

## G7 ÜLKELERİNİN LOJİSTİK PERFORMANSLARININ PSI TABANLI COBRA YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Ali Aygün YÜRÜYEN <sup>1</sup>

Bora TOPAL <sup>2</sup>

### Öz

Lojistik sektörü, bir ülkenin sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmasında önem arz etmektedir. Ülke düzeyinde lojistik verimliliğini değerlendirmeye yönelik çok fazla araç bulunmamaktadır. LPI (Logistics Performance Index- Lojistik Performans Endeksi), ülkelerin ticaret lojistiği performanslarında maruz kalabileceği olası zorlukları ve fırsatları saptamak için oluşturulan ve lojistik sektöründe yer alan yönetici ve karar vericilerin kullandıkları bir karşılaştırma aracıdır. G7 ülkeleri, dünya ekonomisinin büyük oyuncularını olarak lojistik performans açısından önemli bir rol oynamaktadır. Çalışmanın temel amacı, literatürde bilinen ve tanıtılan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden PSI (Preference Selection Index- Tercih Seçim İndeksi) ve COBRA (Comprehensive Distance Based RAnking- Kapsamlı. Mesafe Tabanlı Sıralama) kullanılarak, G7 ülkelerinin lojistik performans değerlerinin analiz edilmesi ve sıralanması şeklindedir. Çalışmada kullanılan veriler Dünya Bankası'nın 2023 yılında yayınladığı LPI raporundan alınmıştır. Çalışmada ÇKKV yöntemlerinden PSI ve COBRA yöntemleri entegre edilerek G7 ülkeleri analiz edilmiştir. Kriter ağırlıklarının değerlendirilmesinde PSI yönteminden, alternatiflerin sıralanmasında ise COBRA yönteminden faydalanılmıştır. PSI yönteminin sonucuna göre en yüksek önem düzeyine sahip kriter “zamanındalık” kriteri belirlenirken, en düşük önem düzeyine sahip kriter ise “altyapı” kriteri olarak belirlenmiştir. COBRA yöntemi analiz sonucunda G7 ülkeleri arasında en iyi lojistik performansa sahip ülke “Almanya” belirlenirken, en kötü lojistik performansa sahip ülke ise “İngiltere” olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Lojistik Performans, ÇKKV, LPI, PSI, COBRA.

**Jel Kodları:** C00, C02, C10, F10, L91.

<sup>1</sup>Öğr. Gör., Ardahan Üniversitesi, E-posta: aliaygunyuruyen@ardahan.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0323-7789.

<sup>2</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Ardahan Üniversitesi, E-posta: boratopal@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7109-4986.

### Atıf/Citation

Yürüyen, A. A. & Topal, B. (2025). G7 ülkelerinin lojistik performanslarının PSI tabanlı Cobra yöntemi ile incelenmesi. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(29), 39-57.

## INVESTIGATION OF LOGISTICS PERFORMANCE OF G7 COUNTRIES WITH PSI BASED COBRA METHOD

### Abstract

The logistics sector is important for a country to achieve sustainable development goals. There are not many tools to evaluate logistics efficiency at the country level. LPI (Logistics Performance Index) is a comparison tool used by managers and decision makers in the logistics sector, created to identify the potential challenges and opportunities that countries may face in their trade logistics performance. G7 countries play an important role in terms of logistics performance as major players in the world economy. The main purpose of the study is to analyze and rank the logistics performance values of G7 countries using PSI (Preference Selection Index) and COBRA (COMprehensive Distance Based Ranking) which are known and introduced in the literature. The data used in the study was taken from the LPI report published by the World Bank in 2023. In the study, G7 countries were analyzed by integrating the PSI and COBRA methods from the MCDM methods. The PSI method was used in the evaluation of the criteria weights, and the COBRA method was used in the ranking of the alternatives. According to the results of the PSI method, the criterion with the highest level of importance was determined as the timeliness criterion, while the criterion with the lowest level of importance was determined as the infrastructure criterion. As a result of the COBRA method analysis, Germany was determined to be the country with the best logistics performance among the G7 countries, while the country with the worst logistics performance was determined as the England.

**Keywords:** Logistics Performance, MCDM, LPI, PSI, COBRA.

**Jel Codes:** C00, C02, C10, F10, L91.

### 1. GİRİŞ

Bir işletmenin veya bölgenin gelişiminin lojistik altyapısına bağlı olduğu bilinmektedir. Lojistik görünümünü iletirmek suretiyle bölgelerin, ülkelerin ve hatta kıtaların ekonomik büyümesini önemli ölçüde hızlandırmak mümkündür. Ülke düzeyinde lojistik verimliliğini değerlendirmeye yönelik çok fazla araç bulunmamaktadır. Önde gelen uluslararası kuruluşlar tarafından düzenli olarak üretilen uluslararası sıralamalar, okuyucuların belirli kriterler altında birden fazla ülkeyi birbirleriyle karşılaştırmasına olanak sağlamakla kalmaz, aynı zamanda bu ülkelerin ve bölgelerin bu konuda sahip olabileceği zayıflıkları da vurgular (İnaç vd., 2024, s. 2). Bu bakımdan lojistik performansı ülkeler açısından önemli bir kavram olarak görülmektedir. Performans kavramı; “bir bireyin, grubun veya örgütlenmiş bir sistemin iş yapma düzeyi ya da başarıyı ve istenilen sonucun elde edilmesini sağlayan güç ve yetenek” şeklinde tanımlanmaktadır (Topal, 2020, s. 110). Bu tanımdan hareketle performansın, lojistikte dahil olmak üzere tüm alanlarda hedeflere ulaşma düzeyini ortaya koyan çok boyutlu bir kavram olduğu söylenebilir. Günümüzün küreselleşmiş dünyasında işletmeler tedarikçiler, üreticiler ve tüketicilerden oluşan geniş bir ağ ile birbirine bağlıdır. Ürün ve hizmetlerin bu ağ içinde hareket etme etkinliği lojistik performansı tarafından belirlenmektedir.

LPI, küresel ticaretin ve ekonomik entegrasyonun önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. LPI, Dünya Bankası’nın ülkelerin lojistik performansını karşılaştırmak ve

iyileştirmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Başka bir ifade ile LPI, ülkelerin lojistik kalitesine göre sıralamasını göstermektedir (Mešić vd., 2022, s. 13). Gelişmekte olan ekonomilerden gelişmiş ekonomilere kadar, LPI' nin ölçtüğü lojistik performans, ülkelerin ticaret kolaylığı, rekabet gücü ve ekonomik büyüme potansiyelini belirlemede kritik bir rol oynamaktadır. LPI, ülkelerin ticaret lojistiği performanslarında yaşayabilecekleri olası zorlukları ve fırsatları saptamak için oluşturulan ve lojistik sektöründe yer alan yönetici ve karar vericilerin kullandıkları bir karşılaştırma aracıdır (Rezaei vd., 2018, s. 159). LPI, ülkelerin lojistik altyapılarının, lojistik hizmet kalitesinin, gümrük işlemlerinin etkinliğinin, takip ve izleme, sevkiyatların düzenlenmesi ve zamanlama kriterlerini değerlendirmeye yönelik kapsamlı bir araçtır (Arvis vd., 2018, s. 7).

G7 ülkeleri, dünya ekonomisinin büyük oyuncularını olarak lojistik performans açısından önemli bir rol oynamaktadır. Çeşitli problemler, durumları ve hedefleri izleyen problemler ve problemlerin çözümünde kullanılan geliştirilmiş çok çeşitli ÇKKV yöntemleri bulunmaktadır (Topal, 2024, s.100). Bu çalışma G7 ülkelerinin lojistik performanslarını ÇKKV yöntemleri yardımıyla analiz etmektedir. Çalışmada faydalanan veriler 2023 yılında Dünya Bankası tarafından yayınlanan LPI raporundan alınmıştır. Değerlendirme kriterlerinin objektif ağırlıkları PSI yöntemi uygulanarak belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin ağırlıkları kullanılarak COBRA yöntemi ile alternatiflerin sıralaması yapılmıştır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde hem lojistik performans değerlendirmesi hem de yöntemlerin literatür incelemeleri sunulmuştur. Üçüncü bölümde, çalışmada faydalanan yöntemler tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde, Dünya Bankası'nın 2023 yılında yayınladığı LPI raporundan alınan veriler doğrultusunda G7 ülkelerinin lojistik performansları PSI ve COBRA yöntemleri ile analiz edilmiş ve analiz sonuçları alternatifleri mesafe tabanlı değerlendiren ÇKKV yöntemlerinden bazıları (TOPSIS, VIKOR, EDAS, WASPAS) ve GİA yöntemi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Son bölümde ise sonuçlara ve tartışmaya yer verilmiştir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür incelemesi, ÇKKV yöntemleri kullanılarak ülkelerin LPI'lerini değerlendiren çalışmalar ve yöntemler açısından olmak üzere iki şekilde yapılmıştır.

## 2.1. ÇKKV Yöntemleri Kullanılarak Yapılan LPI Çalışmaları

Lojistik performans, uluslararası yük akışları ağına ulaşmak vasıtasıyla ülkelerin ekonomik performanslarına etki etmektedir. Lojistik etkinliklerin verimliliği, literatürde uluslararası yük taşımacılığında ana kriter olarak kabul edilmektedir. Ülkelerin lojistik etkinliklerinin verimliliğini ölçmek, yerel ve uluslararası lojistik işletmeleri için önemlidir. Literatürde ÇKKV yöntemlerinden yararlanarak ülkelerin lojistik performanslarını değerlendiren birçok çalışma yer almakta olup söz konusu bu çalışmaların bazılarını aşağıda değinilmiştir (Andrejic & Kilibarda, 2014, s. 857).

**Tablo 1.** ÇKKV Yöntemleri Kullanılarak Yapılan LPI Literatür Taraması

| Yazar(lar)           | Yıl  | Değişkenler                      | Yöntem(ler)                                           |
|----------------------|------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Martí vd.            | 2017 | LPI raporunda bulunan ülkeler    | Veri Zarflama Analizi                                 |
| Ulutaş & Karaköy     | 2019 | G20 ülkeleri                     | SD ve WASPAS                                          |
| Kısa & Ayçin         | 2019 | OECD ülkeleri                    | SWARA ve EDAS                                         |
| Karaköy & Ölmez      | 2019 | Balkan ülkeleri                  | Entropi ve OCRA                                       |
| Orhan                | 2019 | Türkiye ve AB ülkeleri           | Entropi ve EDAS                                       |
| Yıldırım & Mercangöz | 2020 | OECD ülkeleri                    | Bulanık AHP ve Gri ARAS                               |
| Yalçın & Ayvaz       | 2020 | Türkiye ve komşusu 4 ülke        | Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS                         |
| Altıntaş             | 2021 | AB ülkeleri                      | CRITIC, WASPAS ve COPRAS                              |
| Stojanović & Puška   | 2021 | Körfez ülkeleri                  | CRITIC ve MABAC                                       |
| Ulutaş & Karaköy     | 2021 | Geçiş Ekonomi ülkeleri           | Gri SWARA ve Gri MOORA                                |
| Mešić vd.            | 2022 | Batı Balkan ülkeleri             | CRITIC ve MARCOS                                      |
| Stević vd.           | 2022 | Balkan ülkeleri                  | CRITIC ve MARCOS                                      |
| Oğuz                 | 2023 | 2023 LPI raporundaki ilk 10 ülke | EDAS ve TOPSIS                                        |
| Türkoğlu & Duran     | 2023 | RCEP ülkeleri                    | CRITIC, GİA ve WASPAS                                 |
| Çalık vd.            | 2023 | OECD ülkeleri.                   | Pisagor AHS, Bulanık AHS, AHS, VIKOR, CODAS ve TOPSIS |
| Miškić vd.           | 2023 | AB ülkeleri                      | MEREC ve MARCOS                                       |
| Topal & Ulutaş       | 2024 | G8 ülkeleri                      | SD ve AROMAN                                          |
| Kara vd.             | 2024 | Belirlenen 78 ülke               | MPSI ve ARLON                                         |
| Pehlivan vd.         | 2024 | G20 ülkeleri                     | TOPSIS ve Kümeleme Analizi                            |
| Ju vd.               | 2024 | Avrupa ülkeleri                  | CRITIC, MEREC, Entropi ve Bulanık ROV                 |
| Akbulut vd.          | 2024 | G20 ülkeleri                     | SD, PSI, MEREC ve MARA                                |
| Gelmez vd.           | 2024 | G20 ülkeleri                     | SD, COPRAS ve SAW                                     |
| Özekenci             | 2024 | OPEC ülkeleri                    | Entropi, CRITIC, LOPCOW ve EDAS                       |

## 2.2. PSI ve COBRA Yöntemleri ile Yapılan Çalışmalar

Bu kısımda çalışmada faydalanılan ÇKKV yöntemleri açısından yapılan literatür incelemesi bulunmakta olup çalışma kapsamında kullanılan PSI ve COBRA yöntemlerine ait literatür taraması özet olarak aşağıdaki Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 2.** PSI ve COBRA Yöntemleri ile Yapılan Çalışmalar

| Yazar(lar)          | Yıl  | Problem                                                                                          | PSI | COBRA |
|---------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|
| Maniya & Bhatt      | 2010 | Malzeme seçimi.                                                                                  | ✓   |       |
| Vahdani vd.         | 2011 | Yakıt türleri seçimi.                                                                            | ✓   |       |
| Khorshidi & Hassani | 2013 | Malzeme seçimi.                                                                                  | ✓   |       |
| Tuş & Adalı         | 2018 | Personel seçimi.                                                                                 | ✓   |       |
| Sarı                | 2019 | Makinelerin performans analizinde ve toplam malzeme verimliliği değerleri ile karşılaştırılması. | ✓   |       |
| Akbulut             | 2020 | Türk mevduat bankalarının performans değerlendirmesi.                                            | ✓   |       |
| Ulutaş              | 2020 | İstifleyici seçimi.                                                                              | ✓   |       |
| Krstić vd.          | 2022 | Tersine lojistikte Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanabilirliğinin sıralanması.               |     | ✓     |
| Popović vd.         | 2022 | E-ticaret geliştirme strateji seçimi.                                                            |     | ✓     |
| Ulutaş vd.          | 2023 | Doğal taş seçimi.                                                                                |     | ✓     |
| Asker               | 2024 | Havayollarının finansal performans analizi.                                                      |     | ✓     |
| Vatansever          | 2024 | Üniversite sıralaması                                                                            |     | ✓     |
| Oğuz & Satır        | 2024 | BIST’te yer alan perakende şirketlerinin karlılık performans analizi.                            |     | ✓     |
| Sedighi vd.         | 2024 | Taşınabilir sabit disk sürücüsünün seçimi.                                                       |     | ✓     |
| Çıtak & Ünlü        | 2024 | BIST’te işlem gören bankaların sürdürülebilirlik raporlarının değerlendirilmesi.                 |     | ✓     |

## 3. METODOLOJİ

Çalışma temel olarak, entegre PSI-COBRA modellerini kullanarak G7 ülkelerinin lojistik performans endeksini değerlendirmektedir. Makalenin metodolojisi aşağıdaki beş aşamayı içermektedir;

- ✓ Verilerin düzenlenmesi,
- ✓ G7 ülkelerinin LPI değerlerinin analizi,
- ✓ PSI yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlık değerlerinin hesaplanması,
- ✓ G7 ülkelerinin COBRA yöntemi kullanılarak sıralanması,
- ✓ Karşılaştırmalı analizin yapılması.

### 3.1. PSI Yöntemi

PSI yöntemi, yedi adımda kriterlerin ağırlık sonuçlarını hesaplamaktadır. Söz konusu yöntemin aşamaları aşağıda gösterilmektedir (Maniya & Bhatt, 2010, s. 1786);

1. Adım: Karar matrisi  $D$  elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulur.

$$D = [d_{ij}]_{m \times n} \quad (1)$$

Denklem (1)'de sunulan  $d_{ij}$  değeri  $i$ . alternatifi  $j$ . kriterdeki performansını açıklamaktadır.

2. Adım: Denklem (1)'de belirtilen karar matrisinde bulunan değerler denklem (2) ve denklem (3) uygulanarak normalize edilir. Bu işlem için faydalı kriterlerin normalize işleminde denklem (2)'den yararlanılırken, maliyet (faydasız) kriterlerin normalize işlemlerinde ise denklem (3)'ten yararlanılmaktadır.

$$d_{ij}^* = \frac{d_{ij}}{\max(d_{ij})} \quad (2)$$

$$d_{ij}^* = \frac{\min(d_{ij})}{d_{ij}} \quad (3)$$

3. Adım: İkinci adımda bulunan normalize edilmiş değerlerin ortalaması aşağıdaki denklem (4) uygulanarak hesaplanır.

$$\bar{d}_{ij}^* = \frac{\sum_{i=1}^m d_{ij}^*}{m} \quad (4)$$

4. Adım: Tercih varyansı ( $PV_j$ ) denklem (5) uygulanarak hesaplanır.

$$PV_j = \sum_{i=1}^m (d_{ij}^* - \bar{d}_{ij}^*)^2 \quad (5)$$

5. Adım: Genel tercih değeri ( $\nabla_j$ ) denklem (6) ve her bir kriterin ağırlığı ( $w_{jPSI}$ ) ise denklem (7) uygulanarak hesaplanır.

$$\nabla_j = |1 - PV_j| \quad (6)$$

$$w_{jPSI} = \frac{\nabla_j}{\sum_{j=1}^n \nabla_j} \quad (7)$$

### 3.2. COBRA Yöntemi

COBRA yöntemi, alternatifleri mesafe tabanlı değerlendiren ÇKKV yöntemidir. Yöntemin diğer mesafe tabanlı ÇKKV yöntemleri ile farkları bulunmaktadır (Krstić vd., 2022, s. 6). COBRA yönteminin mesafe tabanlı yöntemlere kıyasla en önemli avantajı, kapsamlı bir değerlendirme yaklaşımı sunmasıdır. Bu yöntem, alternatifleri sıralarken yalnızca pozitif ideal ve negatif ideal çözümleri değil, aynı zamanda ortalama çözümü de dikkate alarak kapsamlı mesafeler üzerinden bir analiz gerçekleştirir. Buna karşın, mesafe tabanlı yöntemler genellikle en fazla iki referans çözüm kullanmaktadır. Ayrıca, COBRA yöntemi mesafe hesaplamalarında hem Öklid mesafesini hem de taksi mesafesini kullanarak elde edilen sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır. Farklı mesafe ölçümlerinin kullanılması, birbirine yakın değerlere sahip alternatifler arasında daha hassas bir farklılaşma sağlayarak karar verme sürecinin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmaktadır (Krstić vd., 2022, s. 21).

Gri İlişkisel Analiz (GİA), belirsizliğin azaltılmasını hedefleyen ve gri sistem teorisine dayanan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Bu yöntemin temel amacı, referans seriler ile karşılaştırma serileri arasındaki ilişkileri niceliksel olarak değerlendirmektir (Doğan & Akyurt, 2022, s. 920). Bu doğrultuda, öncelikle bir referans dizi oluşturulmakta, ardından alternatiflere ait karşılaştırma dizileri ile referans dizi arasındaki gri ilişkisel katsayılar hesaplanarak alternatiflerin göreceli performansları analiz edilmektedir (Teker vd., 2024, s. 881). COBRA yöntemi ile GİA yöntemi arasında da farklılıklar bulunmaktadır. COBRA yöntemi, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin avantajlarını birleştirerek ideal ve en kötü çözümlerin bir uzlaşma sıralamasını oluşturur. GİA, alternatiflerin kriterlere ilişkisini gri korelasyon katsayısıyla değerlendirir ve benzerlik düzeyine göre bir sıralama oluşturur. COBRA, çatışan kriterler arasında bir denge sağlarken, GİA belirsizliğe veya eksik verilere karşı esneklik sunar. COBRA, optimum bir denge arayışına dayanırken, GİA, alternatiflerin göreceli benzerliklerini analiz ederek karar sürecini desteklemektedir.

Alternatifleri mesafe tabanlı sıralayan COBRA yönteminin uygulanmasına yönelik izlenecek adımlar aşağıda yer almaktadır (Krstić vd., 2022, s. 10-12):

1. Adım: Karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi, denklem (1)'de verilmiştir.
2. Adım: Karar matrisindeki değerler normalize edilir. Normalizasyon işlemleri denklem (8) yardımıyla yapılmaktadır.

$$\alpha_{ij} = \frac{d_{ij}}{\max d_{ij}} \quad (8)$$

3. Adım: Normalize karar matrisinde yer alan değerler aşağıdaki denklem (9) yardımıyla ağırlıklandırılır.

$$\Delta_w = [w_j \times \alpha_{ij}] \quad (9)$$

4. Adım: Kriter fonksiyonunun her biri için pozitif ideal çözüm ( $PIS_j$ ) faydalı kriterler için denklem (10), faydasız kriterler için denklem (11) kullanılarak hesaplanır. Kriter fonksiyonunun her biri için negatif ideal çözüm ( $NIS_j$ ) faydalı kriterler için denklem (12), faydasız kriterler için denklem (13) kullanılarak hesaplanır. Ortalama çözüm ( $AS_j$ ) ise denklem 14 kullanılarak hesaplanır.

$$PIS_j = \max_i (w_j \times \alpha_{ij}), \forall j = 1, \dots, m \quad j \in J^B \quad (10)$$

$$PIS_j = \min_i (w_j \times \alpha_{ij}), \forall j = 1, \dots, m \quad j \in J^C \quad (11)$$

$$NIS_j = \min_i (w_j \times \alpha_{ij}), \forall j = 1, \dots, m \quad j \in J^B \quad (12)$$

$$NIS_j = \max_i (w_j \times \alpha_{ij}), \forall j = 1, \dots, m \quad j \in J^C \quad (13)$$

$$AS_j = \frac{\sum_i^n 1(w_j \times \alpha_{ij})}{n}, \quad \forall j = 1, \dots, m \quad j \in J^B, J^C \quad (14)$$

5. Adım: Alternatiflerin her biri için pozitif ideal çözümden uzaklıklar ( $d(PIS_j)$ ) ve negatif ideal çözümden uzaklıklar ( $d(NIS_j)$ ) belirlenir. Bununla birlikte pozitif ortalama çözümden uzaklıklar ( $d(AS_j^+)$ ) ve negatif ortalama çözümden uzaklıklar ( $d(AS_j^-)$ ) aşağıda yer alan denklemler ile belirlenir.

$$d(S_j) = dE(S_j) + \sigma \times dE(S_j) \times dT(S_j), \forall j = 1, \dots, m \quad (15)$$

Denklem (15)'te yer alan  $S_j$  herhangi bir çözümü ( $PIS_j$ ,  $NIS_j$  veya  $AS_j$ ) temsil eder,  $\sigma$  ise denklem (16) ile elde edilen düzeltme katsayısıdır.

$$\sigma = \max_i dE(S_j)_i - \min_i dE(S_j)_i \quad (16)$$

$dE(S_j)$  ve  $dT(S_j)$  sırasıyla aşağıdaki gibi elde edilen pozitif ideal çözüm için Öklid ve Taksi mesafelerini göstermektedir.

$$dE(PIS_j)_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (PIS_j - w_j \times \alpha_{ij})^2}, \quad \forall i = 1, \dots, n, \forall j = 1, \dots, m \quad (17)$$

$$dT(PIS_j)_i = \sum_{j=1}^m |PIS_j - w_j \times \alpha_{ij}|, \quad \forall i = 1, \dots, n, \forall j = 1, \dots, m \quad (18)$$

Negatif ideal çözüm için Öklid ve Taksi mesafeleri denklem (19) ve (20) ile elde edilir:

$$dE(NIS_j)_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (NIS_j - w_j \times \alpha_{ij})^2}, \quad \forall i = 1, \dots, n, \forall j = 1, \dots, m \quad (19)$$

$$dT(NIS_j)_i = \sum_{j=1}^m |NIS_j - w_j \times \alpha_{ij}|, \quad \forall i = 1, \dots, n, \forall j = 1, \dots, m \quad (20)$$

Ortalama çözümünden pozitif uzaklıklar denklem (21) ve (22) ile elde edilir:

$$dE(AS_j)_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m T^+ (AS_j - w_j \times \alpha_{ij})^2}, \quad \forall i = 1, \dots, n, \forall j = 1, \dots, m \quad (21)$$

$$dT(AS_j)_i^+ = \sum_{j=1}^m T^+ |AS_j - w_j \times \alpha_{ij}|, \quad \forall i = 1, \dots, n, \forall j = 1, \dots, m \quad (22)$$

$$T^+ = \begin{cases} 1, & \text{eğer } AS_j < w_j \times \alpha_{ij} \\ 0, & \text{eğer } AS_j > w_j \times \alpha_{ij} \end{cases} \quad (23)$$

Ortalama çözümünden negatif uzaklıklar denklem (24) ve (25) ile elde edilir:

$$dE(AS_j)_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m T^- (AS_j - w_j \times \alpha_{ij})^2}, \quad \forall i = 1, \dots, n, \forall j = 1, \dots, m \quad (24)$$

$$dT(AS_j)_i^- = \sum_{j=1}^m T^- |AS_j - w_j \times \alpha_{ij}|, \quad \forall i = 1, \dots, n, \forall j = 1, \dots, m \quad (25)$$

$$T^- = \begin{cases} 1, & \text{eğer } AS_j > w_j \times \alpha_{ij} \\ 0, & \text{eğer } AS_j < w_j \times \alpha_{ij} \end{cases} \quad (26)$$

6. Adım: Alternatifler, denklem (27) ile hesaplanan kapsamlı mesafelerin ( $dC_i$ ) artan değerlerine göre sıralanır.

$$dC_i = \frac{d(PIS_j)_i^- - d(NIS_j)_i^- - d(AS_j)_i^+ + d(AS_j)_i^-}{4} \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (27)$$

#### 4. UYGULAMA

Bu çalışmada, G7 entegrasyonunda yer alan ülkelerin (Almanya, ABD, Kanada, İtalya, İngiltere, Fransa ve Japonya) lojistik performanslarını ÇKKV yöntemleri yardımıyla analiz edilecektir. Çalışmada kullanılan veriler Dünya Bankası'nın 2023 yılında yayınladığı LPI raporundan alınmıştır (Dünya Bankası, 2023). Analiz sürecinde çalışmada faydalanılan

kriterler, Dünya Bankası'nın ülkelerin LPI endekslerini hesaplarken dikkate aldığı altı ana kriter kullanılmıştır. Bu kriterler; gümrük ve sınır yönetimi (K1), altyapı (K2), sevkiyatların düzenlenmesi (K3), lojistik hizmetlerin kalitesi (K4), takip ve izleme (K5) ve zamanındalık (K6) şeklindedir. Kullanılan altı kriter de faydalı kriterlerdir. Değerlendirme kriterlerinin objektif ağırlıkları PSI yöntemi uygulanarak belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin ağırlıkları kullanılarak COBRA yöntemi ile alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. 2023 yılında LPI raporundan alınan veriler doğrultusunda oluşturulan karar matrisi aşağıdaki Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3. Karar Matrisi**

| Kriterler<br>Ülkeler | K1  | K2  | K3  | K4  | K5  | K6  |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Almanya              | 3,9 | 4,3 | 3,7 | 4,2 | 4,1 | 4,2 |
| ABD                  | 3,7 | 3,9 | 3,4 | 3,9 | 3,8 | 4,2 |
| Kanada               | 4   | 4,3 | 3,6 | 4,2 | 4,1 | 4,1 |
| İtalya               | 3,4 | 3,8 | 3,4 | 3,8 | 3,9 | 3,9 |
| İngiltere            | 3,5 | 3,7 | 3,5 | 3,7 | 3,7 | 4   |
| Fransa               | 3,7 | 3,8 | 3,7 | 3,8 | 4,1 | 4   |
| Japonya              | 3,9 | 4,2 | 3,3 | 4,1 | 4   | 4   |

#### 4.1. PSI Yöntemine Göre Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Karar matrisinin oluşturulmasının ardından kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Karar matrisinde bulunan her değerlendirme kriterine denklem (2) uygulanarak bu değerler normalize edilir. Normalize karar matrisine Tablo 4'te yer verilmiştir.

**Tablo 4. PSI Yöntemi Normalize Karar Matrisi**

| Kriterler<br>Ülkeler | K1    | K2    | K3    | K4    | K5    | K6    |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Almanya              | 0,975 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| ABD                  | 0,925 | 0,907 | 0,919 | 0,929 | 0,927 | 1     |
| Kanada               | 1     | 1     | 0,973 | 1     | 1     | 0,976 |
| İtalya               | 0,850 | 0,884 | 0,919 | 0,905 | 0,951 | 0,929 |
| İngiltere            | 0,875 | 0,860 | 0,946 | 0,881 | 0,902 | 0,952 |
| Fransa               | 0,925 | 0,884 | 1     | 0,905 | 1     | 0,952 |
| Japonya              | 0,975 | 0,977 | 0,892 | 0,976 | 0,976 | 0,952 |

Denklem (4) kullanılarak hesaplanan normalize edilmiş değerlerin ortalama performansları Tablo 5'te yer almaktadır.

**Tablo 5.** Ortalama Performans Değerleri

| Kriterler<br>Ülkeler | K1    | K2    | K3    | K4    | K5    | K6    |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Almanya              | 0,002 | 0,005 | 0,003 | 0,003 | 0,001 | 0,001 |
| ABD                  | 0     | 0,001 | 0,001 | 0     | 0,001 | 0,001 |
| Kanada               | 0,005 | 0,005 | 0,001 | 0,003 | 0,001 | 0     |
| İtalya               | 0,007 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0     | 0,001 |
| İngiltere            | 0,003 | 0,005 | 0     | 0,004 | 0,004 | 0     |
| Fransa               | 0     | 0,002 | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0     |
| Japonya              | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0,001 | 0     | 0     |

Denklem (5)'ten yararlanılarak değerlendirme kriterlerinin tercih varyansı ( $PV_j$ ) hesaplanmaktadır. Daha sonra elde edilen her bir değere denklem (6) uygulanarak genel tercih değeri ( $V_j$ ) hesaplanır. Son olarak denklem (7) uygulanarak her bir kriterin ağırlığı bulunmaktadır. Hesaplanan tercih varyansı ( $PV_j$ ), genel tercih değeri ( $V_j$ ) ve kriter ağırlıkları Tablo 6'da yer almaktadır.

**Tablo 6.** Tercih Varyansı, Genel Tercih Değeri ve Kriter Ağırlıkları

| Kriterler<br>Sonuçlar | K1    | K2    | K3    | K4    | K5    | K6    |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $PV_j$                | 0,019 | 0,022 | 0,012 | 0,013 | 0,008 | 0,003 |
| $V_j$                 | 0,981 | 0,978 | 0,988 | 0,987 | 0,992 | 0,997 |
| $w_{jPSI}$            | 0,166 | 0,165 | 0,167 | 0,167 | 0,167 | 0,168 |

Tablo 6'da görüldüğü üzere PSI yöntemine göre kriter ağırlıklarının sıralaması şu şekildedir:  $K6 > K5 = K4 = K3 > K1 > K2$ . Hesaplanan sonuçlara dayanarak en önemli kriter olarak K6 (zamanındalık) kriteri belirlenirken en önemsiz kriter K2 (altyapı) olarak belirlenmektedir.

Hesaplanan kriter ağırlıkları G7 ülkelerinin lojistik performans endeksi açısından COBRA yöntemine göre sıralanması işlemleri sonraki kısımda ele alınmıştır.

#### 4.2. COBRA Yöntemi ile Ülkelerin Sıralanması

Karar matrisinde yer alan her bir değere denklem (8) uygulanarak bu değerler normalize edilmiştir. Normalize edilen karar matrisi Tablo 7'de yer almaktadır.

**Tablo 7.** COBRA Yöntemi Normalize Karar Matrisi

| Kriterler<br>Ülkeler | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
|----------------------|----|----|----|----|----|----|

|                  |       |       |       |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Almanya</b>   | 0,975 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| <b>ABD</b>       | 0,925 | 0,907 | 0,919 | 0,929 | 0,927 | 1     |
| <b>Kanada</b>    | 1     | 1     | 0,973 | 1     | 1     | 0,976 |
| <b>İtalya</b>    | 0,850 | 0,884 | 0,919 | 0,905 | 0,951 | 0,929 |
| <b>İngiltere</b> | 0,875 | 0,860 | 0,946 | 0,881 | 0,902 | 0,952 |
| <b>Fransa</b>    | 0,925 | 0,884 | 1     | 0,905 | 1     | 0,952 |
| <b>Japonya</b>   | 0,975 | 0,977 | 0,892 | 0,976 | 0,976 | 0,952 |

Denklem (9) uygulanarak normalize karar matrisinde yer alan değerler ağırlıklandırılmaktadır. Söz konusu ağırlıklandırılmış değerlere ilişkin karar matrisi aşağıdaki Tablo 8’de sunulmaktadır.

**Tablo 8.** Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

| <b>Kriterler</b><br><b>Ülkeler</b> | <b>K1</b> | <b>K2</b> | <b>K3</b> | <b>K4</b> | <b>K5</b> | <b>K6</b> |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Almanya</b>                     | 0,162     | 0,165     | 0,167     | 0,167     | 0,167     | 0,168     |
| <b>ABD</b>                         | 0,154     | 0,150     | 0,153     | 0,155     | 0,155     | 0,168     |
| <b>Kanada</b>                      | 0,166     | 0,165     | 0,162     | 0,167     | 0,167     | 0,164     |
| <b>İtalya</b>                      | 0,141     | 0,146     | 0,153     | 0,151     | 0,159     | 0,156     |
| <b>İngiltere</b>                   | 0,145     | 0,142     | 0,158     | 0,147     | 0,151     | 0,160     |
| <b>Fransa</b>                      | 0,154     | 0,146     | 0,167     | 0,151     | 0,167     | 0,160     |
| <b>Japonya</b>                     | 0,162     | 0,161     | 0,149     | 0,163     | 0,163     | 0,160     |

Denklem (10-25) uygulanıp Öklid ve Taksi mesafe ölçümlerine dayanarak pozitif, negatif ve ortalama ideal çözüme mesafeler hesaplanmakta ve alternatiflerin nihai sıralaması yapılmaktadır. COBRA yöntemine göre nihai sıralama sonuçları aşağıdaki Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9.** COBRA Yöntemi Sıralama Sonuçları

| <b>Ülkeler</b>   | <b><math>d(PIS)</math></b> | <b><math>d(NIS)</math></b> | <b><math>d(AS)^+</math></b> | <b><math>d(AS)^-</math></b> | <b><math>dC</math></b> | <b>Sıralama</b> | <b>2023 LPI Sıralamaları</b> |   |
|------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------|---|
| <b>Almanya</b>   | 0,004                      | 0,046                      | 0,020                       | 0                           | -0,0089                | 1               | 4                            | 1 |
| <b>ABD</b>       | 0,029                      | 0,022                      | 0,006                       | 0,009                       | 0,0014                 | 5               | 19                           | 5 |
| <b>Kanada</b>    | 0,006                      | 0,045                      | 0,020                       | 0                           | -0,0084                | 2               | 9                            | 2 |
| <b>İtalya</b>    | 0,041                      | 0,011                      | 0                           | 0,019                       | 0,0070                 | 6               | 23                           | 6 |
| <b>İngiltere</b> | 0,042                      | 0,011                      | 0                           | 0,021                       | 0,0074                 | 7               | 27                           | 7 |
| <b>Fransa</b>    | 0,029                      | 0,028                      | 0,010                       | 0,010                       | 0,0001                 | 4               | 13                           | 4 |
| <b>Japonya</b>   | 0,021                      | 0,035                      | 0,012                       | 0,009                       | -0,0024                | 3               | 14                           | 3 |

Tablo 9’da yer alan COBRA yöntemi sonuçlarına göre LPI değerleri açısından G7 ülkeleri şu şekilde sıralanmıştır: Almanya > Kanada > Japonya > Fransa > ABD > İtalya > İngiltere olarak gerçekleşmiştir. Belirlenen sıralamaya bağlı olarak G7 ülkeleri arasında en iyi lojistik performansa sahip ülke Almanya, en kötü lojistik performansa sahip ülke ise İngiltere olarak belirlenmiştir.

#### 4.3. Sonuçların Diğer ÇKKV Yöntemleri ile Karşılaştırılması

COBRA yönteminin sonuçları literatürde alternatifleri mesafe tabanlı değerlendiren ÇKKV yöntemlerinden bazıları (TOPSIS, VIKOR, EDAS, WASPAS) ve GİA yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Belirlenen yöntemler Tablo 3’te yer alan karar matrisi üzerinde uygulanmıştır. Bu şekilde diğer yöntemlerle karşılaştırmalı bir analiz yapılarak COBRA yönteminin sonuçları karşılaştırılmıştır. Söz konusu yöntemlerin G7 ülkelerine göre karşılaştırmalı analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 10’da verilmiştir.

**Tablo 10.** Karşılaştırmalı Analiz Sonuçları

|                  | COBRA | TOPSIS | VIKOR | EDAS | WASPAS | GİA |
|------------------|-------|--------|-------|------|--------|-----|
| <b>Almanya</b>   | 1     | 1      | 2     | 1    | 1      | 1   |
| <b>ABD</b>       | 5     | 5      | 5     | 5    | 5      | 5   |
| <b>Kanada</b>    | 2     | 2      | 1     | 2    | 2      | 2   |
| <b>İtalya</b>    | 6     | 6      | 6     | 6    | 6      | 6   |
| <b>İngiltere</b> | 7     | 7      | 7     | 7    | 7      | 7   |
| <b>Fransa</b>    | 4     | 4      | 4     | 4    | 4      | 3   |
| <b>Japonya</b>   | 3     | 3      | 3     | 3    | 3      | 4   |

Tablo 10 incelendiğinde yapılan karşılaştırmalı analiz sonuçlarına göre COBRA tekniğinin TOPSIS, EDAS, WASPAS ve GİA yöntemleri ile aynı sonuçları verdiği görülmüştür. COBRA yönteminin sonuçları ile VIKOR yönteminin sonuçları karşılaştırıldığında sadece COBRA yöntemi sonucunda birinci sırada yer alan Almanya ikinci sıraya gerilerken ikinci sırada yer alan Kanada birinci sıraya yükselmiş diğer ülkelerin sıralamasında herhangi bir değişiklik gerçekleşmemiştir. Bu durum COBRA yönteminin diğer yöntemlere alternatif olarak kullanılabileceğini ve analiz sonuçlarının diğer yöntemlerle benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın temel amacını, literatürde bilinen ve tanıtılan ÇKKV yöntemleri entegre edilerek G7 ülkelerinin lojistik performans değerlerinin analiz edilmesi ve sıralanması oluşturmaktadır.

Çalışmada kriter ağırlıklarının değerlendirilmesinde PSI ve COBRA yöntemleri bir arada kullanılmıştır. PSI yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenirken COBRA yöntemiyle G7 ülkelerinin sıralaması yapılmıştır. PSI yönteminin sonucuna göre en yüksek önemden en düşük öneme göre kriter ağırlıklarının sıralaması şu şekildedir: K6 (zamanındalık), K5 (takip ve izleme), K4 (lojistik hizmetlerin kalitesi), K3 (sevkiyatların düzenlenmesi), K1 (gümrük ve sınır yönetimi) ve K2 (altyapı). Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinin ardından alternatiflerin sıralanması için COBRA yöntemi uygulanmıştır. COBRA yönteminin sonuçlarına göre G7 ülkelerinin lojistik performans sıralaması: Almanya > Kanada > Japonya > Fransa > ABD > İtalya > İngiltere olarak gerçekleşmiştir.

Analiz sonucunda, Almanya'nın G7 ülkeleri arasında en yüksek LPI skoruna sahip olmasında gelişmiş lojistik altyapısı, stratejik konumu, etkin sınır ve gümrük işlemleri, ileri düzeyde teknoloji entegrasyonu ve nitelikli iş gücü belirleyici faktörler olarak sıralanabilir. Bununla birlikte Almanya'nın sahip olduğu kara, deniz ve hava taşımacılığındaki yüksek kapasite ve kalite, lojistik süreçlerin hızını ve verimliliğini artırırken, dijitalleşme ve bilgi teknolojilerinin etkin kullanımı süreçlerin izlenebilirliğini ve şeffaflığını güçlendirmektedir. Ayrıca, lojistik sektöründeki sürekli iyileştirme anlayışı ve verimlilik odaklı yönetim yaklaşımları Almanya'nın G7 ülkeleri arasında LPI sıralamasında en iyi performansı göstermesine neden olduğu söylenebilir.

Buna karşın, analiz sonucunda İngiltere'nin G7 ülkeleri arasında en düşük LPI skoruna sahip olmasının temel nedenleri arasında; G7 ülkelerine kıyasla yetersiz kara ve demir yolu altyapısı, sektöre yönelik yatırım seviyesinin düşük olması, dijitalleşme sürecindeki gerilik ve Brexit sonrası karmaşıklaşan gümrük ve sınır kontrol süreçleri gibi faktörler sıralanabilir. Bu faktörler, lojistik hizmetlerin etkinliğini azaltarak süreçlerin izlenebilirliğini ve operasyonel verimliliği olumsuz etkilemekte, dolayısıyla İngiltere'nin G7 ülkeleri arasında en kötü performansı göstermesine neden olduğu ifade edilebilir.

Bunların yanında COBRA yönteminin sonuçları literatürde alternatifleri mesafe tabanlı değerlendiren ÇKKV yöntemlerinden bazıları (TOPSIS, VIKOR, EDAS, WASPAS) ve GİA yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalı analizde, COBRA tekniğinin TOPSIS, EDAS, WASPAS ve GİA yöntemleri ile aynı sonuçları verdiği, VIKOR yöntemine ise sadece iki alternatifin sıralamada farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu durum COBRA yönteminin diğer yöntemlere alternatif olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca çalışma

kapsamında G7 ülkelerinin lojistik performanslarını nispeten yeni sayılan PSI-COBRA yöntemleri ile değerlendirilmesi, bu çalışmanın lojistik performans endekslerini değerlendirmek için yapılan diğer çalışmalardan farkını ortaya koymaktadır. Literatür taramasından da anlaşılabileceği üzere PSI ve COBRA yöntemlerini entegre ederek ülkelerin LPI'ni değerlendiren başka çalışma bulunmamaktadır. Çalışma bu yönüyle literatürdeki boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

Gelecek çalışmalarda LPI raporunda yer alan ülkelerin tamamını analiz ederek daha detaylı bir çalışma yapılabilir. Ayrıca, bulanık/gri ÇKKV yöntemleri uygulanarak çalışmanın kapsamı daha da arttırılabilir. Bununla birlikte gelecek çalışmalar, bu çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemlerini farklı karar verme problemleri için kullanabilir ve farklı ÇKKV yöntemleri ile entegre edilebilir.

### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Etik komite onayı ve/veya yasal/özel izin gerektirmeyen bu çalışma, araştırma ve yayın etiğine uygundur.

### **Araştırmacının Katkı Oranı Beyanı**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

### **Araştırmacının Çıkar Çatışması Beyanı**

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması yoktur.

### **KAYNAKÇA**

- Akbulut, E. A., Ulutaş, A., Yürüyen, A. A., & Balalan, S. (2024). Hibrit bir ÇKKV modeli ile G20 ülkelerinin lojistik performansının ölçülmesi. *Business & management studies: an international journal*, 12(1), 1-21. <https://doi.org/10.15295/bmij.v12i1.2300>
- Akbulut, O. Y. (2020). Gri Entropi temelli PSI ve ARAS ÇKKV yöntemleriyle Türk mevduat bankalarının performans analizi. *Finans ekonomi ve sosyal araştırmalar dergisi*, 5(2), 171-187. <https://doi.org/10.29106/fesa.690432>
- Altıntaş, F.F. (2021). Avrupa birliği ülkelerinin lojistik performanslarının CRITIC tabanlı WASPAS ve COPRAS teknikleri ile analizi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 25(1), 117-146.
- Andrejic, M., & Kilibarda, M. (2014). Global logistics efficiency index. *8<sup>th</sup> International Quality Conference* (23 Mayıs 2024).

- Arvis, J. F., Ojala, L., Wiederer, C., Shepherd, B., Raj, A., Dairabayeva, K., & Kiiski, T. (2018). Connecting to compete 2018: Trade logistics in the Global Economy. World Bank, Washington, DC.
- Asker, V. (2024). Financial performance analysis using the MEREC-based COBRA method: an application to traditional and low-cost airlines. *gospodarka narodowa. The polish journal of economics*, 318(2), 35-52.
- Çalık, A., Erdebili, B., & Özdemir, Y. S. (2023). Novel Integrated Hybrid Multi-Criteria Decision-Making Approach for Logistics Performance Index. *Transportation Research Record*, 2677(2), 1392-1400. <https://doi.org/10.1177/03611981221113314>
- Çıtak, Ö., & Ünlü, U. (2024). BIST’te işlem gören bankaların sürdürülebilirlik raporlarının ÇKKV yöntemi ile değerlendirilmesi. *Alanya Akademik Bakış*, 8(3), 840-857. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1474388>
- Doğan, H., & Akyurt, H. (2022). TOPSIS ve GİA yöntemleriyle finansal performans ölçümü: Bir otel uygulaması. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 6(4), 914-930. <https://doi.org/10.26677/TR1010.2022.1131>
- Dünya Bankası. (2023). International LPI. <https://lpi.worldbank.org/>
- Gelmez, E., Güleş, H. K., & Zerenler, M. (2024). Evaluation of Logistics Performances of G20 Countries Using SD-Based COPRAS and SAW Methods. *Journal of Turkish Operations Management*, 8(2), 339-353. <https://doi.org/10.56554/jtom.1471209>
- İnaç, H., Ayözen, Y. E., Yelshibayev, R., & Issayeva, G. (2024). An application of logistics performance index-driven policy development to Turkey and Kazakhstan. *Journal of the knowledge economy*, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-02160-z>
- Ju, M., Mirović, I., Petrović, V., Erceg, Ž., & Stević, Ž. (2024). A novel approach for the assessment of logistics performance index of EU countries. *Economics*, 18(1), 20220074. <https://doi.org/10.1515/econ-2022-0074>
- Kara, K., Yalçın, G. C., Simic, V., Baysal, Z., & Pamucar, D. (2024). The alternative ranking using two-step logarithmic normalization method for benchmarking the supply chain performance of countries. *Socio-economic planning sciences*, 92, 101822. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.101822>
- Karaköy, Ç., & Ölmez, U. (2019). Balkan ülkelerinde lojistik performans endeksi değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimlerde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu*, 178-180. <https://doi.org/10.36287/setsoci.4.8.031>
- Khorshidi, R., & Hassani, A. (2013). Comparative analysis between TOPSIS and PSI methods of materials selection to achieve a desirable combination of strength and workability in Al/SiC composite. *Materials & Design*, 52, 999-1010. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.06.011>

- Kısa, A. C. G., & Ayçin, E. (2019). OECD ülkelerinin lojistik performanslarının SWARA tabanlı EDAS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 301-325. <https://doi.org/10.18074/ckuiibfd.500320>
- Krstić, M., Agnusdei, G. P., Miglietta, P. P., Tadić, S., & Roso, V. (2022). Applicability of industry 4.0 technologies in the reverse logistics: a circular economy approach based on comprehensive distance based ranking (COBRA) method. *Sustainability*, 14(9), 5632. <https://doi.org/10.3390/su14095632>
- Maniya, K., & Bhatt, M. G. (2010). A selection of material using a novel type decision-making method: Preference selection index method. *Materials & Design*, 31(4), 1785-1789. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.11.020>
- Martí, L., Martín, J. C., & Puertas, R. (2017). A DEA-logistics performance index. *Journal of applied economics*, 20(1), 169-192. [https://doi.org/10.1016/S1514-0326\(17\)30008-9](https://doi.org/10.1016/S1514-0326(17)30008-9)
- Mešić, A., Miškić, S., Stević, Ž., & Mastilo, Z. (2022). Hybrid MCDM solutions for evaluation of the logistics performance index of the Western Balkan countries. *Economics*, 10(1), 13-34. <https://doi.org/10.2478/eoik-2022-0004>
- Miškić, S., Stević, Ž., Tadić, S., Alkhayyat, A., & Krstić, M. (2023). Assessment of the LPI of the EU countries using MCDM model with an emphasis on the importance of criteria. *World Review of Intermodal Transportation Research*, 11(3), 258-279. <https://doi.org/10.1504/WRITR.2023.132501>
- Oğuz, S. (2023). Evaluation Of Customs, Infrastructure And Logistics Services With Multi-Criteria Decision-Making Methods: A Comparative Analysis For The Top 10 Countries In The Logistics Performance Index. *Journal of Management Marketing and Logistics*, 10(4), 167-178. <http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2023.1837>
- Oğuz, A., & Satır, H. (2024). Analyzing profitability performance with the integrated MEREC-COBRA method: The case of BIST retail companies. *Business and economics research Journal*, 15(1), 33-50.
- Orhan, M. (2019). Türkiye ile Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının Entropi ağırlıklı EDAS yöntemiyle karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1222-1238. <https://doi.org/10.31590/ejosat.657693>
- Özekenci, E. K. (2024). Assessment of the Logistics Performance Index of OPEC Countries with ENTROPY, CRITIC and LOPCOW-based EDAS Methods. *Journal of Transportation and Logistics*, 9(2), 260-279. <https://doi.org/10.26650/JTL.2024.1339285>
- Pehlivan, P., Aslan, A. I., David, S., & Bacalum, S. (2024). Determination of logistics performance of G20 countries using quantitative decision-making techniques. *Sustainability*, 16(5), 1852. <https://doi.org/10.3390/su16051852>

- Popović, G., Pucar, Đ., & Smarandache, F. (2022). MEREC-COBRA approach in e-commerce development strategy selection. *Journal of process management and new technologies*, 10(3-4), 66-74. <https://doi.org/10.5937/jpmnt10-41073>
- Rezaei, J., van Roekel, W. S., & Tavasszy, L. (2018). Measuring the relative importance of the logistics performance index indicators using Best Worst Method. *Transport policy*, 68, 158-169. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.05.007>
- Sarı, E. B. (2019). Measuring The performances of the machines via preference selection index (PSI) method and comparing them with values of overall equipment efficiency (OEE). *İzmir iktisat dergisi*, 34(4), 573-581. <https://doi.org/10.24988/ije.2019344859>
- Sedighi K. S., Zolfani, S. H., & Nemati, A. (2024). Selection of portable hard disk drive using ENTROPY-COBRA-MARCOS-MAIRCA: A case of the Iranian market. *Decision making and artificial intelligence trends*, 1(1), 52-76. <https://doi.org/10.22034/dmait.2024.199487>
- Stević, Ž., Erceg, Ž., & Kovačević, B. (2022). The impact of sensitivity analysis on the evaluation of the logistics performance index. <https://doi.org/10.7251/NOEEN2231041S>
- Stojanović, I., & Puška, A. (2021). Logistics performances of gulf cooperation council's countries in global supply chains. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4(1), 174-193. <https://doi.org/10.31181/dmame2104174s>
- Teker, S., Azkeskin, S. A., & Aladağ, Z. (2024). Enerji Sürdürülebilirliğinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Ölçülmesi ve Copeland Yöntemi İle Bütünleştirilmesi: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Çalışma. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 20(4), 871-895. <https://doi.org/10.17130/ijmeh.1440773>
- Topal, A., & Ulutaş, A. (2024). Evaluating the Logistics Performance of G8 Nations Using Multi-Criteria Decision-Making Models. *J. Intell. Manag. Decis*, 3, 150-158. <https://doi.org/10.56578/jimd030302>
- Topal, B. (2024). Entropi ve AHP ağırlıklı TOPSIS yöntemiyle firmaların performans sıralaması: BIST'te bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26 (1), 98- 125. <http://dx.doi.org/10.16953/deusosbil.1380809>
- Topal, B. (2020). *Yatırım Faaliyetlerinden Kaynaklanan Nakit Akışları ile Firma Değeri ve Firma Performansı İlişkisi: BIST İmalat Sektöründe Bir Uygulama* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tuş, A., & Adalı, E. A. (2018). CODAS ve PSI yöntemleri ile personel değerlendirmesi. *Alphanumeric journal*, 6(2), 243-256. <https://doi.org/10.17093/alphanumeric.432843>
- Türkoğlu, M., & Duran, G. (2023). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile bölgesel kapsamlı ekonomik ortaklık (rcep) ülkelerinin lojistik performanslarının değerlendirilmesi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 15(1), 45-69. <https://doi.org/10.55827/ebd.1247297>

- Ulutaş, A. (2020). Stacker selection with PSI and WEDBA Methods. *International journal of contemporary economics and administrative sciences*, 10(2), 493-504. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4430021>
- Ulutaş, A., Balo, F., & Topal, A. (2023). A new hybrid MCDM method for optimizing natural stone selection for building envelopes. *Revista de la construcción*, 22(3), 646-660. <http://dx.doi.org/10.7764/rdlc.22.3.646>
- Ulutaş, A., & Karaköy, Ç. (2021). Evaluation of LPI values of transition economies countries with a grey MCDM model. In *handbook of research on applied ai for international business and marketing applications* (499-511). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-5077-9.ch024>
- Ulutaş, A., & Karaköy, Ç. (2019). G-20 Ülkelerinin lojistik performans endeksinin çok kriterli karar verme modeli ile ölçümü. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 71-84.
- Vahdani, B., Mousavi, S. M., & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2011). Group decision making based on novel fuzzy modified TOPSIS method. *Applied mathematical modelling*, 35(9), 4257-4269. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2011.02.040>
- Vatansever, K. (2024). Nitelikten niceliğe yönelime üniversite sıralamaları bağlamında bakış: bir model önerisi. İçinde. Ş. Sevim (Ed.) *Güncel İşletmecilik Araştırmaları-5*, (ss. 153-169). Eğitim Yayınevi.
- Yalçın, B., & Ayvaz, B. (2020). Çok kriterli karar verme teknikleri ile lojistik performansın değerlendirilmesi. *İstanbul ticaret üniversitesi fen bilimleri dergisi*, 19(38), 117-138.
- Yıldırım, B. F., & Adıgüzel Mercangöz, B. (2020). Evaluating the logistics performance of OECD Countries by Using Fuzzy AHP and ARAS-G. *Eurasian economic review*, 10(1), 27-45. <https://doi.org/10.1007/s40822-019-00131-3>