	3

Çıkan sonuçlar büyüklük sırasına göre dizildiği zaman, sıralamanın ÖYS-2, ÖYS-1 ve ÖYS-3 şeklinde olduğu görülmektedir. Yani en ideal performansa ÖYS-2 seçeneğinin sahip olduğu anlaşılmaktadır. Performansı en düşük seçeneğin ise ÖYS-3 olduğu görülmektedir.

**5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)**

Eğitim faaliyetlerinde sürekli iyileşmeyi hedefleyen kurumlar, iletişim teknolojilerin getirdiği kolaylıklardan yararlanmak durumundadır. ÖYS, kurumlara bu fırsatı sunmaktadır. Eğitim ve öğretim faaliyetlerinin birey odaklı olarak şekillendiği, mekân ve zamandan bağımsız olduğu günümüzde eğitim kurumları bu gelişmelere kendilerini uydurmak durumundadırlar.

Bu çalışmada; Kırıkkale Üniversitesinin uzaktan eğitim programlarını sürdürebilmesi için en uygun ÖYS'ni belirlemede üniversite yöneticilerinin alacakları karara destek olması amacıyla TOPSIS yöntemi temeline dayanan ve kullanımı kolay olan bir karar



destek modeli geliştirilmiştir. Bu model, ÖYS seçim sürecinde karar vericilere alacakları kararda büyük kolaylık sağlayacaktır. Üniversitenin stratejisi ile örtüşebilecek üç adet ÖYS, geliştirilen karar destek modeline göre değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmada ilk olarak ÖYS performansının değerlendirilmesinde kullanılacak kriterler belirlenmiş ve belirlenen bu kriterler uzman bir grup tarafından ağırlıklandırılmıştır. Modelin kriterleri, literatür taraması ve uzmanların görüşleri doğrultusunda; GY, Dİ, Ö, S, İ, BH, KK ve F olarak belirlenmiştir. Modelde **interaktif** faktörünün %14,7 ile en önemli kriter, **ödevler** faktörünün ise %8,5 ile en zayıf kriter olduğu tespit edilmiştir.

Karar modelinin uygulanması sonucunda alternatifler arasından en uygun seçeneğin 0,728 ile ÖYS-2, ikinci uygun seçeneğin ise 0,650 değeri ile ÖYS-1 olduğu belirlenmiştir. ÖYS-3 seçeneğinin ise 0,270 değeri ile performansı en düşük alternatif olduğu görülmüştür.

Önerilen modelde uzmanların görüşleri karar verme sürecine dâhil edilmiştir. Model, özel yazılımlara ihtiyaç olmadan kolayca uygulanabilen ve gerektiği zaman yargıların değiştirilebildiği esnek bir yapıda oluşturulmuştur. Oluşturulan model, farklı kriterlerin modele dahil edilmesiyle farklı kurumlar içinde kullanılabilen esnek bir yapı içermektedir. Karar modeli, eğitim kurumu yöneticileri tarafından büyük oranda kabul görmüştür.

İleride yapılacak çalışmalarda; modelin kriter ağırlıkları AHS ya da AAS yöntemi ile belirlenebilir ve model, karar verme süreçlerindeki belirsizlikleri gidermeye yönelik olarak bulanık küme teorisi ile desteklenebilir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Şahin, M. ve Erişen, Y., (2010). Mesleki Ve Teknik Eğitimde Sanal Eğitim Uygulaması. e-Journal of New World Sciences Academy Education Sciences, 5(4), ss: 1825-1845.
2. Terkeşli, R. ve Gül, Z., (2011). Sanal Sınıf Uygulamalarının Mesleki Gelişime Katkısının Değerlendirilmesi: Emniyet Genel Müdürlüğü Örneği. Polis Bilimleri dergisi, 13(4), ss:153-186.
3. Sebetci, Ö., (2009). Uzaktan Eğitim İçin Web Tabanlı Bir Uygulama: Sürücü Eğitimi. NWSA e-Journal of New World Sciences Academy, 4(3), ss:806-814.
4. Alkhateeb, F., Almaghayreh, E., Aljawarneh, S., Muhsin, Z., and Nsour, A., E-learning Tools and Technologies in Education: A Perspective, <http://people.math.sfu.ca/~vjungic/Alk.pdf>, (Erişim Tarihi: 24/12/2012).
5. Scanlan, C., Goyal, A., and Spagnolo, A., (2011). Faculty-Driven Head-to-Head Comparison of Moodle vs. Sakai. In Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, Chesapeake, VA: AACE, pp: 891-896,
6. Costaa, C., Alvelosa, H., and Teixeira, L., (2012). The Use of Moodle e-learning Platform: A Study in a Portuguese University. Procedia Technology, 5, pp:334-343.
7. Pipan, M., Arh, T., and Blazic, B.J., (2007). Evaluation and Selection of the most Applicable Learning Management System. Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Applied Informatics and Communications, 7, pp:350-354.
8. Logan, K. and Neumann, T., (2010). Comparison of Blackboard 9.1 and Moodle 2.0. London: Learning Technologies Unit, Institute of Education, University of London. Available from URL:<http://www.lkl.ac.uk/LTU/Publications>.



9. Stewart, B., Briton, D., Gismondi, M., Heller, B., Kennepohl, D., McGreal, R., and Nelson, C., (2012). Choosing MOODLE: An Evaluation of Learning Management Systems at Athabasca University. *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)*, 5(3), pp:1-7.
10. Otto, R., *Feature\_Comparison\_Moodle-Blackboard*. [http://moodle.ruhr-uni-bochum.de/file.php/1/Feature\\_Comparison\\_Moodle-Blackboard.pdf](http://moodle.ruhr-uni-bochum.de/file.php/1/Feature_Comparison_Moodle-Blackboard.pdf). (Erişim tarihi: 16.04.2012)
11. Lewis, B.A., MacEntee, V.M., DeLaCruz, S., Englander, C., Jeffrey, T., Takach, E., Wilson, S., and Woodall, J., (2005). Learning Management Systems Comparison. *Proceedings of the 2005 Informing Science and IT Education Joint Conference*. Flagstaff, Arizona, USA - June 16-19, pp:17-29.
12. Kljun, M., Vicic, J., Kavsek, B., and Kavcic, A., (2007). Evaluating Comparisons and Evaluations of Learning Management Systems. *Proceedings of the ITI 2007 29th Int. Conf. on Information Technology Interfaces*, June 25-28, 2007, Cavtat, Croatia, pp:363-368.
13. Itmazi, J.A., Gea, M.M., Paderewski, P., and Gutierrez, F.L., (2005). A Comprasion and Evaluation Of Open Source Learning Managment Systems. *IADIS International Conference Applied Computing 2005*. Algarve, Portugal, 22-25 Feb., pp:1-11.
14. Georgieva, E., (2006). A Comparison Analysis of Mobile Learning Systems. *International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech' 2006*, IV.17 pp:1-6.
15. Momani, A.W., (2010). Comparison between two Learning Management Systems: Moodle and Blackboard. Electronic copy available at: <http://ssrn.com/abstract=1608311> (Erişim T:02/02/2013).
16. Qureshi, M.N., Kumar, D., and Kumar, P., (2007). Selection of Potential 3PL Services Providers using TOPSIS with Interval Data. *Industrial Engineering and Engineering Management, IEEE International Conference on*, pp:1512-1516.
17. Qureshi, M.N., Kumar, D., and Kumar, P., (2008). 3PL Evaluation and Selection Under a Fuzzy Environment: A Case Study. *The Icfai Journal of Supply Chain Management*, 5(1),pp:38-53.
18. Cao, J., Wang, W.W., and Cao, G., (2007). Integration of the Social Welfare Function and TOPSIS Algorithm for 3PL Selection. *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, Fourth International Conference on*, pp:596-600.
19. Bottani, E. and Rizzi, A., (2006). A Fuzzy TOPSIS Methodology to Support Outsourcing of Logistic Services. *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(4), pp: 294-308.
20. Ravi, V., (2012). Selection of third-party reverse logistics providers for End-of-Life computers using TOPSIS-AHP based approach. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 11(1), pp:24-37.
21. Kannan, G., Pokhare, S., and Kumar, P.S., (2009). A hybrid approach using ISM and fuzzy TOPSIS for the selection of reverse logistics provide., *Resources, Conservation and Recycling*, 54, pp:28-36.
22. Xi, F. and Zhang, L., (2011). A Personnel Selection Model Based on TOPSIS. *Management science and Engineering*, 5(3), 107-110.
23. Zeydan, M., Çolpan, C., and Çobanoğlu, C., (2011). A combined methodology for supplier selection and performance evaluation, *Expert Systems with Applications* 38, pp: 2741-2751.



24. Awasthi, A., Chauhan, S.S., and Omrani, H., (2011). Application of fuzzy TOPSIS in evaluating sustainable transportation systems. *Expert Systems with Applications*, 38(10), pp:2270-2280.
25. Chamodrakas, I., Martakos, D., (2012). A utility-based fuzzy TOPSIS method for energy efficient network selection in heterogeneous wireless networks. *Applied Soft Computing*, 12(7), pp:1929-1938.
26. Boix, M., Montastruc, L., Pibouleau, L., Azzaro-Pantel, C., and Domenech, S., (2011). A Multiobjective Optimization Framework for Multicontaminant Industrial Water Network Design. *Journal of Environmental Management*, 92, pp:1802-1808.
27. Chu, J. and Su, Y., (2012). The Application of TOPSIS Method in Selecting Fixed Seismic Shelter for Evacuation in Cities. *Systems Engineering Procedia*, 3, pp:391-397.
28. Rao, P.V. and Baral, S.S., (2011). Attribute Based Specification, Comparison and Selection of Feed Stock for Anaerobic Digestion Using MADM Approach. *Journal of Hazardous Materials*, 186, pp:2009-2016.
29. Pazand, K., Hezarkhani, A., and Ataei, M., (2012). Using TOPSIS approaches for predictive porphyry Cu potential mapping: A case study in Ahar-Arasbaran area (NW, Iran). *Computers & Geosciences*, 49, pp:62-71.
30. Peng, Y., Zhang, Y., Tang, Y., and Li, S., (2011). An Incident Information Management Framework Based on Data Integration, Data Mining, and Multi-Criteria Decision Making. *Decision Support Systems*, 51, pp:316-327.
31. Sun, Y.F., Liang, Z.S., Shan, C.J., Viernstein, H., and Unger, F., (2011). Comprehensive Evaluation of Natural Antioxidants and Antioxidant Potentials in Ziziphus Jujuba Mill. Var. Spinosa (Bunge) Hu ex H. F. Chou Fruits Based on Geographical Origin by TOPSIS method. *Food Chemistry*, 124, pp:1612-1619.
32. Chang, C.H., Lin, J.J., Lin, J.H., and Chiang, M.C., (2010). Domestic Open-End Equity Mutual Fund Performance Evaluation Using Extended TOPSIS Method with Different Distance Approaches. *Expert Systems with Applications*, 37, pp:4642-4649.
33. Ayala, J.G., (2012). Selecting Irrigation Water Pricing Alternatives Using A Multi-Methodological Approach. *Mathematical and Computer Modelling*, 55, pp:861-883.
34. İç, Y.T., (2012). An experimental design approach using TOPSIS method for the selection of computer-integrated manufacturing technologie. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 28(2), pp:245-256.
35. Baykasoğlu, A., Kaplanoğlu, V., Durmuşoğlu, Z.D.U., and Şahin, C., (2013). Integrating fuzzy DEMATEL and fuzzy hierarchical TOPSIS methods for truck selection. *Expert Systems with Applications*, 40(3), pp:899-907.
36. Paksoy, T., Yapici Pehlivan, N. ve Kahraman, C., (2012). Organizational strategy development in distribution channel management using fuzzy AHP and hierarchical fuzzy TOPSIS. *Expert Systems with Applications*, 39(3), pp:2822-2841.
37. Amiri, M., Zandieh, M., Vahdani, B., Soltani, R., and Roshanaei, V., (2010). An Integrated Eigenvector-DEA-TOPSIS Methodology for Portfolio Risk Evaluation in the FOREX Spot Market. *Expert Systems with Applications*, 37, pp:509-516.
38. Hwang, C.L. and Yoon, K., (1981). Multiple Attribute Decision Making Methods and Application. A State-of-the-Art Survey, Berlin, Heidelberg, New York, p.128.



- 
39. Cheng, S., Chan, C.W., and Huang, G.H., (2002). Using Multiple Criteria Decision Analysis for Supporting Decisions of Solid Waste Management. *Journal of Environment Science Health*, 37(6), p:983.
  40. Janic, M., (2003). Multicriteria Evaluation of High-Speed Rail, Transrapid Maglev and Air Passenger Transport in Europa. *Transportation Planning & Technology*, 26(6), pp:491-512.
  41. Cheng, M.F. and Wang, R.T., (2001). Considering the financial ratios on the performance evaluation of highway bus industry. *Transport Reviews*, 21(4), pp:449-467.
  42. Rao R.V., (2008). Evaluation of environmentally conscious manufacturing programs using multiple attribute decision-making methods. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers - Part B - Engineering Manufacture*, 222(3), pp:441-451.
  43. Yurdakul, M. and İç, Y.T., (2005). Development of a performance measurement model for manufacturing companies using the AHP and Topsis approaches. *International Journal of Production Research*, 43(21), pp:4609-4641.
  44. Peters, M.L. and Zelewski, S., (2007). TOPSIS als Technik zur Effizienzanalyse. *Zeitschrift für Ausbildung und Hochschulkontakt*, pp:1-9.
  45. Triantaphyllou, E., (2000). *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp:139-140.