

OPEC ÜLKELERİNİN PERFORMANSLARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNDEN ENTROPİ VE MAUT İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATING THE PERFORMANCES OF THE OPEC COUNTRIES BY USING ENTROPİ AND MAUT MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHODS

Prof. Dr. M. Zihni TUNCA¹

Doç. Dr. Nuri ÖMÜRBEK²

Hafize Gonca CÖMERT³

Esra AKSOY⁴

ÖZET

Bu çalışmada petrol ihraç eden ülkeler örgütü olan OPEC (Organization Of Petroleum Exporting Countries)'i oluşturan 12 üye ülkenin performanslarının Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Uygulamada OPEC'in resmi web sayfasında yer alan veriler kullanılmıştır. *İhracat değeri, petrol ihracatının değeri, kanıtlanmış ham petrol rezervleri, kanıtlanmış doğalgaz rezervleri, ham petrol üretimi, doğalgaz üretimi, rafineri kapasitesi, rafine edilmiş petrol ürünleri, ham petrol ihracatı, petrol ürünleri ihracatı, doğalgaz ihracatı* verileri değerlendirme kriterleri olarak alınmıştır. ENTROPİ yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlıkları hesaplandıktan sonra çok kriterli karar verme problemlerinde en yüksek fayda sağlayan seçmeyi hedefleyen MAUT (Multi Attribute Utility Theory) yöntemi uygulanarak belirlenen kriterler bazında en iyi performans gösteren ülke belirlenmiştir. Çalışma sonucunda en iyi performansı İran'ın gösterdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: OPEC, Performans Değerlendirme, Çok Kriterli Karar Verme, Entropi, MAUT.

JEL Sınıflandırma Kodları: C44, M11.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the performances of 12 petroleum exporting countries in OPEC (Organization Of Petroleum Exporting Countries) by using multi criteria decision making methods. The data have been collected from the official OPEC web site. Export value, petroleum export value, proved raw petroleum reserves, proved natural gas reserves, raw petroleum production, natural gas production, refinery capacity, refined petroleum products, raw petroleum export, petroleum products export and natural gas export data are selected as evaluation criteria. After calculating the weights of the criteria by using ENTROPİ method, MAUT (Multi Attribute Utility Theory), which is a multi criteria decision making method to select the highest value providing alternative, has been used to determine the country that has the best performance. The findings of the study highlight that Iran has the best performance.

Keywords: OPEC, Performance Evaluation, Multi Criteria Decision Making, Entropi, MAUT.

JEL Classification Codes: C44, M11.

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, mustafatunca@sdu.edu.tr

² Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, nuriomurbek@sdu.edu.tr

³ Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, gnc_cmrt@hotmail.com

⁴ Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, esraksy@hotmail.com

1. GİRİŞ

Günümüzde uluslararası ilişkiler ve devletlerin dış politika stratejileri bakımından temel belirleyici unsurlardan birisi de enerji kaynaklarıdır. Enerjiye bağımlılık, ülkelerin dış güvenlik yaklaşımlarına ortam hazırlamaktadır. Bu doğrultuda ülkelerin uluslararası hamle ve aksiyonlarında temel olarak; enerjiye sahip olma, enerji lojistiğinin güvenliğini sağlama ve dünya enerji kaynakları üzerinde denetim kurma isteği ağır basmaktadır (Emekliler ve Ergül, 2010:80). Dünyadaki birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke için petrol, mal ve hizmetlerin üretiminde önemli ihtiyaç olan ve yoğun bir şekilde kullanılan bir girdi özelliğindedir. Petrol, endüstriyel olarak sahip olduğu önemin yanı sıra, ısınma ve ulaştırma gibi hizmete yönelik sanayi dalları için de kritik bir öneme sahiptir. Oluşturduğu makro bazlı etkiler sebebiyle, petrol fiyatlarında ortaya çıkan ani ve beklenmeyen dalgalanmalar ilgili faktörün arzını etkilemekte ve bu durum dünya ekonomisi için büyük etkiler yaratmaktadır (Doroodian and Boyd, 2003:990).

Alternatif enerji kaynaklarının varlığı ve petrol rezervlerinin hızlı bir şekilde tükenmesi, enerji kaynakları arasında petrolün önemini kaybedeceği görüşünü doğursa da gerek alternatif enerji kaynaklarının yeterince ekonomik hale gelmemiş olması, gerekse de yeni yatırımlarla birlikte yeni rezervlerin keşfedilmesi petrolün stratejik bir ürün olarak önemini korumasını sağlamaktadır (http://www.epdk.gov.tr/documents/petrol/rapor_yayin/2013_Petrol_Piyasasi_Sektor_Raporu.pdf, 28.04.2015). Gelişen teknolojiyle birlikte, gerek motorlu taşıtların yakıt ekonomisindeki iyileştirmelerle, gerekse başta elektrik ve biyoyakıtlar olmak üzere alternatif yakıtlarla çalışan araçların yaygınlaştırılmasına yönelik çabalarla ulaşımda petrole bağımlılık azaltılmaya çalışılmaktadır. Buna karşın, OPEC 2010 yılı petrol tüketiminin %57'sinin ulaşım sektöründen kaynaklandığı belirtilmekte, ulaşım sektörünün petrol talebi içerisindeki payının 2035 yılında da %60 düzeyinde olacağını ifade etmektedir. Bu veriler, petrolün ulaşım için yakın gelecekte de önemini koruyacağını bir göstergesidir (http://www.epdk.gov.tr/documents/petrol/rapor_yayin/2013_Petrol_Piyasasi_Sektor_Raporu.pdf, 28.04.2015).

Dünya petrol rezervlerinin üçte ikisine sahip olan OPEC 16 Eylül 1960'ta başlıca beş petrol üreticisi olan İran, Kuveyt, Suudi Arabistan, Venezuela ve Irak tarafından kurulmuştur. OPEC günümüzde dünya enerji piyasasının şekillenmesinde ve dolayısıyla dünya ekonomisi ve politikasının yönelimlerinde azımsanmayacak bir etki sahibidir. OPEC'in başlıca amacı petrol şirketlerinin uygulayacağı yeni bir fiyat indirimine karşı üretici ülkelerin gelirlerini koruma altına almaktır. OPEC kurucu anlaşmasının 2. maddesi örgütün ana amacını; "bireysel ve toplu olarak üye ülkelerin çıkarlarının en iyi şekilde korunması için petrol politikalarının birleştirilmesi ve koordine edilmesi" olarak belirlemiştir. OPEC'in kuruluş aşamasındaki amaçlarından bir diğeri de petrol pazarındaki gerek tüketicilerin gerekse üreticilerin çıkarlarına hizmet edecek, üretici ülkelerin petrol gelirlerini güvence altına alacak bir fiyat sisteminin kurulması olmuştur (Demir, 2008:231-233). Aynı zamanda OPEC, petrol fiyatlarının ve üretim miktarlarının belirlenmesinde etkin bir role sahiptir (Özdemir, 2013:22). OPEC ülkelerinin tamamında sanayi ve ihracat büyük ölçüde tek bir doğal kaynağa; petrole dayanmaktadır. Bu yüzden, bu ekonomilerin petrol fiyatlarındaki dalgalanmadan çok etkilenmeyeceği söylenebilmektedir (Yardımcıoğlu ve Gülmez, 2013:120). OPEC üye ülkelerinin verileri incelendiğinde her bir yılın kriterleri açısından farklılık gösterdiği görülmekte ve tek bir kriter dikkate alınarak performans değerlendirmesi mümkün olmamaktadır. Bu yüzden, bu çalışmada ele alınan bütün kriterler açısından daha genel bir çıkarım ve performans değerlendirmesi yapabilmek için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Entropi ve MAUT yöntemlerinden yararlanılacaktır.

2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Günümüzün hızla değişen, hayat ve çalışma koşulları, insanları, kurum ve işletmeleri sürekli olarak "iyi" ve "başarılı" kararlar vermeye zorlamaktadır. Böyle bir ortamda ayakta kalabilmek, rekabet avantajı kazanmak ve bunu sürdürmek için sağlıklı karar verme bir gereklilik olmaktadır (Çınar, 2004:13). Karar verme, olası alternatifler arasında en iyi olanı bulma olarak ifade edilmekle birlikte, her alanda en önemli problemlerden birisi olarak düşünülmektedir (Güngör, 2013:xxi).

ÇKKV yöntemi; Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) ve Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) olarak ikiye ayrılmaktadır.

-Çok Amaçlı Karar Verme, çok sayıda kriter (değerlendirme faktörü) ile alternatifleri (karar noktası) bir araya getirerek eş zamanlı olarak çözebilen bir yapıya sahiptir. ÇAKV kavramının ortaya çıkmasında amaç

problemlerin karmaşık yapısındaki stratejik ve kritik kararların alınması için doğru tercihin yapılmasında önemli rol oynamaktadır(Dumanoğlu, 2010:324).

-Çok Nitelikli Karar Verme; araç-amaç (nitelik-amaç) ilişkilerinin açıkça ortaya konulduğu, alternatifler kümesinin başlangıçta açıkça belirlenebildiği, sayılabilir olduğu ve Karar Verici'den başlangıçta elde edilen tercih bilgisinin sonuç değerine ulaşmakta kullanılabildiği yapıdaki problemleri inceler(Çınar, 2004:48).

Tek kriterli karar verme problemlerinden farklı olarak Çok Nitelikli Karar Verme, birbiriyle bağdaşmayan çoklu "kriterleri", "hedefleri" ve "nitelikleri" dikkate alarak, mevcut "alternatifler", "seçenekler", "politikalar", "eylemler" ya da "adaylar" içerisinde en iyiyi seçmeyi hedeflemektedir(Özdemir ve Deste, 2009:147).

Çok Nitelikli Karar Verme Yöntemi kendi içerisinde dört ana başlıktan oluşmaktadır. Bunlar Şekil 1.'de gösterilmektedir(Yürekli, 2008:31).

Şekil 1. Çok Nitelikli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması



Kaynak: (Yürekli, 2008:31)

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKVY), birden fazla karar kriterinin değerlendirilmesi ile alternatifler arası seçim yapılmasını ve bu alternatiflerin sıralanmasını sağlayan yöntemlerdir (Timor, 2010:16). Çok kriterli karar verme problemlerinde Analitik Hiyerarşik Süreci (AHP), Analitik Ağ Süreci (ANP), ELECTRE, TOPSIS, VIKOR, SAW, MOORA, COPRAS, MAUT gibi yöntemler çözüm yöntemi olarak literatürde yer almaktadır (Erginel ve diğerleri,2010:82).

Bu çalışmada Entropi Yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş olup, belirlenen kriter ağırlıkları ÇKKV yöntemlerinden MAUT yönteminde kullanılmıştır.ÇKKV yöntemlerinden biri olan MAUT, birçok işletme ve sektörlerinideal seçimin belirlenmesinde veya performans değerlendirme çalışmalarında kullanılabilecek bir yöntemdir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir:

Konuşkan ve Uygun(2014:1403-1412), akıllı telefon seçiminde MAUT ve Entropi yöntemlerinin entegrasyonu kullanmışlardır. Böylelikle daha objektif bir seçim yapmak amaçlanmıştır. MAUT yöntemi kullanılarak güncel en çok tercih edilen 10 adet akıllı telefon arasından en çok fayda sağlayan telefonun seçimi yapılmaya çalışılmıştır.

Türkoğlu ve Uygun (2014:1424-1433) Çukurova bölgesel havaalanı yeri seçimi ve değerlendirmesi problemine etkin bir çözüm yaklaşımı olarak VIKOR ve MAUT yöntemlerini önermişlerdir.Çalışmada 7 alternatif ve 14 kriter belirlenerek uygulama yapılmış;VIKOR yönteminde en iyi iki alternatif olarak, Mersin-Kargılı veMersin-

Çeşmeli alternatifleri belirlenmiştir. MAUT yönteminde ise en iyi iki alternatif olarak Mersin-Kargılı ve Mersin-Çiçekli alternatifleri belirlenmiştir. Sonuçta iki yöntemde de en iyi alternatif Mersin-Kargılı alternatifi çıkmıştır.

Freitas et alii., (2013:93-100), Sao Paulo eyaletinde bulunan bir şirketin tedarikçi seçimi için belirlenen kriterlerle karar alma modellemesini sunmuşlardır. İşletmenin, üç hammadde tedarikçisi arasından seçim yapmak için belirlediği kriterler fiyat, kalite ve teslimat faktörlerini ele alarak MAUT ve AHP yöntemleri karşılaştırılmıştır. Uygulama sonucunda her iki yöntemde aynı alternatif en iyi tedarikçi çıkarak sonuç tutarlı çıkmıştır.

Løken and Botterud (<http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/IAEE2005/program/pdf/CS273%20Espan%20Loken.pdf>, 28.04.2015), çalışmalarında karışık yerel enerji dağıtım sistemleri planlamasını çok kriterleri karar yöntemlerinden AHP ve MAUT'u kullanarak karşılaştırmışlardır. Uygulamada bir pilot vaka çalışması inşa ederek her iki yöntemde temel avantajları ve dezavantajlarını ele almışlardır.

Amador et alii., (1998:92-109), çalışmalarında çiftçilerin fayda fonksiyonlarını ortaya çıkarmak için bir metodolojik yaklaşım önermektedir. Uygulamada belirlenen 6 hedef 7kriter değerleriyle ele alınarak çiftçilerin gerçek davranış gözlemlere dayalı iken MAUT, karar verici ile etkileşim felsefesine dayandığını vurgulamıştır.

3. MAUT YÖNTEMİ

MAUT (Multi Attribute Utility Theory) birbiri ile çatışan birden fazla ölçütü olan problemlere maksimum faydanın elde edilmesini amaçlamaktadır(Kul, 2012:34).

MAUT yönteminde hem niteliksel hem de niceliksel kriterler baz alınarak en faydalı alternatifi bulmaya yönelik kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde öznel veriler hesaplanabilir hale getirilerek en çok fayda sağlayan alternatifin bulunması amaçlanır(Løken and Botterud, 2007:1586-1587).

3.1.MAUT Yönteminin Aşamaları

MAUT yöntemi uygulanırken aşağıdaki adımlar izlenmelidir (Zietsmanet alii., 2006:259-260, Konuşkan ve Uygun, 2014:1405-1406):

Adım 1: *Kriterlerin ve Alternatiflerin Belirlenmesi:* Karar problemine konu olan kriterler (a_n) ve kriterlerin seçilmesinde yardımcı olacak alternatifler/kriterler (x_m) belirlenmelidir.

Adım 2: *Ağırlık Değerlerinin Belirlenmesi:* Alternatiflerin doğru şekilde değerlendirilmesini sağlayan ve önceliklerin belirlendiği ağırlık değerlerinin (w_j) ataması yapılır. Tüm w_i değerlerinin toplamı 1'e eşit olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1$$

Adım 3: *Karar Matrisinin Belirlenmesi:* Kriterlerin değer ölçülerinin ataması yapılır. Bu atama nicel kriterler için nicel değerleri olurken nitel kriterler için ikili karşılaştırmalar göz önünde bulunarak yapılır. Tüm bunların ışığında 5'lik 100'lük vb. sistemde değer atamaları yapılır. (x_m)

Adım 4: *Normalize Edilmiş Fayda Değerlerinin Hesaplanması:* Atanan değerler karar matrisine yerleştirilerek normalize etme işlemine geçilir. Normalizasyon işleminde öncelikle her nitelik için en iyi en kötü değerler belirlenerek en iyi değere 1, en kötü değere 0 değeri atanır ve diğer değerlerin hesaplanması için aşağıdaki formül kullanılır:

$$u_i(x_i) = \frac{x - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-}$$

Bu formülde kullanılan terimler aşağıda gösterilmektedir:

x_i^+ Alternatif için en iyi değer,

x_i^- Alternatif için en kötü değer,

X Hesaplanan satırdaki mevcut fayda değeri.

Adım 5: Toplam Fayda Değerlerinin Hesaplanması: Normalizasyon işleminin hemen ardından fayda değerlerinin belirlenmesi işlemine geçilir. Fayda fonksiyonu formülü aşağıdaki gibidir:

$$U_{(X)} = \sum_1^m u_i(x_i) * w_j$$

$U_{(X)}$ Alternatifin fayda değeri,

$u_i(x_i)$ Her kriter ve her alternatif için normalize fayda değerleri,

w_j Ağırlık değerleri.

Adım 6: Alternatiflerin Sıralanması: Kriterlerine ağırlıklı toplam alınır ve alternatifler hesaplanır. Alternatifler arasında en çok fayda sağlayan alternatif sıralaması yapılır.

4. OPEC ÜLKELERİNİN PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE MAUT YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

Bu çalışmada; petrol ihraç eden ülkeler örgütü olan OPEC'i oluşturan 12 üye ülke ÇKKV yöntemlerinden MAUT yöntemi ile değerlendirilmeye çalışılmıştır.

4.1. Yöntem ve Kısıtlar

OPEC ülkelerinin performansını Entropi temelli MAUT yöntemiyle değerlendirirken aşağıdaki adımlar izlenmiştir (Tablo 1.).

Tablo 1. MAUT Yöntemi ve Adımları

YÖNTEM	ADIMLAR	AÇIKLAMASI
MAUT	Adım 1	Kriterlerin ve Alternatiflerin Belirlenmesi
	Adım 2	Ağırlık Değerlerinin Belirlenmesi
	Adım 3	Karar Matrisinin Belirlenmesi
	Adım 4	Normalize Edilmiş Fayda Değerlerinin Hesaplanması
	Adım 5	Toplam Fayda Değerlerinin Hesaplanması
ENTROPİ	1. Adım	Karar Matrisinin Normalizasyonu
	2. Adım	Entropi Değerlerinin Hesaplanması
	3. Adım	Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması
MAUT	Adım 6	Alternatiflerin Sıralanması

4.2. MAUT Yönteminin Uygulanması

Adım 1: Kriterlerin ve Alternatiflerin Belirlenmesi:

Çalışmada kullanılacak olan kriterler ve alternatifler OPEC'in resmi sayfasındaki veriler olup aşağıdaki tablolarda kodlarıyla birlikte verilmiştir (Tablo 2. ve Tablo 3.):

Tablo 2. Kriterler ve Kodları

KRİTERLER	KODLARI
İhracat Değeri (milyon \$)	K1
Petrol İhracatının Değeri (milyon \$)	K2
Kanıtlanmış Ham Petrol Rezervleri (milyon varil)	K3
Kanıtlanmış Doğalgaz Rezervleri (milyar m ³)	K4
Ham Petrol Üretimi (1.000 gün / varil)	K5
Doğalgaz Üretimi (milyon m ³)	K6
Rafineri Kapasitesi (1.000 takvim gün / varil)	K7
Rafine Edilmiş Petrol Ürünleri (1.000 gün / varil)	K8
Ham Petrol İhracatı (1.000 gün / varil)	K9
Petrol Ürünleri İhracatı (1.000 gün / varil)	K10
Doğalgaz İhracatı (milyon m ³)	K11

Tablo 3. Alternatifler ve Kodları

ALTERNATİFLER	KODLARI
CEZAYİR	A1
ANGOLA	A2
EKVADOR	A3
İRAN	A4
IRAK	A5
KUVEYT	A6
LİBYA	A7
NİJERYA	A8
KATAR	A9
SUUDİ ARABİSTAN	A10
BİRLEŞİK ARAP EMİRLİKLERİ	A11
VENEZUELA	A12

Adım 2: Karar Matrisinin Belirlenmesi:

MAUT uygulaması Excel programında yapılmıştır. MAUT yöntemi uygulanırken (12x11) boyutlu standart karar matrisi oluşturulmuştur ve karar matrisi verileri Tablo 4.'de verilmiştir. Uygulamada K11 kriterine ait olan doğalgaz ihracatı verileri Ekvador (A3), Irak (A5), Kuveyt (A6), Suudi Arabistan (A10) ve Venezuela (A12) ülkelerinde bulunmamaktadır. Bu ülkeler için K11 kriterinin değeri (0,01) alınmıştır.

Tablo 4. Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
A1	65.644	44.458	12.200	4.504	1.203	79.647	651	506	744	453	46.708
A2	68.191	67.829	9.011	275	1.701	925	39	45,40	1.669	33	517
A3	25.700	14.103	8.832	6	526	515	191	210	388	20	0,01
A4	98.807	61.923	157.800	34.020	3.575	199.293	1.715	1.918,40	1.215	394	9.307
A5	89.765	89.402	144.211	3.158	2.980	1.179	830	601,30	2.390	65	0,01
A6	115.015	108.482	101.500	1.784	2.925	16.311	936	992,10	2.058	805	0,01
A7	40.723	40.163	48.363	1.506	993	18.463	380	144,80	589	76	5.513
A8	95.118	89.314	37.070	5.111	1.754	38.411	445	88,50	2.193	23	24.543
A9	136.840	62.519	25.244	24.681	724	177.602	137	113,30	599	511	122.874
A10	377.013	321.723	265.789	8.317	9.637	100.030	2.507	1.841,70	7.571	794	0,01
A11	379.490	126.307	97.800	6.091	2.797	54.600	707	442	2.701	792	15.456
A12	89.175	85.861	298.350	5.581	2.789	21.820	1.855	1.245,10	1.937	491	0,01

Adım 3: Normalize Edilmiş Fayda Değerlerinin Hesaplanması:

Karar matrisindeki her bir kriter için **en iyi** ve **en kötü** değerler belirlenir (Tablo 5.). Örneğin K1 kriteri için; en iyi değer 'A11' alternatifine ait değer iken en kötü değer ise 'A3' alternatifine ait değerdir.

Tablo 5. Karar Matrisinde En İyi ve En Kötü Değerin Belirlenmesi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
A1	65.644	44.458	12.200	4.504	1.203	79.647	651	506	744	453	46.708
A2	68.191	67.829	9.011	275	1.701	925	39	45,40	1.669	33	517
A3	25.700	14.103	8.832	6	526	515	191	210	388	20	0,01
A4	98.807	61.923	157.800	34.020	3.575	199.293	1.715	1.918,40	1.215	394	9.307
A5	89.765	89.402	144.211	3.158	2.980	1.179	830	601,30	2.390	65	0,01
A6	115.015	108.482	101.500	1.784	2.925	16.311	936	992,10	2.058	805	0,01
A7	40.723	40.163	48.363	1.506	993	18.463	380	144,80	589	76	5.513
A8	95.118	89.314	37.070	5.111	1.754	38.411	445	88,50	2.193	23	24.543
A9	136.840	62.519	25.244	24.681	724	177.602	137	113,30	599	511	122.874
A10	377.013	321.723	265.789	8.317	9.637	100.030	2.507	1.841,70	7.571	794	0,01
A11	379.490	126.307	97.800	6.091	2.797	54.600	707	442	2.701	792	15.456
A12	89.175	85.861	298.350	5.581	2.789	21.820	1.855	1.245,10	1.937	491	0,01
En iyi değer	379.490	321.723	298.350	34.020	9.637	199.293	2.507	1.918,40	7.571	805	122.874
En kötü değer	25.700	14.103	8.832	6	526	515	39	45,40	388	20	0,01

Normalizasyon işleminden önce her bir kritere ait en iyi ve en kötü değeri belirledikten sonra en iyi değere 1, en kötü değere 0 ataması yapılır. Aşağıdaki formül yardımıyla Tablo 6.'daki veriler elde edilmiştir.

$$u_i(x_i) = \frac{x - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-}$$

Örneğin $X_{A1,K1}$ için;

$$u_i(x_i) = \frac{65.644,00 - 25.700,00}{379.490,00 - 25.700,00} = 0,113$$

Tablo 6. Normalize Edilmiş Fayda Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
A1	0,113	0,099	0,012	0,494	0,074	0,398	0,248	0,246	0,050	0,552	0,380
A2	0,120	0,175	0,001	0,030	0,129	0,002	0,000	0,000	0,178	0,017	0,004
A3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,062	0,088	0,000	0,000	0,000
A4	0,207	0,155	0,515	3,733	0,335	1,000	0,679	1,000	0,115	0,476	0,076
A5	0,181	0,245	0,468	0,346	0,269	0,003	0,321	0,297	0,279	0,057	0,000
A6	0,252	0,307	0,320	0,195	0,263	0,079	0,363	0,505	0,232	1,000	0,000
A7	0,042	0,085	0,137	0,165	0,051	0,090	0,138	0,053	0,028	0,071	0,045
A8	0,196	0,244	0,098	0,560	0,135	0,191	0,165	0,023	0,251	0,004	0,200
A9	0,314	0,157	0,057	2,708	0,022	0,891	0,040	0,036	0,029	0,625	1,000
A10	0,993	1,000	0,888	0,912	1,000	0,501	1,000	0,959	1,000	0,986	0,000
A11	1,000	0,365	0,307	0,668	0,249	0,272	0,271	0,212	0,322	0,983	0,126
A12	0,179	0,233	1,000	0,612	0,248	0,107	0,736	0,641	0,216	0,600	0,000

Adım 4: Toplam Fayda Değerlerinin Hesaplanması:

Toplam fayda değerlerinin hesaplanmasından önce kriter ağırlıkları hesaplanmalıdır. Bunun için Entropi yöntemi uygulanmıştır.

4.2.1. Entropi Yöntemi

Entropi üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda hemen hemen her bilim dalının içerisine girmiş ve artan bir trend göstermektedir. Doğada gerçekleşen birçok olay aslında matematiksel bir kalıba uymakta, istatistiki açıdan ise bir dağılım özelliği taşımaktadır. İlgilenilen bir olayın uyduğu dağılım biçimini bilmek araştırmacıya büyük

fayda sağlayarak olay hakkında ayrıntılı bilgi edinmesine olanak sağlar. Entropi kavramı da bu açıdan oldukça önemli olup ilgilenilen bir olaya ilişkin maximum belirsizlik ya da minimum belirliliği açıklamada etkin bir yöntemdir(Çiçek, 2013:59).

Entropiyöntemi alt-kriter ağırlığını hesaplamak için kullanılır. Shannon and Weaver, (1948), entropi kavramını olasılık teorisi açısından; bilginin içerisindeki belirsizliğin ölçülmesi olarak tanımlamıştır (Abdullah and Otheman, 2013:26).

Entropi yönteminin adımları aşağıda verilmiştir (Shannon,1948:10-14, Çınar, 2004: 103-107).

1.Adım : Karar Matrisinin Normalizasyonu:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_1^j x_{ij}}$$

Bu formülde kullanılan terimler aşağıda gösterilmektedir:

i alternatif değeri,

j kriter değeri,

r_{ij} normalize edilmiş değerler ,

x_{ij} i. alternatif j. kriter için verilen fayda değerleri.

2.Adım :Entropi Değerlerinin Hesaplanması:

$$e_j = -k \sum_{j=1}^m r_{ij} \ln(r_{ij})$$

Burada ;

k entropi katsayısı,

r_{ij} normalize edilmiş değerler,

e_j entropi değeri.

3.Adım : Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması:

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_1^m (1 - e_j)}$$

$$\sum_1^m w_j = 1$$

Burada;

w_j ağırlık değeri,

e_j entropi değeri.

4.2.2. Entropi Yönteminin Uygulanması

1.Adım : Karar Matrisinin Normalizasyonu:Karar matrisinin normalize edilmesi için $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_1^j x_{ij}}$ formülü kullanılmıştır. Tablo 7.'de normalize edilmiş karar matrisi verileri gösterilmiştir.

Örneğin K1 kriteri için;

$$X_{A1,K1} = \frac{65.644}{1.581.481} = 0,042$$

Tablo 7. Normalize Edilmiş Entropi Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
A1	0,042	0,040	0,010	0,047	0,038	0,112	0,063	0,062	0,031	0,102	0,208
A2	0,043	0,061	0,007	0,003	0,054	0,001	0,004	0,006	0,069	0,007	0,002
A3	0,016	0,013	0,007	0,000	0,017	0,001	0,018	0,026	0,016	0,004	0,000
A4	0,062	0,056	0,131	0,358	0,113	0,281	0,165	0,235	0,051	0,088	0,041
A5	0,057	0,080	0,120	0,033	0,094	0,002	0,080	0,074	0,099	0,015	0,000
A6	0,073	0,098	0,084	0,019	0,093	0,023	0,090	0,122	0,086	0,181	0,000
A7	0,026	0,036	0,040	0,016	0,031	0,026	0,037	0,018	0,024	0,017	0,025
A8	0,060	0,080	0,031	0,054	0,055	0,054	0,043	0,011	0,091	0,005	0,109
A9	0,087	0,056	0,021	0,260	0,023	0,251	0,013	0,014	0,025	0,115	0,546
A10	0,238	0,289	0,220	0,088	0,305	0,141	0,241	0,226	0,315	0,178	0,000
A11	0,240	0,114	0,081	0,064	0,089	0,077	0,068	0,054	0,112	0,178	0,069
A12	0,056	0,077	0,247	0,059	0,088	0,031	0,178	0,153	0,081	0,110	0,000

2.Adım : Entropi Değerlerinin Hesaplanması: Normalize edilmiş entropi matrisindeki değerler için aşağıdaki formül kullanılarak Tablo 8. oluşturulmuştur.

$$e_j = -k \sum_{j=1}^m r_{ij} \ln(r_{ij})$$

Örneğin her bir r_{ij} değerinin ln'i alınır ve kendi değeriyle yani r_{ij} değeriyle çarpılır.

$X_{A1,K1}$ için

$$\ln(0,042) = -3,182$$

$$r_{ij} * \ln(r_{ij}) = 0,042 * (-3,182) = -0,132$$

k entropi katsayısı değeri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$k = (\ln(n))^{-1} \quad n=12 \text{ için,}$$

$$\ln(12) = 2,485$$

$$(\ln(n))^{-1} = -0,402$$

Son olarak her bir kriter için toplam $r_{ij} * \ln(r_{ij})$ ile k entropi katsayısı değeri çarpılır ve e_j entropi değeri hesaplanır.

$$e_j = -0,402 * (-0,132) = 0,878$$

Tablo 8. Entropi Değerlerinin Hesaplanması

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
e_j	0,878	0,899	0,824	0,743	0,880	0,762	0,857	0,824	0,871	0,837	0,531

3.Adım : Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması: Tüm kriterler için $(1 - e_j)$ değeri bulunur ve her bir kriter için $(1 - e_j)$ değeri toplam $(1 - e_j)$ değerine oranlanır. w_j değeri bulunur. Tüm w_j değerleri Tablo 9.'da verilmiştir.

Örneğin $X_{K1,ej}$ değeri için;

$$(1 - e_j) = 1 - 0,878 = 0,122$$

w_j değeri ise

$$w_j = \frac{0,122}{2,095} = 0,058$$

Tablo 9. Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
w_j	0,058	0,048	0,084	0,123	0,057	0,113	0,068	0,084	0,062	0,078	0,224

Normalizasyon işleminden sonra fayda değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanır. Entropi yöntemiyle belirlenen ağırlıklar ile normalize edilmiş fayda değerlerinin çarpılmasıyla elde edilen toplam fayda değerleri Tablo 10.'da verilmiştir.

$$U_{(X)} = \sum_{1}^m u_i(x_i) * w_j$$

Örneğin $X_{A1,K1}$ için;

$$U_{(X)} = 0,113 * 0,058 = 0,007$$

Tablo 10. Toplam Fayda Değerlerinin Hesaplanması

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
A1	0,007	0,005	0,001	0,061	0,004	0,045	0,017	0,021	0,003	0,043	0,085
A2	0,007	0,008	0,000	0,004	0,007	0,000	0,000	0,000	0,011	0,001	0,001
A3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,007	0,000	0,000	0,000
A4	0,012	0,008	0,043	0,458	0,019	0,113	0,046	0,084	0,007	0,037	0,017
A5	0,011	0,012	0,039	0,042	0,015	0,000	0,022	0,025	0,017	0,004	0,000
A6	0,015	0,015	0,027	0,024	0,015	0,009	0,025	0,043	0,014	0,078	0,000
A7	0,002	0,004	0,011	0,020	0,003	0,010	0,009	0,004	0,002	0,006	0,010
A8	0,011	0,012	0,008	0,069	0,008	0,022	0,011	0,002	0,016	0,000	0,045
A9	0,018	0,008	0,005	0,332	0,001	0,101	0,003	0,003	0,002	0,049	0,224
A10	0,058	0,048	0,075	0,112	0,057	0,057	0,068	0,081	0,062	0,077	0,000
A11	0,058	0,018	0,026	0,082	0,014	0,031	0,018	0,018	0,020	0,076	0,028
A12	0,010	0,011	0,084	0,075	0,014	0,012	0,050	0,054	0,013	0,047	0,000

Adım 5: Alternatiflerin Sıralanması: Her bir kriter için belirlenen toplam fayda değerleri alternatif bazında toplanır ve sıralaması yapılır. Tablo 11.'de $U_{(X)}$ değerleri verilmiştir.

Örneğin X_{A1} için;

$$U_{(X)} = (0,007 + 0,005 + 0,001 + \dots + 0,043 + 0,085) = 0,291$$

Tablo11. Alternatiflerin Sıralanması

Kod	Alternatif Ülkeler	$U_{(X)}$	Sıra
A4	İRAN	0,845	1
A9	KATAR	0,745	2
A10	SUUDİ ARABİSTAN	0,694	3
A11	BİRLEŞİK ARAP EMİRLİKLERİ	0,389	4
A12	VENEZUELA	0,371	5
A1	CEZAYİR	0,291	6
A6	KUVEYT	0,264	7
A8	NİJERYA	0,203	8
A5	IRAK	0,189	9
A7	LİBYA	0,083	10
A2	ANGOLA	0,040	11
A3	EKVADOR	0,012	12

MAUT yöntemiyle elde edilen fayda değerlerine göre ilk sırayı İran(A4), Katar (A9)ve Suudi Arabistan (A10) ülkeleri almaktadır.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

OPEC'in üye ülkelerinin performansının Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile değerlendirilmesinin amaçlandığı bu çalışmada Entropi temelli MAUT yöntemi uygulanmıştır. Yapılan çalışmada öncelikle Entropi yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Ardından en çok fayda sağlayıcı seçmeyi hedefleyen MAUT yöntemi uygulanarak belirlenen kriterler bazında en iyi performans gösteren ülke belirlenmiştir.

Çalışmada entropi yöntemiyle belirlenen en önemli kriterin doğalgaz ihracatı (0,224) olduğu ve bu kriterikanıtlanmış doğalgaz rezervleri (0,123), doğalgaz üretimi (0,113), kanıtlanmış ham petrol rezervleri (0,084), rafine edilmiş petrol ürünleri (0,084), petrol ürünleri ihracatı (0,078), rafineri kapasitesi (0,068), ham petrol ihracatı (0,062), ihracat değeri (0,058),ham petrol üretimi (0,057), petrol ihracatının değeri(0,048) izlemektedir.MAUT yöntemiyle yapılan performans değerlendirme sonucunda OPEC' in üye ülkelerinden İran (A4), Katar (A9) ve Suudi Arabistan (A10) ülkelerinin daha iyi performans gösterdiği sonucu elde edilmiştir.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), İran'da nisan ayında 2 milyon 880 bin varil petrol çıkarıldığını açıklamıştır. Bunun İran'ın petrol sektörünü hedef alan yaptırımların yürürlüğe girdiği 2012 yılından beri görülen en yüksek miktar olduğu belirtilmiştir. IEA ayrıca Irak'ta da petrol çıkarmada rekor kaydedildiğini aktarmıştır. Irak'ta günde 3.8 milyon varile kadar petrol çıkarıldığı ve bunun son otuz yılın 'rekoru' olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan dünyanın en büyük petrol ihracatçısı olan Suudi Arabistan'da petrol üretiminin azaldığı, ancak ülkede hala günde 10 milyon varilden fazla petrol çıkarıldığı bilgisi verilmiştir. Petrol İhraç Eden Ülkeler Birliği (OPEC) ülkelerinin nisan ayındaki petrol çıkarımının da 31 milyon 210 bin varil olduğu, bunun Eylül 2012'den bu yana görülen en yüksek miktar olduğu belirtilmiştir(<http://tr.sputniknews.com/ekonomi/20150518/1015532526.html>, 20.05. 2015).

Bu çalışmanın bazı kısıtları bulunmaktadır. Kullanılan performans kriterlerinin belirlenmesinde yalnızca petrol ve türevlerine ilişkin finansal kriterler dikkate alınmış, performans ölçümünde finansal olmayan kriterlere yer verilmemiştir. Bu nedenle çalışma sonuçları ilgili ülkelerin genel performansını tam olarak yansıtamayabilmektedir. Ayrıca Türkiye'de MAUT yöntemi ile yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlı sayıdadır. Gelecek çalışmalarda, değerlendirme kriterlerinin sayısı artırılarak bir analiz yapılabileceği gibi, diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile de performans değerlendirmede elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Abdullah, L. ve Otheman, A. (2013). A New Entropy Weight for Sub-Criteria in Interval Type-2 Fuzzy TOPSIS and Its Application, I.J. Intelligent Systems and Applications, 02, 25-33.
- Amador, F., Sumpsi, J.M. ve Romero, C. (1998). A non-interactive methodology to assess farmers' utility functions: An application to large farms in Andalusia, Spain, European Review of Agricultural Economics 25, 92-109.
- Çınar, Y. (2004). Çok Nitelikli Karar Verme ve 'Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi' Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Çiçek, H. (2013). Maksimum Entropi Yöntemi İle Türkiye'deki Coğrafi Bölgelerin Yıllık Hava Sıcaklık Değerlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Demir, İ. (2008). "OPEC: Güçlü Bir Kartel?", Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 18, 231-246.
- Doroodian, K. ve Boyd, R. (2003). "The Linkage Between Oil Price Shocks And Economic Growth With Inflation In The Presence Of Technological Advances: A CGE Model", Energy Policy, 3(31), No:10, 989-1006.
- Dumanlıoğlu, S.(2010). "İMKB'de İşlem Gören Çimento Şirketlerinin Mali Performansının TOPSIS Yöntemi İle Değerlendirilmesi", Marmara Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, XXIX(II), 323-339.
- Emeklier, B. ve Ergül, N. (2010). "Petrolün Uluslararası İlişkilerdeki Yeri: Jeopolitik Teoriler ve Petropolitik", Bilge Strateji, 2(3), 59-86.

- Erginel, N., Çakmak, T. ve Şentürk, S. (2011). “Numara Taşınabilirliği Uygulaması Sonrası Türkiye’de GSM Operatör Tercihlerinin Bulanık TOPSIS ile Belirlenmesi”, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi –A Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik, 11(2), 81-93.
- Freitas, L.V., Freitas, A.P.B.R., Verasztó, E.V., Marins, F.A.S. ve Silva, M.B. (2013). “Decision-Making with Multiple Criteria Using AHP and MAUT: An Industrial Application”, European International Journal of Science and Technology, 2(9), 93-100.
- Güngör, C. (2013). Hiyerarşik Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Çok Kriterli Tesis Yeri Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- <http://tr.sputniknews.com/ekonomi/20150518/1015532526.html>, Yayın Tarihi: 18 Mayıs 2015, (Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2015).
- http://www.epdk.gov.tr/documents/petrol/rapor_yayin/2013_Petrol_Piyasasi_Sektor_Raporu.pdf s.1., (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2015).
- http://www.epdk.gov.tr/documents/petrol/rapor_yayin/2013_Petrol_Piyasasi_Sektor_Raporu.pdfs.2., (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2015).
- <http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/IAEE2005/program/pdf/CS273%20Espan%20Loken.pdf>, (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2015).
- Konuşkan, Ö. ve Uygun, Ö. (2014). Çok Nitelikli Karar Verme (MAUT) Yöntemi ve Bir Uygulaması, Karabük/Sakarya Üniversitesi Ortak Program, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği ABD, Akademik Platform, 1403-1412.
- Kul, Y. (2012). Alışılmamış İmalat Yöntemlerinin Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Metotlarının Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Løken, E. ve Botterud, A. (2005). Planning of Mixed Local Energy Distribution Systems: A Comparison of Two Multi-Criteria Decision Methods, 28th Annual IAEE International Conference, Taipei, Taiwan.
- Løken, E. ve Botterud, A. (2007). “Planning of Mixed Local Energy Distribution Systems: A Comparison of Two Multi-Criteria Decision Methods”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(7), 1584-1595.
- Özdemir, A.İ. ve Deste, M. (2009). “Gri İlişkisel Analiz İle Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama”, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 38, 147-156.
- Özdemir, E. (2013). Ortadoğu Barışında Güvenlik Ve İşbirliği Modeli Arayışları, Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Shannon, C.E. (1948). “A Mathematical Theory of Communication”, The Bell System Technical Journal, 27, 379-423.
- Timor, M. (2010). Yöneylem Araştırması, İstanbul: Türkmen Kitapevi.
- Türkoğlu, M.N. ve Uygun, Ö. (2014). VIKOR-MAUT Yöntemleri Kullanılarak Çukurova Bölgesel Havaalanı Yeri Seçimi, Akademik Platform, ISITES, Karabük, 1424-1433.
- Yardımcıoğlu, F. ve Gülmez, A. (2013). “OPEC Ülkelerinde Hollanda Hastalığı: Petrol Fiyatları ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Bir Analizi”, Sosyoekonomi, 117-140.
- Yürekli, H. (2008). Taarruz Helikopterleri Seçiminde Electre Yönteminin Kullanılması, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Zietsman, J., Rilett, L.R. ve Kim, S.J., (2006). “Transportation Corridor Decision-Making With Multi-Attribute Utility Theory”, Int. J. Management and Decision Making, 7 (2/3), 254-266.