



Bir lojistik işletmesinde tesis depo performansının Copras ve Topsis yöntemleriyle değerlendirilmesi

Evaluation of facility warehouse performance in a logistics company with Copras and Topsis methods

Merve Er¹ , Selen Avcı Azkeskin^{2,*} , Zerrin Aladağ³ 

^{1,2,3} Kocaeli Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 41380, Kocaeli Türkiye

Öz

Lojistik faaliyetler, işletmelerdeki maliyet kalemleri arasında yer alan en önemli unsurlardan biridir. Yalın üretim felsefesi doğrultusunda, ürün üzerinde maliyet oluşturan tüm kalemler gibi lojistik maliyetler de göz önüne alınmalıdır. Lojistik işletmelerindeki operasyonel işleyiş işletmenin verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Lojistik sektöründe depo operasyonlarındaki performans değerlendirmesi, operasyonun sürdürülebilir olması ve sürdürülebilirlik eğiliminin ölçülmesi bakımından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, bir lojistik firmasındaki tesis performansı yıllara bağlı olarak Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden COPRAS (Complex Proportional Assessment) ve TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. “Operasyonel hata, müşteri şikâyetleri, kaza sıklık oranı, devamsızlık, işten ayrılma oranı, eğitim oranı, fazla mesai, personel üretkenlik, giriş üretkenlik, çıkış üretkenlik ve zamanında sevk performansı” olarak belirlenen kriterlerin işletme performansını etkileme oranı yine bir ÇKKV yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile belirlenmiştir. Böylece, iki dönemlik periyotlara ayrılan beş yıl karşılaştırılmış ve çeşitli yorumlar yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Performans değerlendirme, Lojistik, Çok kriterli karar verme (ÇKKV), Copras, Topsis

1 Giriş

İşletmeler, her geçen gün artan rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmek için faaliyetlerini en kısa sürede, en az maliyet ile ve en verimli şekilde devam ettirmelidir. Tüketici beklentilerinin hızlı, tüketicinin istediği düzeyde ve en yüksek karlılıkla karşılanması için lojistik ve tedarik zincirinin her unsuru gibi depolama faaliyetleri de dikkatle incelenmelidir. Ürünlerin depoya gelişi, teslim alınması, yerleştirilmesi, siparişin toplanması ve nihai teslim noktasına sevkiyatının gerçekleştirilmesi gibi ana başlıklardan oluşan operasyonların sorunsuz ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir [1]. İşletmeler hem bu operasyonların etkinliğini hem de çalışanların performanslarını belirli zaman aralıklarında değerlendirmeli ve bu değerlendirmelere göre gereken önlemleri almalıdır [2].

Abstract

Logistics processes are one of the most important elements among the cost items in companies. The operational treatment of logistics companies directly influences the efficiency of the business. Performance evaluation in the logistics companies is important in terms of sustainability of the operation and measuring the sustainability trend. In this study, facility performance that depending on years, in a logistics company has analyzed comparatively with COPRAS (Complex Proportional Assessment) and TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) methods, which are among the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) techniques. The criteria have determined as operational error, customer complaints, accident frequency rate, absence, turnover rate, training rate, overtime, staff productivity, input productivity, output productivity and on-time dispatch performance. The weights of these criteria have calculated with the Analytical Hierarchy Process (AHP), which is also a MCDM method. Thus, we have compared five years consisting of nine periods and have made various evaluations.

Keywords: Performance evaluation, multi-criteria decision making (MCDM), logistics, Copras, Topsis

Performans değerlendirme ve buna bağlı olarak daha etkin süreçlerinin tanımlanması, işletmelerin rekabet üstünlüğü sağlayabilmesi için önemlidir. Bu değerlendirme ile sistemde iyileştirmeler yapılabilir ve nihai olarak sistem verimliliğini artırmak hedeflenir. Ele alınması gereken tüm kriterlerin değerlendirmeye dâhil edilmesi daha doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Kriterlerden bazılarının birbirleriyle çelişmesi ya da bazılarının fayda bazılarının maliyet yönlü olması da mümkündür. Bu nedenle performans değerlendirme bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi olarak ele alınabilir [3]. Bu konu, problemin yapısına ve sürecin özelliklerine göre farklı ÇKKV yöntemleriyle literatürde birçok çalışmada yer bulmuştur [4]. Tablo 1’de bu çalışmalardan bazıları özetlenmiştir.

Tablo 1. Performans değerlendirme ile ilgili literatür incelemesi

Yazarlar	Konu	Yöntemler	Gösterge
Ömürbek vd. [3]	Türkiye Kömür İşletmeleri	AHP, MULTIMOORA, COPRAS	Performans değerlendirme
Özbek [5]	Türkiye Diyanet Vakfı	COPRAS ve TOPSIS	Yıllara göre performans değerlendirme
Ömürbek vd. [6]	Büyük ölçekli bankalar	Entropi, ARAS ve COPRAS	Sürdürülebilirlik performansı
Topak ve Çanakçıoğlu [7]	Türkiye’de faaliyet gösteren bankalar	Entropi ve COPRAS	Finansal performans
Çınaroğlu [8]	Fortune 500 listesinde bulunan ve 2017 yılı net satış miktarına göre ilk 10 otomotiv firması	SWARA ve COPRAS	Performans değerlendirme
Özbek [9]	İlkokul Öğretmenleri Sağlık ve Sosyal Yardım Sandığı (İLKSAN)	ELECTRE III (Elimination and Choice Translating Reality English), COPRAS ve TOPSIS	Finansal performans
Erdoğan ve Yamaltdınova [10]	Borsa İstanbul’da (BIST) kote olmuş turizm şirketleri	TOPSIS	Dönemlik finansal performans
Tufan ve Kılıç [11]	BIST’te yer alan lojistik sektöründeki işletmeler	VIKOR (ViseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje) ve TOPSIS	Finansal durum performansları
Stanujkic vd. [12]	Sırbistan’daki bankalar	COPRAS	Performans değerlendirme
Rabbani vd. [13]	Petrol üretimi yapan şirketler	COPRAS yöntemini baz alan yeni bir model	Performans değerlendirme
Jothimani ve Sarmah [14]	Üçüncü parti lojistik firmaları	TOPSIS	Tedarik zinciri performansı
Ding ve Zeng [15]	Çin’de yer alan 68 üniversite	TOPSIS	Performans değerlendirme
Çakır ve Perçin [16]	İlk 500 firma arasında yer alan lojistik işletmeleri	CRITIC (Kriterler arası Korelasyon Yoluyla Kriterlerin Önem Tespiti), SAW (Simple Additive Weighting), TOPSIS	Performans değerlendirme
Özgel vd. [17]	Henkel Firması	Entropi	Sosyal sürdürülebilirlik
Ulutaş ve Karaköy [18]	G-20 ülkeleri	WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment)	Lojistik performans endeksi

Bu çalışmada, bir lojistik firmasındaki depo operasyonlarının zamana bağlı performansı ÇKKV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), COPRAS (Complex Proportional Assesment – Karmaşık Nisbi Değerlendirme) ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity) yöntemleri ile analiz edilmiştir. “Operasyonel hata, müşteri şikâyetleri, kaza sıklık oranı, devamsızlık, işten ayrılma oranı, eğitim oranı, fazla mesai, personel üretkenlik, giriş üretkenlik, çıkış üretkenlik ve zamanında sevki performansı” olarak belirlenen performans kriterleri öncelikle AHP ile ağırlıklandırılmış, ardından zaman periyotları hem minimize hem de maksimize edilmesi gereken problemlere uygun bir yöntem olan COPRAS ve literatürde sıralama problemlerinde sıklıkla kullanılan TOPSIS yöntemleriyle değerlendirilerek karşılaştırılmıştır.

2 Materyal ve metod

2.1 Analitik hiyerarşi prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), nitel ya da nicel farklı kriter ve alternatifler söz konusu olduğunda karar vericinin; önceliklerini, değerlendirmelerini ve deneyimlerini karar

verme sürecine mantıksal bir yaklaşımla dâhil edebilmesi amacıyla Saaty tarafından geliştirilmiştir [19] [20]. AHP, karar vericinin sezgisel yargılarının tutarlılığının hesaplanmasına da imkân veren güçlü ve kolay bir yöntemdir [21] [22].

Yöntemin adımları aşağıda kısaca açıklanmıştır:

Adım 1: Kriterler ve alternatifler tanımlanarak hiyerarşik yapı kurulur.

Adım 2: Tablo 2’de sunulan ve Saaty tarafından literatüre kazandırılan ölçek kullanılarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur.

Adım 3: Karşılaştırma matrisi normalize edilir.

Adım 4: Karşılaştırılan öğelere dair öncelik vektörleri hesaplanır.

Adım 5: Öncelikler elde edildikten sonra, karar vericinin ikili karşılaştırmalar sırasında tutarlı olup olmadığı tutarlılık oranı hesaplanarak ölçülür. Bunun için öncelikle “Tutarlılık indeksi (CI)” hesaplanır. Ardından, CI’nın rassallık indeksine (RI) oranı hesaplanır ve “tutarlılık oranı (CR)” elde edilir. CR’nin 0,1’den daha az olması gerekir. Eğer CR 0,1’den fazla ise karar vericiden karşılaştırmasını gözden geçirmesi istenir [20] [23] [24].

Tablo 2. Saaty ölçeği

Numerik Değerler	Tanımlar
1	Uysurlar eşit önemdedir.
3	1. unsur 2. unsura göre biraz daha tercih edilmektedir ya da 1. unsur 2. unsurdan biraz daha önemlidir.
5	1. unsur 2. unsura fazla tercih edilmektedir ya da 1. unsur 2. unsurdan fazla önemlidir
7	1. unsur 2. unsura çok fazla tercih edilmektedir ya da 1. unsur 2. unsurdan çok fazla önemlidir
9	1. unsur 2. unsura aşırı derecede tercih edilmektedir ya da 1. unsur 2. unsurdan aşırı derecede önemlidir.
2, 4, 6, 8	Ara değerler

2.2 COPRAS (Complex Proportional Assessment)

COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemi, Zavadskas ve Kaklauskas [25] tarafından literatüre kazandırılmıştır [25]. Yöntem; çok sayıda alternatif içeren problemlere rahatlıkla uygulanabilmesi, hesaplama kolaylığı, minimize ve maksimize edilmesi gereken kriterleri birlikte değerlendirebilmesi, kalitatif (nitel) ve kantitatif (nicel) kriterlere uyarlanabilmesi gibi özellikleri ile literatürde farklı karar problemlerinde sıklıkla kullanılmıştır [26]. Alternatifler sıralanırken kriterlerin birbirine göre ne kadar iyi ya da kötü olduğunu yüzdesel olarak ifade eden COPRAS yönteminin hesaplama süresi kısa ve kullanımı da basittir. COPRAS ile kriter ağırlıkları hesaplanmadığı için yöntemde kriter ağırlıkları karar vericiler tarafından subjektif olarak belirlenebilir ya da yöntem AHP, Analitik Ağ Prosesi (ANP) ya da Entropi gibi kriter ağırlıklandırması sağlayan bir başka ÇKKV yöntemi ile hibrit şekilde kullanılabilir [27]. COPRAS yönteminde öncelikle kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenir. Ardından A_i , i . alternatif ($i= 1,2, \dots, m$), K_j , j . değerlendirme kriteri ($j= 1,2, \dots, n$), W_j , j . değerlendirme kriterinin ağırlığı ($j= 1,2, \dots, n$) ve X_{ij} , j . değerlendirme kriteri açısından i . alternatifin değeri olmak üzere aşağıdaki adımlar izlenir [26].

1. x_{ij} değerlerinden oluşan D karar matrisi oluşturulur.

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

2. **Denklem (1)** yardımıyla normalize edilmiş karar matrisi elde edilir.

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

3. Her bir kriterin ağırlık değeri (W_j) ile normalize edilmiş karar matrisi kullanılarak, D' olarak simgelenen ve

d_{ij} elemanlarını içeren ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur (**Denklem (2)**).

$$D' = [d_{ij}] = x_{ij}^* \times w_j \quad (2)$$

4. Kriterler artan ve azalan kriterler olarak iki gruba ayrılır. Artan kriterler amaç doğrultusunda daha yüksek değerlerin daha iyi durumu gösterdiği ve azalan kriterler ise amaç doğrultusunda daha düşük değerlerin daha iyi durumu gösterdiği kriterlerdir. Sonrasında, $i=1,2, \dots, n$ artan kriterler ve $j= n+1, n+2, \dots, n$ azalan kriterler olmak üzere, artan kriterler için **Denklem (3)**; azalan kriterler için **Denklem (4)** kullanılır.

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^n d_{ij} \quad (3)$$

$$S_i^- = \sum_{j=k+1}^n d_{ij} \quad (4)$$

5. Her alternatif için Q_i göreceli önem değeri **Denklem (5)** ile hesaplanır. Göreceli önem değeri en büyük olan alternatif en iyi alternatiftir.

$$Q_i = S_i^+ + \frac{\sum_{i=1}^m S_i^-}{S_i^- * \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_i^-}} \quad (5)$$

6. Göreceli önem değerleri arasından en yüksek olanı **Denklem (6)** ile bulunur.

$$Q_{maks} = \text{en büyük } \{Q_i\} \quad \forall i = 1,2, \dots, m \quad (6)$$

7. Her alternatif için P_i performans indeksi **Denklem (7)** ile hesaplanır. P_i performans indeksi 100 olan alternatif en iyi alternatifi ifade etmekte olup indeks değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanmasıyla alternatiflerin tercih sıralaması oluşturulur.

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{maks}} \times 100 \quad (7)$$

2.3 TOPSIS (Technique for order of preference by similarity to ideal solution)

Bir ÇKKV yöntemi olan TOPSIS, Hwang ve Yoon (1981) tarafından çözüm alternatifinin negatif-ideal çözüme en uzak ve pozitif-ideal çözüme en yakın mesafede olması gerektiği temel prensibi baz alınarak geliştirilmiştir [28]. Pozitif ideal çözüme yakınlık, eğer kriter fayda özelliğine sahip ise getirinin maksimizasyonu ve maliyetin (zararın) minimizasyonunu; kriter maliyet özelliğine sahip ise tam tersini ifade eder. Yöntem, uygulama adımları ve sonuçların yorumlanması bakımından kolay olması nedeniyle birçok karar problemine başarıyla uygulanmıştır. Kriter ağırlıkları

karar vericinin subjektif yargılarıyla ya da başka bir ÇKKV yöntemiyle elde edilebilir [29].

TOPSIS metodunda aşağıdaki adımlar izlenir [30]:

1. Alternatifler (a_1, a_2, \dots, a_n) ve her bir kriterin alternatiflere göre gösterdikleri özellikler ($y_{1k} \dots y_{nk}$) sıralanır. Buna göre karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$D = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1k} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2k} \\ y_{31} & y_{32} & \dots & y_{3k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nk} \end{bmatrix}$$

2. **Denklem (8)** kullanılarak karar matrisi normalize edilir ve R matrisi oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n y_{ij}^2}} \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k \quad (8)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2k} \\ r_{31} & r_{32} & \dots & r_{3k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nk} \end{bmatrix}$$

3. W_j her bir j . kriterin ağırlığı olmak üzere, R matrisinde yer alan sütun değerleri ağırlıklar ile çarpılarak ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi V oluşturulur.

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1k} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2k} \\ v_{31} & v_{32} & \dots & v_{3k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{n1} & v_{n2} & \dots & v_{nk} \end{bmatrix}$$

4. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin en iyi performans değerleri pozitif ideal çözümü; en kötü performans değerleri ise negatif ideal çözümü oluşturur. i fayda (maksimizasyon), j ise maliyet (minimizasyon) değerini göstermek üzere **Denklem (9)** ve **Denklem (10)** yardımıyla ideal çözümler hesaplanır. $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_k^*\}$ ve $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_k^-\}$ şeklinde gösterilebilir.

$$A^* = \left\{ (\max_i V_{ij} \mid j \in I), (\min_i V_{ij} \mid j \in J) \right\} \quad (9)$$

$$A^- = \left\{ (\min_i V_{ij} \mid j \in I), (\max_i V_{ij} \mid j \in J) \right\} \quad (10)$$

5. Her bir alternatifin pozitif ideal çözümden uzaklığı **Denklem (11)**, negatif ideal çözümden olan uzaklığı ise **Denklem (12)** ile hesaplanır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (11)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (12)$$

6. **Denklem (13)** kullanılarak ideal çözüme göreli yakınlık değeri C_i^* hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad (13)$$

7. Alternatifler ideal çözüme göreli yakınlık (C_i^*) değerlerine göre sıralanır.

3 Vaka çalışması

Bu çalışmada, bir lojistik firmasındaki tesis performansı ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Öncelikle, kriter ağırlıkları AHP ile hesaplanmış, sonrasında COPRAS yöntemi kullanılarak 2017-2021 yılları arasındaki dönemsel performanslar değerlendirilmiştir. Son olarak, TOPSIS yöntemi ile karşılaştırmalı analiz yapılmıştır.

3.1 Kriterlerin belirlenmesi

Kriterler, tesiste kullanılan performans parametreleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Tesisin genel katma değerli işlemleri olan “personel üretkenlik, giriş üretkenlik, çıkış üretkenlik ve zamanında sevk performansı” parametrelerinin yanı sıra tesisin bütününe oluşturan diğer parametreler “operasyonel hata, müşteri şikâyetleri, kaza sıklık oranı, devamsızlık, işten ayrılma oranı, eğitim” ve “fazla mesai” de değerlendirmeye alınmıştır. Söz edilen kriterler ve tipleri **Tablo 3**'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Kriterler ve kriter tipleri

Kriterler	Kriter Tipi
OH (Operasyonel Hata)	Azalan
MŞ (Müşteri Şikâyetleri)	Azalan
KSO (Kaza Sıklık Oranları)	Azalan
D (Devamsızlık)	Azalan
İAO (İşten Ayrılma Oranları)	Azalan
EO (Eğitim Oranı)	Artan
FM (Fazla Mesai)	Azalan
PÜ (Personel Üretkenlik)	Artan
GÜ (Giriş Üretkenlik)	Artan
ÇÜ (Çıkış Üretkenlik)	Artan
ZSP (Zamanında Sevk Performansı)	Artan

Her bir kritere dair hesaplama ayrıntıları **Tablo 4**'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Performans parametreleri ve birimleri

Kriter	Birim/Açıklama
Operasyonel Hata	Adet
Müşteri Şikayetleri	Adet
Gerçekleşen Kaza Sıklık Oranı	Depoda Gerçekleşen İş Kazası Sayısı / Toplam Çalışma Saati (h)
Devamsızlık	Puantajdaki Toplam Gelmeme Saatleri / Puantajdaki Çalışılması Gereken Saat
İşten Ayrılma Oranı	Kendi İsteği İle İşten Ayrılan Personel Sayısı (İstifa) / Aylık Toplam Personel Sayısı
Eğitim Oranı	Aylık toplam mavi + beyaz yaka eğitim saati / Toplam mavi + beyaz yaka çalışan sayısı
Fazla Mesai	Aylık Toplam Fazla Mesai Saati / Aylık Toplam Çalışma Saati
Personel Üretkenlik	Toplam Aylık Giriş & Çıkış (Mal Kabul + Sevk) Ürün Adedi / Aylık Toplam Personel Çalışma Saati
Giriş Üretkenlik	Toplam Aylık Giriş (Mal Kabul) Ürün Adedi / Aylık Giriş Süreçleri Toplam Çalışılan Saat
Çıkış Üretkenlik	Toplam Aylık Çıkış (Sevk) Ürün Adedi / Aylık Çıkış Süreçleri Toplam Çalışılan Saat
Zamanında Sevk Performansı	Zamanında Sevk Edilen Araç Sayısı / Toplam Sevk Edilen Araç Sayısı

Tablo 5. Karar matrisi

Dönem	OH	MŞ	KSO	D	İAO	EO	FM	PÜ	GÜ	ÇÜ	ZSP
2017-1	1.94	0.60	0.10	1.92	0.04	3.11	0.05	21.38	1.57	1.41	0.85
2017-2	2.04	0.55	1.91	5.42	0.05	0.20	0.26	19.95	1.69	1.78	0.82
2018-1	1.61	0.53	8.47	0.07	0.03	2.88	0.01	17.77	1.32	1.34	0.84
2018-2	1.98	0.61	18.11	0.09	0.01	10.52	0.02	10.40	1.25	1.33	0.81
2019-1	0.39	0.10	9.80	0.04	0.00	9.41	0.02	6.81	1.40	1.40	0.80
2019-2	0.10	0.01	9.10	0.10	0.03	25.50	0.03	6.29	1.30	1.20	0.81
2020-1	1.55	0.50	7.30	7.89	0.01	15.79	0.01	5.24	0.92	1.10	0.75
2020-2	0.20	0.90	4.20	0.50	0.02	39.38	0.03	6.57	1.49	1.47	0.90
2021-1	0.93	0.94	0.10	1.80	0.01	6.24	0.03	6.59	1.37	1.33	0.77

Tablo 6. İkili karşılaştırma matrisi

Kriter	OH	MŞ	KSO	D	İAO	EO	FM	PÜ	GÜ	ÇÜ	ZSP
OH	1.00	7.00	3.00	3.00	5.00	7.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
MŞ	0.14	1.00	3.00	3.00	3.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.14
KSO	0.33	0.33	1.00	3.00	3.00	7.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00
D	0.33	0.33	0.33	1.00	9.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00
İAO	0.20	0.33	0.33	0.11	1.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00
EO	0.14	0.20	0.14	0.33	0.33	1.00	3.00	7.00	5.00	7.00	5.00
FM	0.33	0.33	0.20	0.33	0.33	0.33	1.00	4.00	5.00	5.00	4.00
PÜ	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.14	0.25	1.00	5.00	5.00	0.17
GÜ	0.33	0.33	0.33	0.50	0.50	0.20	0.20	0.20	1.00	5.00	5.00
ÇÜ	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.14	0.20	0.20	0.20	1.00	7.00
ZSP	0.33	7.00	0.33	0.33	0.33	0.20	0.25	6.00	0.20	0.14	1.00

3.2 Karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisindeki veriler, 2017, 2018, 2019, 2020 ve 2021 yıllarının 6 aylık dönemlerinde gerçekleşen verilerden elde edilmiştir. Tesiste, siparişlerin fazla olduğu dönemlerde fazla mesai oranlarının artması, toplu işe alımların olduğu dönemlerde verilen eğitimlerin artması, siparişlerin belli dönemlerde kesilmesinden dolayı üretkenlik oranlarının azalması gibi değişkenliklerin fazla olması nedenlerle performans değerlendirme yıl sonu beklenmeden, 6 aylık dönemlerde gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle çalışmada 1 yıl, 6 aylık 2 döneme ayrılmıştır. Karar matrisi **Tablo 5**'te verilmiştir.

3.3 İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Kriterler, depo süreçlerinden sorumlu 6 uzman tarafından karşılaştırılmıştır. Örnek olarak, bir karar verici tarafından oluşturulmuş ikili karşılaştırma matrisi **Tablo 6**'da gösterilmiştir.

3.4 Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Kriter ağırlıkları **Tablo 7**'de gösterilmiştir. Tabloya göre, ağırlığı en yüksek kriter operasyonel hata; ağırlığı en düşük kriter ise zamanında sevk performansdır.

Ağırlık oranı en yüksek olan operasyonel hata kriterinin diğer kriterler ile olan ilişkisini daha detaylı incelemek ve hangi kriterlerin daha etkili olduğunu tespit edip bu doğrultuda gerekli önlemleri almak için **Tablo 8**'de korelasyon analizi yapılmıştır. **Tablo 8**'e göre operasyonel hata ile eğitim oranı arasında negatif çok güçlü bir ilişki, operasyonel hata ile fazla mesai ve işten ayrılma oranı arasında ise negatif güçlü bir ilişki vardır.

Tablo 8. Korelasyon değerleri

Kriterler	OH	MŞ	KSO	D	İAO	EO	FM	PÜ	GÜ	ÇÜ	ZSP
OH	1.00	0.38	-0.03	-0.13	-0.60	-0.90	-0.77	-0.36	-0.38	-0.20	0.51
MŞ	0.38	1.00	0.53	-0.02	-0.25	-0.44	-0.55	-0.20	-0.46	-0.45	-0.31
KSO	-0.03	0.53	1.00	0.22	0.33	-0.18	-0.42	-0.34	-0.37	-0.27	-0.56
D	-0.13	-0.02	0.22	1.00	0.07	-0.18	-0.27	-0.25	-0.18	-0.13	-0.34
İAO	-0.60	-0.25	0.33	0.07	1.00	0.60	0.28	-0.07	-0.01	0.02	-0.37
EO	-0.90	-0.44	-0.18	-0.18	0.60	1.00	0.84	0.42	0.28	0.08	-0.18
FM	-0.77	-0.55	-0.42	-0.27	0.28	0.84	1.00	0.73	0.49	0.26	-0.17
PÜ	-0.36	-0.20	-0.34	-0.25	-0.07	0.42	0.73	1.00	0.30	-0.16	-0.21
GÜ	-0.38	-0.46	-0.37	-0.18	-0.01	0.28	0.49	0.30	1.00	0.77	-0.25
ÇÜ	-0.20	-0.45	-0.27	-0.13	0.02	0.08	0.26	-0.16	0.77	1.00	-0.10
ZSP	0.51	-0.31	-0.56	-0.34	-0.37	-0.18	-0.17	-0.21	-0.25	-0.10	1.00

Tablo 7. Kriter ağırlıkları

Kriterler	Ağırlık Oranı (W_i)
OH	0.20
MŞ	0.13
KSO	0.13
D	0.11
İAO	0.07
EO	0.09
FM	0.07
PÜ	0.05
GÜ	0.05
ÇÜ	0.04
ZSP	0.07

3.5 COPRAS yöntemi ile sıralamanın elde edilmesi

Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra sırasıyla; normalize karar matrisi, ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi, her alternatif için artan (S_i^+) ve azalan (S_i^-) kriterler ve seçeneklerin göreceli önem değerleri (Q_i) hesaplanmıştır. Sonrasında, en yüksek göreceli önem değeri Q_{maks} tespit edilmiş ve alternatifler için performans indeksi olan P_i değerleri hesaplanmıştır. Tablo 9'da 2017-2021 yılları arasındaki P_i değerleri gösterilmiştir.

Tablo 9. COPRAS ile sıralama

Dönemler	Q_i	P_i	Sıralama
2017-1	1.093	60.775	6
2017-2	0.839	46.639	9
2018-1	1.152	64.067	5
2018-2	1.017	56.548	7
2019-1	1.799	100.000	1
2019-2	1.534	85.308	3
2020-1	0.863	47.984	8
2020-2	1.539	85.538	2
2021-1	1.160	64.491	4

Tablo 9'a göre, 2019 yılı 1. dönemi performans değeri en yüksek dönem, 2017 yılı 2. dönemi ise performans değeri en düşük dönem olarak belirlenmiştir. 2017 yılı 2. döneminde yeni tesis devreye alındığından, artan hacimle birlikte operasyonel hata oranlarının da artmasının ve devamsızlık oranının yüksek olmasının bu sonuçta etkili olduğu söylenebilir.

3.6 TOPSIS yöntemi ile sıralamanın elde edilmesi

TOPSIS yöntemi uygulanırken; Tablo 5'te verilen karar matrisinin oluşturulmasından sonra sırasıyla normalize karar matrisi, ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi, fayda ve maliyet kriterlerine göre pozitif ve negatif ideal çözümler, pozitif ideal ve negatif ideal noktalara olan uzaklık değerleri ve ideal çözüme göreli yakınlık C_i^* değeri hesaplanmıştır. Tablo 10'da TOPSIS yöntemiyle elde edilen sıralama ve COPRAS yöntemiyle karşılaştırması verilmiştir.

Tablo 10. Yöntemlerin karşılaştırılması

Dönemler	TOPSIS			COPRAS	
	S_i^+	S_i^-	C_i	Sıralama	Sıralama
2017-1	0.106	0.142	0.571	6	6
2017-2	0.140	0.113	0.448	9	9
2018-1	0.095	0.139	0.593	5	5
2018-2	0.136	0.123	0.476	7	7
2019-1	0.055	0.164	0.750	1	1
2019-2	0.068	0.163	0.705	2	3
2020-1	0.123	0.109	0.469	8	8
2020-2	0.096	0.153	0.614	4	2
2021-1	0.080	0.154	0.659	3	4

Tablo 10'a göre her iki yöntemde de 2019 yılı 1. dönemi en yüksek performanslı dönem; 2017 yılı 2. dönemi ise en düşük performanslı dönem olarak tespit edilmiştir. 2019 yılı 2. döneminin COPRAS yönteminde 3., TOPSIS yönteminde 2.; 2020 yılı 2. döneminin COPRAS yönteminde 2., TOPSIS

yönteminde 4. ve 2021 yılı 1. döneminin COPRAS yönteminde 4., TOPSIS yönteminde 3. olması dışında sıralamalarda farklılık yoktur.

4 Sonuç ve öneriler

Lojistik sektöründe depo operasyonlarındaki performans değerlendirmesi, operasyon etkinliğinin ölçülmesi ve takibi bakımından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, bir lojistik firmasındaki yıllara bağlı tesis depo performansı ÇKKV tekniklerinden COPRAS ve TOPSIS yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. “Operasyonel hata, müşteri şikâyetleri, kaza sıklık oranı, devamsızlık, işten ayrılma oranı, eğitim oranı, fazla mesai, personel üretkenlik, giriş üretkenlik, çıkış üretkenlik ve zamanında sevk performansı” olarak belirlenen kriterlerin işletme performansını etkileme oranı AHP ile belirlenmiştir. Ağırlığı en yüksek kriter “operasyonel hata” olarak belirlenmiştir. Bu kriterin diğer kriterler ile ilişkisi incelenmiş ve eğitim oranı ile negatif yönde çok yüksek bir ilişki tespit edilmiştir. Dolayısıyla, personel eğitim oranlarının yetersiz olmasının hataların artmasına sebep olduğu söylenebilir. Ayrıca, fazla mesai ile operasyonel hata arasında yine yüksek negatif ilişki tespit edilmiştir. Fazla mesai arttıkça personellerde yorgunluk oluşması hataların artmasına sebep olmaktadır. Bununla birlikte işten ayrılma oranı ile de orta düzeyde negatif bir ilişki bulunmuştur. İşten ayrılmalar nedeniyle personel sirkülasyonunun artması, yeni personellerin de tecrübesiz olması ve iş başı eğitimlerinin tamamlanmaması hatalara sebebiyet verilebilmektedir. İşletmede hata oranlarının azaltılması için özellikle bu kriterler üzerinde durulması gerekmektedir. Ağırlığı en düşük kriter ise “zamanında sevk performansı” olarak bulunmuştur. Bunun sebebi olarak bu kriterin diğer kriterlerden etkilenebilecek bir kriter olması söylenebilir. Yapılan hesaplamalar sonucunda, COPRAS ve TOPSIS yöntemlerinden benzer sıralamalar elde edilmiştir. İki yöntemde de 2019 yılı ilk dönemi en iyi, 2017 yılı ikinci dönemi ise en düşük performansa sahip yıl olarak tespit edilmiştir. Sıralamalara bakıldığında, 2017 yılından 2019 yılına doğru genellikle artan performans değerlerinin 2019 yılından sonra düşüşe geçtiği söylenebilir. 2017 yılında yeni bir tesis devreye alındığından, artan hacimle birlikte operasyonel hata oranlarının da artmasının ve devamsızlık oranının yüksek olmasının bu sonuçta etkili olduğu söylenebilir. 2019 yılına doğru yeni tesiste düzenin sağlanmasıyla performans yükselmiştir. Ancak, 2020 yılında Yeni Koronavirüs (Covid-19) pandemi sürecinin etkisiyle tedarik ağının bozulması, hasta ve karantinadaki personeller sebebiyle yaşanan gecikmeler, pandemiye bağlı olarak sevkiyatların gecikmesi ve siparişlerin azalması performans düşüklüğüne sebep olmuştur. Nitekim 2021 yılında firmada pandeminin olumsuz etkilerine karşı alınan önlemler, aşılana birey sayısının artması ve hastalığın daha hafif atılmaya başlamasıyla performans tekrar yükselişe geçmiş ancak 2019 yılındaki seviyelere çıkamamıştır. Sonuç olarak bu çalışmada, performans değerlendirmede kullanılabilecek farklı kriterler incelenmiş ve artan-azalan kriterleri ayırt etmede başarılı iki ÇKKV yöntemi ile zaman periyotları performans değerleri bakımından sıralanmıştır. İlerleyen

çalışmalarda, benzer kriterler farklı işletmelerde daha uzun periyotlar için uygulanabilir ve farklı yöntemler ile karşılaştırılabilir.

Çıkar çatışması

Bu çalışmada çıkar çatışması yoktur.

Benzerlik oranı: %13

Kaynaklar

- [1] A. Görener, Depo operatörü lojistik firmasının seçimi için bulanık vikor ve bulanık topsis yöntemlerinin uygulanması. Istanbul University Journal of the School of Business Administration, 42 (2), 2013. <https://www.researchgate.net/publication/350213257>
- [2] M. Sağnak, Depo yeri seçimi: perakende sektöründe melez çok kriterli karar verme uygulaması. Journal of Yaşar University, 15 (59), 615-623, 2020. <https://doi.org/10.19168/jyasar.689277>
- [3] E. Aksoy, N. Ömürbek ve M. Karaatlı, Ahp temelli multimooora ve copras yöntemi ile Türkiye Kömür İşletmeleri'nin performans değerlendirmesi. Hacettepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33 (4), 1-28, 2015. <https://doi.org/10.17065/huiibf.10920>
- [4] K. Yaraloğlu, Performans değerlendirmede analitik hiyerarşi prosesi. Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi, 16 (1), 12-142, 2001. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/211403>
- [5] A. Özbek, Türkiye Diyanet Vakfı'nın saw, copras ve topsis yöntemi ile performans değerlendirmesi. Yönetim Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 15 (1), 66-84, 2017. <https://doi.org/10.11611/yead.277484>
- [6] V. Ömürbek, E. Aksoy ve Ö. Akçakanat, Bankaların sürdürülebilirlik performanslarının aras, moora ve copras yöntemleri ile değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 8 (19), 14-32, 2017. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.329346>
- [7] M. S. Topak ve M. Çanakçıoğlu, Banka Performansının entropi ve copras yöntemi ile değerlendirilmesi: Türk bankacılık sektörü üzerine bir araştırma. Mali Çözüm Dergisi, 29 (154), 107-132, 2019. <http://academicrepository.khas.edu.tr/handle/20.500.12469/3206>
- [8] E. Çınaroğlu, 2019 Fortune 500 listesinde yer alan otomotiv sektörü firmalarının swara destekli copras yöntemi ile değerlendirilmesi. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9 (2), 593-611, 2019. <https://doi.org/10.18074/ckuiibfd.548359>
- [9] A. Özbek, İlkokul Öğretmenleri Sağlık Ve Sosyal Yardım Sandığı'nın finansal performans analizi. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7 (1), 1-31, 2017.

- <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/320940>
- [10] M. Erdoğan ve A. Yamaltdinova, Borsa İstanbul'a kayıtlı turizm şirketlerinin 2011-2015 dönemi finansal performanslarının topsis ile analizi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 19-36, 2018. <https://doi.org/10.17541/optimum.335722>
- [11] C. Tufan ve Y. Kiliç, Borsa İstanbul'da işlem gören lojistik işletmelerinin finansal performanslarının topsis ve vikor yöntemleriyle değerlendirilmesi. *C.Ü. İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 20 (1), 119-137, 2019. <http://esjournal.cumhuriyet.edu.tr/en/download/article-file/729547>
- [12] D. Stanujkic, B. Dordevic ve M. Dordevic, Comparative analysis of some prominent mcdm methods: a case of ranking Serbian banks. *Serbian Journal of Management*, 8 (2), 213-241, 2013. <https://doi.org/10.5937/sjm8-3774>
- [13] A. Rabbani, M. Zamani, A. Yazdani-Chamzini ve E. K. Zavadskas, Proposing a new integrated model based on sustainability balanced scorecard (SBSC) and MCDM approaches by using linguistic variables for the performance evaluation of oil producing companies. *Expert Systems with Applications*, 41 (16), 7316-7327, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.05.023>
- [14] D. Jothimani ve S. P. Sarmah, Supply chain performance measurement for third party logistics. *Benchmarking: An International Journal*, 21 (6), 944-963, 2014. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2012-0064>
- [15] L. Ding ve Y. Zeng, Evaluation of Chinese higher education by topsis and iew—The case of 68 universities belonging to the Ministry of Education in China. *China Economic Review*, 36, 341-358, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2015.05.007>
- [16] S. Çakır ve S. Perçin, Çok kriterli karar verme teknikleriyle lojistik firmalarında performans ölçümü. *Ege Akademik Bakış*, 13 (4), 449-459, 2013. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/559959>
- [17] A. Öztel, M. S. Köse ve H. Aytekin, Kurumsal Sürdürülebilirlik performansının ölçümü için çok kriterli bir çerçeve: Henkel örneği. *Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi*, 1 (4), 32-44, 2012. <https://doi.org/10.7596/taksad.v1i4.85>
- [18] A. Ulutaş ve Ç. Karaköy, G-20 ülkelerinin lojistik performans endeksinin çok kriterli karar verme modeli ile ölçümü. *S.C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20 (2), 71-84, 2016. <https://doi.org/10.7596/taksad.v1i4.85>
- [19] T. L. Saaty, Decision making—the analytic hierarchy and network processes (ahp/anp). *Journal of Systems Science And Systems Engineering*, 13 (1), 1-35, 2004. <https://doi.org/10.1007/s11518-006-0151-5>
- [20] T. L. Saaty, *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill, New York, 1980.
- [21] T. L. Saaty, How to make a decision: the analytic hierarchy process, *European Journal Of Operational Research*, 49, 9-26, 1990. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-1](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-1)
- [22] B. Özyörük ve E. C. Özcan, Analitik hiyerarşi sürecinin tedarikçi seçiminde uygulanması: otomotiv sektöründen bir örnek. *SDÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 133-144, 2008. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/194764>
- [23] T. L. Saaty, Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 1 (1), 83-98, 2008. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/194764>
- [24] Ş. Gür, M. Hamurcu ve T. Eren, Ankara'da monoray projelerinin analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemleri ile seçimi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23 (4), 437-443, 2017. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/336051>
- [25] E. K. Zavadskas ve A. Kaklauskas, *Multicriteria Evaluation of Building (Pastatų sistemotechninis įvertinimas)*. Vilnius: Technika, 1996.
- [26] V. Podvezko, The comparative analysis of mcdm methods saw and copras, *Engineering Economics*, 22 (2), 134-146, 2011. <http://dx.doi.org/10.5755/j01.ee.22.2.310>
- [27] A. Özdağoğlu, Çok kriterli karar verme modellerinde normalizasyon tekniklerinin sonuçlara etkisi: Copras örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8 (2), 229-252, 2013. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/65417>
- [28] N. Ömürbek, N. Demirci ve P. Akalin, Analitik ağ süreci ve topsis yöntemleri ile bilimsel seçimi. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 5 (9), 118-140, 2013. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/65417>
- [29] A. İ. Özdemir ve N. Y. Seçme, İki aşamalı stratejik tedarikçi seçiminin bulanık topsis yöntemi ile analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (2), 79-112, 2009. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/18948>
- [30] J. Papathanasiou ve N. Ploskas, *Topsis, Multiple Criteria Decision Aid*, Cham, Springer, 1-30, 2018.

