

AHP TEMELLİ MULTIMOORA VE COPRAS YÖNTEMİ İLE TÜRKİYE KÖMÜR İŞLETMELERİ'NİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Hacettepe Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi Dergisi,
Cilt 33, Sayı 4, 2015,
s. 1-28

Esra AKSOY

Süleyman Demirel Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme ABD
esraksy@hotmail.com

Nuri ÖMÜRBEK

Doç.Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
İşletme Bölümü
nuriomurbek@sdu.edu.tr

Meltem KARAATLI

Yrd.Doç.Dr., Süleyman Demirel
Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
İşletme Bölümü
meltemkaraatli@sdu.edu.tr

Öz: Günümüzde artan nüfus ve endüstrileşmeyle beraber, enerji tüketimi hızla artmaktadır. Günümüzde artan enerji talebini karşılayabilecek olan kömür rezervlerinin verimli işletilip, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması için bilimsel ve teknolojik yöntemler kullanılmalıdır. Bu bağlamda, çevresel faktörleri de dikkate almak suretiyle etkin, verimli ve sürdürülebilir üretim yapmak ve çalışmalara hız verilmesi gerekmektedir. Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) sekiz ayrı işletmeden oluştuğu için bu işletmelerin performanslarının değerlendirilmesinde kullanılmak üzere belirlenen kriterler her bir işletme için farklı değerler almaktadır. Böyle bir durumda da Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin uygulanması tercih edilmektedir. Bu çalışmada; Türkiye Kömür İşletmeleri'ne ait sekiz işletmenin AHP temelli MULTIMOORA ve COPRAS yöntemleri ile performans değerlendirmesi amaçlanmıştır. 2008-2012 yıllarını kapsayan analizler için toplam satış, faaliyet karı, rezerv durumu, çalışan kişi sayısı, dekapaj miktarı, yatırım harcamaları ve üretim miktarı kriterleri dikkate alınmıştır.

Anahtar Sözcükler: Türkiye Kömür İşletmesi, çok kriterli karar verme, AHP, MULTIMOORA, COPRAS.

**USE OF AHP-BASED
MULTIMOORA AND COPRAS
METHODS FOR EVALUATING
THE PERFORMANCE OF
TURKISH COAL ENTERPRISES**

*Hacettepe University
Journal of Economics
and Administrative
Sciences
Vol 33, Issue 4, 2015,
pp. 1-28*

Esra AKSOY

Süleyman Demirel University
Institute of Social Sciences
Business Administration
esraksy@hotmail.com

Nuri ÖMÜRBEK

Assoc.Prof.Dr., Süleyman Demirel
University
Faculty of Economics and
Administrative Sciences
Department of Business Administration
nuriomurbek@sdu.edu.tr

Meltem KARAATLI

Assist.Prof.Dr., Süleyman Demirel
University
Faculty of Economics and
Administrative Sciences
Department of Business Administration
meltemkaraatli@sdu.edu.tr

Abstract: Industrialization and growing population rapidly increase energy consumption. Nowadays, in order to productively utilize the coal reserves that can supply increasing energy demand to reduce foreign dependencies, scientific and technological methods must be used. In this context, it is also necessary to consider environmental factors for effective, productive and sustainable manufacturing. As Turkish Coal Enterprises operate eight sub companies, performance criteria for each company have different values. In such cases, multi criteria decision-making is preferred for performance evaluation. In this study, it was aimed to examine the performances of eight sub companies, operated by Turkish Coal Enterprises, using AHP-based Multimoora and Copras methods. The analyses for the years of 2008-2012 consisted of seven criteria, which are total sales, activity profit, reserves, number of employees, amount of decoupage, investment spendings and amount of products.

Anahtar Sözcükler: *Turkish Coal Enterprise, multi criteria decision-making, AHP, MULTIMOORA, COPRAS.*

GİRİŞ

Ekonomik büyüme ve nüfus artışıyla birlikte Türkiye’de enerjiye olan talep her yıl artmakta olup, artan enerji talebinin yerli kaynaklarla karşılanması ekonomi açısından büyük önem taşımaktadır (TKİ 2013 Faaliyet Raporu, <http://www.tki.gov.tr/Dosyalar/Dosya/2013yillikfaaliyetraporu.pdf>. E.T. 25.06.2014: 14). Bir ülkede zengin kömür rezervlerinin bulunması, o ülke için enerji arz güvenliğinin sağlanması bakımından çok büyük bir avantaj anlamına gelmektedir. Dünya enerji üretim ve tüketiminin gelecekte de aynı eğilimi göstermesi durumunda, günümüzde bilinen rezervlerin kullanım sürelerinin petrol için 40 yıl, doğalgaz için 60 yıl ve kömür için ise 160 yıl olduğu varsayımı göz önüne alındığında elektrik üretiminde kömür kullanımının giderek daha da artacağı öngörülebilmektedir (TKİ 2009 Kömür Sektör Raporu (Linyit), http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TKI.pdf. E.T. 25.06.2014: 10). Ülkemiz linyit kömürü açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Özellikle son zamanlarda gelişen yakma teknolojileri, iyileştirilmiş kömür madenciliği uygulamaları ve Avrupa ülkeleri gibi ülkemizde de söz konusu olan doğalgaz kısıtlamaları bu potansiyeli daha çekici hale getirmektedir (Şengüler, 2014: 6).

Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ); linyit, turb, bitümlü şist, asfaltit gibi enerji hammaddelerini değerlendirerek, ülkenin ihtiyaçlarını karşılamak, ülke ekonomisine katkıda bulunacak plan ve programlar hazırlayarak takip etmek, uygulama stratejilerini tespit etmek ve gerçekleştirilmesini sağlamak amacı ile kurulmuş bir iktisadi devlet teşekkülüdür (TKİ 2013 Faaliyet Raporu, <http://www.tki.gov.tr/Dosyalar/Dosya/2013yillikfaaliyetraporu.pdf>. E.T. 25.06.2014: 18). Türkiye toplam linyit rezervinin %18,3’ü ve linyit üretim kapasitesinin ise yaklaşık %40’ı TKİ’ye aittir. Üretimini tamamen termik santraller ile ısınma ve sanayi talebine bağlı olarak gerçekleştiren TKİ, son yıllarda Türkiye’nin elektrik ihtiyacını da dikkate alarak termik santrallere olan satışlarını artırmaktadır. Ayrıca, kömürün kullanımı hususu da giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Kurum, kömürün zenginleştirilmesinin yanında, kömürün, gerek termik santrallerde gerekse ısınma ve sanayide verimli ve çevreye en az zararlı kullanımına yönelik araştırmalarda bulunmayı da stratejik bir husus olarak görmektedir (TKİ 2012 Kömür Sektör Raporu (Linyit), http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TKI_2012.pdf. E.T. 03.07.2014: 42-43). TKİ kurumuna bağlı olarak çalışan her bir işletme farklı bir kriter açısından ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda TKİ’ne ait işletmelerin performanslarının değerlendirilmesinde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmalıdır. TKİ’ne ait işletmelerin performans değerlendirmesinde kullanılacak ÇKKV yöntemleri,

farklı özelliklere sahip olan alternatifleri birçok kritere göre değerlendirerek sıralamaktadırlar. Çalışmada TKİ'nin sahip olduğu sekiz işletmesinin 2008-2012 yılları arası; toplam satış, faaliyet karı, rezerv durumu, çalışan kişi sayısı, dekapaj miktarı, yatırım harcamaları ve üretim miktarı kriterleri açısından ele alınarak Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemiyle kriter ağırlıkları, MULTIMORA ve COPRAS ÇKKV yöntemleri kullanılarak da performans değerlendirme yapılmıştır.

1.LİTERATÜR

ÇKKV yöntemleri, birçok işletme ve sektör için performans değerlendirme veya ideal seçimin belirlenmesi çalışmalarında sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. Bu çalışmalardan bazıları Tablo 1.'de özetlenmiştir.

Tablo 1. AHP, MOORA ve COPRAS Yöntemleri İle İlgili Literatür Özeti

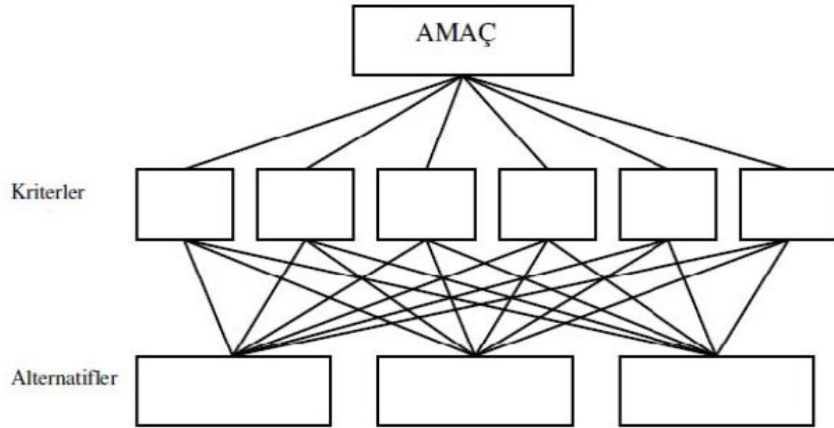
AHP Yöntemi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	
Müteahhit Firma Seçimi	(Al-Harbi, 2001: 19-27)
Tedarikçi Seçimi	(Tam, Tummala, 2001: 171-182)
Restaurant Yeri Seçimi	(Tzeng, 2002: 171-187)
Performans Değerlendirme	(Sağır , Özdemir, 2002: 2-11), (Eraslan, Algün, 2005: 95-106), (Kadak, 2006:), (Stankeviciene, Mencaite, 2012: 189-205)
ERP Sistemi Seçimi	(Wei vd, 2005 :47-62)
Bursiyer Seçimi	(Hacıköylü, 2006)
İş Planı Yazılım Seçimi,	(Hell, vd, 2013: 223-234)
Kuruluş Yeri Seçimi	(Ömürbek, vd, 2013: 101-116)
MOORA Yöntemi ile Yapılan Çalışmalar	
Akılcı Konut Alternatifi Seçimi	(Kalibatas, Turskis, 2008: 79-83)
Isı ve Enerji Kayıpları için Proje Önerisi	(Kracka vd., 2010: 352-359)
Çok Kriterli Karar Verme	(Ersöz, Atav, 2011: 78-87)
Kritik Yolun Belirlenmesi	(Karaca, 2011:)
Turistik Yerlerin Popülaritesinin Belirlenmesi	(Önay, Çetin, 2012: 90-109)
Sürdürülebilir Elektrik Üretim Teknolojileri Seçimi	(Streimikiene vd., 2012: 3302-3311)
Malzeme Seçimi	(Karande, Chakraborty, 2012: 317-324)
İklim Değişikliği Azaltım Politikaları ve Önlemlerin Sıralanması	(Streimikiene, Balezentis, 2013: 144-153)
Robot Seçimi	(Datta, vd, 2013: 201-232)
İnşaat Şirketlerinin Fırsat Değerlendirmesi	(Kildiene, 2013: 557-564)
Bulut Teknoloji Firmalarının Hizmet Sıralaması	(Yıldırım, Önay, 2013: 59-81)
Farklı Normalizasyon Yöntemlerinde Tercih Sıralaması	(Özdağoğlu, 2014: 283-294)
Atık Arıtma Teknolojisi Değerlendirme	(Liu, vd, 2014: 2355-2364)
COPRAS Yöntemi ile Yapılan Çalışmalar	
Müteahhit Firma Seçimi	(Kaklauskas vd., 2006: 454-462)
Yatırım Projeleri Seçimi	(Popovic, vd, 2012: 257-269)
Personel Seçimi	(Zolfani vd., 2012: 88-104)
Enstitü Performans Değerlendirmesi	(Das, vd, 2012: 230-241)
İmalat İşletmeleri için Eksantrik Pres Alternatiflerinin Değerlendirilmesi	(Özdağoğlu, 2013a: 1-22)
Farklı Normalizasyon Yöntemlerinde Tercih Sıralaması	(Özdağoğlu, 2013b: 229-252)
Konut Yeri Seçimi	(Mulliner, vd, 2013: 270-279)
Sosyal Medya Platformu Seçimi	(Tavana vd, 2013: 5694-5702)
Kırsal Alanlardan Bina Yapı Değerlendirmesi	(Zolfani, Zavadskas, 2013: 1295- 1301)
Çok Yaşayan Evlerde Ekonomik Modernleşme Değerlendirmesi	(Staniunas vd., 2013: 88-98)
Takım Tezgahı Seçimi	(Nguyen vd., 2014: 3078-3090)
Petrol Üreten Şirketlerin Performans Değerlendirilmesi	(Rabbani vd., 2014: 7316-7327)

2. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİ

Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process-AHP) ilk olarak 1968 yılında Myers ve Albert tarafından ortaya atılmış 1977 yılında ise Saaty tarafından geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir (Yaralıoğlu, 2010: 42). AHP problemleri hiyerarşik bir yapıda ele alan ve ikili karşılaştırma mantığına dayanan çok kriterli karar verme tekniğidir (Felek *vd.*, 2007: 8). Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, çok sayıda birbirinden bağımsız ve farklı şekillerde ifade edilen kriterleri dikkate alarak, en uygun seçeneğin belirlenmesine yardımcı olan yaklaşımlardır (Usta, 2009: 33).

Karmaşık problemler, problemi oluşturan bileşenlerin hiyerarşik ilişkilerinin belirlenmesiyle daha anlaşılır hale getirilebilir (Timor, 2010: 302). AHP’ de problemler hiyerarşik bir yapı ile gösterilmektedir. AHP yönteminde oluşturulacak hiyerarşide problemin ele alınmasında gerekli olan temel öğelerinin hepsini içerecek şekilde hiyerarşinin oluşturulması gerekir. Hiyerarşi, hedef ve karar alternatifleri belirlendikten sonra, bu alternatifleri değerlendirmek için hangi kriterlerin ele alınacağını belirlemek amacıyla tüm ana kriterlerin ve alt kriterlerinin belirlenmesiyle oluşturulur (Tütek *vd.*, 2012: 332). Hiyerarşide oluşturulan kriterleri belirleyebilmek için anket çalışması yapılmakta ya da uzman kişilerin görüşlerinden yararlanılmaktadır (Dağdeviren *vd.*, 2004: 132). Şekil 1.’de üç seviyeli Analitik Hiyerarşi Modeli verilmiştir (Saaty, Vargas, 2001: 3.).

Şekil 1. Üç Seviyeli Analitik Hiyerarşi Modeli



Kaynak: (Saaty, Vargas, 2001: 3)

Hiyerarşi oluşturulduktan sonra ikili karar matrisleri oluşturularak karar vericiden karşılaştırma yapmaları istenmektedir. Bu karşılaştırmaların tutarlılık testini sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir. İkili karşılaştırmalar yapıldıktan sonra ikili karşılaştırma matrislerinden görelî ağırlıklar hesaplanmaktadır (Aslan, 2005: 5). AHP yönteminde ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve önem ağırlıklarının belirlenmesinde Saaty tarafından önerilen ve Tablo 2.'de verilen 1-9 önem skalası kullanılmaktadır (Saaty, 1990: 15).

Tablo 2. İkili Karşılaştırmalarda Kullanılan Önem Skalası

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önem	İki kriterde eşit derece öneme sahiptir.
3	Biraz Önemli	Deneyimler ve yargılar bir kriteri diğerine karşı biraz önemli kılar.
5	Fazla Önemli	Deneyimler ve yargılar birini diğerine karşı güçlü şekilde önemli kılmaktadır.
7	Çok Fazla	Önemli Kriter diğerine göre çok güçlü şekilde üstündür
9	Son Derece Önemli	Eldeki bilgiler ve deneyimler bir kriterin diğerine göre çok büyük oranda üstün olduğunu belirtmektedir.
2,4,6,8,	Ara Önem Dereceleri	Ara rakamlar gerektiğinde kullanılabilir

Kaynak: (Saaty, 1990: 15)

AHP'nin adımları aşağıdaki gibidir:

1. Adım: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Karar amacı ile ana kriterden başlayarak karar hiyerarşisi oluşturulmaktadır. Orta seviyede kriterler ve en düşük seviyede ise alternatifler bulunmaktadır (Saaty, 2008: 85). Oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil.1'deki gibi gösterilebilir (Saaty, Vargas, 2001: 3)

2. Adım: İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Üstünlüklerin Belirlenmesi

Amaç, kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarında önem derecelerinin belirlenmesi için (nxn) ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Saaty, 1990: 12).

3. Adım: Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmesi ve Öncelik Vektörünün Hesaplanması

İkili karşılaştırma matrisinde her sütun için, sütun toplamları alınarak ve matristeki elemanların ilgili sütun toplamına bölünerek matris normalize edilmektedir.

Daha sonra normalize edilmiş olan matriste her alternatif ya da kriter için satır toplamları alınmaktadır. Hesaplanan değerler kriterler için öncelik değerleridir ve bu değerlerin oluşturduğu matris ise öncelik vektör matrisidir. Öncelik vektörü ile oluşturulan öncelik matrisindeki, her kriter elde edilmiş olan öncelik değerlerinin, o kriter ya da seçeneğe ait ikili karşılaştırma matrisinde bulunan sütundaki tüm elemanlarla çarpılmaktadır. Böylelikle hesaplanan değerlerle, ağırlıklandırılmış toplam matris elde edilmektedir. Ağırlıklandırılmış toplam matristeki satır toplam değerlerinin, elde edilen öncelik matrisi satır değerlerine bölünmesi ve oluşan (nx1) boyutundaki son matrisdeki değerlerin aritmetik ortalamasının alınması ile λ_{max} değerinin hesaplanmaktadır (Kamal, Subhi, 2001'den akt., Özyörük, Özcan, 2005: 627).

4. Adım: Karşılaştırma Matrislerinin Tutarlılık Analizlerinin Yapılması

Yapılan ikili karşılaştırmalarda belirlenen etkileşimin tutarlı olup olmadığı tutarlılık oranı (T.O) hesaplanarak ölçülmektedir. Tutarlılık indeksi (T.İ)'nin yani $T.İ = (\lambda_{max} - n)/(n-1)$, Rastgele Tutarlılık indeksi (R.İ)'ya bölümü ile tutarlılık oranı elde edilir ve bu değer 0.10 değerinden az ise ikili karşılaştırmaların tutarlı olduğu söylenebilir. Eğer 0.10'dan büyükse karar verici grup, yapılan karşılaştırmaları tekrar gözden geçirmelidir. (Göktolga, Gökalp, 2012: 75-76). Rastgele Tutarlılık İndeksi (Rİ) değerinin farklı n değerlerine göre hesaplanan değerleri Tablo 3'de gösterilmiştir (Saaty, Tran, 2007: 966).

Tablo 3. Rastgele indeksi

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.İ.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.54	1.56	1.57	1.59

Kaynak: (Saaty, Tran, 2007: 966)

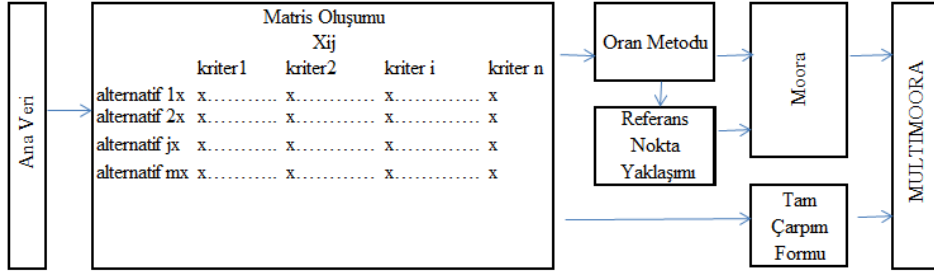
3. MOORA YÖNTEMİ

MOORA (Multi-objective Optimization By Ratio Analysis) metodu; ilk kez Willem Karel M. Brauers ve Edmundas Kazimieras Zavadskas tarafından bir bütün olarak 2006 yılında "Control and Cybernetics" adlı çalışmaları ile ortaya çıkmıştır. Metodun başlıca öne çıkan üstünlükleri; tüm amaçları dikkate ve değerlendirmeye alması, alternatifler ve amaçlar arasındaki tüm etkileşimler bölüm bölüm değil, aynı anda göz önüne alması, subjektif ağırlıklı normalleştirme yerine subjektif olmayan tarafsız değerler kullanmasıdır (Karaca, 2011: 23).

Literatürde; MOORA-Oran Metodu, MOORA-Referans Noktası Yaklaşımı, MOORA-Önem Katsayısı, MOORA-Tam Çarpım Formu ve MULTIMOORA gibi çeşitli MOORA metotları bulunmaktadır (Ersöz, Atay, 2011: 79).

MULTIMOORA tek başına bir metot olmayıp; diğer MOORA metotları sonucu yapılan sıralamaları en son baskınlıklarına göre değerlendirerek, son bir değerlendirme yapılmasını sağlamaktadır. (Şekil 2.) Böylelikle mevcut çok kriterli karar verme metotları arasında dayanıklılık bakımından en üst seviyeye taşımaktadır (Karaca, 2011: 24).

Şekil 2. MOORA Yöntemi Diyagramı



Kaynak: (Atav, 2011: 79)

Yöntem alternatiflerin ve kriterlerin oluşturduğu verinin matris şeklinde yazılmasıyla başlar ve aşağıdaki gibi devam eder (Brauers ve Zavadskas, 2006: 447).

3.1. MOORA Oran Metodu

Oran metodunda, $i = 1, 2, \dots, m$ alternatif sayısı, $j = 1, 2, \dots, n$ kriter (amaç) sayısı olmak üzere, her bir alternatifin karelerinin toplamının kareköküne kriterler bölünerek normalizasyon işlemi yapılır, bu aşama;

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}} \quad (1)$$

1 numaralı eşitlikle gerçekleştirilir. X_{ij}^* ; i . alternatifin, j . amaçtaki (kriterdeki) değerinin normalleştirilmiş halidir. $X_{ij}^* \in [0, 1]$ dir.

Bu normalizasyon işleminden sonra hazırlanan tabloda amaçların maksimum veya minimum olmasına göre belirlenip toplanırlar ve toplanan maksimum amaç değerlerinden toplanan minimum amaç değeri çıkartılır Yani $j = 1, 2, \dots, g$ maksimize edilecek amaçlar, $j = g+1, g+2, \dots, n$ minimize edilecek amaçlar olmak üzere;

$$y_i^* = \sum_{j=1}^g x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^* \quad (2)$$

şeklinde yazılabilir. y_i^* ; i alternatifinin tüm amaçlara göre normalleştirilmiş değerlendirilmesidir. y_i^* 'lerin sıralanmasıyla MOORA Oran yöntemi tamamlanmaktadır.

3.2. MOORA Referans Nokta Yaklaşımı

Bu yaklaşımında, oran metoduna ek olarak, her amaç için; amaç maksimizasyon ise maksimum noktalar, minimizasyon ise minimum noktalar olan, maksimal amaç referans noktaları (r_j ler) belirlenir. Belirlenen bu noktalara her x_{ij}^* lere olan uzaklıklar bulunmaktadır.

$$r_j - x_{ij}^* \quad (3)$$

3 numaralı işlem yardımıyla matris oluşturulur (Ersöz, Atav, 2011: 81).

Burada;

$i = 1, 2, \dots, m$ alternatiflerin sayısını,

$j = 1, 2, \dots, n$ amaçların (kriterlerin) sayısını,

x_{ij}^* , i . alternatifin j . amaçtaki normalleştirilmiş değerini,

r_j , j . amacın (kriterinin) referans noktasını göstermektedir.

Oluşturulan yeni matris, Tchebycheff Min-Maks Metrik işlemi (Karlin, Studden, 1966: 280'den akt. Brauers, Zavadskas, 2006: 448) yani (4) numaralı eşitlik;

$$\min_i \left\{ \max_j \left(|r_j - x_{ij}^*| \right) \right\} \quad (4)$$

Uygulanır ve böylece referans nokta yaklaşım sıralaması yapılır.

3.3. MOORA Tam Çarpım Formu

MOORA tam çarpım formunda amaçların değerleri ve anlamları, çarpımlar şeklinde ifade edildiğinde; x_{ij} değerleri aşağıdaki (5) numaralı eşitlikleri kullanarak normalleştirilir: U'_j : j. kriterin kullanılabilirliği olmak üzere;

$$U'_j = \frac{A_j}{B_j}, \quad A_j = \prod_{g=1}^i x_{gj}, \quad B_j = \prod_{k=i+1}^n x_{kj} \quad (5)$$

Uygulanan MOORA metodlarının sonunda, yapılan sıralamalar toplu bir şekilde değerlendirilir ve bir baskınlık karşılaştırması yapılarak sıralama yapılır (Karaca, 2011: 26).

MULTIMOORA Yöntemi ÇVKV yöntemi olarak diğer AHP, TOPSIS, VIKOR, ELECTRE ve PROMETHEE yöntemlerinden hesaplama süresi bakımından oldukça avantajlıdır. Aynı şekilde basitlik ve matematiksel işlemler açısından kıyaslandığında da oldukça kolay bir yöntemdir. Bununla birlikte güvenilirlik düzeyi yukarıda belirtilen yöntemlere göre de üst seviyededir (Yıldırım ve Önder, 2014:246).

4. COPRAS YÖNTEMİ

1996 yılında, Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesi araştırmacıları Zavadskas ve Kaklauskas karmaşık oransal değerlendirme COPRAS (Complex Proportional Assessment) adlı bir yöntem keşfetmişlerdir. Yöntem kriterlerin önem ve fayda dereceleri açısından alternatifleri sıralama ve değerlendirmesi için uygulanmaktadır. Kriter değerleri ölçüt değerlendirmesinde fayda kriterini üst düzeye çıkartılması ve faydasız kriterleri en aza indirme değerlendirilmesi için kullanılır (Podvesko, 2011: 137). COPRAS yönteminin avantajları şöyle sıralanabilir (Mulliner vd., 2013: 274):

AHP ve TOPSIS gibi diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile karşılaştırıldığında daha az hesaplama zamanı gerektiren kullanımı oldukça basit bir yöntemdir.

Alternatifleri ya da seçenekleri sıralama imkanı sağlar.

Yöntem hem kalitatif hem de kantitatif kriterleri değerlendirme imkanı sağlar.

COPRAS hem maksimize hem de minimize edilmek istenen kriterlerin her ikisi içinde hesaplama yeteneğine sahiptir. Değerlendirme sürecinde her iki kriterde ayrı ayrı

değerlendirilir. Bazı çok kriterli karar verme yöntemleri örneğin SAW gibi negatif değerlerin değerlendirilmesi için dönüşüm gerektirmekte ve bu işlem de karar verici için zaman almakta olup karmaşık bir durum yaratır.

COPRAS için diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden üstünlüğü alternatiflerin yarar derecelerini gösteriyor olmasıdır. Alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılarak diğer alternatiflerden ne kadar iyi ya da ne kadar kötü olduğunu yüzde olarak ortaya koyar.

COPRAS Yönteminin aşamaları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır. (Zavadskas vd, 2008: 242-243; Podvezko, 2011: 138-139; Özdağoğlu, 2013b: 235-236). Modeldeki değişkenler;

$A_j = i$. Alternatif $i = 1, 2, \dots, m$

$C_j = j$. değerlendirme ölçütü $j = 1, 2, \dots, n$

$W_j = j$. değerlendirme ölçütünün önem düzeyi $j = 1, 2, \dots, n$

$X_{ij} = j$. Değerlendirme ölçütü açısından i . alternatifin değeridir.

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

COPRAS Yönteminin birinci adımında karar matrisi oluşturulur ve eşitlik (6)'daki gibi gösterilir.

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \cdot \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \cdot & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \cdot & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \cdot & x_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \cdot & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

2. Adım: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Normalize edilmiş karar matrisi eşitlik (7) yardımıyla gerçekleştirilir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

3. Adım: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Oluşturulması

Ağırlıklandırılmış karar matrisi; normalize edilmiş karar matrisi sütunlarının kriterlere verilen w_j ağırlık değerleri ile çarpılarak bulunur ve eşitlik (8) deki denklem yardımıyla gerçekleştirilir.

$$D' = d_{ij} = x_{ij}^* \cdot w_j \quad (8)$$

4. Adım: Faydalı ve Faydasız Ölçütlerin Hesaplanması

Bu aşamada faydalı ölçütler, amaca ulaşmada daha yüksek değerlerin daha iyi durumu belirttiği ölçütleri ifade ederken; faydasız ölçütler ise amaca ulaşmada daha düşük değerlerin daha iyi durumu gösterdiği ölçütleri ifade etmektedir.

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^k d_{ij} \quad j=1,2,\dots,k \quad \text{faydalı ölçütler} \quad (9)$$

$$S_i^- = \sum_{j=k+1}^n d_{ij} \quad j=k+1, k+2,\dots,n \quad \text{faydasız ölçütler} \quad (10)$$

5. Adım: Q_i Göreceli Önem Değerlerinin Hesaplanması

Q_i değerleri; her bir alternatif için göreceli önem değeridir ve eşitlik (11) yardımıyla hesaplanır. Hesaplamalar sonucu en yüksek göreceli önem değerini alan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenir.

$$Q_i = S_i^+ + \frac{\sum_{i=1}^m S_i^-}{S_i^- \cdot \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_i^-}} \quad (11)$$

6. Adım: En Yüksek Göreceli Önem Değerlerinin Hesaplanması

En yüksek göreceli öncelik değeri ise (12) numaralı eşitlik ile bulunmaktadır.

$$Q_{\max} = \text{enbüyük } \{Q_i\} \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

7. Adım: Alternatifler için Performans İndeksi P_i Değerlerinin Hesaplanması

Her bir alternatif için P_i olarak belirtilen performans indeksi eşitlik (13) yardımıyla hesaplanır.

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \cdot 100\% \quad (13)$$

Bulunan P_i performans değer indeksi 100 olan alternatif en iyi alternatiftir. Alternatiflerin tercih sıralaması performans indeks değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanarak sonuca varılır.

5. TÜRKİYE KÖMÜR İŞLETME KURUMUNUN 2008-2012 YILLARI ARASI PERFORMANSININ DEĞERLENDİRMESİNDE AHP, MULTIMOORA VE COPRAS YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI

Bu çalışmada Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ)'de faaliyet gösteren müesseseler ve müesseselere bağlı işletmelerin performans değerlendirmesi ele alınacaktır. 2012 yılının Ekim ayında Seyitömer Linyitleri İşletmesi, Elektrik Üretim Anonim Şirketi'ne (EUAŞ) devredilmiştir (TKİ 2012 Faaliyet Raporu, http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TKI_2012.pdf. E.T. 03.07.2014: 8). Ayrıca, Güney Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi ve Yeniköy Linyitleri İşletmesi Ağustos 2013'de Yeniköy Yatağan Elektrik Üretim ve Ticaret A.Ş. (YEAS) 'a devredilmiştir. Bursa Linyitleri İşletmesi ise Ağustos 2014'de Soma Elektrik Üretim ve Ticaret A.Ş. (SEAS) 'a devredildiğinden alternatiflerin verileri eksik olmaktadır. Bu nedenle çalışmada alternatif olarak belirlenen işletmelerin 2008-2012 yılları arasında düzenli verilerinin elde edilememesinden dolayı bu yıllar dikkate alınmıştır. Ele alınan işletmeler ve bağlı oldukları müesseseler Şekil 3.'de gösterilmiştir.

**Şekil 3. TKİ İşletmeleri
Üretim Sahaları ve Kontrol Birimleri**



Müesseseler/İşletmeler:

ELİ	Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi,	Manisa-Soma
ÇLİ	Çan Linyitleri İşletmesi,	Çanakkale-Çan (ELİ'ye bağlı)
GLİ	Garp Linyitleri İşletmesi Müessesesi,	Kütahya-Tavşanlı
BLİ	Bursa Linyitleri İşletmesi,	Bursa-Orhaneli (GLİ'ye bağlı)
İLİ	Ilgın Linyitleri İşletmesi,	Konya-Ilgın (GLİ'ye bağlı)
GELİ	Güney Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi,	Muğla-Yatağan
YLİ	Yeniköy Linyitleri İşletmesi,	Yeniköy-Muğla (GELİ'ye bağlı)
SLİ	Seyitömer Linyitleri İşletmesi,	Seyitömer-Kütahya
	<small>(Seyitömer Linyitleri İşletmesi Müessesesi, işletmeye dönüştürülerek Ekim 2012'de EUAŞ'a devredilmiştir.)</small>	

Kaynak: (TKİ 2012 Faaliyet Raporu,

<http://www.tki.gov.tr/Dosyalar/Dosya/2012yillikfaaliyetraporu.pdf> E.T. 28.06.2014: 6)

Bir işletmenin *kâr, üretim, işgücü* gibi önemli kriter ve araçlarının başarılı bir şekilde kullanılıp kullanılmadığı, performans ölçüm ve değerlendirmeleriyle anlaşılabilir (Bülbül ve Köse, 2011:93). Bu yüzden çalışmada işletmeler için önemli olan bu kriterlere ek olarak TKİ'nin 2010-2014 stratejik planında yer alan *rezerv, dekapaj, çalışan sayısı, toplam satış ve yatırım harcamaları* performans kriterleri de değerlendirmede dikkate alınmıştır. (TKİ 2010-2014 Stratejik Planı, <http://www.tki.gov.tr/Dosyalar/Dosya/TK%C4%B02010-2014StratejikPlan%C4%B1.pdf>, E.T. 19.06.2015) Şekil 3.'de bulunan sekiz işletme; *toplam satış, faaliyet karı, rezerv durumu, çalışan kişi sayısı, dekapaj (Bina yapılacak bir arsa, dolgu yapılacak bir arazinin üzerindeki bitkisel ya da yumuşak toprağın, açık maden işletmelerinde cevher üzerindeki toprağın sıyırılması işlemi) miktarı, yatırım harcamaları ve üretim miktarı* kriterleri açısından değerlendirilecektir. Değerlendirmeye esas alınacak kriterler, kodları ve birimleri Tablo 4.'de görülmektedir. Sekiz işletmenin 2008-2012 yılları arasındaki belirlenen kriter değerleri alınarak karar matrisi oluşturulmuştur.

Yapılan ikili karşılaştırma matrisleri doğrultusunda AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenerek sırasıyla MULTIMOORA ve COPRAS yönteminde kullanılarak işletmelerin performans değerlendirmeleri yapılacaktır.

Tablo 4. Kriterler, Gösterge Kodları ve Birimleri

Gösterge Kodları	Kriterler	Birimi
D	Dekapaj	Milyon m3
ÇS	Çalışan Sayısı	Adet
Ü	Üretim	Milyon Ton
TS	Toplam satış	Milyon Ton
FK	Faaliyet Karı	Milyon TL
R	Rezerv	Bin Ton
YH	Yatırım Harcaması	x1000 TL

5.1. AHP Yönteminin Uygulanması

Türkiye Kömür İşletmelerinin performansının değerlendirilmesinde ilk önce kriterlerin ağırlıklarının hesaplanabilmesi için hazırlanan anketler TKİ'de çalışan üst düzey yönetici, uzman ve mühendislerden oluşan 10 kişilik bir ekibe yaptırılmıştır. Daha sonra yapılan ankette ikili karşılaştırmalar geometrik ortalama yöntemi ile birleştirilerek AHP yönteminde kullanılacak olan karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi, kriter ağırlıkları ve tutarlılık oranı Tablo 5.'de görülmektedir.

Tablo 5. İkili Karşılaştırma AHP Matrisi, Kriter Ağırlıkları ve Tutarlılık Oranı

	D	ÇS	Ü	TS	FK	R	YH	Öncelik Vektörü (Kriter Ağırlığı)
D	1	4	1	1	1	1	0.333	0.13550
ÇS	0.25	1	0.5	0.333	0.2	0.5	0.25	0.04420
Ü	1	2	1	0.25	0.333	0.5	0.5	0.07868
TS	1	3	4	1	0.5	3	1	0.18441
FK	1	5	3	2	1	2	2	0.24418
R	1	2	2	0.333	0.5	1	0.25	0.09644
YH	3	4	2	1	0.5	4	1	0.21659
Tutarlılık Oranı : 0,05977								

5.2.MULTIMOORA Yönteminin Uygulanması

MOORA yönteminin uygulamasında ilk önce karar matrisi oluşturulmuştur.

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisi TKİ'nin her yıl web sayfasında yayınlanan faaliyet raporlarından 2008-2012 yılları arası verileri alınarak elde edilmiştir.

Tablo 6. Karar Matrisi

	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Max
	Milyon m3	Adet	Milyon Ton	Milyon Ton	Milyon TL	Bin Ton	x1000 TL
2008-2012	D	ÇS	Ü	TS	FK	R	YH
ELİ	209.2	10594	38	46.8	690.3	3249.055	53.946
ÇLİ	110.2	2105	9.1	9	27	394.413	7.823
GLİ	281.5	10684	18.4	18	205.1	1365.488	123.085
BLİ	68	2612	3.8	6.8	-46.8	506.371	8.064
İLİ	2.523	672	0.969	0.914	-10.7	1478.135	2.579
GELİ	134.3	4107	21.5	21.6	241.8	899.698	30.585
YLİ	120	2095	32.6	32.1	549	1328.987	6.217
SLİ	81.1	3983	31.6	28.5	626.5	817.791	6.735

2. Adım. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Karar matrisinin normalleştirilme işlemi, sütunlardaki her bir değer, ilgili sütundaki bütün değerlerin kareleri toplamının kareköküne bölünüp tek paydaya indirilmesiyle bulunmaktadır. (Tablo 7 ve Tablo 8.)

Tablo 7. Karar Matrisinin Normalize İşlemi

	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Max
	Milyon m3	Adet	Milyon Ton	Milyon Ton	Milyon TL	Bin Ton	x1000 TL
2008-2012	D	ÇS	Ü	TS	FK	R	YH
ELİ	43764.64	112232836	1444	2190.24	476514.09	10556358	2910.170916
ÇLİ	12144.04	4431025	82.81	81	729	155561.61	61.199329
GLİ	79242.25	114147856	338.56	324	42066.01	1864557.5	15149.91723
BLİ	4624	6822544	14.44	46.24	2190.24	256411.59	65.028096
İLİ	6.365529	451584	0.938961	0.835396	114.49	2184883.1	6.651241
GELİ	18036.49	16867449	462.25	466.56	58467.24	809456.49	935.442225
YLİ	14400	4389025	1062.76	1030.41	301401	1766206.4	38.651089
SLİ	6577.21	15864289	998.56	812.25	392502.25	668782.12	45.360225
TOPLAM	178794.9955	275206608	4404.318961	4951.535396	1273984.32	18262217	19212.42035
KAREKÖK	422.8415726	16589.35225	66.36504322	70.36714714	1128.709139	4273.4315	138.6088754

Bu aşamada karar matrisinin her bir kriter değerinin kareleri alınmıştır. Daha sonra ilgili her bir kriter sütununun toplamları alınıp daha sonra karekökleri bulunmuştur (Tablo 7).

Tablo 8. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Max
	Milyon m3	Adet	Milyon Ton	Milyon Ton	Milyon TL	Bin Ton	x1000 TL
2008-2012	D	ÇS	Ü	TS	FK	R	YH
ELİ	0.494748	0.638602	0.572591	0.665083	0.611584	0.760292	0.389196
ÇLİ	0.260618	0.126889	0.137120	0.127901	0.023921	0.092294	0.056439
GLİ	0.665734	0.644028	0.277254	0.255801	0.181712	0.319530	0.888002
BLİ	0.160817	0.157450	0.057259	0.096636	-0.041463	0.118493	0.058178
İLİ	0.005967	0.040508	0.014601	0.012989	-0.009480	0.345889	0.018606
GELİ	0.317613	0.247568	0.323966	0.306961	0.214227	0.210533	0.220657
YLİ	0.283794	0.126286	0.491222	0.456179	0.486396	0.310988	0.044853

SLİ	0.191798	0.240094	0.476154	0.405019	0.555059	0.191366	0.048590
-----	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Karar matrisinde yer alan kriter değerleri tek tek Tablo 7.'de bulunan ilgili kriter kareköklerine bölünerek normalizasyon işlemi tamamlanmıştır (Tablo 8.).

3. Adım: Ağırlıklandırılmış Normalizasyon Matrisi ve Oran Metodu

Normalize edilmiş karar matris değerleri AHP yönteminden elde edilen kriterlerin ağırlık katsayıları (W) (Tablo 9) ile çarpılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi (Tablo 10) oluşturulmaktadır.

Tablo 9. Kriter Ağırlık Tablosu

	D	ÇS	Ü	TS	FK	R	YH
Kriter Ağırlıkları	0.135503518	0.044197517	0.078681987	0.184412514	0.244177189	0.0964393	0.216588011

Ağırlıklandırılmış karar matrisi tamamlandığında, Oran Metodu için tablo ve değerler elde edilmiş olmaktadır. Optimizasyon için; bu değerler amaç fonksiyon değerlerine göre toplanırlar. Daha sonra bu verilerin değerlerine göre sıralama yapılır.

Tablo 10. Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi ve Oran Metodu

	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Max	$y_j^* = \frac{\sum_{\max} X_{ij}^*}{\sum_{\min} X_{ij}^*}$	Oran Yön.
2008-2012	D	ÇS	Ü	TS	FK	R	YH		Sıralama
ELİ	0.067040	0.028225	0.045053	0.122650	0.149335	0.073322	0.084295	0.513470	1
ÇLİ	0.035315	0.005608	0.010789	0.023586	0.005841	0.008901	0.012224	0.091048	6
GLİ	0.090209	0.028464	0.021815	0.047173	0.044370	0.030815	0.192331	0.398249	2
BLİ	0.021791	0.006959	0.004505	0.017821	-0.010124	0.011427	0.012601	0.051062	7
İLİ	0.000809	0.001790	0.001149	0.002395	-0.002315	0.033357	0.004030	0.037635	8
GELİ	0.043038	0.010942	0.025490	0.056608	0.052309	0.020304	0.047792	0.234598	5
YLİ	0.038455	0.005582	0.038650	0.084125	0.118767	0.029991	0.009715	0.314122	3
SLİ	0.025989	0.010612	0.037465	0.074690	0.135533	0.018455	0.010524	0.292045	4

Oran Metoduna göre 1. sırada Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi (ELİ) çıkmıştır. Devamında ise sırasıyla Garp Linyitleri İşletmesi Müessesesi (GLİ), Yeniköy Linyitleri İşletmesi (YLİ), Seyitömer Linyitleri İşletmesi (SLİ), Güney Ege Linyitleri

İşletme Müessesesi (GELİ), Çan Linyitleri İşletmesi (ÇLİ), Bursa Linyitleri İşletmesi (BLİ) ve son sırada Ilgın Linyitleri İşletmesi (İLİ) bulunmuştur.

4. Adım: Referans Noktası Metodu

Oran metodunun ardından her amaç için ayrı olarak. Maksimal Amaç Referans Noktaları belirlenir. Bu noktalar amaç fonksiyon değerine göre belirlenmektedir. Belirlenen bu noktalardan, her x_{ij}^* için uzaklık değerleri Tablo 11'deki gibi hesaplanmaktadır.

Tablo 11. Referans Noktaları

	D	ÇS	Ü	TS	FK	R	YH
Referans Noktası	0.090209	0.001790	0.045053	0.122650	0.149335	0.073322	0.192331

Tablo.11'deki gibi belirlenen referans noktaları ile hazırlanan matris eşitlik (3) ve (4) yardımıyla, "Tchebycheff" in min-max matrisi" oluşturulur (Tablo.12).

Tablo 12. Referans Noktası Matrisi

	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Max		Min
2008-2012	D	ÇS	Ü	TS	FK	R	YH	MAX	Sıralama
ELİ	0.023169	0.026434	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.108035	0.108035	2
ÇLİ	0.054895	0.003818	0.034264	0.099063	0.143494	0.064421	0.180107	0.180107	5
GLİ	0.000000	0.026674	0.023238	0.075477	0.104965	0.042507	0.000000	0.104965	1
BLİ	0.068418	0.005169	0.040547	0.104829	0.159459	0.061895	0.179730	0.179730	4
İLİ	0.089401	0.000000	0.043904	0.120254	0.151650	0.039965	0.188301	0.188301	8
GELİ	0.047172	0.009152	0.019562	0.066042	0.097025	0.053018	0.144539	0.144539	3
YLİ	0.051754	0.003791	0.006402	0.038525	0.030568	0.043331	0.182616	0.182616	7
SLİ	0.064220	0.008821	0.007588	0.047959	0.013802	0.054867	0.181807	0.181807	6

Referans Noktası Metodu'na göre ise 1. sırada Garp Linyitleri İşletmesi Müessesesi (GLİ), çıkarken, sırasıyla Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi (ELİ), Güney Ege Linyitleri İşletme Müessesesi (GELİ), Bursa Linyitleri İşletmesi (BLİ), Çan Linyitleri İşletmesi (ÇLİ), Seyitömer Linyitleri İşletmesi (SLİ), Yeniköy Linyitleri İşletmesi (YLİ) ve son sırada Ilgın Linyitleri İşletmesi (İLİ) bulunmuştur.

5. Adım: Tam Çarpım Formu

Bu adımda ise amaçların değerleri ve anlamları, çarpımlar şeklinde ifade edildiğinde; x_{ij} değerleri Tablo13'deki gibi normalleştirilir. Bu işlem eşitlik (5)'deki formül yardımıyla yapılmıştır.

Tablo 13. Tam Çarpım Matrisi

	1	2	2.1	3	3.	4	4.1	5	5.1	6	6.1	7	7.1	
	max	min	2.1:1:2	max	3.1=2.1*3	max	4.1=3.1*4	max	5.1=4.1*5	max	6.1=5.1*6	max	7.1=6.1*7	
2008-2012	D	ÇS		Ü		TS		FK		R		TH		Sıra
ELİ	209,2	10594	0,019747	38	0,750387	46,8	35,11811	690,3	24242	3249,055	78763698	53,946	4248986447	1
ÇLİ	110,2	2105	0,052352	9,1	0,476399	9	4,287591	27	115,765	394,413	45659,21	7,823	357191,9902	6
GLİ	281,5	10684	0,026348	18,4	0,4847997	18	8,726395	205,1	1789,78	1365,488	2443928	123,085	300810870,3	2
BLİ	68	2612	0,026034	3,8	0,098928	6,8	0,672711	-46,8	-31,4829	506,371	-15942	8,064	-128556,3245	8
İLİ	2,523	672	0,003754	0,969	0,0036381	0,914	0,003325	-10,7	-0,03558	1478,135	-52,5915	2,579	-135,633563	7
GELİ	134,3	4107	0,0327	21,5	0,7030558	21,6	15,186	241,8	3671,98	899,698	3303669	30,585	101042726,7	4
YLİ	120	2095	0,057279	32,6	1,8673031	32,1	59,94043	549	32907,3	1328,987	43733368	6,217	271890351,3	3
SLİ	81,1	3983	0,020362	31,6	0,6434246	28,5	18,3376	626,5	11488,5	817,791	9395197	6,735	63276652,03	5

Tam Çarpım Formu sonuçlarına göre ise ilk sırada Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi (ELİ) çıkmıştır. Sırasıyla Garp Linyitleri İşletmesi Müessesesi (GLİ), Yeniköy Linyitleri İşletmesi (YLI), Güney Ege Linyitleri İşletme Müessesesi (GELİ), Seyitömer Linyitleri İşletmesi (SLİ), Çan Linyitleri İşletmesi (ÇLİ), Ilgın Linyitleri İşletmesi (İLİ), ve son sırada Bursa Linyitleri İşletmesi (BLİ) bulunmuştur.

5.3. MULTIMOORA Sonuç Tablosu

Uygulanan MOORA metotlarının sonunda, elde edilen sıralamalar bir arada değerlendirilir ve bir baskınlık karşılaştırması yapılarak sıralamaya konulur.

Tablo 14. MULTIMOORA Sonuç Tablosu

	MOORA Oran Metodu	MOORA Referans Noktası Yaklaşımı	MOORA Tam Çarpım Formu	MULTIMOORA
ELİ	1	2	1	1
ÇLİ	6	5	6	6
GLİ	2	1	2	2
BLİ	7	4	8	7
İLİ	8	8	7	8
GELİ	5	3	4	5
YLI	3	7	3	3
SLİ	4	6	5	4

MULTIMOORA yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçta en iyi sıralamaya sahip olan alternatif MOORA Oran Metodu ve MOORA Tam Çarpım Formunda 1. sırada çıkan (ELİ) Ege Linyitleri İşletmeleri, en kötü sıralamaya sahip olan alternatif ise MOORA Oran Metodu ve MOORA Referans Noktası Yaklaşımı'na göre en düşük değer alarak 8.Sırada çıkan (İLİ) Ilgın Linyitleri İşletmesi çıkmıştır.

5.4. COPRAS Yönteminin Uygulanması

1. Adım: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

COPRAS yöntemine ilk olarak karar matrisinin normalize edilme işlemiyle başlanmaktadır. Tablo 8'deki karar matrisi eşitlik (7)'deki formül kullanılarak normalize edilmiş karar matrisi oluşturulmuştur (Tablo 15).

Tablo 15. Normalizasyon Matrisi

	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Max
	Milyon m ³	Adet	Milyon Ton	Milyon Ton	Milyon TL	Bin Ton	x1000 TL
2008-2012	D	ÇS	Ü	TS	FK	R	YH
ELİ	0.20778	0.28747	0.24364	0.28586	0.30247	0.32361	0.22568
ÇLİ	0.10945	0.05712	0.05834	0.05497	0.01183	0.03928	0.03273
GLİ	0.27959	0.28992	0.11797	0.10995	0.08987	0.13601	0.51493
BLİ	0.06754	0.07088	0.02436	0.04154	-0.02051	0.05044	0.03374
İLİ	0.00251	0.01824	0.00621	0.00558	-0.00469	0.14723	0.01079
GELİ	0.13339	0.11145	0.13785	0.13194	0.10595	0.08961	0.12795
YLİ	0.11919	0.05685	0.20902	0.19607	0.24056	0.13237	0.02601
SLİ	0.08055	0.10808	0.20260	0.17408	0.27452	0.08145	0.02818

2. Adım: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

Bu adımda ise normalize edilen karar matrisi AHP yönteminden elde edilen kriterlerin ağırlık katsayıları (W) ile çarpılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi (Tablo 16.) oluşturulmaktadır.

Tablo 16. Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

	Max	min	Max	Max	Max	max	Max
	Milyon m ³	Adet	Milyon Ton	Milyon Ton	Milyon TL	Bin Ton	x1000 TL
2008-2012	D	ÇS	Ü	TS	FK	R	YH
ELİ	0.02816	0.01271	0.01917	0.05272	0.07386	0.03121	0.04888
ÇLİ	0.01483	0.00252	0.00459	0.01014	0.00289	0.00379	0.00709
GLİ	0.03789	0.01281	0.00928	0.02028	0.02194	0.01312	0.11153
BLİ	0.00915	0.00313	0.00192	0.00766	-0.00501	0.00486	0.00731
İLİ	0.00034	0.00081	0.00049	0.00103	-0.00114	0.01420	0.00234
GELİ	0.01807	0.00493	0.01085	0.02433	0.02587	0.00864	0.02771
YLİ	0.01615	0.00251	0.01645	0.03616	0.05874	0.01277	0.00563
SLİ	0.01091	0.00478	0.01594	0.03210	0.06703	0.00786	0.00610

3. 4. ve 5. Adımlar: Her Alternatif için S_j^+ ve S_j^- Değerlerinin, Q_i Değerlerinin ve P_i Değerlerinin Hesaplanması

Bu aşamada Eşitlik (9) kullanılarak her bir alternatif için S_j^+ değerleri ve Eşitlik (10) kullanılarak her bir alternatif için S_j^- değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 17'de verilmiştir. Bu tablo oluşturulurken ilk alternatif olan ELİ için S_j^+ değerini

bulmak amacıyla Tablo 16'nın ilk satırında bulunan maximum kriterler olarak kabul edilen dekapaj, üretim, toplam satış faaliyet karı, rezerv ve yatırım harcamalarının toplamı S_j^+ değerini minimum kriter olarak S_j^- değerini ise faydasız kriter olarak değerlendirilen çalışan sayısının değeri oluşturulur. Daha sonra her alternatif için Eşitlik (11) yardımıyla Q_i olarak belirtilen göreceli önem değerleri hesaplanmıştır. Son olarak da P_i değerlerinin hesaplanmasında Eşitlik (12)'nin uygulanması sonucu bulunan en yüksek göreceli öncelik değeri Q_{max} değeri yani 0.255178 ile Eşitlik (13) kullanılarak hesaplanan her bir alternatif için ilişkin olarak simgelenen performans yüzdeleri Tablo 17.'de görülmektedir.

Tablo 17. S_j^+ ve S_j^- Değerleri, Q_i Değerleri ve P_i Değerleri

	S_j^+	S_j^-	$1/S_j^-$	Q_i	P_i	Sıralama
ELİ	0.25399	0.01271	78.705163	0.255178	100.00000	1
ÇLİ	0.04333	0.00252	396.1057	0.049315	19.32554	6
GLİ	0.21403	0.01281	78.042165	0.215211	84.33761	2
BLİ	0.02589	0.00313	319.21994	0.030718	12.03806	8
İLİ	0.01725	0.00081	1240.7775	0.036008	14.11103	7
GELİ	0.11548	0.00493	203.01984	0.118547	46.45665	5
YLİ	0.14589	0.00251	397.99642	0.151909	59.53078	3
SLİ	0.13995	0.00478	209.34032	0.143113	56.08359	4
Toplam		0.04420	2923.20708			

Hesaplanan P_i değerinden sonra yapılan sıralamada en yüksek değeri % 100 değere sahip ve MULTIMOORA sonucuyla aynı sıralamada çıkan 1.alternatif olan ELİ (Ege Linyitleri İşletmesi) almıştır. En kötü alternatif ise % 12.03806 değerle BLİ (Bursa Linyitleri İşletmesi) çıkmıştır.

SONUÇ DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Kömür, elektrik üretimi amacıyla kullanılan yakıtlar arasında en yaygın olanıdır. Gelecekte, elektrik üretiminde kömürün payının azalacağı, doğal gaz payında ise önemli artışların olacağı tahmin edilmektedir. Buna karşın kömürün, elektrik üretiminde en yüksek oranda kullanılan yakıt olma niteliğinin 2030 yılına kadar değişmeyeceği öngörülmektedir (TKİ Kömür Sektör Raporu (Linyit), 2009: 9).

Bu çalışmada Türkiye Kömür İşletmelerine ait sekiz işletmenin 2008-2012 yılları arası; ilgili literatür ve TKİ'nin stratejik planından elde edilen bilgiler ışığında toplam

satış, faaliyet karı, rezerv durumu, çalışan kişi sayısı, dekapaj miktarı, yatırım harcamaları ve üretim miktarı kriterleri açısından incelenerek AHP, MULTIMOORA ve COPRAS çok kriterli karar verme yöntemleri ile performans değerlendirilmesi yapılmıştır.

Uygulama sonucunda Türkiye Kömür İşletmeleri'nin performanslarının değerlendirilmesi için uygulanan yöntemlere bakıldığında her iki yöntemde de en iyi performans gösteren işletme ELİ (Ege Linyitleri İşletmesi) çıkmıştır. ELİ (Ege Linyitleri İşletmesi) aynı zamanda Manisa Vergi Dairesi Başkanlığı 25.Vergi Haftası etkinlikleri kapsamında gerçekleşen Gelir ve Kurumlar Vergisi Rekortmenleri Ödül Töreninde 2013'ün Kurumlar Vergisi Rekortmeni olmuştur (<http://www.milliyet.com.tr/manisa-da-vergi-rekortmenleri-belli-manisa-yerelhaber-53928/>, E.T.15.06.2015). Bu durum ele alınan kriterler içerisinde *faaliyet karı* ve *toplam satış* kriterlerinin performans değerlendirmesinde büyük önem taşıdığını göstermektedir. Aynı şekilde en düşük performansı gösteren alternatif ise, son sıradaki BLİ (Bursa Linyitleri İşletmesi) ve ILİ'nin (Ilgın Linyitleri İşletmesi) faaliyet karlarındaki düşüş performanslarını kötü etkilemiştir. Diğer kriterlere bakılacak olursa aynı şekilde dekapaj miktarı ve toplam satış kriterleri de performans değerlendirme açısından oldukça etkili kriterlerdir. Her iki yöntemin sonuçları kıyaslandığında büyük oranda aynı sonuçların çıkması birbirini doğrular ve tutarlılığını arttırır niteliktedir. Bu durumda işletmelerin performans değerlendirmesi için ÇKKV yöntemlerinin kullanılması uygun olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Al-Harbi, K.M.A. (2001), "Application of the AHP in Project Management", *International Journal of Project Management*, 19, 19-27.
- Aslan, N. (2005), *Analitik Network Prosesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Brauers, W.K.M., E.K. Zavadskas (2006), "The MOORA Method and its Application to Privatization in a Transition Economy", *Control and Cybernetics*, 35(2), 445-469.
- Bülbül, S., A. Köse (2011), "Türk Gıda Şirketlerinin Finansal Performansının Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı, 71-97.
- Dağdeviren, M., T. Eren (2001), "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve 0-1 Hedef Programlama Yönteminin Kullanılması", *Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(2), 41-52.
- Dağdeviren, M., D. Akay, M. Kurt (2004), "İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve Uygulaması", *Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(2), 131-138.

- Das, M.C., B. Sarkar, S. Ray (2012), "A Framework to Measure Relative Performance of Indian Technical Institutions Using Integrated Fuzzy AHP and COPRAS Methodology", *Socio-Economic Planning Sciences*, 46(3), 230-241.
- Datta, S., N. Sahu, S. Mahapatra (2013), "Robot Selection Based on Grey-MULTIMOORA Approach", *Grey Systems: Theory and Application*, 3(2), 201- 232.
- Eraslan, E., O. Algün (2005), "İdeal Performans Değerlendirme Formu Tasarımında Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(1), 95-106.
- Ersöz, F., A. Atav (2011), "Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde MOORA Yöntemi", *YAEM 2011 Yöneyim Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 31.Ulusal Kongresi*, Sakarya Üniversitesi, 05-07 Temmuz 2011, 78-87.
- Felek, S., Y. Yuluğkural, Z. Aladağ (2007), "Mobil İletişim Sektöründe Pazar Paylaşımının Tahmininde AHP ve ANP Yöntemlerinin Kıyaslanması", *Makine Mühendisleri Odası Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 18(1), 6-22.
- Göktolga, Z.G., B. Gökalp (2012), "İş Seçimini Etkileyen Kriterlerin Ve Alternatiflerin AHP Metodu İle Belirlenmesi", *Cumhuriyet Üniversitesi. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(2), 71-86.
- Gümüšoğlu, Ş., H. Tütek, A. Özdemir (2012), *Sayısal Yöntemler Yönetmel Yaklaşımlar*, Beta Yayınevi, İstanbul.
- Hacıköylü, B.E. (2006), *Analitik Hiyerarşi Karar Verme Süreci İle Anadolu Üniversitesi'nde Beslenme Ve Barınma Yardımı Alacak Öğrencilerin Belirlenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Hell, M., M. Krneta, P. Krneta (2013), "Application of AHP Method for The Selection of Business Plan Software", *Croatian Operational Research Review (CRORR)*, 4, 223-234.
- Kadak, E.G. (2006), *Türkiye'de AHP Tekniğinin Performans Değerlendirmedeki Yeri Ve İlaç Dağıtım Sektöründe Uygulanması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kaklauskas, A., E.K. Zavadskas, S. Raslanas, R. Ginevicius, A. Komka, P. Malinauskas (2006) "Selection of Low-E Windows in Retrofit of Public Buildings By Applying Multiple Criteria Method COPRAS: A Lithuanian Case", *Energy and Buildings*, 38 (5), 454-462.
- Kalibatas, D., Z. Turskis (2008) "Multicriteria Evaluation of Inner Climate By Using MOORA Method", *Information Technology and Control*, 37(1), 79-83.
- Karaca, T. (2011), *Proje Yönetiminde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini Kullanarak Kritik Yolun Belirlenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karande, P., S. Chakraborty (2012), "Application of Multi-Objective Optimization on The Basis of Ratio Analysis (MOORA) Method for Materials Selection", *Materials and Design*, 37, 317-324.
- Kildiene, S. (2013), "Assessment of Opportunities for Construction Enterprises in European Union Member States Using the MULTIMOORA Method", *Procedia Engineering*, 57, 557-564.

- Kracka, M., W.K.M. Brauers, E.K. Zavadskas (2010), "Ranking Heating Losses in a Building by Applying the MULTIMOORA", *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 21(4), 352-359.
- Liu, H.C., J.X. You, C. Lu, M.M. Shan (2014), "Application of Interval 2-Tuple Linguistic MULTIMOORA Method For Health-Care Waste Treatment Technology Evaluation and Selection", *Waste Management*, 34(11), 2355-2364.
- Milliyet Haber, Manisa Haberleri, <http://www.milliyet.com.tr/manisa-da-vergi-rekortmenleri-belli-manisa-yerelhaber-53928/> E.T.15.06.2015.
- Mulliner, E., K. Smallbone, V. Maliene (2013), "An Assessment of Sustainable Housing Affordability Using a Multiple Criteria Decision Making Method", *Omega*, 41(2), 270-279.
- Nguyen, H.T., S.Z.M. Dawal, Y. Nukman, H. Aoyama (2014), "A Hybrid Approach for Fuzzy Multi-Attribute Decision Making in Machine Tool Selection with Consideration of the Interactions of Attributes", *Expert Systems with Applications*, 41(6), 3078-3090.
- Ömürbek, N., S. Üstündağ, Ö.C. Helvacıoğlu (2013), "Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesi'nde Bir Uygulama", *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(21), 101-116.
- Önay, O., E. Çetin (2012), "Turistik Yerlerin Popülaritesinin Belirlenmesi: İstanbul Örneği", *İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 72, 90-109.
- Özdağoğlu, A. (2013a), "İmalat İşletmeleri İçin Eksantrik Pres Alternatiflerinin COPRAS Yöntemi İle Karşılaştırılması", *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 4(8), 1-22.
- Özdağoğlu, A. (2013b), "Çok Ölçütlü Karar Verme Modellerinde Normalizasyon Tekniklerinin Sonuçlara Etkisi: COPRAS Örneği", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8(2), 229-252.
- Özdağoğlu, A. (2014), "Normalizasyon Yöntemlerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Sürecine Etkisi-MOORA Yöntemi İncelemesi", *Ege Akademik Bakış*, 14(2), 283-294.
- Özyörük, B., E.C. Özcan (2005), "Otomotiv Sektöründe Tedarikçi Seçimine Etki Eden Faktörler ve Tedarikçi Seçimi," *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005, 625-629.
- Podvezko, V. (2011), "The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS", *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 22(2), 134-146.
- Polatkan, D. (2010), *Çok Kriterli Analiz Teknikleri Kullanılarak CBS Tabanında Jeo Çevresel Kriterlere Göre Gölbaşı Öçek Bölgesinin Mikrobölgelendirilmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Popovic, G., D. Stanujkic, S. Stojanovic (2012), "Investment Project Selection by Applying COPRAS Method and Imprecise Data", *Serbian Journal of Management*, 7(2), 257-269.
- Rabbani, A., M. Zamani, A.Y. Chamzini, E.K. Zavadskas (2014), "Proposing A New Integrated Model Based on Sustainability Balanced 4 Scorecard (SBSC) and MCDM Approaches By Using Linguistic Variables 5 For The Performance Evaluation of Oil Producing Companies", *Expert Systems with Applications*, 41(16), 7316-7327.

- Saaty, T.L., L.G. Vargas (2001), *Models, Methods, Concepts & Applications of The Analytic Hierarchy Process*, Massachusetts: Kluwer Academic.
- Saaty, T.L., L.T. Tran (2007), “On The Invalidity of Fuzzifying Numerical Judgments in the Analytic Hierarchy Process”, *Mathematical and Computer Modelling*, 46(7-8), 962-975.
- Saaty, T.L. (2008), “Decision Making with the Analytic Hierarchy Process”, *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Saaty, T.L. (1990), “How to Make a Decision: the Analytic Hierarchy Process”, *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.
- Özdemir Sağır, M. (2002), “Bir İşletmede Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Performans Değerleme Sistemi Tasarımı”, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 13(2), 2-11.
- Stankeviciene, J., E. Mencaite (2012), “The Evaluation of Bank Performance using a Multicriteria Decision Making Model: A Case Study on Lithuanian Commercial Banks”, *Technological & Economic Development of Economy*, 18(1), 189-205.
- Staniunas, M., M. Medineckiene, E.K. Zavadskas, D. Kalibatas (2013) “To Modernize or Not: Ecological–Economical Assessment of Multi-Dwelling Houses Modernization”, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 13(1), 88-98.
- Streimikienea, D., T. Balezentis (2013), “Multi-Objective Ranking of Climate Change Mitigation Policies and Measures In Lithuania”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 144-153.
- Streimikienea, D., T. Balezentis, I. Krisciukaitiene, A. Balezentis (2012), “Prioritizing Sustainable Electricity Production Technologies: MCDM Approach”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 3302-3311.
- Şengüler, İ. “Ülkemiz Enerji Bütünlemede Marmara Ve Trakya Bölgesi Kömürlerinin Yeri”, http://www.emo.org.tr/ekler/c1690de2b615cc3_ek.pdf, E.T. 25.06.2014.
- Tam, M.C.Y., V.M.R. Tummala (2001), “An Application of the AHP in Vendor Selection of a Telecommunications System”, *Omega*, 29(2), 171-182.
- Tavana, M., E. Momeni, N. Rezaeiniya, S.M. Mirhedayatian, H. Rezaeiniya (2013), “A Novel Hybrid Social Media Platform Selection Model Using Fuzzy ANP and COPRAS-G”, *Expert Systems with Applications*, 40(14), 5694-5702.
- Timor, M., (2010), *Yöneylem Araştırması*, Türkmen Kitapevi, İstanbul.
- Türkiye Kömür İşletme Kurumu, 2009 Kömür Sektör Raporu (Linyit), http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TKI.pdf, E.T. 25.06.2014.
- Türkiye Kömür İşletme Kurumu, 2012 Kömür Sektör Raporu (Linyit), http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TKI_2012.pdf, E.T. 03.07.2014.
- Türkiye Kömür İşletmeleri 2013 Faaliyet Raporu, <http://www.tki.gov.tr/Dosyalar/Dosya/2013yillikfaaliyetraporu.pdf>, E.T. 25.06.2014.
- Türkiye Kömür İşletmeleri 2010-2014 Stratejik Planı, <http://www.tki.gov.tr/Dosyalar/Dosya/TK%C4%B020102014StratejikPlan%C4%B1.pdf>, E.T. 19.06.2015.

- Türkmen, S.Y., G. Çağıl (2012), “İMKB’ye Kote Bilişim Sektörü Şirketlerinin Finansal Performanslarının TOPSIS Yöntemi İle Değerlendirilmesi”, *Maliye Finans Yazıları*, 26(95), 59-78.
- Tzeng, G.H., M.H. Teng, J.J. Chen, S. Opricovic (2002), “Multicriteria Selection for a Restaurant Location in Taipei”, *International Journal of Hospitality Management*, 21(2), 171-187.
- Ustasüleyman, T. (2009), “Bankacılık Sektöründe Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi: AHS-TOPSIS Yöntemi”, *Bankacılar Dergisi*, 69, 33-43.
- Vaidya, O.S., S. Kumar (2006), “Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications”, *European Journal of Operational Research*, 169, 1-29.
- Wei, C.C., C.F. Chien, M.J.J. Wang (2005), “An AHP-Based Approach to ERP System Selection”, *International Journal of Production Economics*, 96(1), 47-62.
- Yaralıoğlu, K. (2010), *Karar Verme Yöntemleri*, Detay Yayınevi, Ankara.
- Yıldırım, B.F., O. Önay (2013), “Bulut Teknolojisi Firmalarının Bulanık AHP-MOORA Yöntem Kullanılarak Sıralanması”, *İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 24(75), 59-81.
- Yıldırım, B.F., E. Önder (2014), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Dora Yayınevi, Bursa.
- Zavadskas, E.K., A. Kaklauskas, Z. Turskis, J. Tamosaitiene (2008), “Contractor Selection Multi-Attribute Model Applying COPRAS Method With Grey Interval Numbers.” *International Conference 20th EURO Mini Conference “Continuous Optimization and Knowledge-Based Technologies”* (EuroOPT-2008), 20-23 May 2008, Neringa, Lithuania, 241-247.
- Zolfani, S.H., N. Rezaeiniya, M.H. Aghdaie, E.K. Zavadskas (2012), “Quality Control Manager Selection Based on AHP-COPRAS-G Methods: A Case in Iran”, *Ekonomika Istrazivanja*, 25(1), 88-104.
- Zolfani, S.H., E.K. Zavadkas (2013), “Sustainable Development of Rural Areas’ Building Structures Based on Local Climate”, *Procedia Engineering*, 57, 1295-1301.