

## Bütünleşik Entropy-CoCoSo Yöntemi ile G20 Ülkelerinin Lojistik Performans Endekslerinin Değerlendirilmesi

Abdülhamit Eş<sup>1</sup>

Gökhan Eğilmez<sup>2</sup>

### Özet

Bu çalışmada, Dünya Bankası'nın periyodik olarak yayımladığı Lojistik Performans Endeksi (LPE) kullanılarak, Türkiye ile gelişmekte olan G20 ülkelerinin lojistik performansları değerlendirilmiştir. LPE, ülkelerin ticaret lojistiğindeki performanslarını altı kritere (Gümrükleme hızı ve etkinliği, Altyapı kalitesi, Rekabetçi fiyatlarla sevkiyat düzenlenme kolaylığı, Lojistik hizmetlerde yetkinlik ve kalite, Sevkiyatların izlenebilirliği, Zamanında varış) göre ölçmektedir. Çalışmada, kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi yöntemi, ülkelerin performanslarının sıralanmasında ise CoCoSo (Kombinasyon Korelasyon Oranı Temelli Sıralama) yöntemi kullanılmıştır. Bu şekilde G20 ülkelerinin lojistik performansları hem kendi aralarında hem de Dünya Bankası'nın yayınladığı sonuçlarla karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, G20 ülkeleri arasında lojistik performans açısından önemli farklılıklar olduğunu ve ülkelerin güçlü ve zayıf yönlerinin net bir şekilde belirlendiğini göstermiştir. Özellikle Türkiye'nin "Gümrükleme hızı ve etkinliği" konusunda daha zayıf olduğu, buna karşın "Lojistik hizmetlerde yetkinlik ve kalite" açısından güçlü bir performans sergilediği tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, lojistik sektörü ve politika yapımcılar için önemli çıkarımlar sunmaktadır. Sektör temsilcileri, kendi performanslarını rekabetçi konumlarını güçlendirmek üzere değerlendirebilirler. Politika yapımcılar ise, ülkenin zayıf yönlerini iyileştirmeye yönelik etkin stratejiler geliştirebilirler. Ayrıca, LPE'nin metodolojik kısıtlarını aşmak için daha kapsamlı ve hibrit çok kriterli yöntemlerin kullanılması önerilmektedir.

- 1 Doç. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, es\_a@ibu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-4120-0768>
- 2 Öğr. Gör. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Yeniçağa Yaşar Çelik MYO, Pazarlama ve Dış Ticaret Bölümü, gokhan.egilmez@ibu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0450-9376>

## 1. GİRİŞ

Küresel pazardaki artan rekabet, lojistiği uluslararası ticaretin temel unsurlardan biri haline getirmiştir (Marti vd., 2014). Müşteri beklentilerini karşılayabilen, fiyat etkin, verimli, etkili, çevik, esnek ve kaliteli bir lojistik hizmeti, ülkelerin yeni pazarlara açılması ve küresel anlamda rekabetçi olabilmesinde oldukça önemlidir. Fakat lojistik maliyetler, uluslararası ticaretin önünde aşılması güç bir rekabet bariyeri oluşturmaktadır. Müşterilerine ürünlerini en uygun maliyetle, en hızlı ve hasarsız biçimde ulaştırmaya çalışan lojistik firmalarının performansı bu bariyeri aşmada belirleyici olacaktır. Zamanında teslimatın ve vaatlere uyabilmenin müşteri açısından önemli olduğu bu hizmet sektöründe gösterilecek iyi bir lojistik performans dış ticaret ve ihracatın da önünü açacaktır.

Lojistik, ülkelerin ekonomik büyümesi, kalkınması ve rekabet gücü üzerinde önemli bir rol oynadığından, bir ülkenin lojistik kabiliyetini ölçmek kritik öneme sahiptir (Alnıpak vd., 2023). Bu nedenle bir ülkenin lojistik performansı, rekabet gücü ve refahı arasındaki ilişkiyi anlamak önemlidir (Civelek vd., 2015). Çünkü, zaman kaybına neden olan katı ve maliyetli ticaret kuralları, rekabeti olumsuz yönde etkilemektedir. Lojistik açıdan ülkelerin lojistik performanslarının karşılaştırılması, küresel ekonomiden pay almak isteyen ülkelerin gümrük kurallarını yeniden gözden geçirmelerine, limanlardaki uzun bekleme sürelerini kısaltmalarına, gereksiz düzeydeki fiziksel denetimleri azaltmalarına ve bürokrasiyi azaltmalarına yol açacaktır (Bayraktar ve Şeker, 2024).

Lojistik sektörü açısından bu denli önemli olan performans değerlendirmesi için Dünya Bankası, 2007 yılından beri belli aralıklarla ankete dayalı raporlar hazırlamaktadır. Sonuncusunu 2023 yılında yayınlamış olduğu raporlarda, ülkelerin ticaret lojistiğindeki performanslarında karşılaştıkları zorlukları ve fırsatları belirlemeyi ve lojistik performanslarını iyileştirmek için neler yapabilecekleri hususunda kuruluşlara etkileşimli bir kıyaslama aracı sunmayı amaçlamaktadır (World Bank 2024). Dünya Bankası'nın yapmış olduğu bu Lojistik Performans Endeksi (LPE) çalışmasında, ülkelerin ticaret ortaklarına sunulan ve öznel derecelendirme yapabilecekleri beşli memnuniyet anketi sonucu altı kriter ile ülke puanları oluşturulmaktadır. Eş önem derecesine sahip bu kriterlerin üçü lojistik veren firmalar ile ilgili iken, diğer üçü dış lojistik etkenlerden oluşmaktadır. İç performans kriterleri; Lojistik hizmet kalitesi, Zamanında teslimat sıklığı ve Ürünlerin takip ve izlenebilir olmasıdır. Dış performans kriterleri ise devlet politikaları ile ilgili olan; Gümrükleme hızı ve etkinliği, Altyapı kalitesi ve Rekabetçi fiyatlar ile sevkiyatların yapılmasıdır.

Ülkelerin genel bir sıralamasını sunan bu lojistik performans endeksinin daha iyi anlaşılması için Çok Kriterli Karar Verme teknikleri ile daha fazla kıyaslama ve karşılaştırma yapılması gerekmektedir. Bu çalışmamızda Türkiye ile bizim gibi gelişmekte olan G20 ülkeleri birbiri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma için Entropy ve CoCoSo yöntemleri kullanılmıştır. Alt kriterlerin de teker teker değerlendirildiği bu karşılaştırma sonucu ile ülkemizin rekabetçi olduğu ve geride kaldığı alanlar belirlenmeye çalışılarak politika üreticiler ve lojistik sektör için çıkarımlarda bulunulmuştur.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

### 2.1. Lojistik Performans Endeksi

LPI, ülkelerin ticaret lojistiğindeki performanslarında karşılaştıkları zorlukları ve fırsatları ve performanslarını iyileştirmek için neler yapabileceklerini belirlemelerine yardımcı olmak için oluşturulmuş etkileşimli bir kıyaslama aracıdır Bir ülkenin ticaret ortakları (ülke dışında çalışan lojistik profesyonelleri) tarafından altı alanda nitel değerlendirmeler sunmaktadır (World Bank, 2024).

Endeks skorlarının oluşturulduğu anket (2023 yılı için) 11 adet sorudan oluşmaktadır. Bu sorulardan altısı kriter skorlarını belirleyici niteliktedir. Endekste lojistik uzmanlarına her bir kriter için likert tipi (Çok düşük – Düşük- Orta – Yüksek - Çok yüksek) tek bir soru yöneltilmektedir. Bu sorulara verilen cevapların ortalaması alınarak ülkelerin lojistik performans puanları belirlenmektedir. Belirlenen altı skorun ortalaması ile de ülke lojistik performans skorları oluşturulmaktadır. Bu altı performans kriterinin üçü dış etkenlerden yani devlet prosedür ve politikalarından etkilenirken diğer üç kriter hizmet veren firma ile ilgilidir. Bu kriterler ve genel amaçları şunlardır:

- **Gümrükleme süreci:** Gümrük işlemlerinin hız ve etkinliğini değerlendirmektedir. Sınır güvenliğinin yanı sıra gümrüklemede sağlanan kolaylık ve işlemlerin basitliği, gereksiz prosedürlerin önlenmesi ve öngörülebilirliğin artırılması ile sürecin hızlı bir şekilde ilerlemesi amaçlanmaktadır.
- **Altyapı kalitesi:** Ticaret ve taşımacılıkla ilgili ülkeler arası anlaşmalar, imtiyazlar, ulaştırma, iletişim ve bilgi teknolojisi ile lojistik altyapısının kalitesinin artırılması amaçlanmaktadır.
- **Rekabetçi fiyatlarla sevkiyat düzenlenme kolaylığı:** Serbest piyasa kurallarına uyarak tüm iç ve dış lojistik firmalarının eşit şartlarda hizmet verebilecekleri, ek vergiden muaf, rekabetçi fiyatlı sevkiyat ayarlamasının kolaylığını amaçlanmaktadır.

- **Lojistik hizmetlerde yetkinlik ve kalite:** Lojistik hizmet sağlayıcı firmaların gerek gümrükleme ve belge düzenleme gerek depolama, ambalajlama ve elleçleme, gerekse bilgi paylaşımı ve terminal hizmetleri gibi lojistik faaliyetlerinin yetkinliğinin artırılması ve hizmet kalitesinin yükseltilmesi amaçlanmaktadır.
- **Sevkiyatların izlenebilirliği:** Müşteriler, ürün tedarikinde oluşabilecek herhangi bir sorunu anında görüp önlemler almak veya işlerin yolunda gittiğinden emin olmak istemektedirler. Kontrolü sağlamak ve olası problemleri önlemek için, taşıma sürecinin takip ve izlenmesi ve bu bilgilerin müşteri ile anlık paylaşımı ile görünürlüğün sağlanması amaçlanmaktadır.
- **Zamanında varış:** Sevkiyatların planlanan zamanda varış yerine ulaşması ve vaatlere uymadaki başarının artırılması amaçlanmaktadır.

Marti vd., (2014) yapmış oldukları çalışmada LPE'nin herhangi bir bileşenindeki iyileştirmelerin bir ülkenin ticaret akışlarında önemli bir büyümeye yol açabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerin lojistik performanslarını yeterince geliştirmemiş olması yani zayıf lojistik altyapı, karmaşık gümrük prosedürleri ve hükümet kurumları arasındaki aşırı bürokrasi nedeniyle ticaret maliyetlerinde artışa ve malların sınırlar arasında etkili bir şekilde hareket etmesinin engellenmesine neden olmaktadır. Rekabet gücünü artırmak isteyen ve yeni pazarlara ihtiyaç duyan gelişmekte olan ülkeler için lojistik performans endeksi, ülkelerin kendi problemlerini görmelerinde ve gelişmiş ülkelerle kıyaslama yaparak eksikliklerini gidermelerine yardımcı olabilecek bir araçtır.

Bazı çalışmalar, LPE metodolojisindeki bazı olası zayıflıkları da işaret etmektedir. Gürler vd., (2024) LPE ile ilgili iki temel endişeden bahsetmiştir. Bunlar; eşit kriter ağırlıkları varsayması ve operasyonel lojistik performansı ile makroekonomik göstergelerin göz ardı edilmesidir. Benzer şekilde Rezaei vd., (2018) çalışmasında endeks puanı hesaplanırken farklı göstergelerin hepsi eşit derecede önemli olarak kabul edilmesini eleştirmektedir. Lojistik uzmanları ile yapmış olduğu kendi çalışmasında altyapı kalitesini lojistik performansı için en önemli bileşen olarak bulmuş ve en az önemli faktör olarak kabul edilen izleme ve takipten iki kat daha önemli olduğunu görmüşlerdir.

Ayrıca uygulanan endeks, ankete dayalı öznel bir görüşe doğru önyargılı olabildiği ve potansiyel olarak çarpık bir derecelendirmeye yol açabilen lojistik uzmanların değerlendirmelerinin bir sonucu olduğu için de eleştirmektedir (Beysenbaev ve Dus, 2020). Bir de her bir kriter tek bir soru

ile değerlendirildiğinden cevaplayıcı uzmanlar açısından yanlış anlama ve algılama problemine açıktır.

## 2.2. Lojistik Performansı Literatür İncelemesi

Yapılan literatür incelemesi sonucu yapılan yayınları üç grupta toplamak mümkündür. Bunlardan ilki, yayınlanan LPI sonuçlarının ülke bazında veya diğer ülkelerle karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmesini içerir. Yapılan karşılaştırmalarda genellikle Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri tercih edilmiştir. Bu yayın grubundaki çalışmaların bazıları, LPI ağırlıklandırma puanlarını kullanırken (Mešić vd., 2022; Alnıpak, 2024; Çalık vd., 2023; Yalçın ve Ayvaz, 2020), diğer bir kısım çalışmalar da kendi elde ettikleri puanlarla LPI puanlarını kıyaslamayı tercih etmişlerdir (Ulutaş ve Karaköy, 2019). Tablo 1 de ÇKKV ile yapılan LPI çalışmalarından bazıları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Alnıpak, (2024) yapmış olduğu çalışmada "Ticaret ve Ulaşım İlgili Altyapının Kalitesi" kriterini LPI'nin altı kriteri içerisinde en önemli kriteri olarak belirlemiştir. Ayrıca ilgili ülkelerin 2023 yılı raporunda belirtilen sıralamaları ile bu çalışmada elde edilen performans sıralamaları arasında bazı farklılıklar olduğu sonucuna varmıştır.

Candan, (2019) çalışmasında ülkelerin lojistik performanslarının öncelikle ithalat ve ihracat teslim sürelerine daha sonra ise kullandıkları altyapıların kalitesine bağlı olduğu sonucuna varmıştır.

İkinci yayın grubu ise, Lojistik Performans Endeksi ile Küresel Rekabet Endeksi, kişi başına düşen Gayri Safi Yurt İçi Hasıla, Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi, İnsani Gelişim Endeksi gibi farklı endeksler arasındaki ilişkileri incelemeye yönelik yapılan çalışmalardır (Civelek vd., 2015; Magazzino vd., 2021; Moldabekova vd., 2021; Alnıpak vd., 2023). Bu çalışmalarda LPI ile diğer endeksler veya panel veri setleri arasındaki ilişki aranmıştır.

Bayraktar ve Şeker, (2024) OECD ülkelerinde lojistik performansın uluslararası ticaret ve ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin incelemiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda, uzun dönemde OECD ülkelerinin lojistik performans endeksinin uluslararası ticaret üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkilerinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Üçüncü yayın grubu ise, Dünya Bankası'nın LPI ölçüm teknik ve yöntemini eleştirel olarak inceleyen veya alternatif ÇKKV ile puanlama yapan çalışmaları içermektedir (Mešić vd., 2022; Orhan, 2019).

Mešić vd., (2022) eşit ağırlıklandırılmış altı LPI kriterlerinin ağırlık değerlerinin hesaplanmış ve planlanan süreler içinde sevkiyat teslimatı ile ilgili kriteri en önemli kriter olarak bulmuşlardır.

Diğer taraftan Orhan, (2019), ENTROPİ yöntemiyle yapılan analizler sonucunda kriterlerin önem derecelerine göre; gümrükler, altyapı, lojistik yetkinlik, yük izleme ve takip edilebilirlik, zamanlama ve uluslararası sevkiyatlar biçiminde sıralanmıştır. Dolayısıyla çalışmada ülkelerin lojistik performanslarının kıyaslanmasında en önemli kriterin gümrükler olduğu tespit etmişlerdir.

*Tablo 1. ÇKKV ile Yapılan LPI Çalışmaları*

Kaynak	Yöntem	Ülkeler	Amaç
Alnıpak, 2024	AHS ve CoCoSo	APEC ülkeleri	APEC Ülkelerinin lojistik performanslarının değerlendirilmesi
Çalık vd., 2023		160 ülke	Lojistik performansını grup karar alma yaklaşımı kullanılarak değerlendirmek
Mešić vd., 2022	CRITIC ve MARCOS	Batı Balkan ülkelerin	Karşılaştırmalı bir analiz ve sıralama yapmak
Yalçın ve Ayvaz, 2020	Bulanık AHP ve TOPSIS	Türkiye komşu ülkeleri	Komşu ülkeler ile Türkiye'nin lojistik performansını karşılaştırmak
Candan, 2019	Bulanık AHP ve Gri ilişkisel analiz metodu	OECD üyesi 10 ülke	OECD üyesi 10 ülke için lojistik performans değerlendirmesi yapmak
Ulutaş ve Karaköy, 2019	SWARA ve CRITIC	Avrupa Birliği (AB) ülkeleri	Öznel ve nesnel iki ağırlıklandırma yöntemini entegre ederek sonuçlarını karşılaştırmak
Orhan, 2019	ENTROPİ ve EDAS	Avrupa Birliği (AB) ülkeleri	Türkiye ile Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarını kıyaslamak

### 3. YÖNTEM

Birden fazla alternatifin birden fazla kriterle değerlendirmesinde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinde, kriterlerin önem derecelerine göre ağırlıklandırılması ve elde edilen ağırlık değerlerinin de kullanılarak alternatiflerin sıralanması olmak üzere iki temel süreç bulunmaktadır. Bu bölümde kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılan Entropy Yöntemi

ile alternatiflerin sıralanmasında kullanılan CoCoSo Yöntemleri ile ilgili açıklamalar ve yöntemlerin algoritma uygulama aşamaları verilecektir.

### 3.1. Entropy Yöntemi

Entropy yöntemi 1965 yılında Rudolph Clausius tarafından çok kriterli karar verme problemlerinde kullanılan kriterlerin önem derecelerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir (Wu vd. 2011). Karar vericiler tarafından kriterlere öznel ve sübjektif değerler atanması yerine kullanılan verilerin dağılımına bağlı olarak objektif değerlerin atanması elde edilecek sonuçların tarafsız olmasını sağlayacaktır.

Literatürde kriter ağırlıklandırılmasında kullanılan birden fazla yöntem bulunmasına rağmen, veri setinin veri aralığı yüksek olması, uç değerlerin bulunması veya yüksek standart sapma değerlerine sahip olması durumunda Entropy yönteminin kullanılması uygun değildir. Böylesi durumlarda uç değere sahip olan kriter algoritma formülasyonuna göre çok yüksek önem derecesine sahip olmakta ve doğrudan sonuçları etkileyerek alternatiflerin sıralama değerlerini gerçeğe uygun olmayacak şekilde etkilemektedir. Uç değere sahip olan kriter fayda kriteri olması durumunda, bu kriter değeri diğer alternatiflere göre yüksek olan alternatif doğrudan birinci sırada yer alırken, kriter değeri düşük olan kriter son sırada yer almaktadır. Uç değere sahip olan kriter değerinin maliyet olması durumunda ise, diğer alternatiflere göre düşük değere sahip olan alternatif sıralamada birinciliği elde ederken yüksek değere sahip olan alternatif ise diğer kriter değerlerindeki başarısı önemsenmeden son sırada yer almaktadır.

Entropy yönteminin uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir (Hwang ve Yoon, 1981:128; Erol & Ferrell, 2009; Çatı vd., 2017; Arslan vd., 2021)

Tablo 2. Entropy Yöntemi Uygulama Aşamaları

Aşama	Formül
1. Veri Matrisinin Oluşturulması	$D = \begin{matrix} A_1 & \left[ \begin{array}{cccc} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ A_m & \left[ \begin{array}{cccc} X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{array} \right] \end{matrix} \right. \end{matrix} \quad (1)$
2. Veri Matrisinin Normalizasyonu	$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}} \quad (2)$
3. Kriter Entropi Değerlerinin hesaplanması	$e_j = -k \sum_{j=1}^n r_{ij} \ln(r_{ij}) \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$
	$k = (\ln(m))^{-1} \quad (4)$
4. Kriter Farklılaşma Derecelerinin Bulunması	$d_j = 1 - e_j \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$
5. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması	$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad \sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (6)$

### 3.2. CoCoSo Yöntemi

Çalışmada kullanılan verilere göre alternatiflerin indeks değerlerine göre sıralanması amacıyla 2019 yılında Yazdani, Zarate, Turskis ve Zavadskas tarafından literatüre kazandırılan CoCoSo (Combined Compromise Solution) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem SAW(Simple Additive Weighting) ve EWP(Exponically Weighted Product) yöntemlerinin entegrasyonu ile oluşturulmuştur. COCOSO yönteminin temel uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir (Yazdani vd., 2019, Ulutaş vd., 2020).

#### 1. Aşama: Karar Matrisinin Oluşturulması

Çalışmada kullanılan alternatif sayısı(m) kadar satır ve kriter sayısı kadar sütundan oluşan karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır. Matriste yer alan  $X_{ij}$  değeri i. alternatifin j. kritere göre aldığı değeri ifade etmektedir.



$$X_{ij} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ & & \cdot & \\ & & \cdot & \\ & & \cdot & \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

## 2. Aşama: Normalize Karar Matrisinin Elde Edilmesi

Karar matrisinde yer alan fayda değerli kriterlere 8. numaralı formül ve maliyet değerli kriterlere ise 9. numaralı formül uygulanarak normalize değerler elde edilmektedir.

$$r_{ij} = \frac{X_{ij} - \text{Min}X_{ij}}{\text{Max}X_{ij} - \text{Min}X_{ij}} \quad (8)$$

$$r_{ij} = \frac{\text{Max}X_{ij} - X_{ij}}{\text{Max}X_{ij} - \text{Min}X_{ij}} \quad (9)$$

## 2. Aşama: Si ve Pi Değerlerinin Hesaplanması

Bu aşamada her bir alternatif için toplam ağırlıklandırılmış kıyaslanabilirlik(Si) ve toplam üssel kıyaslanabilirlik(Pi) değerleri formül 10 ve formül 11 yardımıyla hesaplanmaktadır.

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

$$P_i = \sum_{j=1}^n r_{ij}^{w_j} \quad (11)$$

## 3. Aşama: Alternatif Sonuçların( $k_{ia}$ , $k_{ib}$ , $k_{ic}$ ) Hesaplanması

Bu aşamada 3 farklı alternatif sıralama değerleri formül 12, formül 13 ve formül 14 ile hesaplanmaktadır.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (12)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\text{Min} S_i} + \frac{P_i}{\text{Min} P_i} \quad (13)$$

$$k_{ic} = \frac{\beta(S_i) + (1-\beta)(P_i)}{(\beta \text{Max} S_i) + (1-\beta) \text{max} P_i} \quad (14)$$

#### 4. Aşama: Nihai Alternatif Değerlerinin Hesaplanması

Bu aşamada önceki aşamada elde edilen alternatif değerler entegre edilerek her bir alternatif için nihai değerler formül 15 ile hesaplanmaktadır. Elde edilen değerlere göre en yüksek değere sahip olan alternatif sıralamada birinci sırayı almaktadır. Alternatif değerleri büyükten küçüğe sıralanarak sıralama değerleri belirlenmektedir.

$$k_i = (kia + kib + kic)^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(kia + kib + kic) \quad (15)$$

#### 4. UYGULAMA VE BULGULAR

Bu çalışmanın amacı G20 ülkelerinden Avrupa Birliği çıkarılarak geriye kalan 19 ülkenin 2018 ve 2023 yılları lojistik performans endekslerinin(LPI) karşılaştırılmasıdır. 19 ülkenin lojistik performans endeksleri ile oluşturulan karar matrislerine kriterlerin ağırlıklandırılması amacıyla Entropy Yöntemi kullanılmış ve ülkelerin 2018 ve 2023 yılları indeks sıralamaları için CoCoSo Yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan alternatif ülkeler ve ülkelerin lojistik performans endekslerinin değerlendirilmesinde kullanılan kriterler aşağıdaki Tablo 3'te verilmiştir.

*Tablo 3. Çalışma Alternatif ve Kriterleri*

Alternatifler				Kriterler		Optimizasyon
A1	Arjantin	A11	Japonya	K1	Gümrükleme Süreci İndeksi	Max
A2	Avustralya	A12	Güney Kore	K2	Altyapı Kalitesi İndeksi	Max
A3	Brezilya	A13	Meksika	K3	Rekabetçi Fiyatlarla Sevkiyat Düzenleme İndeksi	Max
A4	Kanada	A14	Rusya Federasyonu	K4	Lojistik Hizmetlerde Yetkinlik Ve Kalite	Max
A5	Çin	A15	Suudi Arabistan	K5	Zamanında Varış	Max
A6	Fransa	A16	Güney Afrika	K6	Sevkiyatların İzlenebilirliği	Max
A7	Almanya	A17	Türkiye			
A8	Hindistan	A18	Birleşik Krallık			
A9	Endonezya	A19	Amerika			
A10	İtalya					

Entropy ve CoCoSo yöntemlerinin analizinde kullanılan ülkelerin 2018 ve 2023 yılları lojistik performans endeks değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 4. 2018 Yılı Lojistik Performans Endeks Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	2,42	2,77	2,92	2,78	3,05	3,37
A2	3,87	3,97	3,25	3,71	3,82	3,98
A3	2,41	2,93	2,88	3,09	3,11	3,51
A4	3,60	3,75	3,38	3,90	3,81	3,96
A5	3,29	3,75	3,54	3,59	3,65	3,84
A6	3,59	4,00	3,55	3,84	4,00	4,15
A7	4,09	4,37	3,86	4,31	4,24	4,39
A8	2,96	2,91	3,21	3,13	3,32	3,50
A9	2,67	2,90	3,23	3,10	3,30	3,67
A10	3,47	3,85	3,51	3,66	3,85	4,13
A11	3,99	4,25	3,59	4,09	4,05	4,25
A12	3,40	3,73	3,33	3,59	3,75	3,92
A13	2,77	2,85	3,10	3,02	3,00	3,53
A14	2,42	2,78	2,64	2,75	2,65	3,31
A15	2,66	3,11	2,99	2,86	3,17	3,30
A16	3,17	3,19	3,51	3,19	3,41	3,74
A17	2,71	3,21	3,06	3,05	3,23	3,63
A18	3,77	4,03	3,67	4,05	4,11	4,33
A19	3,78	4,05	3,51	3,87	4,09	4,08

Tablo 5. 2023 Yılı Lojistik Performans Endeks Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	2,7	2,8	2,7	2,7	3,1	2,9
A2	3,7	4,1	3,1	3,9	3,6	4,1
A3	2,9	3,2	2,9	3,3	3,5	3,2
A4	4,0	4,3	3,6	4,2	4,1	4,1
A5	3,3	4,0	3,6	3,8	3,7	3,8
A6	3,7	3,8	3,7	3,8	4,1	4,0
A7	3,9	4,3	3,7	4,2	4,1	4,2
A8	3,0	3,2	3,5	3,5	3,6	3,4
A9	2,8	2,9	3,0	2,9	3,3	3,0
A10	3,4	3,8	3,4	3,8	3,9	3,9
A11	3,9	4,2	3,3	4,1	4,0	4,0
A12	3,9	4,1	3,4	3,8	3,8	3,8
A13	2,5	2,8	2,8	3,0	3,5	3,1
A14	2,4	2,7	2,3	2,6	2,9	2,5
A15	3,0	3,6	3,3	3,3	3,6	3,5
A16	3,3	3,6	3,6	3,8	3,8	3,8
A17	3,0	3,4	3,4	3,5	3,6	3,5
A18	3,5	3,7	3,5	3,7	3,7	4,0
A19	3,7	3,9	3,4	3,9	3,8	4,2

#### 4.1. Entropy Yöntemi Uygulama Sonuçları

Ülkelerin 2018 ve 2023 yılına ait lojistik performans endeks değerlerinin yer aldığı Tablo 4 ve Tablo 5' teki matris değerlerine Entropy yönteminin uygulama aşamalarında yer alan formüller(1...6) uygulanarak elde edilen yıllara ait kriter ağırlık değerleri( $W_j$ ) aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

*Tablo 6. 2018 Yılı Lojistik Performans Endeks Ağırlık Değerleri*

	W1	W2	W3	W4	W5	W6
2018	0,286	0,228	0,0812	0,178	0,150	0,074
2023	0,223	0,210	0,131	0,177	0,075	0,181

Ülkelerin lojistik performanslarını belirleyen endekslerin yıllara göre önem derecelerine bakıldığında, 2018 ve 2023 yıllarında da en önemli kriterin 0,286 ve 0,223 değerleriyle gümrükleme süreci indeksi olduğu ve altyapı kalitesi indeksinin de her iki yılda da 0,228 ve 0,210 değeriyle ikinci en önemli indeks olduğu görülmektedir. 2018 yılında üçüncülüğü 0,178 değeriyle lojistik hizmetlerde yetkinlik ve kalite alırken, zamanında varış indeksi dördüncü, rekabetçi fiyatlarla sevkiyat düzenlenme indeksi beşinci ve sevkiyatların izlenebilirliği altıncı olmuştur. 2023 yılında 2018 yılına göre sıralamanın diğer basamaklarında değişimin olduğu görülmektedir. 2018 yılında sonuncu sırada yer alan sevkiyatların izlenebilirliği indeksi bu yılda üçüncü önemli kriter olurken, lojistik hizmetlerde yetkinlik ve kalite dördüncü, rekabetçi fiyatlarla sevkiyat düzenlenme indeksi beşinci ve zamanında varış indeksi altıncı olmuştur.

Entropy yönteminde elde edilen sonuçlara göre bir kriterin düşük düzeyde önem derecesine sahip olması o kriterin değerlendirme sürecinde önemsiz olduğu anlamına gelmemektedir. bir kriterin düşük düzeyde öneme sahip olması o kriterin tüm alternatifler bakımından birbirine yakın değerlere sahip olduğunu ve bu kriterde alternatiflere göre sapma değerlerinin düşük olduğunu ifade etmektedir. bir kriterde tüm alternatiflerin endeks değeri alınabilecek en yüksek değer olan 5 olması durumunda, Entropy yöntemi bu endeksi en önemsiz kriter olarak değerlendirmektedir. Bu kriterde göre alternatifler eşit performans sergilediklerinden bu kriterin sıralamada etkisiz olacağını ifade etmek noktasında Entropy yöntemi bu kriterde en düşük değeri atayacaktır.

## 4.2. CoCoSo Yöntemi Uygulama Sonuçları

Ülkelerin yıllara göre lojistik performans endekslerinin sıralanması amacıyla COCOSO yönteminin uygulama aşamalarındaki 7 ile 15 arasındaki formüller uygulanarak elde edilen sonuçlar aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Ülkelerin 2018 yılı matris değerlerine uygulanan CoCoSo yönteminin 12, 13 ve 14 numaralı formülleriyle elde edilen  $k_{ia}$ ,  $k_{ib}$  ve  $k_{ic}$  değerleri aşağıdaki Tablo 7'de verilmiştir.

*Tablo 7. 2018 Yılı  $K_{ia}$ ,  $K_{ib}$  Ve  $K_{ic}$  Değerleri*

	$K_{ia}$	$K_{ib}$	$K_{ic}$
A1	0,0323	21,372	0,472
A2	0,0626	208,334	0,914
A3	0,0398	41,195	0,581
A4	0,0616	195,109	0,900
A5	0,0592	166,505	0,864
A6	0,0632	214,202	0,923
A7	0,0685	285,509	1
A8	0,0493	80,345	0,720
A9	0,0477	68,126	0,696
A10	0,0614	191,939	0,896
A11	0,0663	255,859	0,968
A12	0,059	171,228	0,870
A13	0,045	55,258	0,666
A14	0,0116	2	0,169
A15	0,037	52,404	0,546
A16	0,054	116,700	0,790
A17	0,049	75,354	0,720
A18	0,065	239,896	0,951
A19	0,064	226,574	0,936

Tablo 7'de yer alan  $K_{ia}$ ,  $K_{ib}$  ve  $K_{ic}$  değerleri CoCoSo algoritmasında bulunan 15 numaralı formül uygulanarak elde edilen nihai lojistik performans endeks değerleri ve ülkelerin sıralama değerleri Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8: Ülkelerin 2018 Yılı Nihai Lojistik Performans Endeks Değerleri ve Sıralamaları**

Arjantin	A1	10,059	1.	Almanya	101,996
Avustralya	A2	75,603	2.	Japonya	91,872
Brezilya	A3	17,367	3.	Birleşik Krallık	86,414
Kanada	A4	71,065	4.	Amerika Birleşik Devletleri	81,854
Çin	A5	61,228	5.	Fransa	77,616
Fransa	A6	77,615	6.	Avustralya	75,603
Almanya	A7	101,99	7.	Kanada	71,066
Hindistan	A8	31,304	8.	İtalya	69,977
Endonezya	A9	26,998	9.	Güney Kore	62,855
İtalya	A10	69,976	10.	Çin	61,228
Japonya	A11	91,872	11.	Güney Afrika	44,003
Güney Kore	A12	62,854	12.	Hindistan	31,304
Meksika	A13	22,431	13.	Türkiye	29,552
Rusya Federasyonu	A14	2,0204	14.	Endonezya	26,999
Suudi Arabistan	A15	21,369	15.	Meksika	22,431
Güney Afrika	A16	44,003	16.	Suudi Arabistan	21,370
Türkiye	A17	29,552	17.	Brezilya	17,367
Birleşik Krallık	A18	86,413	18	Arjantin	10,060
Amerika Birleşik Devletleri	A19	81,854	19.	Rusya Federasyonu	2,020

Tablo 8’de yer alan G20 ülkelerinin lojistik performans sıralamasına bakıldığında, 2018 yılında en iyi lojistik performansına sahip olan ülke Almanya olurken, bu ülkeyi sırasıyla Japonya, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri takip etmektedir. Fransa’nın beşinci olduğu yılda Avustralya altıncı, Kanada yedinci ve İtalya sekizinci olmuştur. Türkiye’nin 2018 yılında G20 ülkeleri arasında on üçüncü olduğu listenin son üç sırasında ise sırasıyla Rusya Federasyonu, Arjantin ve Brezilya yer almaktadır.

Ülkelerin 2023 yılı matris değerlerine uygulanan CoCoSo yönteminin 12, 13 ve 14 numaralı formülleriyle elde edilen  $K_{ia}$ ,  $K_{ib}$  ve  $K_{ic}$  değerleri aşağıdaki Tablo 9’ da verilmiştir.

Tablo 9. 2023 Yılı  $K_{ia}$ ,  $K_{ib}$  Ve  $K_{ic}$  Değerleri

	Kia	Kib	Kic
A1	0,040681	19,02636	0,646459
A2	0,059293	67,24734	0,942223
A3	0,049594	36,28561	0,788096
A4	0,062816	80,45253	0,998211
A5	0,058136	62,93358	0,923838
A6	0,059873	69,21352	0,951444
A7	0,062929	80,90064	1
A8	0,052556	45,23497	0,835177
A9	0,045277	26,93651	0,719502
A10	0,058024	62,35701	0,922064
A11	0,061242	74,34194	0,973203
A12	0,059876	69,143	0,951493
A13	0,042859	23,70847	0,681073
A14	0,005235	2	0,083196
A15	0,053276	46,91928	0,846608
A16	0,057152	59,51944	0,908212
A17	0,053377	47,311	0,848224
A18	0,05794	62,1524	0,920731
A19	0,059864	69,11015	0,951296

Tablo 9’ da yer alan  $K_{ia}$ ,  $K_{ib}$  ve  $K_{ic}$  değerleri CoCoSo algoritmasında bulunan 15 numaralı formül uygulanarak elde edilen nihai lojistik performans endeks değerleri ve ülkelerin sıralama değerleri aşağıdaki Tablo 10’ da verilmiştir.

**Tablo 10. Ülkelerin 2023 Yılı Nihai Lojistik Performans Endeks Değerleri ve Sıralamaları**

Arjantin	A1	9,245	1.	Almanya	31,601
Avustralya	A2	26,772	2.	Kanada	31,443
Brezilya	A3	15,670	3.	Japonya	29,289
Kanada	A4	31,443	4.	Fransa	27,475
Çin	A5	25,248	5.	Güney Kore	27,451
Fransa	A6	27,475	6.	ABD	27,439
Almanya	A7	31,601	7.	Avustralya	26,779
Hindistan	A8	18,914	8.	Çin	25,248
Endonezya	A9	12,226	9.	İtalya	25,043
İtalya	A10	25,043	10.	Birleşik Krallık	24,970
Japonya	A11	29,289	11.	Güney Afrika	24,033
Güney Kore	A12	27,451	12.	Türkiye	19,663
Meksika	A13	11,015	13.	Suudi Arabistan	19,522
Rusya Federasyonu	A14	1,9712	14.	Hindistan	18,914
Suudi Arabistan	A15	19,522	15.	Brezilya	15,670
Güney Afrika	A16	24,033	16.	Endonezya	12,226
Türkiye	A17	19,663	17.	Meksika	11,015
Birleşik Krallık	A18	24,970	18.	Arjantin	9,245
ABD	A19	27,439	19.	Rusya Federasyonu	1,971

2023 yılının G20 ülkelerinin lojistik performans sıralamasının sergilendiği Tablo 10'daki sıralama değerlerine bakıldığında zirvede 2018 yılında olduğu gibi Almanya'nın yer aldığı görülmektedir. Almanya'yı sırasıyla Kanada, Japonya ve Fransa takip ederken, Güney Kore beşinci ve Amerika Birleşik Devletleri ise altıncı olmuştur. 2018 yılına göre kritik değişimlerin de yaşandığı dönemde Türkiye'nin sıralamada on iki olduğu, Meksika'nın on yedinci, Arjantin'in on sekizinci ve Rusya Federasyonu'nun ise son sırada olduğu görülmektedir.



## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Lojistik sektörünün küresel rekabetteki önemi giderek artmaktadır. Ülkelerin ekonomik büyüme, kalkınma ve rekabet güçleri üzerinde önemli bir role sahip olan lojistik performansın değerlendirilmesi hem mikro hem de makro düzeyde çok büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, Dünya Bankası tarafından her iki yılda bir yayımlanan Lojistik Performans Endeksi (LPE), ülkelerin ticaret lojistiği alanındaki güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koyması açısından kritik bir araç olarak kabul edilmektedir.

Bu çalışmada G20 ülkelerinin 2018 ve 2023 yıllarında Dünya Bankası tarafından yayımlanan lojistik performans indeks değerleri Entropy tabanlı CoCoSo yöntemiyle değerlendirilmiştir. Ülke lojistik performansında kullanılan endekslerin kriter olarak kullanıldığı çalışmada, Entropy yöntemiyle kriterlerin 2018 ve 2023 yıllarına ait önem dereceleri belirlenmiştir. 2018 ve 2023 yıllarında da sırasıyla gümrükleme süreci indeksi ve altyapı kalitesi kriterleri ülkelerin lojistik performansında en fazla etkili olan ilk iki kriter olmuştur. Bu da gümrük işlemlerinde hızlı olan, sınır güvenliği yüksek olan, ulaşımda yüksek bilgi ve iletişim teknolojisine sahip ülkelerin lojistik performans indekslerinin diğer ülkelere göre daha yüksek olacağını göstermektedir. Ayrıca ifade etmek gerekirse Entropy yönteminde bir kriter değerinin düşük çıkması o kriterin sürecin değerlendirilmesinde önemsiz olduğu anlamına gelmemekte ve kriterin tüm alternatiflerde birbirine yakın olduğu ve veri setinde o kriterin alternatiflere göre fazla değişkenlik göstermediği anlamına gelmektedir. Belirlenen kriter ağırlıklarının da dikkate alınarak uygulanan CoCoSo yöntemine göre ülkelerin lojistik performans sıralamaları aşağıdaki tabloda verilmiştir. CoCoSo yöntemiyle elde edilen sıralama değerleri ile Dünya Bankası tarafından yayımlanan lojistik performans sıralama değerlerinin benzerlik göstermesi kullanılan yöntemin performans değerlendirme bakımından başarılı ve geçerli bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Tablo 11. Ülkelerin 2018 ve 2023 Yılı Lojistik Performans Sıralamaları

	COCOSO 2018	Dünya Bankası 2018	2023	Dünya Bankası 2023
1.	Almanya	Almanya	Almanya	Almanya
2.	Japonya	Japonya	Kanada	Kanada
3.	Birleşik Krallık	Birleşik Krallık	Japonya	Japonya
4.	ABD	ABD	Fransa	Fransa
5.	Fransa	Fransa	Güney Kore	Güney Kore
6.	Avustralya	Avustralya	ABD	ABD
7.	Kanada	Kanada	Avustralya	Avustralya
8.	İtalya	İtalya	Çin	Çin
9.	Güney Kore	Güney Kore	İtalya	İtalya
10.	Çin	Çin	Birleşik Krallık	Birleşik Krallık
11.	Güney Afrika	Güney Afrika	Güney Afrika	Güney Afrika
12.	Hindistan	Hindistan	Türkiye	Türkiye
13.	Türkiye	Türkiye	Suudi Arabistan	Suudi Arabistan
14.	Endonezya	Endonezya	Hindistan	Hindistan
15.	Meksika	Meksika	Brezilya	Brezilya
16.	Suudi Arabistan	Suudi Arabistan	Endonezya	Endonezya
17.	Brezilya	Brezilya	Meksika	Meksika
18.	Arjantin	Arjantin	Arjantin	Arjantin
19.	Rusya Federasyonu	Rusya Federasyonu	Rusya Federasyonu	Rusya Fed.

Buna göre Almanya her iki yılda da listenin zirvesinde yer alırken, 2018 yılında ikinci olan Japonya'nın 2023 yılında üçüncü olduğu ve 2018 yılında yedinci olan Kanada'nın 2023 yılında büyük bir yükselişle ikinci olduğu görülmektedir. 2018 ve 2023 yıllarında listenin son sıralarında Arjantin ve Rusya federasyonunun yer aldığı listede, Japonya, Fransa, İtalya ve bir çok ülkenin birbirine yakın sıralama değerleri elde ettiği görülmektedir. Birleşik Krallık 2018 yılında üçüncü sırada yer alırken 2023 yılında onuncu sıraya gerilediği ve ülkenin 2023 yılı indeks değerlerine bakıldığında tüm kriterlerde 2018 yılına göre gerileme kaydettiği ve diğer ülkelere göre zamanla yarışın gerisinde kaldığı görülmektedir. Türkiye'nin 2018 ve 2023 lojistik performansının sıralama değerlerine bakıldığında, 2018 yılında 13.sırada yer alırken, 2023 yılında bir basamak yükselerek 12. sıraya yükselmiştir.

Türkiye'nin lojistik performans indekslerinin detayına bakıldığında, önemli kriterler olan performans gümrükleme süreci ve altyapı kalitesi başta

olmak üzere ilk beş kriterde 2018 yılına göre 2023 yılında daha yüksek değerler elde ettiği ve sevkiyatların izlenebilirliği kriterinde ise 2018 yılında 3,63 olan performans değeri 2023 yılında 3,50 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin kriterlerde son periyotta elde ettiği artış değerleri genel performansını arttırmakla birlikte tüm kriterlerde zirvede yer alan ülkelerin gerisinde kaldığı görülmektedir. Sözelimi sıralamanın birinci basamağında yer alan Almanya ile karşılaştırıldığında gümrükleme süreci ve alt yapı indekslerinin 0.9 puan, rekabetçi fiyatlarla sevkiyat düzenlenme indeksi, rekabetçi fiyatlarla sevkiyat düzenlenme indeksi ve sevkiyatların izlenebilirliği indekslerinin 0.7 puan ve zamanında varış indeksinin de 0.5 puan gerisinde kaldığı ve yarıştığı bu küresel lojistik piyasasında daha fazla ilerleme kaydetmesi gerektiği görülmektedir.

Ülkelerin lojistik performansının ölçülmesi ve karşılaştırılması ülkelere kendi performansını diğer ülkelere göre değerlendirmeyi ve gelecek süreçte de bu dezavantajları ortadan kaldırarak rekabet etme imkânı sağlamakla birlikte ülke ile ticaret yapan paydaşlara da tercihlerini değerlendirme bakımından yardımcı olmaktadır. Bu alanda yapılacak gelecek çalışmalarda kullanılacak kriter sayısının artırılması, farklı ülke gruplarının karşılaştırılması, çalışmada kullanılan yöntemden farklı olarak birden fazla değerlendirme yönteminin kullanılması bu alanın literatürünü anlamlı katkılar sağlayacaktır.

## Kaynakça

- Alnıpak, S., Işıklı, E. ve Apak, S. (2023). Lojistik Performans Endeksinin itici güçleri: Avrupa bölgesinin ampirik bir panel araştırması. *Uluslararası Lojistik Araştırma ve Uygulamaları Dergisi*, 26 (7), 894-916.
- Alnıpak, S. (2024). AHS-COCOSO Yöntemi ile APEC Ülkelerinin Lojistik Performanslarının Değerlendirilmesi. *Tarsus Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 13-26
- Arslan, H. M., Durak, İ., & Özdemir, Y. (2021). Entropi-Aras Hibrit Yöntemi ile Bilişim İşletmeleri İçin En Uygun Teknopark Bölgesinin Belirlenmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 17(3), 734-753. <https://doi.org/10.17130/İjmeb.839584>
- Bayraktar, N., & Şeker, A. (2024). OECD Ülkelerinde Lojistik Performansın Uluslararası Ticaret ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri: Panel Zaman Serileri Analizi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(2), 363-386.
- Beysenbaev, R., & Dus, Y. (2020). Proposals for improving the logistics performance index. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 36(1), 34-42.
- Civelek, M. E., Uca, N., & Çemberci, M. (2015). The mediator effect of logistics performance index on the relation between global competitiveness index and gross domestic product. *European Scientific Journal May*.
- Çatı, K., Eş, A., & Özevin, O. (2017). Futbol Takımlarının Finansal ve Sportif Etkinliklerinin Entropi ve TOPSIS Yöntemiyle Analiz Edilmesi: Avrupa'nın 5 Büyük Ligi ve Süper Lig Üzerine Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat Ve İşletme Dergisi*, 13(1), 199-222. <https://doi.org/10.17130/ijmeb.20173126270>
- Erol, İ. ve Ferrell JR, W. G. (2009). Integrated Approach for Reorganizing Purchasing: Theory and A Case Analysis On A Turkish Company. *Computers & Industrial Engineering*, 56(4), 1192-1204.
- Çalık, A., Erdebilli, B., & Özdemir, Y. S. (2023). Novel integrated hybrid multi-criteria decision-making approach for logistics performance index. *Transportation Research Record*, 2677(2), 1392-1400.
- Gürler, H. E., Özçalıcı, M., & Pamucar, D. (2024). Determining criteria weights with genetic algorithms for multi-criteria decision making methods: The case of logistics performance index rankings of European Union countries. *Socio-Economic Planning Sciences*, 91, 101758.
- Hwang CL & Yoon, K. (1981). Multiple attribute decision making – Methods and applications. Berlin: Springer Verlag.
- World Bank (2024). *LPIDataset Sections*. <https://lpi.worldbank.org/international> Erişim Tarihi: .06.08.2024.

- Magazzino, C., Alola, A. A., & Schneider, N. (2021). The trilemma of innovation, logistics performance, and environmental quality in 25 topmost logistics countries: A quantile regression evidence. *Journal of Cleaner Production*, 322, 129050.
- Martí, L., Puertas, R. ve García, L. (2014). Uluslararası ticarete Lojistik Performans Endeksinin önemi. *Uygulamalı ekonomi* , 46 (24), 2982-2992.
- 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.
- Moldabekova, A., Philipp, R., Reimers, H. E., & Alikozhayev, B. (2021). Digital technologies for improving logistics performance of countries. *Transport and Telecommunication Journal*, 22(2), 207-216.
- Rezaci, 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.
- Ulutaş, A., & Karaköy, Ç. (2019). An analysis of the logistics performance index of EU countries with an integrated MCDM model. *Economics and Business Review*, 5(4), 49-69.
- Wu, Jie; Sun, Jiasen; Liang, Liang ve Zha, Yingchun (2011). Determination of Weights for Ultimate Cross Efficiency Using Shannon Entropy. *Expert Systems with Applications*. 38: 5162- 5165.
- Yalçın, B., & Ayvaz, B. (2020). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Lojistik Performansın Değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(38), 117-138.
- Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K., and Turskis, Z. (2019). A Combined Compromise Solution (CoCoSo) Method for Multi-Criteria Decision-Making Problems. *Management Decision*, 57(9): 2501-2519.