

Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin ÇKKV Sonuçları Üzerindeki Etkisine Yönelik Gerçek Bir Hayat Uygulaması

Nazlı ERSOY¹

Öz

Bu çalışmada objektif kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden Entropy, Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (CRITIC), Eşit ağırlık, MMethod based on the Removal Effects of Criteria (MERECE), Standart sapma ve Integrated Data Oriented Weighting System (IDDWS) yaklaşımları kullanılarak, bahsi geçen altı farklı tekniğin Simple Additive Weighting (SAW) Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntem sonuçları üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Gerçek bir hayat uygulamasının ele alındığı bu çalışmada, Zorlu Enerji firmasının 2016-2020 dönem aralığı finansal performansının çalışmada önerilen model yardımıyla ölçülmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonunda, Entropy, CRITIC, MERECE, Eşit ağırlık, Standart Sapma, IDDWS temelinde SAW yöntemiyle elde edilen sıralama sonuçlarının birbiriyle aynı olduğu tespit edilmiştir. Veri setine yeni alternatifler eklenerek elde edilen sonuçlara göre ise kriter ağırlıklarının sıralama sonuçları üzerinde farklı etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bilindiği kadarıyla çalışmada kullanılan teknikler daha önce bir arada kullanılmamıştır. Bu açıdan çalışmanın literatürdeki boşluğu dolduracağı ve literatüre katkı sunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: ÇKKV, Objektif Ağırlık, Finansal Performans Analizi, Karşılaştırmalı Analiz, SAW

A Real-Life Application of the Effect of Criterion Weighting Methods on MCDM Results

Abstract

This study aimed to examine the effects of six different techniques on simple additive weighting (SAW) Multiple Criteria Decision Making (MCDM) method results by using Entropy, Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (CRITIC), Equal weight, MMethod based on the Removal Effects of Criteria (MERECE), Standard deviation and Integrated Data Oriented Weighting System (IDDWS) approaches, which are objective criteria weighting methods. In this study, which includes a real life application, it is aimed to measure the financial performance of Zorlu Energy Company for the period of 2016-2020 using the proposed model in the study. It was concluded that the ranking results obtained by the SAW method on the basis of Entropy, CRITIC, MERECE, Equal weight, standard deviation technique, IDDWS are the same. According to the results obtained by adding new alternatives to the data set, it was observed that the criteria weights had a different effect on the ranking results. As far as is known, the techniques used in the study have not been used together before, in this respect, it is thought that the study will fill the gap in the literature and contribute to the literature.

Key Words: MCDM, Objective Weight, Financial Performance Analysis, Comparative Analysis, SAW

Atf İçin / Please Cite As:

Ersoy, N. (2022). Kriter ağırlıklandırma yöntemlerinin ÇKKV sonuçları üzerindeki etkisine yönelik gerçek bir hayat uygulaması. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(4), 1449-1463.

Geliş Tarihi / Received Date: 21.11.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 28.04.2022

¹ Arş. Gör. Dr. - Türkiye, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, İİBF, ersoynazli3@gmail.com

 ORCID: 0000-0003-0011-2216

Giriş

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri son zamanlarda sıklıkla kullanılan ve karar vericinin birden çok alternatif ve kriter arasından seçim yapmasını sağlayan yöntemlerdir. Bir ÇKKV probleminin oluşması için en az iki alternatif ve birbiriyle çelişen birden fazla kritere ihtiyaç vardır. ÇKKV yöntemleri alternatifler, kriterler ve kriter ağırlıkları olmak üzere üç temel elemandan oluşmaktadır. Alternatifler, nihai karara varmak için karar vericilerin içlerinden seçim yapacağı farklı yolları temsil etmektedir. Kriterler, alternatiflerin seçiminde etkili olan elemanlardır. Kriter ağırlıkları ise temel olarak her bir kriterin önem derecesidir.

Literatürde kriterleri ağırlıklandırmak için geliştirilen yöntemler, subjektif, objektif ve bütünlük olmak üzere üç kategoride sınıflandırılmaktadır. Subjektif yöntemlerde, değerlendirme kriterleri karar vericilerin tercihlerine ve değerlendirmelerine göre ağırlıklandırılırken, objektif yöntemlerde ağırlıklandırma, karar vericilerin kararlarına ihtiyaç duyulmaksızın yalnızca karar matrisi elemanları kullanılarak yapılır. Bütünlük yöntemlerde ise karar vericilerin kararları ve karar matrisi verilerinin birlikte kullanılmasıyla ağırlıklandırma yapılmaktadır (Wang ve Luo, 2010, s. 1).

Objektif ağırlıklandırma yöntemlerinde, kriter ağırlıklarını belirlemek için karar matrisi elemanları kullanılır. Bu yöntemlerde, ağırlıkları belirlemek için genellikle her bir kritere ilişkin farklı alternatiflerin performanslarındaki varyasyonlardan yararlanır (Keshavarz-Ghorabae vd., 2021, s. 2). Entropy (Wu vd., 2011), CRiteria Importance Through Inter-criteria Correlation (CRITIC) (Diakoulaki vd., 1995), Standart sapma (Standard Deviation-SD), Method based on the Removal Effects of Criteria (MEREK) (Keshavarz-Ghorabae vd., 2021), Criterion Impact LOSs (CILOS) (Zavadskas ve Podvezko, 2016), Integrated Determination of Objective CRITERIA Weights (IDOCRIW) (Zavadskas ve Podvezko, 2016), Entegre Veri Odaklı Ağırlıklandırma Sistemi (Integrated Data Driven Weighting System (IDDWS) (Torkayesh vd., 2021), Eşit ağırlık (Mean weight (MW)) gibi yöntemler objektif kriter ağırlıklandırma yöntemleri kapsamında değerlendirilmektedir.

Literatürde subjektif ağırlıklandırma tekniklerinin kullanıldığı çalışmaların (Sisay vd. 2021; Sivakumar vd. 2021; Cheng vd. 2020; Sotoudeh-Anvari vd. 2018; Souissi vd. 2020) yanı sıra entegre yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar da (Li vd. 2020; Du vd. 2020; Sahin, 2020; Alemi-Ardakani vd. 2016) mevcuttur. Öte yandan literatürde objektif ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Objektif Kriter Ağırlıklandırma Tekniklerinin Kullanıldığı Örnek Çalışmalar

	1	2	3	4	5	6	7	8
Zavadskas ve Podvezko (2016)	✓		✓		✓			
Keshavarz-Ghorabae vd. (2021)	✓	✓		✓			✓	
Mukhametzhanov (2021)	✓	✓					✓	
Salabun vd. (2020)	✓					✓	✓	
Sahin (2020)		✓					✓	
Torkayesh vd. (2021)								✓
Anupama vd. (2020)	✓	✓						
Vavrek ve Becica (2020)						✓	✓	
Piasecki ve Kostyrko (2020)	✓	✓						
Maheshwari vd. (2021)							✓	
Pala (2021)					✓			
Peng vd. (2021)		✓						

1:Entropy; 2:CRITIC; 3:CILOS; 4:MEREK; 5: IDOCRIW; 6:Eşit Ağırlık Yöntemi; 7:Standart Sapma Yöntemi; 8: IDDWS

Bu çalışmada objektif kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden Entropy, CRITIC, Eşit ağırlık, MEREK, Standart sapma ve IDDWS yaklaşımları tercih edilmiş ve bahsi geçen altı farklı tekniğin SAW ÇKKV yöntem sonuçları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Gerçek bir hayat uygulamasının ele alındığı bu çalışmada, Zorlu Enerji firmasının 2016-2020 dönem aralığı finansal performansının çalışmada kullanılan model yardımıyla ölçülmesi amaçlanmıştır.

Metodoloji

Bu bölümde, çalışmada kullanılan yöntemlerinin açıklamalarına ve matematiksel notasyonlarına yer verilmiştir.

Z-Skor (Standard Score) Standartlaştırma Yöntemi

Değerlendirme sürecinde kriterlerin farklı boyut ve birimlerle karşılaştırılabilmesi için karar matrisi elemanlarının standartlaştırılması gerekmektedir. Öte yandan, ÇKKV problemlerinde karar matrisinde negatif değerlerin varlığına sıklıkla rastlanmaz. Böyle bir durumda negatif değerler normalize edilmiş matrise alınamayacağı için karar matrisi elemanlarının pozitif dönüştürülmesi gerekir. Bu çalışmada, karar matrisindeki negatif değerleri pozitif dönüştürmek için Zhang vd. (2014) tarafından ortaya konulan Z-skor standartlaştırma yöntemi kullanılmıştır. Z-skor standartlaştırma yönteminin adımları aşağıdaki gibidir (Zhang vd., 2014, s. 3).

Adım 1: Karar matrisi elemanları eşitlik (1) kullanılarak dönüştürülür.

$$x_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{S_i} \quad (1)$$

x_{ij} , j. bölgede yer alan i. indekse ait standartlaştırılmış veriyi,

X_{ij} , orijinal veriyi; \bar{X}_i ve S_i ise sırasıyla aritmetik ortalama ve standart sapma değerlerini göstermektedir.

Adım 3: Karar matrisi elemanları eşitlik (2) yardımıyla pozitif hale getirilir.

$$x'_{ij} = x_{ij} + A \quad A > \left| \min x_{ij} \right| \quad (2)$$

x'_{ij} dönüşümden sonraki standart değeri göstermektedir. $x'_{ij} > 0$ olmalıdır.

Standart Sapma (Standard Deviation) Yöntemi

Standart sapma yöntemi, verilen değerlerin istikrarsızlığının bir ölçüsünü tanımlayan matematiksel bir yaklaşıma odaklanır (Paradowski vd., 2021, s. 3). Farklı alternatifler arasında benzer değerlere sahip bir özneliteye daha küçük ağırlıklar ataması nedeniyle, bu yöntem Entropy yöntemine benzemektedir (Salabun vd., 2020, s. 16). Yöntemin adımları aşağıdaki gibidir (Diakoulaki vd., 1995, s. 765-766; Akbulut ve Şenol, 2021, s. 166-167):

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulmasının ardından ilk adım normalizasyon işleminin gerçekleştirilmesidir. Bu doğrultuda, fayda ve maliyet yönlü kriterler sırasıyla eşitlik 3 ve 4 kullanılarak normelleştirilir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (3)$$

$$x_{ij}^* = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (4)$$

$i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$.

Adım 2: Son adımda, eşitlik 5 kullanılarak değerlendirme kriterlerinin standart sapması hesaplanır. Ardından, eşitlik 6 kullanılarak ise kriter ağırlıkları belirlenir.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{m}} \quad j=1,\dots,n \quad (5)$$

$$w_j = \sigma_j / \sum_{j=1}^n \sigma_j \quad j=1,\dots,n \quad (6)$$

w_j kriter ağırlıklarını; σ_j ise standart sapmayı ifade etmektedir.

Eşit Ağırlık (Mean weight) Yöntemi

En basit yöntemlerden biri olan Eşit ağırlık yöntemi, karar verici için tüm kriterlerin eşit derecede önemli olduğu ve başka bir strateji önermek için istatistiksel veya ampirik kanıtların bulunmadığı karar problemlerinde kullanılması önerilir (Paradowski vd., 2021, s. 5). 7 nolu eşitlik (Jahan vd., 2012, s. 413) yardımıyla her bir kritere eşit ağırlık atanır.

$$w_j = \frac{1}{n} \quad (7)$$

n kriter sayısını göstermektedir ve ağırlıklar toplamı 1'e eşit olmalıdır.

ENTROPY Yöntemi

Rudolph Clausius (1865) tarafından bir sistemdeki belirsizliğin ve düzensizliğin bir ölçüsü olarak tanımlanan (Zhang vd., 2011, s. 444) Entropy, karar matrisinde yer alan verilere dayalı olarak nesnel ağırlıkları hesaplamak için kullanılan bir yöntemdir. Bu doğrultuda, Entropy yönteminin adımları aşağıdaki gibidir (Wang ve Lee, 2009, s. 8982).

Adım 1: Alternatif (m) ve kriterlerden (n) oluşan karar matrisi oluşturulur.

$$\begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix}$$

Adım 4: Karar matrisi, eşitlik (8) yardımıyla normalize edilir.

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (8)$$

P_{ij} normalize edilmiş değerleri ifade eder.

Adım 5: Her bir kriterin Entropy ölçüsü eşitlik (9) yardımıyla hesaplanır.

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij} \quad \forall_j \quad (9)$$

Eşitlik (9)'de k bir sabittir ve $k = \frac{1}{\ln(m)}$ formülü ile gösterilir.

E_j j. kriterin Entropy değerini verir.

m alternatif sayısını göstermektedir.

Adım 6: Kriterlerin farklılaşma derecesi eşitlik (10) yardımıyla hesaplanır.

$$d_j = 1 - e_j, \quad \forall_j \quad (10)$$

d_j , j yapısında mevcut olan bir karşıtlık yoğunluğunu gösterir.

Adım 7: Kriter ağırlıkları eşitlik (11) kullanılarak hesaplanır.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{k=1}^n d_k} \quad \forall_i \quad (11)$$

$$0 \leq w_j \leq 1 \text{ ve } \sum_{j=1}^n w_j = 1.$$

CRITIC Yöntemi

CRITIC yöntemi, Diakoulaki'nin önerdiği standart sapmaya dayanmaktadır (Diakoulaki vd., 1995). Bu yöntemde kriter ağırlıkları belirlenirken kriterlerin standart sapmasının yanı sıra kriterler arasındaki korelasyon da dikkate alınmaktadır (Wang ve Luo, 2010, s. 8). CRITIC metodu, karar vericilerin subjektif değerlendirmelerini elimine etmesi bakımından analiz sürecinde tarafsızlığı artıran bir tekniktir. Yöntemin algoritması aşağıda verilmiştir (Diakoulaki vd., 1995, s. 764-765; Jahan vd., 2012, s. 413):

Adım 1: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Karar matrisi elemanları eşitlik (12) ve (13) kullanılarak normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad \text{fayda yönlü kriter} \quad (12)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad \text{maliyet yönlü kriter} \quad (13)$$

$$i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n$$

x_j^{\max} : j. kriterin en iyi performansını,

x_j^{\min} : j. kriterin en kötü performansını göstermektedir.

Adım 2: Korelasyon Katsayılarının Hesaplanması

Değerlendirme kriterleri arasındaki ilişkinin derecesini ölçmek amacıyla doğrusal korelasyon katsayıları (ρ_{jk}) eşitlik (14) yardımıyla hesaplanır.

$$\rho_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)(r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}} \quad j, k = 1, \dots, n \quad (14)$$

Adım 3: Toplam Bilgi (C_j) ve Standart Sapma (σ_j) Değerlerinin Hesaplanması

Kriterde bulunan toplam bilgi (C_j) eşitlik (15) yardımıyla, standart sapma (σ_j) ise eşitlik (16) yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - \rho_{jk}) \quad (15)$$

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m}} \quad (16)$$

Adım 4: Kriter Ağırlıklarının (w_j) Hesaplanması

Değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları eşitlik (17) yardımıyla hesaplanır.

$$w_j = \frac{c_j}{\sum_{j=1}^n c_j} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (17)$$

Entegre Veri Odaklı Ağırlıklandırma Sistemi (Integrated data driven weighting system)

IDDWS kriterlerin ağırlıklarını belirlemek amacıyla Torkayesh vd. (2021) tarafından ortaya konulmuştur. Bahsi geçen yöntem Entropy ve CRITIC yöntemlerinin kombinasyonlarından oluşmaktadır ve iki yöntemle elde edilen sonuçlar kullanılarak IDDWS ile nihai ağırlıklar elde edilmektedir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında 18 numaralı eşitlikten faydalanılmaktadır.

$$w_j = \delta * \xi + (1 - \delta) * \zeta \quad (18)$$

w_j ($j = 1, 2, \dots, n$) ağırlık katsayılarının nihai değerlerini temsil eder,

ξ_j Shannon Entropy yöntemi ile elde edilen ağırlık katsayısını temsil eder,

ζ_j CRITIC yöntemi ile elde edilen ağırlık katsayısını temsil eder.

$\delta \in [0, 1]$, nihai karardaki kriter ağırlıklarının yüzde payını tanımlayan katsayıyı temsil eder.

Alternatiflerin ilk sıralaması için $\delta = 0,5$ eşitliği tavsiye edilir, çünkü bu değer için her iki metodoloji de (her biri %50) kriterlerin nihai ağırlıklarının tanımlanmasına eşit olarak katılır. Shannon Entropy metodolojisi için $0,5 < \delta \leq 1$ değerleri tercih edilirken, CRITIC metodolojisi için $0 \leq \delta < 0,5$ değerleri tercih edilir (Torkayesh vd., 2021, s. 6).

MEREC Yöntemi

Bu yöntem, kriterlerin önem düzeylerini belirlemek için kullanılan objektif ağırlıklandırma yöntemleri kategorisinde yer almaktadır. MEREC, kriter ağırlıklarını belirlemek için her bir kriterin alternatiflerin performansı üzerindeki kaldırma etkisini kullanır. Bu doğrultuda, performanslar üzerinde daha yüksek etkiye sahip olan kriterlere daha büyük ağırlıklar atanır (Keshavarz-Ghorabae vd., 2021, s. 7). MEREC yönteminin adımları şu şekildedir (Keshavarz-Ghorabae vd., 2021, s. 8-9):

Adım 1: Karar matrisi oluşturulur.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{im} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

x_{ij} karar matrisinin elemanlarını temsil eder.

n alternatifleri, m kriterleri ifade eder.

Adım 2: Karar matrisi normalize edilir.

Bu adımda, karar matrisinin elemanlarını ölçeklendirmek için basit bir doğrusal normalizasyon kullanılır. Normalleştirilmiş matrisin elemanları n_{ij}^x olarak ifade edilir.

$$n_{ij}^x = \begin{cases} \frac{\min_k x_{kj}}{x_{ij}} & \text{Fayda yönlü kriter} & (19) \\ \frac{x_{ij}}{\max_k x_{kj}} & \text{Maliyet yönlü kriter} & (20) \end{cases}$$

Adım 3: Alternatiflerin genel performansı (S_i) hesaplanır.

Bu adımda, alternatiflerin genel performansını hesaplamak için doğrusal olmayan bir fonksiyona sahip logaritmik bir ölçü uygulanır. Adım 2'de elde edilen normalleştirilmiş değerlerle kıyaslandığında, daha büyük performans değerleri (S_i) elde etmek için daha küçük n_{ij} değerleri yapılabilir. Bu hesaplama eşitlik 21 kullanılarak yapılır.

$$S_i = \ln\left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_j | \ln(n_{ij}^x) | \right)\right) \quad (21)$$

Adım 4: Her bir kriterin çıkarılmasıyla alternatiflerin performansı hesaplanır.

Bu adımda, logaritmik ölçü, önceki adıma benzer şekilde kullanılır. Bu adım ile Adım 3 arasındaki fark, alternatiflerin performanslarının her bir kriterin ayrı ayrı çıkarılmasına bağlı olarak hesaplanmasıdır. Bu nedenle, m kriter ile ilişkili m performans seti vardır. j kriterinin kaldırılmasına ilişkin i alternatifinin genel performansı S'_{ij} ile gösterilir. Bu hesaplama eşitlik 22 kullanılarak yapılır.

$$S'_{ij} = \ln\left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_{k, k \neq j} | \ln(n_{ik}^x) | \right)\right) \quad (22)$$

Adım 5: Mutlak sapmaların toplamı hesaplanır.

Bu adımda, Adım 3 ve Adım 4'te elde edilen değerlere dayalı olarak j kriterinin kaldırma etkisi hesaplanır. E_j , j . kriterin kaldırılmasının etkisini göstermektedir. E_j değerleri eşitlik 23 kullanılarak hesaplanır.

$$E_j = \sum_i |S'_{ij} - S_i| \quad (23)$$

Adım 6: Kriterlerin nihai ağırlıkları belirlenir.

Bu adımda, 24 numaralı eşitlik kullanılarak objektif kriter ağırlıkları (w_j) hesaplanır.

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k} \quad (24)$$

w_j , j . kriterin ağırlığını temsil eder.

SAW Yöntemi

SAW yöntemi ilk olarak Churchman ve Ackoff (1954) tarafından bir portföy seçim problemini ele almak amacıyla kullanılmıştır. Bu yöntem muhtemelen ÇKKV için en iyi bilinen ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Jain ve Raj, 2013, s. 225). Basit bir hesaplama prosedürüne sahip olan SAW yöntemi, alternatiflerin nihai puanını hesaplamak için toplamsal özellikten yararlanmaktadır ve Analytic Hierarchy Process (AHP) ve Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) gibi çoğu ÇKKV yönteminin temelini oluşturmaktadır (Memariani vd., 2009, s. 14). SAW yönteminin temeli, her bir alternatifin tüm nitelikler üzerinden ağırlıklı performans puanlarının toplamının elde edilmesine dayanmaktadır (Adriyendi, 2015, s. 10). Yöntemin adımları aşağıdaki gibidir (Yeh ve Willis, 2001, s. 42-43).

Adım 1: Karar matrisi normalize edilir.

Karar matrisi (25) ve (26) eşitlikleri kullanılarak normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\max_i X_{ij}} \quad \text{fayda yönlü kriter} \quad (25)$$

$$r_{ij} = \frac{\min_i X_{ij}}{X_{ij}} \quad \text{maliyet yönlü kriter} \quad (26)$$

$$i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$$

r_{ij} ($0 \leq r_{ij} \leq 1$) C_j normalleştirilmiş performans derecesi olarak tanımlanır.

Adım 2: Alternatiflerin Tercih Değerleri Hesaplanır.

Her bir alternatifin toplam tercih değeri eşitlik (27) ile hesaplanır.

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j \cdot r_{ij} \quad (27)$$

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

(W_j) notasyonu j kriterine atanan önem ağırlığını gösterir. (V_i) değeri ne kadar büyük olursa, alternatif (A_i) o kadar çok tercih edilir.

Uygulama

Bu çalışmada, objektif kriter ağırlıklandırma tekniklerinin ÇKKV sonuçları üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, gerçek bir hayat uygulamasına yer verilmiş ve Zorlu Enerji firmasının 2016-2020 dönem aralığı finansal performansı Entropy-CRITIC-Eşit ağırlık-MEREC-Standart sapma-IDDWS temelli SAW modeli kullanılarak ölçülmüştür. Veriler, Zorlu Enerji firmasının yıllık faaliyet raporlarından elde edilen ikincil verilerdir. SAW yöntemi, karar vericiye basit bir hesaplama prosedürü sunması ve işlem adımlarının kısalığı nedeniyle tercih edilmiştir. Finansal oranlar belirlenirken enerji sektöründe sıklıkla kullanılan oranlar dikkate alınmıştır. Shaverdi vd. (2014), Inam ve Mir (2014), Sueyoshi (2005), Akhtar vd. (2012), Halkos ve Tzeremes (2012) tarafından enerji sektöründe finansal performans analizinin ölçüldüğü çalışmalar finansal oranların belirlenmesinde referans olmuştur. Çalışmada kullanılan finansal oranlar (kriterler) Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Kriterler

Sıra	Kod	“Finansal Oranlar ve Açıklamaları”	Optimizasyon
“Likidite Oranları”			
1	CO	“Cari Oran = Dönen Varlık / Kısa Vadeli Borçlar”	Max
2	ATO	“Asit Test Oranı= (Dönen Varlık-Stoklar) / Kısa Vadeli Borçlar”	Max
“Mali Yapı Oranları”			
3	UVYK/ÖZK	“Uzun vadeli yabancı kaynaklar/Öz Sermaye Oranı”	Min
4	B/ÖZS	“Toplam Borç/Öz sermaye”	Min
“Kârlılık Oranları”			
5	ÖKO	“Öz Sermaye Kârlılık Oranı = Dönem Net Kârı/Öz Kaynaklar”	Max
6	AKO	“Aktif Kârlılık Oranı = Dönem Net Kârı/Aktif Toplamı”	Max
“Faaliyet Oranları”			
7	AKDHO	“Aktif Devir Hızı Oranı = Net Satışlar/Aktif Toplamı”	Max

ÇKKV yöntemlerinde ilk adım karar matrisinin oluşturulmasıdır. Bu doğrultuda, satırlarda alternatiflerin sütunlarda ise kriterlerin yer aldığı karar matrisi Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Karar Matrisi

Alternatifler	Kriterler						
	“Likidite oranları”		“Mali yapı oranları”		“Kârlılık oranları”		“Faaliyet oranları”
	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
2016	0,47	0,47	-56,30	-32,61	-0,001	0,029	0,161
2017	0,51	0,51	10,43	5,68	0,003	0,033	0,411
2018	0,56	0,56	6,19	3,58	0,002	0,014	0,346
2019	0,51	0,50	10,20	5,19	-0,006	-0,071	0,439
2020	0,49	0,49	8,32	4,82	0,003	0,032	0,401

Tablo 3’ten de görüldüğü gibi karar matrisinde negatif değerler yer almaktadır. ÇKKV yöntemlerinde işlem adımlarına devam edebilmek amacıyla karar matrisi elemanlarının pozitif hale getirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmada Zhang vd. (2014) tarafından ortaya konulan Z-Skor standartlaştırma yöntemi kullanılarak karar matrisindeki negatif değerler pozitif hale getirilmiştir.

Z-Skor (Standard Score) Standartlaştırma Yöntemi Uygulaması

Negatif değerlerin yer aldığı karar matrisini pozitif hale dönüştürmek için uygulanan Z-skor standartlaştırma yönteminin ilk adımında eşitlik 1 kullanılarak Tablo 2’de yer alan karar matrisi standardize

edilmiştir ve elde edilen sonuçlar Tablo 4'te sunulmuştur. Son adımda ise eşitlik 2 kullanılarak standartlaştırılan karar matrisi pozitif hale dnştrlmştir (Tablo 5).

Tablo 4. Standartlaştırılmış Karar Matrisi

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
2016	-23,905*	-23,65	-1,57	-1,548	-0,39	0,236	-6,424
2017	-22,71	-22,46	0,721	0,737	0,652	0,326	-4,187
2018	-21,22	-20,972	0,575	0,612	0,391	-0,101	-4,769
2019	-22,71	-22,757	0,713	0,708	-1,7	-2,012	-3,937
2020	-23,31	-23,055	0,648	0,686	0,652	0,303	-4,277

*Min değer; Eşitlik 2'de er alan A değeri 23,984 olarak alınmıştır.

Tablo 5. Pozitif Karar Matrisi

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
2016	0,079	0,334	22,416	22,435	23,592	24,22	17,559
2017	1,274	1,524	24,704	24,721	24,636	24,309	19,796
2018	2,768	3,011	24,559	24,595	24,375	23,882	19,215
2019	1,274	1,226	24,696	24,691	22,288	21,972	20,047
2020	0,677	0,929	24,632	24,669	24,636	24,287	19,707

Standart Sapma Yöntemiyle Kriter Ağrlıklarının Belirlenmesi

Kriterlerin önem derecelerini belirlemek için ilk adım olarak maliyet yönlü kriterler (B/ÖZS ve UVYK/ÖZS) eşitlik 4; fayda yönlü kriterler ise eşitlik 3 kullanılarak normalize edilmiştir (Tablo 6). Ardından, eşitlik 5 kullanılarak karar matrisinde yer alan her bir sütunun standart sapması hesaplanmıştır. Eşitlik 6 yardımıyla ise her bir kriterin ağrlığı hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 6. Normalize edilmiş karar matrisi

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
2016	0	0	1	1	0,556	0,962	0
2017	0,44	0,444	0	0	1	1	0,899
2018	1	1	0,064	0,055	0,889	0,817	0,665
2019	0,44	0,333	0,003	0,013	0	0	1
2020	0,22	0,222	0,032	0,022	1	0,99	0,863

Tablo 7. Kriter Ağrlıkları (Standart Sapma)

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
σ_j	0,372	0,374	0,437	0,438	0,426	0,428	0,402
w_j	0,129	0,1299	0,152	0,1522	0,1481	0,1488	0,1398

Eşit Ağrlılık yoluyla Kriter Ağrlıklarının Belirlenmesi

Yedi kriterin yer aldığı bu çalışmada, eşitlik 7 kullanılarak her bir kritere eşit ağrlık verilmiş ve ağrlıklar Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Kriter Ağrlıkları (Eşit Ağrlık)

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143

ENTROPY Yöntemiyle Kriter Ağrlıklarının Belirlenmesi

Entropy yöntemi ile kriter ağrlıklarının belirlenmesi için ilk adım olarak karar matrisi elemanları eşitlik 8 kullanılarak normalize edilmiştir (Tablo 9). Ardından, eşitlik 9 ve 10 kullanılarak Entropy lleri ve farklılaşma dereceleri hesaplanmıştır. Son adımda, eşitlik 11 kullanılarak kriter ağrlıkları hesaplanmıştır ve sonuçlar Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 9. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
2016	0,013	0,048	0,185	0,185	0,197	0,204	0,182
2017	0,21	0,217	0,204	0,204	0,206	0,205	0,206
2018	0,456	0,429	0,203	0,203	0,204	0,201	0,199
2019	0,21	0,175	0,204	0,204	0,186	0,185	0,208
2020	0,111	0,132	0,204	0,204	0,206	0,205	0,205

Tablo 10. e_j , d_j ve w_j Değerleri

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
e_j	0,817	0,877	1	1	1	1	0,999
d_j	0,183	0,123	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,001
w_j	0,594	0,398	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002

CRITIC Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

İlk aşamada, maliyet yönlü kriterler (B/ÖZS ve UVYK/ÖZS) eşitlik 13; fayda yönlü kriterler ise eşitlik 12 kullanılarak normalize edilmiştir (Tablo 11). Doğrusal korelasyon katsayıları eşitlik 14 yardımıyla hesaplanmıştır (Tablo 12). Kriterde bulunan toplam bilgi eşitlik 15; standart sapma ise eşitlik 16 kullanılarak hesaplanmıştır. Son aşamada ise, eşitlik 17 yardımıyla her bir kriterin ağırlığı hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 11. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
2016	0	0	1	1	0,556	0,962	0
2017	0,444	0,444	0	0	1	1	0,899
2018	1	1	0,064	0,055	0,889	0,817	0,665
2019	0,444	0,333	0,003	0,013	0	0	1
2020	0,222	0,222	0,032	0,022	1	0,990	0,863

Tablo 12. Doğrusal Korelasyon Katsayıları

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
CO	1	0,991	-0,603	-0,606	0,16	-0,172	0,425
ATO	0,991	1	-0,563	-0,569	0,279	-0,04	0,365
BÖZS	-0,603	-0,563	1	1	-0,152	0,29	-0,968
UVYK	-0,606	-0,569	1	1	-0,167	0,276	-0,964
AKO	0,16	0,279	-0,152	-0,167	1	0,898	-0,011
ÖKO	-0,172	-0,04	0,29	0,276	0,898	1	-0,416
AKDHO	0,425	0,365	-0,968	-0,964	-0,011	-0,416	1

Tablo 13. C_j , σ_j ve w_j Değerleri

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
C_j	3,924	3,594	5,512	5,538	2,399	2,74	5,619
σ_j	0,676	0,649	0,788	0,788	0,481	0,531	0,742
w_j	0,134	0,123	0,188	0,189	0,082	0,093	0,192

IDDWS Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

IDDWS ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi için Entropy ve CRITIC yöntemiyle elde edilen sonuçlardan faydalanılmıştır. Bu doğrultuda, eşitlik 18 kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14. Kriter Ağırlıkları

	CO	LO	KO	BO	AKO	BKMO	VDHO
w_j	0,364	0,260	0,095	0,095	0,042	0,047	0,097

MEREC Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kriter ağırlıklarını MEREC yöntemi ile hesaplamak için ilk adım olarak, karar matrisi eşitlik 19 ve 20 kullanılarak normalize edilmiştir (Tablo 15).

Tablo 15. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
2016	1	1	0,907	0,908	0,945	0,907	1
2017	0,062	0,219	1	1	0,905	0,904	0,887
2018	0,029	0,111	0,994	0,995	0,914	0,920	0,914
2019	0,062	0,272	1	0,999	1	1	0,876
2020	0,117	0,359	0,997	0,998	0,905	0,905	0,891

İkinci adımda, karar vericiler tarafından alternatiflerin genel performansları eşitlik 21 kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$S_1 = \ln(1 + (\frac{1}{7}(|\ln(1)| + |\ln(1)| + |\ln(0,9074)| + |\ln(0,9076)| + |\ln(0,9447)| + |\ln(0,9072)| + |\ln(1)|))) = 0,0486$$

$$S_2 = \ln(1 + (\frac{1}{7}(|\ln(0,0620)| + |\ln(0,2190)| + |\ln(1)| + |\ln(1)| + |\ln(0,9047)| + |\ln(0,9038)| + |\ln(0,8870)|))) = 0,5068$$

$$S_3 = \ln(1 + (\frac{1}{7}(|\ln(0,0285)| + |\ln(0,1108)| + |\ln(0,9941)| + |\ln(0,9949)| + |\ln(0,9144)| + |\ln(0,9200)| + |\ln(0,9139)|))) = 0,6214$$

$$S_4 = \ln(1 + (\frac{1}{7}(|\ln(0,0620)| + |\ln(0,2722)| + |\ln(0,9997)| + |\ln(0,9988)| + |\ln(1)| + |\ln(1)| + |\ln(0,8759)|))) = 0,4714$$

$$S_5 = \ln(1 + (\frac{1}{7}(|\ln(0,1168)| + |\ln(0,3594)| + |\ln(0,9971)| + |\ln(0,9979)| + |\ln(0,9047)| + |\ln(0,9047)| + |\ln(0,8910)|))) = 0,4047$$

Dördüncü adımda, karar vericiler tarafından her bir kriter (S_{ij}) çıkarılarak alternatiflerin genel performansları eşitlik 22 yardımıyla hesaplanmıştır. Beşinci adımda, eşitlik 23 kullanılarak her bir kriterin alternatiflerin genel performansı üzerindeki kaldırma etkisini hesaplanmıştır (Tablo 16). Son adımda ise eşitlik 24 kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 17’de sunulmuştur.

Tablo 16. S_{ij} Değerleri

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
2016	0,049	0,049	0,035	0,035	0,041	0,035	0,049
2017	0,233	0,367	0,507	0,507	0,498	0,498	0,496
2018	0,303	0,436	0,621	0,621	0,614	0,615	0,614
2019	0,187	0,348	0,471	0,471	0,471	0,471	0,460
2020	0,176	0,302	0,404	0,404	0,395	0,395	0,394

Tablo 17. e_j ve w_j Değerleri

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
e _j	1,106	0,551	0,014	0,014	0,033	0,038	0,040
w _j	0,616	0,307	0,008	0,008	0,018	0,021	0,022

SAW Yönteminin Uygulanması

SAW yöntemi iki adımdan oluşan ve basit hesaplama prosedürüne sahip olan bir yöntemdir. Yöntemin ilk adımında fayda ve maliyet yönlü kriterler dikkate alınarak eşitlik 25 ve 26 kullanılarak karar matrisi normalize edilmiştir (Tablo 18).

Tablo 18. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	CO	ATO	B/ÖZS	UVYK/ÖZS	AKO	ÖKO	AKDHO
2016	0,029	0,111	1	1	0,958	0,996	0,876
2017	0,460	0,506	0,907	0,908	1	1	0,988
2018	1	1	0,913	0,912	0,989	0,982	0,958
2019	0,460	0,407	0,908	0,909	0,905	0,904	1
2020	0,244	0,308	0,910	0,909	1	0,999	0,983

İkinci adımda ise eşitlik 27 kullanılarak farklı yöntemlerle elde edilen kriter ağırlıkları, normalize karar matrisi elemanlarıyla çarpılmış ve alternatiflerin performans sıralamaları elde edilmiştir. Altı farklı ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak elde edilen SAW yöntemi sonuçları Tablo 19’da sunulmuştur.

Tablo 19. Farklı Ağırlıklarla Elde Edilen Sıralama Sonuçları

	Entropy-SAW		CRITIC-SAW		MEREC-SAW		Eşit ağırlık-SAW		Standart Sapma-SAW		IDDWS – SAW	
	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra
2016	0,069	5	0,733	5	0,125	5	0,710	5	0,735	5	0,401	5
2017	0,482	2	0,830	2	0,514	2	0,824	2	0,836	2	0,656	2
2018	1	1	0,957	1	0,997	1	0,965	1	0,963	1	0,978	1
2019	0,443	3	0,804	3	0,481	3	0,785	3	0,797	3	0,623	3
2020	0,276	4	0,777	4	0,321	4	0,765	4	0,783	4	0,526	4

Tablo 19'a göre, altı farklı ağırlıklandırma yöntemiyle elde edilen sıralamalar aynıdır ve değişmemiştir. Entropy-CRITIC-MEREC-Eşit ağırlık- SS- IDDWS temelli SAW sonuçlarına göre 2018 yılı Zorlu enerji firmasının finansal performansının en yüksek olduğu yıldır. 2016 yılı ise finansal performans bakımından ilgili firmanın en düşük seviyede kaldığı yıl olmuştur.

Diğer taraftan, beş alternatifin bulunduğu bu çalışmaya iki alternatif (2014 ve 2015 yılları) daha eklenerek analizler tekrarlanmış ve elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır. Zorlu enerji firmasının farklı yöntemler bazında 2014-2020 dönem aralığı finansal performans sıralamaları Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20. Yeni Alternatiflerin Eklenmesi ile Elde Edilen Sıralama Sonuçları

	Entropy-SAW		CRITIC-SAW		MEREC-SAW		Eşit ağırlık-SAW		Standart Sapma-SAW		IDDWS – SAW	
	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra
2014	0,100	7	0,276	7	0,143	7	0,230	7	0,23	7	0,188	7
2015	0,755	1	0,504	2	0,627	1	0,458	3	0,458	2	0,630	1
2016	0,299	2	0,572	1	0,426	3	0,612	1	0,613	1	0,436	2
2017	0,193	4	0,450	4	0,418	4	0,449	4	0,427	4	0,322	4
2018	0,200	3	0,462	3	0,458	2	0,477	2	0,451	3	0,331	3
2019	0,160	6	0,442	5	0,396	5	0,441	5	0,419	5	0,301	6
2020	0,185	5	0,431	6	0,392	6	0,427	6	0,407	6	0,308	5

Tablo 20'de yer alan sonuçlara göre altı farklı ağırlıklandırma teknikleri temelinde elde edilen SAW sıralama sonuçları genel olarak birbirinden farklıdır. Entropy-IDDWS temelli SAW sıralamaları ve CRITIC-Standart Sapma temelli SAW sıralamaları aynı olurken, MEREC-Eşit ağırlık temelli SAW sıralamaları ise birbirinden ve diğer tekniklerle elde edilen sıralamalardan farklıdır. Kriter ağırlıklarının sonuçlar üzerindeki etkisi pek çok çalışma tarafından ele alınmıştır. Farklı algoritmalara sahip olan ÇKKV yöntemleri ile elde edilen sıralamalar birbirinden farklı olabilmektedir. Sahin (2021) tarafından ortaya konulan çalışmada, 5 farklı ağırlıklandırma tekniği temelinde elde edilen TOPSIS, WSM, PROMETHEE, ORESTE, ELECTRE III, VIKOR sonuçları birbirinden farklıdır. Zavadskas ve Podvezko (2016) tarafından ortaya konulan ve SAW, COPRAS, TOPSIS yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada ise Entropy, CILOS ve IDOCRIW ağırlıklandırma teknikleri ile elde edilen sıralamalar birbirinden farklı olmuştur. Salabun vd. (2020) tarafından ortaya konulan çalışma sonuçlarına göre ise eşit ağırlık, Entropy, standart sapma tekniklerine göre elde edilen TOPSIS, VIKOR, PROMETHEE II, COPRAS sıralama sonuçları birbirinden farklı olmuştur. Maheshwari vd. (2021) tarafından ortaya konulan çalışmada ise standart sapma temelli EDAS, COPRAS, TOPSIS ve ARAS sıralama sonuçlarının birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sıralamalar ise yeni alternatif ekledikten sonra birbirinden farklılaşmıştır. Bu durum, çalışmada kullanılan veri setinin sıralama sonuçları üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, objektif kriter ağırlıklandırma tekniklerinin ÇKKV sonuçları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda, gerçek bir hayat uygulamasına yer verilmiş ve Zorlu Enerji firmasının 2016-2020 dönem aralığı finansal performansı farklı kriter ağırlıkları temelinde SAW modeli kullanılarak ölçülmüştür. Kriter ağırlıklarını belirlemek için Entropy, CRITIC, MEREC, Eşit ağırlık, standart sapma ve IDDWS olmak üzere altı farklı teknik kullanılmıştır.

Yapılan analizler sonunda varılan sonuçlara göre Entropy, CRITIC, MEREC, Eşit ağırlık, Standart sapma, IDDWS temelinde SAW yöntemiyle elde edilen sıralama sonuçları birbiriyle aynıdır. Bu sonuçlara göre ZORLU enerji firmasının finansal performansının en yüksek olduğu yıl 2017 olurken, finansal performansının en düşük olduğu yıl 2016 olmuştur.

Diğer taraftan, MCDM yöntemleri ile elde edilen sıralama sonuçları üzerinde veri setinin etkisini ortaya koymak amacıyla çalışmada kullanılan mevcut alternatif setine iki yeni alternatif daha eklenmiş ve analiz tekrarlanmıştır. Buna göre, kriter ağırlıklarının sıralama sonuçları üzerinde farklı etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Farklı algoritmalara sahip olan ÇKKV yöntemleri ile elde edilen sıralamalar farklı olabilmektedir ve bu durum literatürde pek çok çalışma (Maheshwari vd. (2021); Zavadskas ve Podvezko (2016); Sahin (2020); Salabun vd. (2020) tarafından ortaya konulmuştur.

Çalışmada kullanılan ağırlıklandırma yöntemlerinin algoritmaları genel olarak birbirinden farklıdır. Eşit ağırlık yönteminde herhangi bir normalizasyon prosedürü bulunmamaktadır, diğer taraftan standart

sapma ve CRITIC yöntemlerinde max-min normalizasyon tekniği kullanılmaktadır ve her iki yöntemde de kriterlerin korelasyonu hesaplanmaktadır. Entropy yönteminde toplam tabanlı(sum based) doğrusal normalizasyon kullanılırken, MEREC yönteminde ise doğrusal normalizasyon tekniği kullanılmaktadır. IDDWS yöntemi ise Entropy ve CRITIC yöntemlerinin entegrasyonundan oluşmaktadır. Tablo 20'den benzer normalizasyon prosedürüne sahip olan CRITIC ve Standart sapma yöntemleri temelinde elde edilen SAW sonuçlarının aynı olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Entropy ve CRITIC yöntemleri ile elde edilen ağırlıklar kullanılarak hesaplanan IDDWS sıralamaları, Entropy ile aynı iken CRITIC yöntemi sıralamasından farklılaşmıştır. Bu çalışmada kullanılan veri setine dayalı olarak genel bir değerlendirme yapılırsa, normalizasyon süreçleri benzer olan ağırlıklandırma yöntemleri ile elde edilen sıralamaların benzer olduğu söylenebilir.

Daha geniş bir veri setinin kullanılmaması, CILOS, IDOCRIW gibi farklı kriter ağırlıklandırma tekniklerinin kullanılmaması bu çalışmanın kısıtını oluşturmaktadır. Gelecekte yapılması düşünölen çalışmalarda, daha farklı bir veri seti ve farklı ÇKKV teknikleri ile elde edilen sonuçlar kıyaslanabilir. Ayrıca, kriterlerin ağırlıklandırılmasında objektif ve subjektif teknikler bir arada kullanılabilir.

Etik Beyan

“Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin ÇKKV Sonuçları Üzerindeki Etkisine Yönelik Gerçek Bir Hayat Uygulaması” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.

Kaynakça

- Adriyendi, S. (2015). Multi attribute decision making using simple additive weighting and weighted product in food choice. *Information Engineering and Electronic Business*, 6: 8-14.
- Akbulut, O. Y. ve şenol, Z. (2021). Bütünleşik SD ve PROMETHEE ÇKKV Yöntemleri ile Portföy Optimizasyonu: BİST Gıda, İçecek ve Tütün Sektöründe Ampirik Bir Uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (92), 161-182.
- Akhtar, S., Javed, B., Maryam, A. ve Sadia, H. (2012). Relationship Between Financial Leverage and Financial Performance: Evidence From Fuel & Energy Sector of Pakistan. *European Journal of Business and Management*, 4(11),7-17.
- Alemi-Ardakani, M., Milani, A. S., Yannacopoulos, S., ve Shokouhi, G. (2016). On the effect of subjective, objective and combinative weighting in multiple criteria decision making: A case study on impact optimization of composites. *Expert Systems with Applications*, 46, 426-438.
- Anupama, G., ve Kesava Rao, V. V. S. (2020). Some Objective Methods for Determining Relative Importance of Financial Ratios. *International Journal of Management*, 10(4), 2019.
- Cheng, L. H., Cao, D. Q., ve Guo, H. M. (2020). Analysis of coal mine occupational disease hazard evaluation index based on AHP-DEMATEL. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 1-13.
- Churchman C.W. ve Ackoff R.L. (1954). An approximate measure of value, *Journal of Operations Research Society of America*. 2(1), 172-187.
- Clausius, R. (1865). *Ueber Verschiedene für die Anwendung Bequeme Formen der Hauptgleichungen der Mechanischen Wärmetheorie*. Vorgetragen in der Naturforsch. Gesellschaft den 24.
- Diakoulaki D., Mavrotas G. ve Papayannakis L. (1995). Determining objective Weights in Multiple Criteria Problems: The Critic Method. *Computers & Operations Research*, 22,763-770.
- Du, Y., Zheng, Y., Wu, G., ve Tang, Y. (2020). Decision-making method of heavy-duty machine tool remanufacturing based on AHP-entropy weight and extension theory. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119607.
- Halkos, G. E. ve Tzeremes, N. G. (2012). Analyzing the Greek Renewable Energy Sector: A Data Envelopment Analysis Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2884-2893.
- Inam, A. ve Mir, G. M. (2014). The Impact of Financial Leverage on Firm Performance in Fuel and Energy Sector, Pakistan. *European Journal of Business and Management*, 6(37), 339-347.
- Jahan, A., Mustapha, F., Sapuan, S.M., Ismail, M. Y., Bahraminasab, M. (2012). A framework for weighting of criteria in ranking stage of material selection process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 58, 411-420.
- Jain, V. and Raj, T. (2013). Evaluation of flexibility in FMS using SAW and WPM. *Decision Science Letters*, 2(4): 223-230.
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., ve Antucheviciene, J. (2021). Determination of Objective Weights Using a New Method Based on the Removal Effects of Criteria (MEREC). *Symmetry*, 13(4), 525.
- Li, H., Wang, W., Fan, L., Li, Q., ve Chen, X. (2020). A novel hybrid MCDM model for machine tool selection using fuzzy DEMATEL, entropy weighting and later defuzzification VIKOR. *Applied Soft Computing*, 91, 106207.

- Maheshwari, N.; Choudhary, J.; Rath, A.; Shinde, D.; Kalita, K. (2021). Finite Element Analysis and Multi-criteria Decision-Making (MCDM)-Based Optimal Design Parameter Selection of Solid Ventilated Brake Disc. *J. Inst. Eng. (India) Ser. C*.
- Memariani, A., Amini, B. and Alinezhad, A. (2009). Sensitivity analysis of Simple Additive Weighting method (SAW): The results of change in the weight of one attribute on the 77 final ranking of alternatives. *Journal of Industrial Engineering*, 2(4): 13-18.
- Mukhametzhanov, I. (2021). Specific character of objective methods for determining weights of criteria in MCDM problems: Entropy, CRITIC and SD. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4(2), 76-105.
- Pala, O. (2021). IDOCRIW ve MARCOS Temelli BIST Ulaştırma İşletmelerinin Finansal Performans Analizi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(23), 263-294.
- Paradowski, B., Shekhovtsov, A., Bączkiewicz, A., Kizielewicz, B., ve Salabun, W. (2021). Similarity Analysis of Methods for Objective Determination of Weights in Multi-Criteria Decision Support Systems. *Symmetry*, 13(10), 1874.
- Peng, X., Krishankumar, R., ve Ravichandran, K. S. (2021). A novel interval-valued fuzzy soft decision-making method based on CoCoSo and CRITIC for intelligent healthcare management evaluation. *Soft Computing*, 25(6), 4213-4241.
- Piasecki, M., ve Kostyrko, K. (2020). Development of weighting scheme for indoor air quality model using a multi-attribute decision making method. *Energies*, 13(12), 3120.
- Sahin, M. (2020). Hybrid Multi-attribute Decision Method for Material Selection. *Int. J. Pure Appl. Sci.*, 6, 107–117.
- Sahin, M. (2021). Location selection by multi-criteria decision-making methods based on objective and subjective weightings. *Knowledge and Information Systems*, 63(8), 1991-2021.
- Salabun, W.; Atróbski, J.; Shekhovtsov, A. (2020). Are MCDA methods benchmarkable? A comparative study of TOPSIS, VIKOR, COPRAS, and PROMETHEE II Methods. *Symmetry*, 12, 1549.
- Shaverdi, M., Heshmati, M. R. ve Ramezani, I. (2014). Application of Fuzzy AHP Approach for Financial Performance Evaluation of Iranian Petrochemical Sector. *Procedia Computer Science*, 31, 995-1004.
- Sisay, G., Gebre, S. L., ve Getahun, K. (2021). GIS-based potential landfill site selection using MCDM-AHP modeling of Gondar Town, Ethiopia. *African Geographical Review*, 40(2), 105-124.
- Sivakumar, V. L., Krishnappa, R. R., ve Nallanathel, M. (2021). Drought vulnerability assessment and mapping using Multi-Criteria decision making (MCDM) and application of Analytic Hierarchy process (AHP) for Namakkal District, Tamilnadu, India. *Materials Today: Proceedings*, 43, 1592-1599.
- Sotoudeh-Anvari, A., Sadjadi, S., Molana, S., ve Sadi-Nezhad, S. (2018). A new MCDM-based approach using BWM and SAW for optimal search model. *Decision Science Letters*, 7(4), 395-404.
- Souissi, D., Zouhri, L., Hammami, S., Msaddek, M. H., Zghibi, A., ve Dlala, M. (2020). GIS-based MCDM-AHP modeling for flood susceptibility mapping of arid areas, southeastern Tunisia. *Geocarto International*, 35(9), 991-1017.
- Sueyoshi, T. (2005). Financial Ratio Analysis of the Electric Power Industry. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 22(03), 349-376.
- Torkayesh, A. E., Ecer, F., Pamucar, D., ve Karamaşa, Ç. (2021). Comparative assessment of social sustainability performance: Integrated data-driven weighting system and CoCoSo model. *Sustainable Cities and Society*, 71, 102975.
- Vavrek, R.; Becica, J. (2020). Efficiency evaluation of cultural services in the Czech Republic via multi-criteria decision analysis. *Sustainability* 2020, 12, 3409.
- Wang, T. C. ve Lee, H. D. (2009). Developing a Fuzzy TOPSIS Approach Based on Subjective Weights and Objective Weights. *Expert systems with applications*, 36(5), 8980-8985.
- Wang, Y. M. ve Luo, Y. (2010). Integration of Correlations with Standard Deviations for Determining Attribute Weights in Multiple Attribute Decision Making. *Mathematical and Computer Modelling* Volume, 51(1-2), 1-12.
- Wu, Z., Sun, J., Liang, L. ve Zha, Y. (2011). Determination of Weights for Ultimate Cross Efficiency Using Shannon Entropy. *Expert Systems With Applications*, 38(5), 5162-5165.
- Yeh, C. H. and Willis, R. J. (2001). A validation procedure for multicriteria analysis: application to the selection of scholarship students. *Asia Pacific Management Review*, 6(1): 39-52.
- Zavadskas, E. K., ve Podvezko, V. (2016). Integrated determination of objective criteria weights in MCDM. *International Journal of Information Technology Decision Making*, 15(02), 267-283.
- Zhang, X., Wang, C., Li, E. ve Xu, C. (2014). Assessment Model of Ecoenvironmental Vulnerability Based on Improved Entropy Weight Method. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-7.
- Zhang, H., Gu, C., Gu, L. ve Zhang, Y. (2011). The Evaluation of Tourism Destination Competitiveness by TOPSIS & Information Entropy - A Case in the Yangtze River Delta of China. *Tourism Management*, 32(2), 443-451.

EXTENDED ABSTRACT

In this study, it is aimed to examine the effects of six different techniques on simple additive weighting (SAW) Multiple Criteria Decision Making (MCDM) method results by using Entropy, Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (CRITIC), Equal weight, Method based on the Removal Effects of Criteria (MEREC), Standard deviation and Integrated Data Driven Weighting System

approaches, which are objective criteria weighting methods. In this study, which includes a real life application, it is aimed to measure the financial performance of Zorlu Energy company for the period of 2016-2020 using the proposed model in the study. While determining the financial ratios, the ratios frequently used in the energy sector were taken into account. Financial ratios used in studies in the energy sector by Shaverdi et al. (2014), Inam and Mir (2014), Sueyoshi (2005), Akhtar et al. (2012), Halkos and Tzeremes (2012) have been a reference in determining financial ratios. In this direction, financial ratios that provide information about the profitability of the firm, ability to pay its debts and liquidity have been selected within the scope of the study. While 7 financial ratios (current ratio, acid test ratio, Long-term liabilities/Equity Ratio, Total Debt/Equity, Return on Equity Ratio, Return on Assets Ratio, Asset Turnover Ratio) constitute the criteria of the study, five years such as 2016, 2017, 2018, 2019 and 2020 constituted the alternatives of the study. Entropy, CRITIC, Equal weighting, MEREC, standard deviation methods and Integrated Data Driven Weighting System were used to determine the criterion weights. The SAW method was used to evaluate the financial performance of the firm over the years. The SAW method has been preferred because it offers a simple calculation procedure to the decision maker and the process steps are short. It is also frequently used in the literature. Using the weights determined by six different criteria weighting techniques, the SAW method was applied and six different rankings were obtained.

This study sought the answers to the following research questions: Are the results obtained with different objective criterion weighting methods similar? Are MCDM results the same based on different weighting techniques? According to the results obtained at the end of the analyzes, the ranking results obtained by the SAW method on the basis of Entropy, CRITIC, MEREC, Equal weight, integrated data-driven weighting system are the same.

According to these results, while 2017 was the year with the highest financial performance of ZORLU energy company, 2016 was the year with the lowest financial performance. The SAW method rankings obtained on the basis of the standard deviation technique are quite different from the SAW results obtained with the other five weighting techniques. Rankings obtained by MCDM methods with different algorithms can be different, and this has been revealed by many studies in the literature (Maheshwari et al. (2021); Zavadskas and Podvezko (2016); Sahin (2020); Salabun et al. (2020)). The results obtained with this study partially support the results of the above study.

The motivation and superiority of the proposed approach in this paper are outlined as follows:

In the study, 6 different techniques were used and advantageous and disadvantageous aspects of different techniques were used. In addition, a comparison was made between the results obtained with different techniques.

The model used in the study is the first in the literature and it is thought that it will contribute to the literature in this respect. In addition, the model proposed in the study was used for the first time in the measurement of financial performance.

The effect of criterion weights on MCDM results is presented. It has been determined that the rankings obtained by the standard deviation based SAW method are different from the other rankings.

It has been accepted in the literature that different criteria weights cause different ranking results. In this study, the ranking results obtained by the SAW method on the basis of Entropy, CRITIC, MEREC, Equal weight, integrated data-driven weighting system are the same. The SAW method rankings obtained on the basis of the standard deviation technique are quite different from the SAW results obtained with the other five weighting techniques. When evaluated in general, MCDM rankings have changed according to the weighting technique used.