



## MOORA yöntemleri ve TOPSIS arasındaki ilişkinin bir yatırım önceliği belirleme probleminde incelenmesi

### Examination of the correlation between MOORA methods and TOPSIS in an investment priority problem

Sena Orhan<sup>1</sup> , Selen Avcı Azkeskin<sup>2,\*</sup> , Zerrin Aladağ<sup>3</sup> 

<sup>1,2,3</sup> Kocaeli Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 41380, Kocaeli, Türkiye

#### Öz

Yatırım, bir işletmenin gelişim yolunda kullandığı araçların başında gelmektedir. Özellikle maddi kaynak gerektiren yatırımların doğru planlanması, işletmenin geleceği açısından kritik olmaktadır. Bu çalışmada, üretim sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin beş farklı üretim tesisi arasında yatırım planlaması yapılırken öncelik verilecek tesisin seçilmesi için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan MOORA yöntemlerinden faydalanılmıştır. MOORA önem katsayısı ve TOPSIS yöntemlerinde kullanılmak üzere SWARA yöntemi ile kriter ağırlıkları elde edilmiştir. MOORA yöntemlerinin sonuçları, sıralama problemlerinde sıklıkla kullanılan TOPSIS yöntemiyle elde edilen sonuç ile karşılaştırılarak hangi MOORA yöntemlerinin daha güvenilir sonuçlar verdiği tartışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** MOORA, TOPSIS, SWARA, Çok kriterli karar verme (ÇKKV).

#### 1 Giriş

Yatırımlar, geçmişten günümüze işletmelerin faaliyetlerini geliştirmek ve hacimlerini büyütmek için kullandığı en kritik araçlardan biri olmuştur. İşletmeler, doğru bir yatırım planı ile yatırımlarının karşılığını fazlasıyla alabilmektedir. Ancak mevcut kaynaklar her zaman en iyi yatırım senaryosunun uygulanmasını mümkün kılmaz. Bu noktada işletmelerin, yapılacak yatırımlara dair beklentileri net olarak tanımlaması, gerekli maliyet, zaman, insan gücü gibi kaynakların nasıl kullanılacağını belirlemesi, kısa, orta ve uzun vade planlarına dair verileri iyi bir şekilde tahminlemesi gerekmektedir.

İşletmeler, yatırım planı yaparken irili ufaklı pek çok yatırım projesini değerlendirebilmektedir. İşletme tarafından kaynak analizi yapılmış projeler arasından bir önceliklendirme yapılarak zaman planı çıkarılması ve genel bir yatırım planı oluşturulması gerekmektedir. Doğru bir önceliklendirme, seçilen projenin yanı sıra gelecekteki yatırım projelerinin bütçelerini de garanti altında tutabilmek açısından önem arz etmektedir. Bu noktada, işletmelerin yatırım projelerini sezgisel olarak önceliklendirmesi veya sadece yüksek kazanç amacına odaklanması durumu söz konusu olabilmektedir. Yatırımları etkileyen birden fazla kriter olması durumunda, sezgisel kararlar ya da tek bir

#### Abstract

Investment is a primary tool utilized in the course of a business's development. Particularly, the accurate planning of investments that require financial resources is crucial for the future of the business. In this study, MOORA, one of the multi-criteria decision-making (MCDM) methods, was employed to select the priority facility among five different production facilities of a business operating in the manufacturing sector while planning investments. The weights of criteria were obtained using the SWARA method to be used in MOORA importance coefficient and TOPSIS methods. The results of MOORA methods were compared with the results obtained by TOPSIS, which is frequently used in ranking problems, and it was discussed which MOORA methods provide more reliable results.

**Keywords:** MOORA, TOPSIS, SWARA, Multi-criteria decision making (MCDM).

kriterin dikkate alınması doğru karar için yeterli olmayabilir. Yatırım projeleri, gerekli verilerin toplanması, işletmeye özgü tüm kriterlerin dikkatle belirlenmesi ve kriterlerin önceliklendirilmesi ile birçok kriterli karar verme (ÇKKV) problemine dönüştürülebilir. ÇKKV yöntemleri ile birden fazla kriter göz önünde bulundurulurken alternatifler arasında en iyi çözüm karar vericiye sunulabilir ve doğru bir yatırım planı elde edilebilir.

ÇKKV, literatürde pek çok yöntem ile karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemler, genellikle birbiri ile çelişkili kriterler altında en iyi alternatif sunmak üzere formülize edilen bir dizi matematiksel işlemden oluşmaktadır. Karar probleminin verilerine, yapısına ve sonuçlardan beklentilere göre en uygun ÇKKV yöntemi seçilerek problemlere çözüm aranmaktadır.

Bu çalışmada, üretim sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin beş farklı üretim tesisinde yatırım planlaması ÇKKV problemi olarak ele alınmıştır. İşletme, beş tesisi sağladıkları faydayı göz önünde bulundurarak önceliklendirmek istemektedir. İşletme bu önceliklendirmede; minimum çalışan kişi sayısı, minimum saatlik işçilik ücreti, maksimum vardiya çalışma süresi, maksimum yıllık üretim adedi, maksimum ortalama ürün karı amaçlarını gütmektedir.

\* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: selenavciem@gmail.com (S. Avcı Azkeskin)

Geliş / Received: 14.07.2023 Kabul / Accepted: 29.09.2023 Yayınlanma / Published: 15.10.2023

doi: 10.28948/ngumuh.1326150

Çalışmada, işletme kriterlerinin kantitatif olduğu, farklı birim değerli veriler ve çelişkili kriterler içerdiği (maksimizasyon ve minimizasyon) gözlemlenmiştir. Yatırım kararı için hızlı bir karar mekanizmasına ve tutarlı sonuçlara ihtiyaç duyan işletmenin taleplerine karşılık ÇKKV yöntemlerinden biri olan MOORA (The Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis Method-Oran Analizi Temeline Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon Yöntemi) yöntemleri probleme uygulanmıştır. MOORA'nın matematiksel kolaylığı hızlı bir karar mekanizması sağlamaktadır. Aynı zamanda tutarlı sonuçlar üretmesi açısından da avantajlı görülmektedir [1, 2, 3].

MOORA yöntemi, Brauers ve Zavadskas [2] tarafından literatüre kazandırılmıştır. MOORA, seçim kriterleri ve amaçlar arasındaki etkileşimleri bütünsel olarak ele alma ihtiyacından doğan, oran analizine dayalı olarak geliştirilmiş matematik tabanlı bir yöntemdir [2].

Literatürde çeşitli MOORA metodları bulunmaktadır. Oran Metodunda, eşit önemli olduğu varsayılan ölçütler bazında işlemler yapılmaktadır. Referans noktası metodu, oran metodundan elde edilen değerlerin maksimum referans noktaları belirlenerek amacın en küçük değer ya da en büyük değer amaçlı olmasına göre ayrı yönlendirmeler ile gerçekleştirilmektedir. Önem Katsayısı yönteminde belirlenen ağırlık katsayıları ile alternatiflerin performans skorları çarpılarak hesap yapılmaktadır. Bu yöntemde her bir alternatifin en büyük değere sahip olması gereken kriterlerinin değerleri toplanmakta, en küçük değere sahip olması gereken kriterlerinin değerleri çıkartılmaktadır [4]. Brauers ve Zavadskas [5] MOORA yönteminin bir diğer alt yöntemi olan tam çarpım formu yöntemini geliştirmişlerdir. Bu yaklaşımda, her bir alternatifin en büyük ve en küçük değer amaçlı verileri ayrı ayrı çarpılarak çarpım sonuçları bölünmektedir. MULTI-MOORA ise MOORA ve tam

çarpım formunun birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. İki yöntem ile yapılan sıralamalar, baskınlıklarına göre değerlendirilerek son bir değerlendirme yapılması sağlanmaktadır. Bu özelliğiyle yöntem mevcut ÇKKV yöntemleri içinde duyarlılığı en iyi olanlardan biridir [6]. Tablo 1'de görüldüğü üzere MOORA yöntemi literatürde pek çok yöntemle birlikte kullanılmıştır. Ayrıca MOORA literatürde yatırım problemlerinde de sıklıkla kullanılmıştır. Bir sonraki paragrafta bu çalışmalardan örnekler sunulmuştur.

Nguyen vd. [33] Vietnam Menkul Kıymetler Borsası Piyasasında endekslenen tarım şirketlerinin hisse senetlerini sıralamışlardır. Yatırım yapmak üzere en doğru hisseyi belirlemek üzere gri ilişkisel analiz, MOORA, AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmıştır. Yüksel vd. [34] G7 ülkelerinin enerji merkezi yatırımı seçimlerini MOORA yöntemi ile 7 faktör altında incelemişlerdir. Petrov [35] yenilenebilir enerji yatırım projelerinin seçimi için MOORA yöntemi ile birlikte objektif Shannon Entropy ve AHP yöntemlerinin bir entegrasyonunu kullanmıştır. Karande ve Chakraborty [36] MOORA yöntemine dayalı bulanık çok amaçlı optimizasyon çözümü ile iki ERP sistemden hangisine yatırım yapılması gerektiğine karar vermiş ve SAP'nin en iyi çözüm olduğunu tespit etmiştir. Mohagheghi ve Mousavi [37] yüksek teknoloji proje portföyüne yatırım seçimi için Pisagor bulanık WASPAS, MOORA ve matematiksel modelleme yöntemlerini kullanmıştır. Mandal ve Sarkar [38] akıllı üretim sistemi yatırımı yapmak için sahip oldukları seçenekleri bulanık MOORA yönteminden faydalanarak sıralamışlardır. Hamurcu ve Eren [39] kentsel hava kalitesinin iyileştirilerek bölge sakinlerinin yaşam kalitesinde artış sağlanması amacıyla en uygun elektrikli otobüse yatırım yapmak üzere MOORA ve TOPSIS yöntemlerinden faydalanmışlardır.

**Tablo 1.** MOORA yöntemi ile birlikte kullanılan diğer ÇKKV yöntemleri

Yazar	Yılı	Kullanılan Yöntem
Farida vd. [7]	2022	SMARTER, MOORA
Gümrah [8]	2022	VERİ ZARFLAMA ANALİZİ, MOORA
Baydaş [9]	2022	MOORA, MABAC, FUCA
Toslak vd. [10]	2022	MEREC, WEDBA, MOORA, WASPAS ve ROV
Savaş ve Yacan [11]	2022	BULANIK SWARA VE BULANIK MOORA
Coşkun ve Çetiner [12]	2022	ENTROPİ VE MOORA-ORAN
İnönü [13]	2022	ENTROPİ TABANLI ARAS VE MOORA
Yarlıkaş ve Öztürk [14]	2021	CRITIC, MOORA
Hatipoğlu ve Altan [15]	2021	MOORA
Aktürk [16]	2020	DOĞRUSAL FONKSİYON, MOORA
Deniz Başar ve Güneren Genç [17]	2020	LOJİSTİK REGRESYON, YAPAY SİNİR AĞLARI, MOORA
Özdemir [18]	2020	MOORA, MOOSRA
Topuk [19]	2020	EDAS VE MOORA
Yakut [20]	2020	MOORA, WASPAS, COPELAND
Selçuk vd. [21]	2020	SWARA-MOORA
Sarıoğlu ve Arslan [3]	2020	MOORA
Çanakçıoğlu [22]	2019	DEMATEL VE MOORA
Genç vd. [23]	2017	TOPSIS, ARAS ve MOORA
Orakçı ve Özdemir [24]	2017	GİA, MOORA
Durmaz vd. [25]	2017	HEDEF PROGRAMLAMA, MOORA
Metin vd. [26]	2017	TOPSIS, MOORA
Ömürbek ve Özcan [27]	2016	MULTIMOORA
Ömürbek ve Eren [28]	2016	PROMETHEE, MOORA ve COPRAS
Uygurtürk [29]	2015	BULANIK MOORA
Aktepe ve Ersöz [30]	2014	AHP-VIKOR ve MOORA
Özdağoğlu [31]	2014	MOORA
Karaca [32]	2011	AHP, PROMETHEE ve MOORA

Fettahoğlu vd. [40] bir ülkede yatırım kararı verilirken gayri safi milli hasıla (GSMH), ticari ortam ve ülke hakkındaki yatırım serbestisi faktörlerinin en etkili faktörler olduğunu; coğrafi uzaklık ve bilgi maliyeti faktörlerinin ise en az etkili faktörler olduğunu MOORA ve AHP yöntemleri ile belirlemişlerdir. D. Pamučar ve G. Čirović [41] lojistik merkezlerde manipülatif taşımacılığın (forklift) satın alınmasına ilişkin yatırım kararları sürecinde yeni DEMATEL-MABAC modelini uygulamışlardır. SAW, COPRAS, TOPSIS, MOORA ve VIKOR yöntemleri ile de sonuçlar karşılaştırılmıştır. Dong vd. [42] rüzgâr enerjisi yatırımı seçiminde dikkate alınması gereken faktörlerin belirlenmesi için MOORA ve TOPSIS yöntemlerinden faydalanmışlardır. Teknik gelişme, finansal performans ve organizasyonel etkinlik en önemli kriterler olarak belirlenmiştir. Kocaman [43] portföy yatırım kararının verilmesinde yatırım yapılacak ülkenin belirlenmesi için MOORA ve AHP yöntemlerini kullanmıştır. Bircan vd. [44] Yozgat ilinde kompost tesis kümelerini ve yerlerini belirlerken yatırıma uygunluk kriterini MOORA ile incelemiş ve en iyi yatırım kararı için iki kümenin Yozgat'ın Sorgun ve Şefaattli köylerinde konumlandırılması gerektiğini belirtmiştir. Kıyıcı vd. [45] bireysel emekliliğe yatırım yapacak bireyler için emeklilik yatırım fonlarını TOPSIS, VIKOR ve MOORA yöntemleri ile sıralamıştır. Vatansaver ve Uluköy [46] üretim sektöründe faaliyet gösteren bir firmada en uygun kurumsal kaynak planlama yazılımına yatırım yapılabilmesi için kriterleri bulanık AHP ile ağırlıklandırmış ve alternatifleri bulanık MOORA yöntemleri ile sıralamıştır. Keleş [47] yatırım yapılacak bir makine seçimi probleminde alternatif makineleri ENTROPİ ve MOORA yöntemlerini uygulayarak sıralamıştır. Uzun ve Yıldırım [48] bir gemi projesinde kullanılmak üzere yatırım yapılacak ekipmanların seçiminde TOPSIS, MOORA ve VIKOR yöntemlerini kullanmıştır. Bulut [49] yatırımcılar için en uygun organize sanayi bölgesinin seçiminde önemli olan kriterlerin ve bu kriterlerin önem düzeyinin belirlenmesi için MULTIMOORA yöntemini kullanmıştır. Khorshidi vd. [50] güneş enerjisi santrali yatırımı yapılacak en uygun lokasyonun seçimi için bulanık DEMATEL ve bulanık MOORA yöntemlerinden faydalanmış ve bulanık AHP ile duyarlılık analizi gerçekleştirmiştir. Sarkar vd. [51] MOORA ve MOOSRA yöntemleri ile yatırım yapılacak makinelerin seçiminde geleneksel olmayan makine seçim özelliklerini sıralandırmıştır. Brauers ve Ginevičius [52] Belçika hisselerine yatırım yapılması konusunda yönlendirici olması için MOORA ve MULTIMOORA yöntemlerini hisse seçim probleminde uygulamışlardır.

## 2 Materyal ve metot

Çalışmada MOORA yöntemleri, yatırım önceliklendirilmesi problemi çözümünde kullanılmıştır. Ayrıca, bir başka ÇKKV yöntemi olan ve literatürde sıralama problemlerinde sıklıkla kullanılan TOPSIS yöntemi, MOORA ile elde edilen sonuçları karşılaştırılmak üzere ikinci bir yöntem olarak seçilmiştir. Bu karşılaştırma ile sonraki yatırım kararlarında daha hızlı ve doğru karar verilebilmesi için hangi MOORA yönteminin daha etkin

olduğu ile ilgili bir değerlendirme yapılması hedeflenmiştir. MOORA yöntemlerinden biri olan Önem Katsayısı yöntemi ve TOPSIS yönteminin ihtiyaç duyduğu kriter ağırlıkları ise bir kriter ağırlıklandırma yöntemi olan SWARA yöntemi ile hesaplanmıştır.

### 2.1 MOORA yöntemi

Alternatiflerin kriterlere göre performans skorlarını gösteren Denklem (1)'deki  $X$  karar matrisi, yöntemin ilk adımı olarak oluşturulur [53].

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{1i} & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{j1} & x_{ji} & x_{jn} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{mi} & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Toplam alternatif sayısı " $m$ " ile ifade edilirken " $n$ " toplam nitelik/ölçüt/kriter sayısını ifade etmektedir.  $x_{ij}$   $i$ . alternatifin  $j$ . amacına göre dengi iken  $i=1,2,\dots,n$  kriterleri,  $j=1,2,\dots,m$  alternatifleri ifade eder. Karar matrisi değerleri, Denklem (2) ile normalize edilir [2].

$$X_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2)$$

Sonuca ulaşmak için en büyüğü hedefleyen skorların toplanması en küçüğü hedefleyen skorların çıkarılması gerekmektedir, bunun için Denklem (3)'teki formül uygulanır.  $i=1,2,\dots,g$  en büyüğü hedefleyen ve  $i=g+1,g+2,\dots,n$  en küçüğü hedefleyen amaçlardır.

$y_i$ , normalize edilmiş  $j$ . alternatifini tüm amaçlara göre ifade eden değerdir.  $y_i$  değerleri ile MOORA oran yöntemine göre sıralama işlemi gerçekleştirilir [2].

$$y_i = \sum_{i=1}^{i=g} x_{ij} - \sum_{i=g+1}^{i=n} x_{ij} \quad (3)$$

Referans noktası yaklaşımında Denklem (2)'de normalize edilmiş karar matrisi değerlerinden, amaç en küçük olduğunda en küçük nokta, amaç en büyük olduğunda en büyük nokta seçilerek referans nokta bulunur. Bu referans noktalarından her bir alternatifin karar matrisindeki değerinin farkı alınarak uzaklıklar bulunur ve alternatifler Denklem (4)'teki gibi sıralanır.  $x_{ij} > r_i$  koşulunda mutlak değer devreye girmektedir [2].

$$\min_{(j)} \{ \max_{(i)} |r_i - x_{ij}| \} \quad (4)$$

Önem katsayısı yönteminde farklı yöntemler ya da uzman kararı ile belirlenen kriter ağırlıkları ile alternatiflerin karar matrisi değerleri çarpılır. Her bir alternatifin en büyüğü amaçlayan kriterleri toplanıp; en küçüğü amaçlayanlar çıkartılır. Denklem (5) ile  $j$ . alternatifini değerlendiren  $y_j$  değerleri elde edilir ve bulunan değerler sıralanır.  $i=1,2,\dots,g$

en büyüğü hedefleyen amaçları ve  $i=g+1, g+2, \dots, n$  en küçüğü hedefleyen amaçları ifade eder [54].

$$y_i = \sum_{i=1} S_i X_{ij} - \sum_{i=g+1} S_i X_{ij} \quad (5)$$

Tam çarpım formu yönteminde en büyüğü amaçlayan değerler, en küçüğü amaçlayan değerlere **Denklem (8)**'deki gibi bölünür ve karar matrisi değerlerinden elde edilen  $U_j$  değerleri ile sıralama yapılır. **Denklem (6)**'da  $A_j$  ile ifade edilen en büyüğü amaçlayan formülü; **Denklem (7)**'de  $B_j$  ile ifade edilen en küçüğü amaçlayan formülü göstermektedir [54].

$$A_j = \prod_{g=1}^i x_{gi} \quad (6)$$

$$B_j = \prod_{k=i+1}^n x_{kj} \quad (7)$$

$$U_j = \frac{A_j}{B_j} \quad (8)$$

## 2.2 TOPSIS yöntemi

TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution) yöntemi, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak alternatifin seçilmesi üzerine altı aşamada formülize edilmiştir [23].

TOPSIS yönteminin de MOORA gibi 1. adımı **Denklem (1)**'deki  $X$  karar matrisi ile başlamaktadır. 2. adımda  $X$  matrisindeki  $x_{ij}$  değerleri kullanılarak, elemanları  $r_{ij}$  ile gösterilen ve **Denklem (9)**'daki formülle hesaplanan normalize karar matrisi elde edilir [23].

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (9)$$

3. adımda, önceden belirlenen ve **Denklem (10)**'a göre toplamları 1 olan kriter ağırlıkları, normalize karar matrisindeki değerler ile **Denklem (11)**'deki formüle göre çarpılır [23].

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (10)$$

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (11)$$

4. adımda, **Denklem (12)**'ye göre negatif ideal, **Denklem (13)**'e göre pozitif ideal çözüm değerleri tanımlanır.  $J$  faydayı (maksimizasyon),  $J'$  maliyet oluşturacak (minimizasyon) kriteri temsil ederken  $X^-$  en az tercih edilen, negatif ideal çözümü ve  $X^+$  en fazla tercih edilen pozitif ideal çözümü göstermektedir [23].

$$X^- = (\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J'), \quad (12)$$

$$i=1,2,\dots,m \} = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$$

$$X^+ = (\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J'), \quad (13)$$

$$i=1,2,\dots,m \} = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}$$

5. adımda öklit uzaklık formülü yardımıyla pozitif ideal çözümden uzaklığı hesaplamak üzere **Denklem (14)**, negatif ideal çözümden uzaklığı hesaplamak üzere **Denklem (15)** kullanılmaktadır [23].

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2 \quad (14)$$

$$S_i^- = \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2 \quad (15)$$

6. ve son adımda ise her bir alternatifin ideal çözüme göreli yakınlığı, **Denklem (16)**'daki formül kullanılarak hesaplanır [23].

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (16)$$

Burada  $C_i^*$  0 ile 1 aralığında değerler alır.  $X_i$  ile  $X^+$  eşit ise  $C_i^*$  1 değerini alır, bu durum alternatifin pozitif ideal çözüme mutlak yakınlığını ifade eder.  $X_i$  ile  $X^-$  nin eşit olması durumunda ise  $C_i^*$  0 değerini alır ve bu ilgili alternatifin pozitif ideal çözüme mutlak yakınlığını ifade eder. Alternatifler, ideal çözüme yakınlıklarına göre en yüksek  $C_i^*$  değerinden başlanarak sıralanır [23].

## 2.3 SWARA yöntemi

SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi, alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan kriterleri öncelik sırasına koyarak önemsiz kriterleri elemek üzere formülize edilmiştir. Kriterlere verilen sıra ile kriter ağırlıkları hesaplanmaktadır [11].

SWARA yönteminin 1. adımında kriterler karar vericilerin kişisel değerlendirmeleri ile önemliden önemsizce doğru sıralanır.

2. adımda karar vericiler ikinci önemli kriterden başlayarak, her bir kriter için görece önem düzeylerini belirler. Bunun için, “ $j$ ” kriteri ile bir önceki kriter “ $j-1$ ” karşılaştırılır. Bu oran “ortalama değerin karşılaştırmalı önemi” olarak adlandırılmıştır ve  $s_j$  simgesi ile gösterilmektedir.

3. adımda tüm kriterler için katsayı değeri  $k_j$  **Denklem (17)**'den yararlanarak belirlenir. En büyük  $s_j$  değerine sahip kriterlere ait katsayı  $k_j=1$  değerini almaktadır.

$$k_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ s_j + 1, & j > 1 \end{cases} \quad (17)$$

4. adımda tüm kriterler için 3. adımdaki hesaplama sonucu yeni bir vektör elde edilir. **Denklem (18)** ile önem vektörü “ $q_j$ ” hesaplanır. Vektör için birinci sıradaki kriterin düzeltilmiş ağırlığı “ $q_j=1$ ” dir.



$$q_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (18)$$

5. adımda tüm kriterler için göreceli ağırlık değeri  $w_j$  hesaplanmaktadır. **Denklem (19)**'daki  $w_j$  simgesi,  $j$  kriterinin göreceli ağırlığını göstermektedir.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (19)$$

### 3 Uygulama

Üretim sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin beş farklı üretim tesisi bulunmaktadır. İşletme, tesislerine yatırım yaparken sağladığı fayda yüksek olan tesise öncelik vermek istemektedir. İşletme bu önceliklendirmede; minimum çalışan kişi sayısı ve saatlik işçilik ücreti (maliyet kriterleri) ile maksimum vardiya çalışma süresi, yıllık üretim adedi ve ortalama ürün karı (fayda kriterleri) kriterlerini dikkate almaya karar vermiştir. 5 tesis arasında önceliklendirme yapmak için MOORA yöntemi kullanılmıştır ve MOORA yönteminin sonuçları TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Kriterler, ilgili tesiste çalışan uzmanların görüşleri doğrultusunda SWARA yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır.

**Tablo 2**'de  $X$  karar matrisinin 5 kriter ve 5 alternatifine dair işletme verileri yer almaktadır.

**Tablo 2.**  $X$  karar matrisine ait veriler

Tesis	Çalışan (kişi)	Saatlik işçilik ücreti (birim)	Çalışma süresi (saat)	Üretim (adet)	Ort. ürün karı (birim)
A	1185	5.75	7.2	910750	2.34
B	495	6.03	7.1	68700	24.74
C	560	5.85	7	925650	2.57
D	320	5.74	6.8	743900	2.47
E	490	6.17	6.9	839450	2.24

#### 3.1 Multi oran yöntemi

Multi oran değerlerini elde etmek için karar matrisi **Denklem (2)** kullanılarak **Tablo 3**'teki gibi normalize edilmiştir.

**Tablo 3.** Normalize karar matrisi

Tesis	(min) Çalışan	(min) Saatlik işçilik ücreti	(maks) Çalışma süresi	(maks) Üretim	(maks) Ort. ürün karı
A	0.7805	0.4353	0.4589	0.5303	0.0930
B	0.3260	0.4562	0.4535	0.0400	0.9815
C	0.3688	0.4422	0.4461	0.5390	0.1020
D	0.2108	0.4343	0.4375	0.4332	0.0981
E	0.3227	0.4671	0.4397	0.4888	0.0889

**Denklem (2)** kullanılarak normalize edilmiş karar matrisinde her bir tesis için maliyet ve fayda kriterlerine göre **Denklem (3)** kullanılarak elde edilen Multi oran yönteminin sonuçları **Tablo 4**'teki gibidir.

**Tablo 4.** Multi oran yöntemi sonuçları

Tesis	A	B	C	D	E
Multi Oran Değerleri	-0.1336	0.6928	0.2761	0.3237	0.2276
Multi Oran Sıralama	5	1	3	2	4

#### 3.2 Referans noktası yöntemi

**Denklem (2)**'ye göre normalize edilmiş karar matrisinde maliyet kriterleri için en küçük, fayda kriterleri için en büyük değerler **Tablo 5**'teki gibi hesaplanır.

**Tablo 5.** Referans noktası belirleme

Tesis	(min) Çalışan	(min) Saatlik işçilik ücreti	(max) Çalışma süresi	(max) Üretim	(max) Ort. ürün karı
A	0.7805	0.4353	0.4589	0.5303	0.0930
B	0.3260	0.4562	0.4535	0.0400	0.9815
C	0.3688	0.4422	0.4461	0.5390	0.1020
D	0.2108	0.4343	0.4375	0.4332	0.0981
E	0.3227	0.4671	0.4397	0.4888	0.0889
RN	0.2108	0.4343	0.4589	0.5390	0.9815

Her bir verinin referans noktasından farkı alınarak uzaklıklar **Tablo 6**'daki gibi hesaplanır.

**Tablo 6.** Referans noktasına uzaklıklar

Tesis	(min) Çalışan	(min) Saatlik işçilik ücreti	(max) Çalışma süresi	(max) Üretim	(max) Ort. ürün karı
A	-0.5697	-0.0010	0.0000	0.0087	0.8886
B	-0.1153	-0.0219	0.0053	0.4990	0.0000
C	-0.1581	-0.0079	0.0128	0.0000	0.8795
D	0.0000	0.0000	0.0213	0.1058	0.8835
E	-0.1120	-0.0328	0.0192	0.0502	0.8927

**Denklem (4)**'e göre alternatifte ait en büyük uzaklık multi referans değeridir. **Tablo 7**'deki gibi küçükten büyüğe sıralanır.

**Tablo 7.** Multi referans yöntemi sonuçları

Tesis	A	B	C	D	E
Referans noktası değerleri	0.8886	0.499	0.8795	0.8835	0.8927
Referans noktası sıralama	4	1	2	3	5

#### 3.3 Önem katsayısı yöntemi

Önem katsayısı ve TOPSIS yöntemlerinde kullanılmak üzere SWARA yöntemi ile belirlenen kriterlerin ağırlıklarına göre önem katsayısı yönteminin değerleri **Tablo 8**'deki gibi hesaplanmıştır.

**Tablo 8.** Önem katsayısı değerleri

Tesis	(min) Çalışan	(min) Saatlik işçilik ücreti	(maks) Çalışma süresi	(maks) Üretim	(maks) Ort. ürün karı
A	0.1497	0.0831	0.0718	0.1193	0.0216
B	0.0626	0.0871	0.0710	0.0090	0.2280
C	0.0708	0.0844	0.0698	0.1212	0.0237
D	0.0404	0.0829	0.0685	0.0974	0.0228
E	0.0619	0.0892	0.0688	0.1099	0.0206
Ağırlık	0.19	0.19	0.16	0.22	0.23

**Denklem (5)**'e göre maksimize edilecek amaçlar toplanırken minimize edilecekler çıkarılarak **Tablo 9**'daki sıralama elde edilir.

**Tablo 9.** Önem katsayısı yöntemi sonuçları

Tesis	A	B	C	D	E
Önem katsayısı değerleri	-0.0202	0.1583	0.0595	0.0653	0.0483
Önem katsayısı sıralama	5	1	3	2	4

### 3.4 Tam çarpım formu yöntemi

Denklem (6)'ya göre tam çarpım formu yönteminde ilk karar matrisindeki maksimize edilecek değerler çarpılır ve Denklem (7)'ye göre minimize edilecek değerlerin çarpımına Denklem (8)'deki gibi bölünür. Tam çarpım formu değerleri Tablo 10'daki gibi hesaplanmıştır.

**Tablo 10.** Tam çarpım formu yöntemi sonuçları

Tesis	A	B	C	D	E
Tam çarpım değerleri	2243.58	4033.8	5067.95	6841.7	4268.6
Tam çarpım sıralama	5	4	2	1	3

### 3.5 Multi-MOORA yöntemi

Tüm MOORA yöntemlerinden hesaplanan sıralamalara göre seçimlerin baskınlığı Multi-MOORA yaklaşımı ile belirlenmiştir. Multi-MOORA sıralaması Tablo 11'deki gibidir.

**Tablo 11.** Multi-MOORA yöntemi sonuçları

Tesis	Multi Oran	Referans noktası	Önem katsayısı	Tam çarpım	Multi-MOORA
A	5	4	5	5	5
B	1	1	1	4	1
C	3	2	3	2	3
D	2	3	2	1	2
E	4	5	4	3	4

### 3.6 TOPSIS yöntemi

SWARA ile hesaplanan ağırlıklar TOPSIS karar matrisine eklenerek Tablo 12 elde edilmiştir.

**Tablo 12.** Ağırlıklar eklenmiş TOPSIS karar matrisi

Amaç	maliyet	maliyet	fayda	fayda	fayda
Ağırlık	0.19	0.19	0.16	0.22	0.23
Tesis	Çalışan (Kişi)	Saatlik işçilik ücreti	Vardiyalık çalışılan süre	Üretim	Ortalama ürün karı
A	1185	5.75	7.2	910750	2.34
B	495	6.03	7.1	68700	24.74
C	560	5.85	7	925650	2.57
D	320	5.74	6.8	743900	2.47
E	490	6.17	6.9	839450	2.24

Denklem (9)'a göre normalizase edilen karar matrisi Denklem (11)'e göre ağırlıklar ile çarpıldığında Tablo 13'teki ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilmiştir.

**Tablo 13.** Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

Tesis	Çalışan (Kişi)	Saatlik işçilik ücreti	Vardiyalık çalışılan süre	Üretim	Ortalama ürün karı
A	0.1497	0.0831	0.0719	0.1193	0.0216
B	0.0626	0.0871	0.0709	0.0090	0.2280
C	0.0708	0.0845	0.0700	0.1212	0.0237
D	0.0404	0.0829	0.0680	0.0974	0.0228
E	0.0619	0.0891	0.0690	0.1099	0.0206

Denklem (12) ile ideal ve Denklem (13) ile negatif ideal değerler Tablo 14'teki gibi hesaplanır.

**Tablo 14.** İdeal ve negatif ideal değerler

	Çalışan	Saatlik işçilik ücreti	Vardiyalık çalışılan süre	Üretim	Ortalama ürün karı
$V^+$	0.0404	0.0829	0.0719	0.1212	0.2280
$V^-$	0.1497	0.0891	0.0680	0.0090	0.0206

Denklem (14) ile ideal ve Denklem (15) ile negatif ideal değerlere göre uzaklıklar bulunur. Denklem (16)'ya göre ideal çözüme yakınlık değerleri Tablo 15'teki gibi hesaplanır ve büyüğten küçüğe sıralanır.

**Tablo 15.** İdeal ve negatif ideal değerlere göreli yakınlık

Tesis	$S_i^+$	$S_i^-$	$C_i^*$	Sıralama
A	0.2336	0.1105	0.3211	5
B	0.1144	0.2250	0.6628	1
C	0.2066	0.1373	0.3993	3
D	0.2067	0.1407	0.4051	2
E	0.2089	0.1338	0.3904	4

## 4 Bulgular

MOORA Oran, MOORA önem katsayısı ve Multi-MOORA yöntemlerinin sonuçları ile TOPSIS yöntemi aynı sonucu vermiştir. Tablo 16'da da görülebileceği üzere referans noktası ve tam çarpım yöntemlerinde benzerlik oranı hem kendi aralarında hem diğer yöntemlere göre düşüktür.

**Tablo 16.** MOORA ve TOPSIS yöntemlerine ait sıralamalar

Tesis	Multi Oran	Referans noktası	Önem katsayısı	Tam çarpım	Multi-MOORA	TOPSIS
A	5	4	5	5	5	5
B	1	1	1	4	1	1
C	3	2	3	2	3	3
D	2	3	2	1	2	2
E	4	5	4	3	4	4

Yöntemlerden elde edilen sıralamalar Tablo 17'de Kendall's tau korelasyon katsayısı ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, Referans noktası yöntemi TOPSIS'e Tam çarpım yöntemine göre daha benzemektedir.

**Tablo 17.** Yöntemlerin benzerliklerinin incelenmesi

Yöntem	Multi Oran	Referans noktası	Önem katsayısı	Tam çarpım	Multi-MOORA	TOPSIS
Multi Oran	1.00	0.60	1.00	0.40	1.00	1.00
Referans noktası	0.60	1.00	0.60	0.00	0.60	0.60
Önem katsayısı	1.00	0.60	1.00	0.40	1.00	1.00
Tam çarpım	0.40	0.00	0.40	1.00	0.40	0.40
Multi-MOORA	1.00	0.60	1.00	0.40	1.00	1.00

## 5 Sonuçlar

Yatırım kararlarının sonuçları hayati olabileceğinden işletmeler yatırımlarını planlarken dikkatli olmalıdır. Çeşitli sıralama ve ağırlıklandırma yöntemleri ile alınan kararlar subjektif kararlardan çok daha güvenli olacaktır.

MOORA yöntemlerinden hepsinin aynı sonuçları vermediği göz önünde bulundurulduğunda Multi-MOORA yöntemi ile ortak sonuçtan bir sıralama elde etmek daha güvenilir olabilir. Çalışmada, MOORA oran ve önem

katsayısı yöntemlerinin TOPSIS ile aynı sonuçları vermiş olması hızlı bir çözüme ulaşmak için bu yöntemlerden biri ile ilerlenebileceğini göstermektedir. Karar vericilerin amaçlarına ve kriterlerinin yapısına göre bir MOORA yöntemi doğru bir karar verilmesinde etkili olacaktır.

Güvenilirliği artırma amacı güdülür ise incelenen yatırım problemi özelinde ağırlıklandırma sürecindeki karar verici sayısı artırılabilir. Genel kriterler daha özel kriterlere ayrılarak MOORA ve TOPSIS'ten elde edilen sonuçlar yeniden karşılaştırılabilir.

#### Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

**Benzerlik oranı (iThenticate): %15**

#### Kaynaklar

- [1] M. S. Chakraborty, Applications of the MOORA method for decision making in manufacturing environment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 54(9), 1155-1166, 2011. <https://doi.org/10.1007/s00170-010-2972-0>.
- [2] W. K. Brauers and E. K. Zavadskas, The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*, 35(2), 445-469, 2006. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/228345226>.
- [3] M. Sarıoğlan ve K. Arslan, Yiyecek içecek işletmelerinde MOORA yöntemi ile tedarikçi seçiminin uygulanabilirliği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(73), 254-270, 2020. <https://doi.org/10.17755/esosder.529386>
- [4] Konu 13: Çok lütlü karar verme yöntemleri – V <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=83423>, Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2023.
- [5] W. K. Brauers and E. K. Zavadskas, Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies, *Technological and Economic Development of Economy*, 16(1), 5-24, 2010. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.01>.
- [6] A. Özbek, Akademik birim yöneticilerinin MOORA yöntemiyle seçilmesi: Kırıkkale üzerine bir uygulama. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(38), 1-18, 2015. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/erusosbilder/issue/23772/253408>.
- [7] I. N. Farida, U. Mahdiyah and A. F. H. Setiawan, Sensitivity analysis of the SMARTER and MOORA methods in decision making of achieving students. *Jurnal Infotel*, 14(3), 168-173, 2022. <https://doi.org/10.20895/infotel.v14i3.751>.
- [8] A. Gümrah, Loğistik maliyetler ve firma performansına etkisi: Borsa İstanbul gıda sektöründe bir uygulama. *İşletme Akademisi Dergisi*, 3(3), 351-362, 2022. <https://doi.org/10.26677/TR1010.2022.1100>.
- [9] M. Baydaş, The effect of pandemic conditions on financial success rankings of BIST SME industrial companies: a different evaluation with the help of comparison of special capabilities of MOORA, MABAC and FUCA methods. *Business & Management Studies: An International Journal*, 10(1), 245-260, 2022. <https://doi.org/10.15295/bmij.v10i1.1997>.
- [10] M. Toslak, B. Aktürk ve A. Ulutaş, MEREK ve WEDBA yöntemleri ile bir loğistik firmasının yıllara göre performansının değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 33, 363-372, 2022. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1041106>.
- [11] H. Savaş ve İ. Yacan, Dış kaynak kullanım stratejisi kapsamında alt yüklenicilerin bulanık SWARA ve bulanık MOORA yöntemleriyle değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 504-522, 2022. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gumus/issue/70421/1012877>.
- [12] A. Coşkun ve H. etiner, Piyasa çarpanlarıyla performans analizi: Borsa İstanbul'da işlem gören turizm şirketlerinin entropi ve MOORA-Oran yöntemleriyle incelenmesi. *Turizm Akademik Dergisi*, 9(1), 157-177, 2022. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/touraj/issue/70329/1105334>.
- [13] G. İnönü, ENTROPİ tabanlı ARAS ve MOORA yöntemleri ile Borsa İstanbul'da finansal performans analizi. *Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türkiye*, 2022.
- [14] S. Yarlıkaş ve C. Öztürk, Bankacılık sektöründe kurumsal sürdürülebilirlik performansının Critic-Moora önem katsayısı yaklaşımı ile değerlendirilmesi. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 8(77), 3124-3136, 2021. <http://dx.doi.org/10.26450/jshsr.2863>.
- [15] C. Hatipoğlu ve İ. M. Altan, Türkiye'de e-Ticaret hizmetlerinin MOORA yönetimi ile incelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 68, 372-383, 2021. <https://doi.org/10.51290/dpusbe.875064>.
- [16] C. Aktürk, Pazarlama 4.0 için genetik algoritma tabanlı bir karar destek modeli önerisi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 346-356, 2020. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.554916>.
- [17] Ö. Deniz Başar ve E. Güneren Genç, Ülkelerin güvenli olmalarının tahmininde loğistik regresyon, yapay sinir ağları ve MOORA yöntemlerinin karşılaştırılması. *Journal of Life Economics*, 7(2) , 123-134, 2020. <https://doi.org/10.15637/jlecon.7.008>.
- [18] M. H. Özdemir, MOORA ve MOOSRA yöntemleriyle akıllı telefon seçimi. *Istanbul Management Journal*, 89, 157-170, 2020. <https://doi.org/10.26650/imj.2020.89.007>.
- [19] N. Topuk, Türkiyede kargo şirketi olarak faaliyet gösteren firmaların EDAS ve MOORA yöntemleri ile değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye*, 2020.
- [20] E. Yakut, OECD ülkelerinin bilgi ve iletişim teknolojileri gelişmişliklerinin MOORA ve WASPAS yöntemiyle değerlendirilerek kullanılan yöntemlerin

- Copeland yöntemiyle karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 24(3), 1275-1294, 2020. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunisobil/issue/57299/770658>.
- [21] O. Selçuk, H. Karakaş ve E. İpekçi Çetin, Antalya ilinde turizme açık doğal alanların tehlike düzeylerinin bütünlük SWARA-MOORA yöntemi ile belirlenmesi. Coğrafya Dergisi, 41, 77-91, 2020. <https://doi.org/10.26650/jgeog2020-0059>.
- [22] M. Çanakçıoğlu, Dematel ve MOORA Bütünlük yaklaşımı ile BİST metal eşya, makine endeksindeki işletmelerin finansal performanslarının değerlendirilmesi. İşletme Araştırmaları Dergisi, 11(4), 2425-2441, 2019. Retrieved from <https://isarder.org/index.php/isarder/article/view/914>.
- [23] A. Genç, T. Avcı ve H. Sevgin, Karadeniz ekonomik işbirliği üye ülkelerine ilişkin etkinlik analizi: TOPSIS, ARAS ve MOORA yöntemleriyle bir uygulama. Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies, 4(2), 15-40, 2017. <https://doi.org/10.5505/pjess.2017.07269>.
- [24] E. Orakçı ve A. Özdemir, Telafi edici çok kriterli karar verme yöntemleri ile Türkiye ve AB ülkelerinin insani gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(1), 61-74, 2017. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akuiibfd/issue/29881/321945>.
- [25] E. D. Durmaz, E. Akgündüz ve R. Şahin, Tedarikçi seçim probleminde hedef programlama ve MOORA yöntemi: uygulama çalışması. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(3), 1021-1044, 2017. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/gaziuiibfd/issue/36599/416585>.
- [26] S. Metin, S. Yaman ve T. Korkmaz, Finansal performansın TOPSIS ve MOORA yöntemleri ile belirlenmesi: BİST enerji firmaları üzerine karşılaştırmalı bir uygulama. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(2), 371-394, 2017. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ksusbd/issue/31599/319321>.
- [27] N. Ömürbek ve A. Özcan, BİST’de işlem gören sigorta şirketlerinin MULTIMOORA yöntemiyle performans ölçümü. Uluslararası İşletme, Ekonomi ve Yönetim Perspektifleri Dergisi, 1(2), 64-75, 2016. <https://doi.org/10.20989/ijbemp.9>.
- [28] N. Ömürbek ve H. Eren, PROMETHEE, MOORA ve COPRAS yöntemleri ile oran analizi sonuçlarının değerlendirilmesi: bir uygulama. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(16), 174-187, 2016. <https://doi.org/10.20875/sb.69615>.
- [29] H. Uygurtürk, Bankaların internet şubelerinin bulanık MOORA yöntemi ile değerlendirilmesi. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 11(25), 115-128, 2015. <https://doi.org/10.17130/ijmeh.2015.11.25.791>.
- [30] A. Aktepe ve S. Ersöz, AHP-VIKOR ve MOORA yöntemlerinin depo yeri seçim probleminde uygulanması. Endüstri Mühendisliği, 25(1), 2-15, 2014. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/industri/issue/46770/586313>.
- [31] A. Özdağoğlu, Normalizasyon yöntemlerinin çok ölçütlü karar verme sürecine etkisi-MOORA yöntemi incelemesi. Ege Academic Review, 14(2), 2014. <https://doi.org/10.21121/eab.2014218058>.
- [32] T. Karaca, Proje yönetiminde çok kriterli karar verme tekniklerini kullanarak kritik yolun belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011.
- [33] P. Nguyen, Tsai H., Kumar J. F. and Y. C. Hu, Stock investment of agriculture companies in the Vietnam stock exchange market: An AHP integrated with GRA-TOPSIS-MOORA approaches. Journal of Asian Finance, Economics and Business, 7(7), 113-121, 2020. Retrieved from <https://koreascience.kr/article/JAKO202020952022422.pdf>.
- [34] S. Yüksel, A. Mikhaylov and L. Khomyakova, Energy center selection in G7 industry with fuzzy MOORA. In Handbook of research on strategic management for current energy investments. In: S. Yüksel, H Dincer (eds.), Handbook of Research on Strategic Management for Current Energy Investments, pp. 87-106, 2021. Retrieved from <https://www.igi-global.com/chapter/energy-center-selection-in-g7-industry-with-fuzzy-moora/281189>
- [35] I. Petrov, Renewable energies projects selection: block criteria systematization with AHP and Entropy-MOORA methods in MCDM. 26th Scientific Conference on Power Engineering and Power Machines (PEPM’2021), pp. 1-8, E3S Web of Conference, 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132702004>.
- [36] P. Karande and S. Chakraborty, A Fuzzy-MOORA approach for ERP system selection. Decision Science Letters, 1(1), 11-21, 2012. <https://doi.org/10.5267/j.dsl.2012.07.001>.
- [37] V. Mohagheghi and S. M. Mousavi, A new framework for high-technology project evaluation and project portfolio selection based on Pythagorean fuzzy WASPAS, MOORA and mathematical modeling. Iranian Journal of Fuzzy Systems, 16(6), 89-106, 2019. [10.22111/IJFS.2019.5022](https://doi.org/10.22111/IJFS.2019.5022).
- [38] U. K. Mandal and B. Sarkar, Selection of best intelligent manufacturing system (ims) under fuzzy moora conflicting mcdm environment. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2(9), 301-310, 2012. Retrieved from <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=0e979c3f2efcb6046ca5676a2406a639c01c5457>.
- [39] M. Hamurcu and T. Eren, Applications of the MOORA and TOPSIS methods for decision of electric vehicles in public transportation technology. Transport, 37(4), 251-263, 2022. <https://doi.org/10.3846/transport.2022.17783>.
- [40] S. Fettahoğlu, B. Özcan and H. Kocaman, An application of the portfolio investment choices with



- multi-purpose decision making methods in emerging countries. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 22(1), 145-162, 2020. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.462235>.
- [41] D. Pamučar and G. Čirović, The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC). Expert Systems With Applications, 42(6), 3016-3028, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.11.057>.
- [42] W. Dong, G. Zhao, S. Yüksel, H. Dinçer and G. G. Ubay, A novel hybrid decision making approach for the strategic selection of wind energy projects. Renewable Energy, 185, 321-337, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.12.077>.
- [43] H. Kocaman, Gelişmekte olan ülkelerde çok amaçlı karar verme yöntemiyle portföy yatırım kararı üzerine bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2017.
- [44] H. Bircan, H. Eleroğlu ve R. Arslan, Yozgat ilinde kurulabilecek kompost tesislerinin MOORA yöntemiyle optimallik sıralaması. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 5(12), 83-90, 2018. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/asead/issue/41905/505235>.
- [45] U. Kıyıcı, T. Korkmaz ve H. Uygurtürk, Türkiye'deki bireysel emeklilik yatırım fonlarının TOPSIS, VIKOR ve MOORA yöntemleri ile karşılaştırmalı performans değerlendirmesi. Sosyal Bilimler Metinleri, 2, 1-16, 2016. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/773959#page=9>.
- [46] K. Vatansever ve M. Uluköy, Kurumsal kaynak planlaması sistemlerinin bulanık AHP ve bulanık MOORA yöntemleriyle seçimi: Üretim sektöründe bir uygulama. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11(2), 274-293, 2013. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/cbayarsos/issue/4064/53561>.
- [47] R. Keleş, Üretim işletmelerinde ENTROPİ tabanlı MOORA yöntemi ile makine seçimi. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türkiye, 2023.
- [48] S. Uzun and B. F. Yıldırım, Equipment selection in ship building process: TOPSIS, MOORA, VIKOR application. Eurasian Academy of Sciences Eurasian Business & Economics Journal, 2, 113-124, 2016. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.17740/eas.econ.2016-MSEMP-57>.
- [49] T. Bulut, MULTIMOORA yöntemi ile farklı illerdeki organize sanayi bölgelerinin yabancı yatırımcılar açısından optimal yer seçimi olarak değerlendirilmesi. Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar, 624, 41-52, 2017. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/fpeyd/issue/48021/607315>.
- [50] M Khorshidi, B. Erkayman, Ö. Albayrak, R. Kılıç and H. İ. Demir, Solar power plant location selection using integrated fuzzy DEMATEL and fuzzy MOORA method. International Journal of Ambient Energy, 43(1), 7400-7409, 2022. <https://doi.org/10.1080/01430750.2022.2068067>.
- [51] A. Sarkar, S. C. Panja, D. Das and B. Sarkar, Developing an efficient decision support system for non-traditional machine selection: an application of MOORA and MOOSRA. Production & Manufacturing Research, 3(1), 324-342, 2015. <https://doi.org/10.1080/21693277.2014.895688>.
- [52] W. K. Brauers and R. Ginevičius, How to invest in Belgian shares by MULTIMOORA optimization. Journal of Business Economics and management, 14(5), 940-956, 2013. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/16111699.2013.837244>.
- [53] W. K. M. Brauers, E. K. Zavadskas, F. Peldschus and Z. Turskis, Multi objective decision making for road design. Transport. 23(3). 183-193, 2008. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/26541974>.
- [54] W. K. M. Brauers, R. Ginevičius and V. Podvezko, Regional development in Lithuania considering multiple objectives by the MOORA Method. Technological and Economic Development of Economy, 16(4), 613-640, 2010. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.38>.

