

Entropi Tabanlı CoCoSo Yöntemi ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Lojistik Performanslarının Değerlendirmesi ¹

Senay ŞİŞMAN ² - Emine Elif NEBATİ ³

Başyuru Tarihi: 15.04.2024

Kabul Tarihi: 02.12.2024

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Öz

Dünya Bankası, uluslararası ticareti teşvik etmek ve rekabet gücünü artırmak amacıyla Lojistik Performans Endeksi (LPI)'ni oluşturarak önemli bir adım atmıştır. LPI sıralamaları, ülkelerin lojistik performanslarını karşılaştırmak ve çözüm önerileri geliştirmek adına önemli bir kaynaktır. Bu çalışma, Entropi tabanlı CoCoSo yöntemi ile Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, ilk olarak Dünya Bankası'nın belirlemiş olduğu kriterlerin ağırlıkları Entropi yöntemi ile belirlenmiştir ve en önemli kriter altyapı olmuştur. Daha sonra Türkiye ve AB ülkelerinin lojistik performans sıralamaları CoCoSo yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. İlk sırada Finlandiya yer alırken, Macaristan son sırada yer almaktadır. Çalışmada elde edilen sıralamalar, Dünya Bankası 2023 LPI sıralamaları ile karşılaştırıldığında Finlandiya ve Almanya'nın sıralamasında değişiklik gözlenmemişken diğer ülkelerin sıralamasında çok küçük değişiklikler görülmüştür. Bu durum, çalışmada kullanılan entegre yöntemin ülkelerin lojistik performanslarını değerlendirmede güvenilir bir araç olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Lojistik Yönetimi, Lojistik Performans Endeksi, Entropi, CoCoSo

Atıf: Şişman, S. ve Nebati, E. E. (2024). Entropi tabanlı CoCoSo yöntemi ile Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(4), 1885-1914.

¹ Bu çalışma etik kurul izin belgesi gerektirmemektedir.

² İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, senayssmn25@gmail.com, ORCID: 0009-0005-7442-9699

³ İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, emine.nebati@izu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3950-4279

Evaluation of the Logistics Performance of Turkey and European Union Countries with the Entropy-Based CoCoSo Method

Senay ŞİŞMAN⁴ - Emine Elif NEBATİ⁵

Submitted by: 15.04.2024

Accepted by: 02.12.2024

Article Type: Research Article

Abstract

The establishment of the Logistics Performance Index (LPI) by the World Bank has played a significant role in fostering international trade and improving competitiveness. The LPI rankings are an important resource for comparing countries' logistics performances and developing solutions. This research endeavors to assess the logistics performance of both Turkey and European Union (EU) member states using the Entropy-based CoCoSo method. Initially, the weights assigned to various criteria by the World Bank were determined through the Entropy method, with infrastructure emerging as the most important criterion. The logistics performance rankings of Turkey and EU countries were conducted using the CoCoSo method. Finland ranked first, while Hungary ranked last. Comparison of the rankings derived from this study with the World Bank's 2023 LPI rankings revealed minimal changes in the standings of most countries, indicating the reliability of the integrated methodology employed in this research for assessing countries' logistics performance.

Keywords: Logistics Management, Logistics Performance Index, Entropy, CoCoSo

⁴ Istanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, senayssmn25@gmail.com, ORCID: 0009-0005-7442-9699

⁵ Istanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, emine.nebati@izu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3950-4279

Giriş

Ekonominin küreselleşmesiyle birlikte uluslararası ticaretin hızla gelişmesi, ürün ve pazar çeşitliliğinde artışa yol açmıştır. Bu gelişme uluslararası ticarete lojistik faaliyetlerinin önemini arttırmıştır (Rezaei vd., 2018, s. 158; Kısa ve Ayçin, 2019, s. 302). Tedarik zincirinin bir parçası olan lojistik; firmaların üretim yapması için gerekli olan hammaddelerin tedarikçilerden temini ile başlayan, bu hammaddelerin üretim süreçlerine dahil edilmesiyle elde edilen ürün ve hizmetlerin nihai tüketicilere ulaştırılmasıyla devam eden süreç içerisindeki malzeme ve bilgi akışının düzenlenmesi, depolanması ve taşınması gibi faaliyetleri içerir (Martí vd., 2017, s. 170; Kırbaç, 2023, s. 1408). Dünyada hızla gelişen ekonomik ve teknolojik gelişmelerin yol açtığı rekabet ortamında artan tüketici ihtiyaçlarını zamanında karşılayabilmek, nihai ürün ve hizmetleri etkili ve minimum maliyet ile ulaştırmak adına lojistik süreç bütünsel olarak ele alınmalı, planlanmalı ve yönetilmelidir. Tüm bu faaliyetleri kapsaması açısından lojistik, ekonomi ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla, lojistik faaliyetlerin etkin bir şekilde yönetilerek yürütülmesi, ülkelerin ekonomik üstünlük sağlamaları ve rekabet avantajı elde edebilmeleri açısından önemlidir (Kısa ve Ayçin, 2019, s. 302; Kırbaç, 2023, s. 1409).

Ülkelerin ekonomik gelişmelerinin belirlenmesinde lojistik performans yeterliliği önemli bir faktördür. Lojistik faaliyetlerin değerlendirildiği bir ölçüt olan lojistik performansı ölçmek için kullanılan birçok farklı ölçek bulunmaktadır (Rezaei vd., 2018, s. 159; Oğuz vd., 2019, s. 500). Bunlar; ticaret akışları ve üretkenlik gibi somut ölçümlerden müşteri memnuniyeti gibi daha subjektif ölçümlere kadar değişen çeşitli yöntemlerdir (Rezaei vd., 2018, s. 158). Dünya Bankası'nın 2007 yılında oluşturmuş olduğu Lojistik Performans Endeksi (LPI) de bu yöntemlerden biridir (Oğuz vd., 2019, s. 500). Ülkelerin LPI puanları belirli kriterlere göre hesaplanarak Dünya Bankası LPI raporunda yayınlanır (Mešić vd., 2022, s. 13; Pelit, 2023, s. 42).

Dünya Bankası'nın yapmış olduğu LPI puanlamasında, tüm kriterler aynı önem düzeyine sahiptir (Miškić vd., 2023, s. 258). Ancak, gerçekte bütün bileşenlerin önem düzeylerinin eşit olması pek de mümkün değildir. Ülkelerin lojistik performansını değerlendirirken, lojistik performansa ilişkin faktörlerin göreceli önemlerinin ele alınması önemlidir. Bu şekilde yapılan değerlendirme, ülkelerin hangi alanlara odaklanacakları ve performanslarını en etkili nasıl geliştirebileceklerini belirlemelerinde değerli bir fikir sağlayacaktır (Rezaei vd., 2018, s. 159). Bu noktada, performans değerlendirmesinde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden yararlanılabilir (Yürüyen vd., 2023, s. 733).

Bu çalışmada, Türkiye ve Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin lojistik performanslarını karar verme yaklaşımı ile değerlendirmek ve elde edilen sonuçları Dünya Bankası 2023 LPI sıralaması ile karşılaştırmak amaçlanmıştır. Bu kapsamda, nesnel bir ağırlıklandırma yöntemi olan Entropi ile Dünya Bankası'nın belirlemiş olduğu 6 bileşenin ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra bulunan ağırlıklara ilişkin Türkiye ve AB ülkelerinin lojistik performanslarının sıralaması CoCoSo (Combined Compromise Solution) yöntemi ile yapılmıştır.

Çalışmanın sonraki bölümleri şu şekildedir. İkinci bölümde, LPI değerlendirmelerinde ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı literatürün bir incelemesi sunulacaktır. Üçüncü bölümde, konu hakkında bilgi verilecektir. Dördüncü bölümde, çalışmada kullanılacak olan yöntemlerin metodolojisine yer verilecektir. Beşinci bölümde ise Türkiye ve AB ülkelerinin lojistik performansları belirtilen yöntemlerle analiz edilecektir. Son bölümde ise uygulamanın sonuçlarına yer verilecek ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulacaktır.

Literatür Taraması

Lojistik Performans Endeksi 2007’de ilk defa Dünya Bankası tarafından tanıtılmıştır. Daha sonra 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 ve 2023 yıllarında olmak üzere toplam 7 kez LPI raporu yayınlanmıştır. Lojistik Performans Endeksi’nin ilk ortaya çıkışından bu yana, bu alanda yapılmış olan birçok çalışma literatürde önemli bir yer edinmiştir.

Yu ve Hsiao (2016), Meta-DEA-AR yaklaşımıyla, ülkelerin gelir düzeylerini dikkate alarak LPI verimliliklerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Önerilen yaklaşımıyla elde edilen sıralamalar Dünya Bankası LPI sıralamalarıyla oldukça benzer sonuçlar vermiştir. Önerilen yaklaşımla elde edilen DEA tabanlı LPI, farklı ülke gruplarını ve teknolojilerini dikkate alarak daha doğru ve kapsamlı bir ölçüm sağlayarak verimsiz ülkeleri tanımlayabileceği ve bu ülkelere iyileştirme yönünde yol gösterebileceği vurgulanmıştır.

Martí vd. (2017), önerdikleri yaklaşımla genel lojistik performansının sentetik bir endeksini (DEA-LPI) hesaplamış ve ülkelerin lojistik performansı (LPI) ile kıyaslamıştır. Gelir ve coğrafi konum gibi değişkenlerin kullanılması durumunda ortaya çıkabilecek potansiyel farklılıklar analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları, lojistik performansının gelir ve coğrafi konumdan büyük bir ölçüde etkilendiğini ortaya koymuştur. Yüksek gelirli ülkeler en iyi performans gösteren ülkeler grubunda yer almıştır ve bu performansın en iyi olduğu ülkeler arasında Avrupa Birliği’nin hâkim olduğu görülmüştür.

Rezaei vd. (2018), Best–Worst (BWM) yöntemi ile LPI’nin altı temel bileşeninin ağırlıklarını belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlarda ağırlıklar arasında altyapı bileşeni en yüksek ağırlığa sahipken, izleme ve takip bileşeni en düşük ağırlığa sahip olmuştur.

Özmen (2019), OECD ülkelerinin lojistik rekabetçiliğini, Mahalanobis uzaklığı kullanılarak geliştirilmiş TODIM yöntemi ile lojistik performans alanları ve lojistik taşıma hacimleri ana kriterlerini dikkate alarak değerlendirmiştir. Çalışmanın sonucunda lojistik performans alanında en önemli kriter lojistik kalitesi ve yetkinliği olurken, lojistik taşıma hacminde en önemli kriter yük taşıma hacmi olmuştur. Geleneksel TODIM ve geliştirilmiş TODIM ile elde edilen sıralamalarda farklılıklar oluşurken, her iki yöntemde de lojistik performans sıralamasında Almanya ilk, Fransa ise ikinci sırada yer almıştır.

Ulutaş ve Karaköy (2019), CRITIC, SWARA ve PIV ÇKKV yöntemlerini entegre bir şekilde kullanarak Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performans endekslerini değerlendirmeyi hedeflemiştir. Elde edilen bulgulara göre altyapı faktörü, en önemli kriter olarak ortaya çıkmıştır. Ülkelerin lojistik performans sıralamasında ise ilk sırada Almanya yer almıştır.

Kısa ve Ayçin (2019), Avrupa birliği ülkelerinin lojistik performanslarını karşılaştırmıştır. SWARA ve EDAS yöntemlerini bütünleşik olarak kullanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre SWARA yöntemi ile belirlenen ağırlıklarda kriterler arasından en önemli kriter lojistik hizmet kalitesi olmuştur. EDAS yöntemi ile elde edilen sıralamada ise Almanya lojistik performansı en yüksek ülke olmuştur.

Yıldırım ve Mercangöz (2020), 2010-2018 yılları için Avrupa birliği ülkelerinin lojistik performanslarını ARAS-G ve Bulanık AHP yöntemi ile değerlendirmiş ve LPI sıralamalarıyla karşılaştırmıştır. Bulgulara göre çalışmada ele alınan kriterler arasında en önemli kriter altyapı, en önemsiz kriter ise izleme ve takip olarak belirlenmiştir. Elde edilen sıralamada ise ilk beş ülke Almanya, Hollanda, İsveç, Japonya ve Birleşik Krallık olmuştur.

Stojanović ve Puška (2021), CRITIC ve MABAC yöntemlerini kullanarak Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerinin 2012-2018 yılları arasındaki lojistik performansını değerlendirmiş ve bölgesel lojistik merkezi kurmak için en iyi ülke belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek ağırlığa sahip kriter lojistik hizmetler olurken, Birleşik Arap Emirlikleri bölgesel lojistik merkezi kurmak için en iyi koşullara sahip ülke olarak belirlenmiştir.

Mešić vd. (2022), CRITIC ve MARCOS yöntemleri ile Batı Balkan ülkelerinin LPI'lerinin karşılaştırmalı analizini ve sıralamasını yapmışlardır. CRITIC yöntemi ile yapılan ağırlıklandırma sonucunda en önemli kriter zamanındalık olmuştur. MARCOS yöntemi ile yapılan sıralamada ise, Sırbistan Batı Balkanlar'daki en iyi lojistik performansına sahip olurken bunu Bosna-Hersek, Karadağ, Kuzey Makedonya ve Arnavutluk takip etmiştir.

Gögebakan (2022), Dünya Bankası'nın 2022 yılı LPI verilerini kullanarak, 160 ülkenin lojistik performanslarını yeniden sıraladığı ve değişkenlerin önem derecelerini belirlediği bir çalışma yapmıştır. Entropi yöntemi ile lojistik performans üzerinde en etkili değişken altyapı olarak bulunmuştur. TOPSIS yöntemi ile yapılan sıralamada ise lojistik performans endeksine göre 65 ülkenin sıralaması yükselirken 76 ülkenin sıralaması düşmüştür.

Miškić vd. (2023), duyarlılık analizine de vurgu yaparak AB ülkelerinin LPI'ni değerlendiren MEREK ve MARCOS yöntemlerinin entegre bir modelini geliştirmiştir. Çalışmada önerilen modelin sonuçlarına göre Almanya lojistik performans endeksi açısından ilk sırada yer almıştır. Duyarlılık analizi, AB ülkelerinin lojistik performans endeksi sıralamasının gözlenen kriterlerin ağırlık değerine göre değiştiğini göstermiştir.

Tablo 1'de çeşitli ÇKKV yöntemleri kullanılarak yapılmış olan gerek ulusal gerekse uluslararası alanda yapılan ampirik çalışmalar ve bu çalışmalarla ilgili ayrıntılara yer verilmiştir. Yapılmış olan literatür özeti dikkate alındığında, 2023 yılı verileri kullanılarak Entropi ve CoCoSo yöntemleri kapsamında lojistik performansı inceleyen ve değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla, bu açıdan çalışmanın özgün bir değere sahip olduğu ifade edilebilir.

Tablo 1
Literatür Taraması Özeti

	Çalışmanın Amacı	Kullanılan Yöntem(ler)	Kriter(ler)	Bulgu(lar)
(Yu ve Hsiao, 2016, s. 98)	Önerilen yeni yaklaşımla, ülkelerin gelir düzeylerini dikkate alarak LPI verimliliğini değerlendirmek.	Meta-DEA-AR	Gümrük, altyapı, sevkiyat, yetkinlik, izleme ve takip, lojistik maliyetleri, zamanındalık	Çalışmada önerilen Meta-DEA-AR yaklaşımı ile elde edilen sıralamalar Dünya Bankası LPI sıralamalarıyla kıyaslandığında sonuçlar oldukça benzer bulunmuştur.
(Martí vd., 2017, s. 169)	Genel lojistik performansının sentetik bir endeksini (DEA-LPI) hesaplamak ve ülkelerin lojistik performansı (LPI) ile kıyaslamak amacıyla bir yaklaşım önermek. Gelir ve coğrafi konum gibi değişkenlerin kullanılması durumunda ortaya çıkabilecek potansiyel farklılıkları da analiz etmek.	DEA	Gümrük, altyapı, lojistik kalitesi ve yetkinliği, zamanındalık, izleme ve takip, uluslararası sevkiyat	Araştırma sonuçları, lojistik performansının gelir ve coğrafi konumdan büyük bir ölçüde etkilendiğini ortaya koymuştur. Yüksek gelirli ülkeler en iyi performans gösteren ülkeler grubunda yer almıştır ve bu performansın en iyi olduğu ülkeler arasında Avrupa Birliği'nin hâkim olduğu görülmektedir.
(Rezaei vd., 2018, s. 158)	Best-Worst yöntemi ile LPI'nin altı temel bileşenine ağırlıklar atamak.	BWM	Gümrük, altyapı, lojistik hizmetler, zamanındalık, izleme ve takip, uluslararası sevkiyat	Elde edilen ağırlıklar arasında altyapı bileşeni en yüksek ağırlığa sahipken, izleme ve takip bileşeni en düşük ağırlığa sahip olmuştur.
(Özmen, 2019, s. 1)	OECD ülkelerinin lojistik rekabetçiliğini, geliştirilen TODIM yöntemi ile lojistik performans alanları ve lojistik taşıma hacimleri ana kriterleri dikkate alınarak değerlendirmek.	Mahalanobis uzaklığı kullanılarak geliştirilmiş TODIM ve geleneksel TODIM	Gümrük, altyapı, uluslararası sevkiyat, lojistik kalitesi ve yetkinliği, izleme ve takip, zamanındalık, yük taşıma hacmi, konteyner taşıma hacmi, yolcu taşıma hacmi	Lojistik performans alanında en önemli kriter lojistik kalitesi ve yetkinliği olurken, lojistik taşıma hacminde en önemli kriter yük taşıma hacmi olmuştur. Geleneksel TODIM ve geliştirilmiş TODIM ile elde edilen sıralamalarda farklılıklar oluşurken, her iki yöntemde de lojistik performans sıralamasında Almanya ilk, Fransa ise ikinci sırada yer almıştır. Bulgulara göre, en önemli kriter altyapı olmuştur. Ülkelerin lojistik performans sıralamasında ise ilk sırada Almanya yer almıştır.
(Ulutaş ve Karaköy, 2019, s. 49)	Entegre bir ÇKKV modeli kullanılarak Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performans endekslerini değerlendirmek.	CRITIC, SWARA ve PIV	Gümrük, altyapı, lojistik kalitesi ve yetkinliği, zamanındalık, izleme ve takip, uluslararası sevkiyat	Bulgulara göre, en önemli kriter altyapı olmuştur. Ülkelerin lojistik performans sıralamasında ise ilk sırada Almanya yer almıştır.
(Kısa ve Ayçin, 2019, s. 301)	OECD ülkelerinin lojistik performanslarını, ÇKKV yöntemleri bütünlük olarak uygulanarak değerlendirmek.	Bütünlük SWARA-EDAS yaklaşımı	Uluslararası sevkiyat, altyapı gümrük yönetimi, takip ve izleme, lojistik hizmet kalitesi, zamanlama	SWARA yöntemi ile belirlenen ağırlıklara göre kriterler arasından en önemli kriter lojistik hizmet kalitesi olmuştur. EDAS yöntemi ile elde edilen sıralamada ise Almanya lojistik performansı en yüksek ülke olmuştur.

Tablo 2
Literatür Taraması Özeti (Devamı)

	Çalışmanın Amacı	Kullanılan Yöntem(ler)	Kriter(ler)	Bulgu(lar)
(Yıldırım ve Mercangöz, 2020, s. 27)	Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarını 2010-2018 yılları için değerlendirmek ve LPI sıralamalarıyla karşılaştırmak.	ARAS-G ve Bulanık AHP	Gümrük, altyapı, lojistik kalitesi ve yetkinliği, zamanındalık, izleme ve takip, uluslararası sevkiyat	Çalışmada ele alınan kriterler arasında en önemli kriter altyapı, en önemsiz kriter ise izleme ve takip olarak belirlenmiştir. Elde edilen sıralamada ise ilk beş ülke Almanya, Hollanda, İsveç, Japonya ve Birleşik Krallık olmuştur.
(Stojanović ve Puška, 2021, s. 174)	Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerinin 2012-2018 yılları arasındaki lojistik performansını değerlendirmek ve bölgesel lojistik merkezi kurmak için en iyi ülkeyi belirlemek.	CRITIC ve MABAC	Gümrük, altyapı, lojistik hizmetler, zamanındalık, izleme ve takip, uluslararası sevkiyat	Bulgulara göre en yüksek ağırlığa sahip kriter lojistik hizmetler olurken, Birleşik Arap Emirlikleri bölgesel lojistik merkezi kurmak için en iyi koşullara sahip ülke olarak belirlenmiştir.
(Mešić vd., 2022, s. 13)	Batı Balkan ülkelerinin lojistik performans endekslerinin karşılaştırmalı analizini ve sıralamasını yapmak.	CRITIC ve MARCOS	Gümrük, altyapı, sevkiyat düzenleme kolaylığı, lojistik hizmet kalitesi, izleme ve takip, zamanındalık	CRITIC yöntemi ile yapılan ağırlıklılandırma sonucunda en önemli kriter zamanındalık olmuştur. MARCOS yöntemi ile yapılan sıralamada ise, Sırbistan Batı Balkan'lardaki en iyi lojistik performansına sahip olurken bunu Bosna-Hersek, Karadağ, Kuzey Makedonya ve Arnavutluk takip etmiştir.
(Gögebakan , 2022, s. 146)	Dünya Bankası'nın 2022 yılı LPI verilerini kullanarak, 160 ülkenin lojistik performanslarını yeniden sıralamak ve değişkenlerin önem derecelerini belirlemek.	ENTROPİ ve TOPSIS	Gümrük, altyapı, uluslararası gönderiler, lojistik hizmet kalitesi, izleme ve takip, zamanında iletim	Lojistik performansı üzerinde en etkili değişken altyapı olarak bulunmuştur. TOPSIS yöntemi ile yapılan sıralamada lojistik performans endeksine göre 65 ülkenin sıralaması yükselirken 76 ülkenin sıralaması düşmüştür.
(Miškić vd., 2023, s. 258)	Duyarlılık analizine de vurgu yaparak Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performans endeksini değerlendiren entegre bir ÇKKV modeli geliştirmek.	MEREC ve MARCOS	Gümrük, altyapı, sevkiyat düzenleme kolaylığı, lojistik hizmet kalitesi, izleme ve takip, zamanındalık	Çalışmada önerilen entegre modelin sonuçlarına göre Almanya lojistik performans endeksi açısından ilk sırada yer almıştır. Duyarlılık analizi, AB ülkelerinin lojistik performans endeksi sıralamasının gözlenen kriterlerin ağırlık değerine göre değiştiğini göstermiştir.

Lojistik Performans Kavramı

Lojistik kavramı ilk olarak askeri alanda kullanılan bir terim olarak ortaya çıkmış olup 1960'lı yıllardan itibaren askeri literatürden çıkararak ülke ekonomileri ve sosyal hayat için kritik bir rol oynamıştır. Özellikle küreselleşmenin etkisiyle uluslararası ticaretin hızla gelişmesi lojistiği organizasyonlar açısından tedarik zinciri yönetiminin kritik bir değişkeni haline getirmiştir (Satılmış, 2023, s. 2). Lojistik kavramı; mal ve hizmetlerin müşteri ihtiyaçları doğrultusunda, doğru zamanda, doğru yerde, doğru miktarda, doğru maliyetle ve doğru şekilde taşınması ve depolanması için gerekli prosedürleri planlama, uygulama ve denetleme sürecini ifade eder (Satılmış, 2023, s. 2). Lojistik; satın alma faaliyetleri, bilgi iletişimi ve yönetimi, müşteri siparişlerinin alınması, mal bedellerinin tahsil edilmesi, gümrük ve doğrudan geçiş belgelerinin düzenlenmesi, paketleme, sevkiyat, depolama ve işlemlerin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini içerir (Altıntaş, 2021, s. 119).

Lojistiğin genel amacı, tüm lojistik faaliyetlerini etkin, etkili ve verimli bir şekilde en az maliyetle sürdürerek müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkarmaktır (Altıntaş, 2021, s. 119). Odak noktası, müşteri ihtiyaçlarını en üst düzeyde esneklik ve hassasiyetle karşılamaktır (Yüksel, 2022, s. 7). Lojistiğin stratejik bir öneme sahip olduğu ve müşteriye değer yaratmadan kritik bir rol oynadığı düşünülmektedir. Organizasyonlar, sürekli değişen müşteri ihtiyaçlarına daha etkili bir şekilde yanıt verebilmek adına lojistik sistemlerini uygun hale getirmelidir. Lojistik hizmetler, malzeme ve bilgi akışının planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi süreçlerini ifade eder. Lojistiğin temel hizmetleri şu şekildedir (Türkmen, 2023, s. 8-12):

- Taşıma: İki nokta arasında gerçekleştirilen ulaşımdır. Başlangıç noktasından başlayıp gerekli evrakların hazırlanmasını içeren ve nihai tüketim noktasına kadar devam eden süreçtir.
- Depolama, antrepo ve elleçleme: Depolama; tedarik zincirinin her aşamasında bulunan, ürünlerin stoklanması ve bekletilmesi sürecidir. Antrepo; gümrük mevzuatına tabi ürünlerin gümrük denetimi altında bulunduğu yerdir. Elleçleme ise; gümrük gözetimi altındaki ürünlerin temel özelliklerini değiştirmeden “yer değiştirilmesi, istiflenmesi, büyük kaplardan küçük kaplara transfer edilmesi, kapların yenilenmesi veya tamiri, havalandırılması, karıştırılması ve benzeri işlemleri” ifade eder.
- Ambalajlama ve paketleme: Ürünleri korumak, hijyen standartlarına uygunluğunu sağlamak, taşımayı kolaylaştırmak ve pazarlama fonksiyonuna katkıda bulunmak için yapılan bir işlemdir.
- Envanter yönetimi: Temel amacı müşteri taleplerini karşılamak için yeterli stoğu sağlamak ve bu süreçte maliyeti ekli bir şekilde kontrol etmektir.
- Sipariş izleme: Lojistik faaliyetlere değer katan ve müşteri ilişkilerini ön planda tutan bir lojistik faaliyettir. Hem satıcı hem de alıcı açısından, siparişin alınmasından teslim anına kadar olan süreci içerir.
- Müşteri hizmetleri: Müşteri talepleri, şikayetleri, iade süreçleri, teknik destek, satış sonrası hizmetler ve geri bildirim hizmetlerini içeren bir lojistik faaliyettir.
- Sigortalama: Lojistikte hukuki bir zorunluluk olan bu faaliyet, alıcı ve satıcı arasındaki sorumlulukları düzenleyen ve lojistik hizmet sağlayıcı tarafından güvence altına alınan bir süreçtir.
- Gümrükleme: Devletlerin gümrük sahalarında uyguladığı mevzuatlara göre yürütülen ve lojistik operasyonlarına destek sağlayan bir faaliyettir.
- Talep tahmini: Organizasyonların kaynaklarını etkili bir şekilde kullanabilmesi ve satış hedeflerine ulaşabilmesi için, ürünlere olan talebi öngörebilmek adına geçmiş müşteri taleplerine odaklanması gerekmektedir.

Lojistik faaliyetler küreselleşmenin etkisiyle giderek daha önemli hale gelmiştir. Bu durum ülkelerin lojistik performanslarının da önemini artırmıştır (Satılmış, 2023, s. 2). Lojistik performans kavramı; lojistik hizmetlerin kalitesi ve etkinliğiyle birlikte, nihai ürünlerin üretim noktasından tüketim noktasına başarılı bir

şekilde ve belirlenen zaman çerçevesinde ulaştırılmasının ölçümünü içerir. Ülkelerin lojistik sektörünün gelişmiş olması, uluslararası ticarete başarı elde edebilmeleri açısından önem arz etmektedir. Lojistik performans, bir ülkenin ekonomik gelişimi ve rekabetçiliği açısından önemli bir göstergedir. Lojistik performansı yüksek olan ülkeler, uluslararası ticarete daha başarılı olma ve doğrudan yabancı yatırımları çekme gibi avantajlara sahiptir. Lojistik sektörünün gelişmiş olması, ürünlerin daha hızlı ve düşük maliyetle taşınmasını, gümrük işlemlerinin daha kolay ve hızlı gerçekleşmesini ve tedarik zincirinin daha verimli işlemlerini sağlar (Yüksel, 2022, s. 2).

Lojistik performansı ölçmek üzere kullanılan, ticaret akışları ve üretkenlik gibi somut ölçümlerden müşteri memnuniyeti gibi daha subjektif ölçümlere kadar değişen çeşitli yöntemler bulunmaktadır (Rezaei vd., 2018, s. 158; Oğuz vd., 2019, s. 500). 2007 yılında Dünya Bankası tarafından, uluslararası ticaretin gelişimini teşvik etmek ve rekabet gücünü artırmak amacıyla Lojistik Performans Endeksi geliştirilmiştir (Oğuz vd., 2019, s. 500). Dünya Bankası tarafından ülkelerin LPI sıralaması ilk kez 2007'de, ikinci sıralama ise 2010'da gerçekleştirilmiş olup sonrasında 2012, 2014, 2016, 2018 ve 2023 yıllarında sıralamalar yayınlanmıştır. Ülkelerin LPI sıralaması, lojistik ve ticaret alanındaki performanslarını karşılaştırmak, zorlukları belirlemek ve bunlara karşı çözüm önerileri geliştirmek için önemli bir araçtır. Ülkelerin LPI puanları 6 farklı bileşene göre hesaplanır ve Dünya Bankası LPI raporunda yayınlanır. Bu bileşenlerin açıklamaları aşağıda yer almaktadır (Martı vd., 2014, s. 2984-2985; Rezaei vd., 2018, s. 159; Türkmen, 2023, s. 14-20; Manavgat ve Demirci, 2021, s. 1856):

- Altyapı: Uluslararası ticarete ulaşım, bilgi teknolojileri ve telekomünikasyon altyapısının kalitesi önem arz eder. Ulaşım, havaalanları, limanlar, karayolları ve demiryollarının etkinliğinin yanı sıra depolama ve yükleme imkanlarının yeterliliği de ele alınır.
- Uluslararası sevkiyat: Uluslararası gönderilerin rekabetçi fiyatlarla düzenlenmesinin kolaylığını ölçer.
- Lojistik hizmetlerin kalitesi: lojistik hizmetlerin kalitesini değerlendiren bu faktör, müşteri memnuniyeti ve güveni için önemli bir faktördür. Lojistik hizmetlerin kalitesini değerlendirmek için, organizasyon yapısı içindeki belirli paydaşların davranışları incelenir. Bu değerlendirme, organizasyonlar ile tüketiciler arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde düzenlemeyi amaçlar.
- İzleme ve takip: Gönderilerin izlenmesi ve takip edilebilirliğini değerlendiren bu faktör, her sevkiyatın tam konumunun, nihai müşteriye teslimatına kadar anlık olarak takip edilmesini içerir.
- Zamanında teslimat: Teslim sürelerinin zamanında olup olmadığını değerlendirir. Sevkiyatların zamanında teslim edilmesi önemli bir müşteri memnuniyeti faktörüdür.
- Gümrük: Gümrük ve sınır prosedürleri, ürünlerin ülkeye giriş çıkışını kolaylaştıran süreçlerin etkinliğini ölçer. Gümrük işlemlerinin verimliliğini, karmaşıklığını ve öngörülebilirliğini değerlendirir.
- Ülkelerin LPI puanlarının hesaplanması, bu altı bileşenin her birinin normalleştirilmiş puanlarının bileşen yükleriyle çarpılarak toplanmasına dayanmaktadır.

Yöntem

Çalışmada, Entropi tabanlı CoCoSo yaklaşımı önerilmiştir. Entropi yöntemi, veri setindeki bilgiyi analiz ederek kriter ağırlıklarını nesnel bir şekilde değerlendirmeye olanak sağlar ve böylece subjektiflikten kaynaklanan hataları minimize eder. Bu yönüyle çalışmanın veri setine uygunluk sağlamaktadır. CoCoSo yöntemi ise farklı kriterlerin etkilerini entegre bir şekilde ele alır ve alternatifler arasında dengeyi optimize ederek kapsamlı bir değerlendirme sunar.

Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi

Entropi, Claude Shannon tarafından geliştirilmiş bir kavramdır ve sistem içerisindeki düzensizliği analitik olarak ölçmek için kullanılır. Bilgi Entropisine göre, çoklu kriter içeren sistemlerin optimum çözümü, doğru ve kaliteli bilgiye dayalıdır (Göğebakan, 2022, s. 148). Karar verme sürecinde kriterlerin nesnel ağırlıklarını belirlemek için Entropi yöntemi kullanılır (Wang vd., 2022, s. 5). Entropi kavramı, bir mesajın beklenen bilgisel içeriğindeki var olan belirsizliği ifade etmekte olup bu belirsizliklerin azaltılarak, önemli bilginin ön plana çıkarılmasına imkân tanımaktadır (Asl vd., 2012, s. 518; Gök-Kısa ve Perçin, 2018). Yöntemin en önemli özelliği ise, çok farklı ölçeklerde ve çok farklı veri gruplarında kullanılabilme özelliğine sahip olmasıdır. Entropi ağırlıklandırma yöntemi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Organ ve Kaçaroğlu, 2020, s. 30).

1. Adım: Karar matrisi hazırlanması

Öncelikle, m adet alternatif ve n adet kriterden oluşan Eşitlik 1'de gösterildiği gibi $m \times n$ tipinde bir matris oluşturulur.

$$X = [x_{ij}] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Burada x_{ij} i. alternatifin j. kritere göre performansını ifade eder.

2. Adım: Karar matrisinin normalizasyonu

Ölçüm birimlerindeki farklılıkları elimine etmek üzere normalizasyon işlemi yapılarak Eşitlik 2'deki p_{ij} değerleri hesaplanır ve $P = [p_{ij}]$ matrisi oluşturulur.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^n x_{ij}}; \forall j \quad (2)$$

3. Adım: Entropi değerlerinin hesaplanması

Her bir kritere ilişkin e_j Entropi değerleri Eşitlik 3'teki gibi hesaplanır.

$$e_j = -\frac{\sum_{j=1}^n p_{ij} \cdot \ln(p_{ij})}{\ln(n)} \quad (3)$$

4. Adım: Çeşitliliğin derecesi olarak belirsizliğin hesaplanması

Eşitlik 4 kullanılarak d_j değerleri hesaplanır.

$$d_j = 1 - E_j; \forall j \quad (4)$$

5. Adım: Ağırlık değerlerinin hesaplanması

Eşitlik 5 kullanılarak w_j kriterlerin ağırlıkları hesaplanır.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (5)$$

Birleşik Uzlaşma Çözümü (CoCoSo) Yöntemi

CoCoSo yöntemi, çeşitli kriterleri içeren karar verme durumlarında çeşitli alternatifleri değerlendirmek, sıralamak ve aralarından seçim yapmak için kullanılan bir karma uzlaşık karar verme aracıdır. Yöntem, entegre basit toplamli ağırlıklandırma ve üstel ağırlıklandırılmış ürün modeline dayanmaktadır (Yazdani vd., 2019; Turanlı vd., 2023, s. 86). CoCoSo yönteminin uygulamasında izlenmesi gereken adımlar şöyledir (Yazdani vd.);

Adım 1: Karar matrisi hazırlanması

Alternatif m ve kriterler n adet olmak üzere Eşitlik 6'daki gibi mxn tipinde bir karar matrisi oluşturulur.

$$X = [x_{ij}] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Burada x_{ij} i. alternatifin j. kritere göre performansını ifade eder.

Adım 2: Karar matrisi normalize edilmesi

Fayda kriterlerinde Eşitlik 7, maliyet kriterlerinde Eşitlik 8 kullanılarak karar matrisi normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (7)$$

$$r_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (8)$$

Adım 3: S_i ve P_i değerlerinin elde edilmesi

S_i değeri gri ilişkisel yaklaşımı, P_i değeri ise WASPAS çarpımsal özelliği göz önünde bulundurularak hesaplanır. S_i değeri Eşitlik 9 ve P_i değeri ise Eşitlik 10 kullanılarak hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (9)$$

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

Adım 4: Alternatiflerin görel performanslarının (değerlendirme stratejilerinin) hesaplanması

Eşitlik 11-13'teki 3 değerlendirme stratejisi kullanılarak alternatiflerin görel performansları hesaplanır.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (11)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i} \quad (12)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1 - \lambda)(P_i)}{(\lambda \max_i S_i + (1 - \lambda) \max_i P_i)} \quad (13)$$

Eşitlik 13'te λ değeri karar vericiler tarafından seçilmekle beraber genellikle 0,5 olarak seçilir.

Adım 5: Alternatiflerin nihai performanslarının ölçülmesi (k_i)

Eşitlik 14 ile alternatiflerin k_i nihai görece performans değerleri hesaplanır.

$$k_i = (k_{ia}k_{ib}k_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad (14)$$

Alternatifler k_i değerlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır. En büyük k_i değerine sahip olan alternatif en iyi performansa sahip alternatiftir.

İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama (TOPSIS) Yöntemi

TOPSIS, Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilmiş ve yaygın olarak kullanılan bir ÇKKV yöntemidir. Yöntemin asıl amacı, pozitif ideal ve negatif ideal çözümleri belirlemektir. Pozitif ideal çözüm, fayda kriterlerini maksimize ederken maliyet kriterlerini minimize eden çözümdür. Negatif ideal çözüm ise tam tersi olarak maliyet kriterlerini maksimize eden ve fayda kriterlerini minimize eden çözümdür. En uygun alternatif, pozitif ideal çözüme en kısa mesafede ve negatif ideal çözüme en uzak mesafede olan alternatiftir (Wang ve Lee, 2007).

TOPSIS yönteminin adımları aşağıda verilmiştir (Hwang ve Yoon, 1981; Eraslan, 2015; Yerli ve Öztürk, 2023).

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

İlk adımda m adet alternatif ve n adet kriterden oluşan bir karar matrisi (D) oluşturulur. Karar matrisi Eşitlik 15'te gösterilmiştir.

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ d_{i1} & d_{i2} & \dots & d_{in} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mn} \end{bmatrix} = [d_{ij}]; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

Adım 2: Normalize karar matrisinin oluşturulması

Bu adım, kriterlerin $[0,1]$ aralığında değerlere dönüştürülmesini içerir. Karar matrisi, Eşitlik 16 kullanılarak normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m d^2_{ij}}} \quad (16)$$

Normalize edilmiş karar matrisi (R) aşağıdaki gibidir.

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} = [r_{ij}] \quad (17)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin oluşturulması

Bu adımda ilk olarak değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları (w_i) belirlenir. Daha sonra her bir sütundaki değerler, ilgili ağırlıklar ile çarpılır ($v_{ij} = w_i * r_{ij}$). Böylece ağırlıklı normalize karar matrisi (V) Eşitlik 18'deki gibi elde edilir.

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} = [v_{ij}] \quad (18)$$

Adım 4: Pozitif ideal ve Negatif ideal çözüm değerlerinin belirlenmesi

Yöntemin dördüncü adımında pozitif ideal (A^+) ve negatif ideal (A^-) çözüm değerleri belirlenir. Eğer karar probleminin amacı maksimizasyon ise, pozitif ideal çözüm için matris sütunlarındaki en yüksek değerler, negatif ideal çözüm için ise en düşük değerler alınır. Eğer amacı minimizasyon ise, pozitif ve negatif ideal çözümler için durum tam tersi şekilde ele alınır. Pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri sırasıyla Eşitlik 19 ve Eşitlik 20 kullanılarak hesaplanır.

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_j^+, \dots, v_n^+\} = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (19)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (20)$$

Burada;

A^+ : Her bir sütundaki maksimum değerleri

A^- : Her bir sütundaki minimum değerleri

J : Kriterlerin fayda (maksimizasyon) değerlerini

J' : Kriterlerin maliyet (minimizasyon) değerlerini

ifade etmektedir.

Adım 5: Pozitif ideal ve Negatif ideal noktalara olan uzaklık değerlerinin belirlenmesi

Bu adımda her bir alternatif için pozitif ideal ve negatif ideal noktalara olan uzaklıkları hesaplanır. Bu değerler Öklid mesafesi formülü kullanılarak hesaplanır. Pozitif ideal çözüme uzaklık (S_i^+) ve negatif ideal çözüme uzaklık (S_i^-) sırasıyla Eşitlik 21 ve Eşitlik 22 yardımıyla bulunur.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}; i = 1, 2, \dots, m \quad (21)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}; i = 1, 2, \dots, m \quad (22)$$

Adım 6: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

Son adımda her bir alternatif için ideal çözüme göreli yakınlık değeri bulunur. Bunun için alternatiflerin hem pozitif ideal çözüme olan uzaklıklarından hem de negatif ideal çözüme olan uzaklıklarından yararlanır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerleri (C_i^+) Eşitlik 23'teki gibi elde edilir.

$$C_i^+ = \frac{S_i^+}{(S_i^+ + S_i^-)}, \quad 0 \leq C_i^+ \leq 1 \quad (23)$$

Elde edilen yakınlık değerleri, büyükten küçüğe doğru sıralanır. Sıralamada en üstte yer alan, yani en yüksek yakınlık değerine sahip olan alternatif, en iyi alternatif olarak seçilir.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışma, Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın odak noktası, güncel yıla göre performansların karşılaştırılmasıdır. Bu bağlamda, çalışmanın veri setini, 2023 yılında Dünya Bankası tarafından yayınlanan LPI raporundaki AB ülkelerinin ve Türkiye'nin puanları oluşturmaktadır (The World Bank, 2023). Belirlenen 6 değişken sektörde genel kabul gören ve performansı etkileyen ana faktörleri temsil etmektedir. Tablo 1'de görüldüğü üzere, literatürde belirlenen kriterler ile de uyumludur. Uygulamanın ilk aşamasında, Dünya Bankası'nın LPI hesaplamasında belirlemiş olduğu "altyapı", "uluslararası sevkiyat", "lojistik hizmetlerin kalitesi", "izleme ve takip", "zamanında teslimat" ve "gümrük" kriterlerinin ağırlıkları, Entropi yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. İkinci aşamada, CoCoSo yöntemi kullanılarak, bu kriterlerin ağırlıklarına ilişkin olarak AB ülkelerinin ve Türkiye'nin lojistik performanslarının sıralaması yeniden yapılmıştır. Son olarak değerlendirmenin doğruluğunu ve tutarlılığını test etmek için sonuçlar TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

İlk adımda, Dünya Bankası 2023 LPI raporunda bulunan AB ülkelerinin ve Türkiye'nin, puanlarından oluşan bir karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisi Tablo 2'de paylaşılmıştır.

Tablo 3
Karar Matrisi

Ülkeler/ Kriterler	Gümrük	Altyapı	Uluslararası Sevkiyat	Lojistik Hizmetlerin Kalitesi	Zamanında Teslimat	İzleme ve Takip
Almanya	3,9	4,3	3,7	4,2	4,1	4,2
Avusturya	3,7	3,9	3,8	4	4,3	4,2
Belçika	3,9	4,1	3,8	4,2	4,2	4
Bulgaristan	3,1	3,1	3	3,3	3,5	3,3
Çekya	3	3	3,4	3,6	3,7	3,2
Danimarka	4,1	4,1	3,6	4,1	4,1	4,3
Estonya	3,2	3,5	3,4	3,7	4,1	3,8
Finlandiya	4	4,2	4,1	4,2	4,3	4,2
Fransa	3,7	3,8	3,7	3,8	4,1	4
Hırvatistan	3	3	3,6	3,4	3,2	3,4
Hollanda	3,9	4,2	3,7	4,2	4	4,2
İspanya	3,6	3,8	3,7	3,9	4,2	4,1
İsveç	4	4,2	3,4	4,2	4,2	4,1
İrlanda	3,4	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7
İtalya	3,4	3,8	3,4	3,8	3,9	3,9
Kıbrıs	2,9	2,8	3,1	3,2	3,5	3,4
Letonya	3,3	3,3	3,2	3,7	4	3,6
Litvanya	3,2	3,5	3,4	3,6	3,6	3,1
Lüksemburg	3,6	3,6	3,6	3,9	3,5	3,5
Macaristan	2,7	3,1	3,4	3,1	3,6	3,4
Malta	3,4	3,7	3	3,4	3,2	3,4
Polonya	3,4	3,5	3,3	3,6	3,9	3,8
Portekiz	3,2	3,6	3,1	3,6	3,6	3,2
Romanya	2,7	2,9	3,4	3,3	3,6	3,5
Slovakya	3,2	3,3	3	3,4	3,5	3,3
Slovenya	3,4	3,6	3,4	3,3	3,3	3
Yunanistan	3,2	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9
Türkiye	3	3,4	3,4	3,5	3,6	3,5

Adım 2: Karar matrisi normalize edilmesi

Uygulamanın bu adımında, Eşitlik 2 ile karar matrisi normalize edilerek, Tablo 3'te normalize karar matrisi paylaşılmıştır.

Tablo 4
Normalize Karar Matrisi

Ülkeler/ Kriterler	Gümrük	Altyapı	Uluslararası Sevkiyat	Lojistik Hizmetlerin Kalitesi	Zamanında Teslimat	İzleme ve Takip
Almanya	0,041	0,043	0,038	0,041	0,039	0,041
Avusturya	0,039	0,039	0,039	0,039	0,040	0,041
Belçika	0,041	0,041	0,039	0,041	0,039	0,039
Bulgaristan	0,033	0,031	0,031	0,032	0,033	0,032
Çekya	0,032	0,030	0,035	0,035	0,035	0,031
Danimarka	0,043	0,041	0,037	0,040	0,039	0,042
Estonya	0,034	0,035	0,035	0,036	0,039	0,037
Finlandiya	0,042	0,042	0,042	0,041	0,040	0,041
Fransa	0,039	0,038	0,038	0,037	0,039	0,039
Hırvatistan	0,032	0,030	0,037	0,033	0,030	0,033
Hollanda	0,041	0,042	0,038	0,041	0,038	0,041
İspanya	0,038	0,038	0,038	0,038	0,039	0,040
İsveç	0,042	0,042	0,035	0,041	0,039	0,040
İrlanda	0,036	0,035	0,037	0,035	0,035	0,036
İtalya	0,036	0,038	0,035	0,037	0,037	0,038
Kıbrıs	0,030	0,028	0,032	0,031	0,033	0,033
Letonya	0,035	0,033	0,033	0,036	0,038	0,035
Litvanya	0,034	0,035	0,035	0,035	0,034	0,030
Lüksemburg	0,038	0,036	0,037	0,038	0,033	0,034
Macaristan	0,028	0,031	0,035	0,030	0,034	0,033
Malta	0,036	0,037	0,031	0,033	0,030	0,033
Polonya	0,036	0,035	0,034	0,035	0,037	0,037
Portekiz	0,034	0,036	0,032	0,035	0,034	0,031
Romanya	0,028	0,029	0,035	0,032	0,034	0,034
Slovakya	0,034	0,033	0,031	0,033	0,033	0,032
Slovenya	0,036	0,036	0,035	0,032	0,031	0,029
Yunanistan	0,034	0,037	0,039	0,037	0,037	0,038
Türkiye	0,032	0,034	0,035	0,034	0,034	0,034

Adım 3: Entropi değerlerinin hesaplanması

Her bir kritere ilişkin Entropi değerlerini hesaplamak üzere Eşitlik 3 kullanılmıştır. Öncelikle normalize edilen karar matrisindeki her bir değer, kendi değerinin doğal logaritması ile çarpılarak Tablo 4'teki matris elde edilmiştir. Sonraki adımda, bu matris kullanılarak her kriterin Entropi değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 5
Entropi Değerleri

Ülkeler/ Kriterler	Gümrük	Altyapı	Uluslararası Sevkiyat	Lojistik Hizmetlerin Kalitesi	Zamanında Teslimat	İzleme ve Takip
Almanya	-0,131	-0,135	-0,125	-0,130	-0,125	-0,130
Avusturya	-0,126	-0,126	-0,127	-0,126	-0,130	-0,130
Belçika	-0,131	-0,131	-0,127	-0,130	-0,128	-0,126
Bulgaristan	-0,112	-0,107	-0,108	-0,110	-0,112	-0,110
Çekya	-0,109	-0,105	-0,117	-0,117	-0,117	-0,108
Danimarka	-0,136	-0,131	-0,122	-0,128	-0,125	-0,132
Estonya	-0,114	-0,117	-0,117	-0,119	-0,125	-0,122
Finlandiya	-0,133	-0,133	-0,134	-0,130	-0,130	-0,130
Fransa	-0,126	-0,124	-0,125	-0,121	-0,125	-0,126
Hırvatistan	-0,109	-0,105	-0,122	-0,112	-0,105	-0,112
Hollanda	-0,131	-0,133	-0,125	-0,130	-0,123	-0,130
İspanya	-0,124	-0,124	-0,125	-0,123	-0,128	-0,128
İsveç	-0,133	-0,133	-0,117	-0,130	-0,128	-0,128
İrlanda	-0,119	-0,117	-0,122	-0,117	-0,117	-0,119
İtalya	-0,119	-0,124	-0,117	-0,121	-0,121	-0,124
Kıbrıs	-0,106	-0,100	-0,110	-0,107	-0,112	-0,112
Letonya	-0,117	-0,112	-0,113	-0,119	-0,123	-0,117
Litvanya	-0,114	-0,117	-0,117	-0,117	-0,115	-0,105
Lüksemburg	-0,124	-0,119	-0,122	-0,123	-0,112	-0,115
Macaristan	-0,101	-0,107	-0,117	-0,105	-0,115	-0,112
Malta	-0,119	-0,122	-0,108	-0,112	-0,105	-0,112
Polonya	-0,119	-0,117	-0,115	-0,117	-0,121	-0,122
Portekiz	-0,114	-0,119	-0,110	-0,117	-0,115	-0,108
Romanya	-0,101	-0,102	-0,117	-0,110	-0,115	-0,115
Slovakya	-0,114	-0,112	-0,108	-0,112	-0,112	-0,110
Slovenya	-0,119	-0,119	-0,117	-0,110	-0,108	-0,103
Yunanistan	-0,114	-0,122	-0,127	-0,121	-0,121	-0,124
Türkiye	-0,109	-0,115	-0,117	-0,114	-0,115	-0,115
<i>e_j</i>	0,9980	0,9979	0,9991	0,9988	0,9989	0,9984

Adım 4: Çeşitliliğin derecesi olarak belirsizliğin hesaplanması

Eşitlik 4'teki gibi, 1'den bir önceki adımda bulunan Entropi değerleri çıkarılarak d_j değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 6
 d_j Değerleri

Kriterler	Gümrük	Altyapı	Uluslararası Sevkiyat	Lojistik Hizmetlerin Kalitesi	Zamanında Teslimat	İzleme ve Takip
d_j	0,0020	0,0021	0,0009	0,0012	0,0011	0,0016

Adım 5: Ağırlık değerlerinin hesaplanması

Son adımda her bir kriterin ağırlıklarını hesaplamak üzere Eşitlik 5 kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıkları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 7
Kriterlerin Ağırlıkları

Kriterler	Gümrük	Altyapı	Uluslararası Sevkiyat	Lojistik Hizmetlerin Kalitesi	Zamanında Teslimat	İzleme ve Takip
w_j	0,2208	0,2311	0,1048	0,1345	0,1259	0,1829

Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlıklara göre en önemli kriter 0,2311 ile altyapı olmuştur. Elde edilen bu sonuç, literatürde yer alan diğer çalışmalarla uyumludur (Rezaei vd., 2018, s. 158; Ulutaş ve Karaköy, 2019, s. 49); Yıldırım ve Mercangöz, 2020, s. 27; Mešić vd., 2022, s. 13). En az öneme sahip kriter ise 0,1048 ile uluslararası sevkiyat olarak bulunmuştur. Kriterlerin ağırlıkları, ülkelerin lojistik performanslarına olan etkisine olan katkısını belirlemektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda, başta altyapı kriteri olmak üzere en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriterlere öncelik verilmesi ve bu kriterlere yönelik iyileştirmelerin yapılması, ülkelerin lojistik performansını artırmada önemli katkılar sağlayacaktır.

CoCoSo Yöntemi ile AB Ülkelerinin ve Türkiye'nin Lojistik Performans Sıralaması

Uygulamanın bu kısmında, Entropi ağırlıklandırma yöntemi sonucunda belirlenen kriter ağırlıklarına göre AB ülkelerinin ve Türkiye'nin lojistik sıralaması CoCoSo yöntemi ile elde edilmiştir.

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Bu aşamada oluşturulan karar matrisi, Entropi yöntemindeki Tablo 2'de verilen karar matrisi ile aynıdır.

Adım 2: Karar matrisi normalize edilmesi

Çalışmada ele alınan kriterlerin tümü fayda yönlü varsayılmıştır. Dolayısıyla karar matrisi normalize edilirken Eşitlik 7 kullanılmıştır. Elde edilen normalize karar matrisi Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 8
Normalize Karar Matrisi

Ülkeler/ Kriterler	Gümrük	Altyapı	Uluslararası Sevkiyat	Lojistik Hizmetlerin Kalitesi	Zamanında Teslimat	İzleme ve Takip
Almanya	0,857	1,000	0,636	1,000	0,818	0,923
Avusturya	0,714	0,733	0,727	0,818	1,000	0,923
Belçika	0,857	0,867	0,727	1,000	0,909	0,769
Bulgaristan	0,286	0,200	0,000	0,182	0,273	0,231
Çekya	0,214	0,133	0,364	0,455	0,455	0,154
Danimarka	1,000	0,867	0,545	0,909	0,818	1,000
Estonya	0,357	0,467	0,364	0,545	0,818	0,615
Finlandiya	0,929	0,933	1,000	1,000	1,000	0,923
Fransa	0,714	0,667	0,636	0,636	0,818	0,769
Hırvatistan	0,214	0,133	0,545	0,273	0,000	0,308
Hollanda	0,857	0,933	0,636	1,000	0,727	0,923
İspanya	0,643	0,667	0,636	0,727	0,909	0,846
İsveç	0,929	0,933	0,364	1,000	0,909	0,846
İrlanda	0,500	0,467	0,545	0,455	0,455	0,538
İtalya	0,500	0,667	0,364	0,636	0,636	0,692
Kıbrıs	0,143	0,000	0,091	0,091	0,273	0,308
Letonya	0,429	0,333	0,182	0,545	0,727	0,462
Litvanya	0,357	0,467	0,364	0,455	0,364	0,077
Lüksemburg	0,643	0,533	0,545	0,727	0,273	0,385
Macaristan	0,000	0,200	0,364	0,000	0,364	0,308
Malta	0,500	0,600	0,000	0,273	0,000	0,308
Polonya	0,500	0,467	0,273	0,455	0,636	0,615
Portekiz	0,357	0,533	0,091	0,455	0,364	0,154
Romanya	0,000	0,067	0,364	0,182	0,364	0,385
Slovakya	0,357	0,333	0,000	0,273	0,273	0,231
Slovenya	0,500	0,533	0,364	0,182	0,091	0,000
Yunanistan	0,357	0,600	0,727	0,636	0,636	0,692
Türkiye	0,214	0,400	0,364	0,364	0,364	0,385

Adım 3: S_i ve P_i değerlerinin hesaplanması

Her bir ülke için, Eşitlik 9 kullanılarak Entropi yönteminden elde edilen ağırlıklara ilişkin ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizisinin toplamı olan S_i ve Eşitlik 10 kullanılarak üstel ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizisinin toplamı olan P_i değerleri bulunmuştur. Elde edilen değerler Tablo 8 ve Tablo 9'da paylaşılmıştır.

Tablo 9
Ağırlıklı Karşılaştırılabilirlik Dizisi ve S_i Değerleri

Ülkeler	Gümrük	Altyapı	Uluslararası Sevkiyat	Lojistik Hizmetlerin Kalitesi	Zamanında Teslimat	İzleme ve Takip	S_i
Almanya	0,189	0,231	0,067	0,135	0,103	0,169	0,893
Avusturya	0,158	0,169	0,076	0,110	0,126	0,169	0,808
Belçika	0,189	0,200	0,076	0,135	0,114	0,141	0,855
Bulgaristan	0,063	0,046	0,000	0,024	0,034	0,042	0,210
Çekya	0,047	0,031	0,038	0,061	0,057	0,028	0,263
Danimarka	0,221	0,200	0,057	0,122	0,103	0,183	0,886
Estonya	0,079	0,108	0,038	0,073	0,103	0,113	0,514
Finlandiya	0,205	0,216	0,105	0,135	0,126	0,169	0,955
Fransa	0,158	0,154	0,067	0,086	0,103	0,141	0,708
Hırvatistan	0,047	0,031	0,057	0,037	0,000	0,056	0,228
Hollanda	0,189	0,216	0,067	0,135	0,092	0,169	0,867
İspanya	0,142	0,154	0,067	0,098	0,114	0,155	0,730
İsveç	0,205	0,216	0,038	0,135	0,114	0,155	0,863
İrlanda	0,110	0,108	0,057	0,061	0,057	0,098	0,492
İtalya	0,110	0,154	0,038	0,086	0,080	0,127	0,595
Kıbrıs	0,032	0,000	0,010	0,012	0,034	0,056	0,144
Letonya	0,095	0,077	0,019	0,073	0,092	0,084	0,440
Litvanya	0,079	0,108	0,038	0,061	0,046	0,014	0,346
Lüksemburg	0,142	0,123	0,057	0,098	0,034	0,070	0,525
Macaristan	0,000	0,046	0,038	0,000	0,046	0,056	0,186
Malta	0,110	0,139	0,000	0,037	0,000	0,056	0,342
Polonya	0,110	0,108	0,029	0,061	0,080	0,113	0,501
Portekiz	0,079	0,123	0,010	0,061	0,046	0,028	0,347
Romanya	0,000	0,015	0,038	0,024	0,046	0,070	0,194
Slovakya	0,079	0,077	0,000	0,037	0,034	0,042	0,269
Slovenya	0,110	0,123	0,038	0,024	0,011	0,000	0,308
Yunanistan	0,079	0,139	0,076	0,086	0,080	0,127	0,586
Türkiye	0,047	0,092	0,038	0,049	0,046	0,070	0,343

Tablo 10
Üstel Ağırlıklı Karşılaştırılabilirlik Dizisi ve Pi Değerleri

Ülkeler	Gümrük	Altyapı	Uluslararası Sevkiyat	Lojistik Hizmetlerin Kalitesi	Zamanında Teslimat	İzleme ve Takip	P_i
Almanya	0,967	1,000	0,954	1,000	0,975	0,985	5,881
Avusturya	0,928	0,931	0,967	0,973	1,000	0,985	5,785
Belçika	0,967	0,967	0,967	1,000	0,988	0,953	5,842
Bulgaristan	0,758	0,689	0,000	0,795	0,849	0,765	3,857
Çekya	0,712	0,628	0,899	0,899	0,905	0,710	4,754
Danimarka	1,000	0,967	0,938	0,987	0,975	1,000	5,868
Estonya	0,797	0,838	0,899	0,922	0,975	0,915	5,346
Finlandiya	0,984	0,984	1,000	1,000	1,000	0,985	5,953
Fransa	0,928	0,911	0,954	0,941	0,975	0,953	5,662
Hırvatistan	0,712	0,628	0,938	0,840	0,000	0,806	3,924
Hollanda	0,967	0,984	0,954	1,000	0,961	0,985	5,851
İspanya	0,907	0,911	0,954	0,958	0,988	0,970	5,687
İsveç	0,984	0,984	0,899	1,000	0,988	0,970	5,825
İrlanda	0,858	0,838	0,938	0,899	0,905	0,893	5,333
İtalya	0,858	0,911	0,899	0,941	0,945	0,935	5,489
Kıbrıs	0,651	0,000	0,778	0,724	0,849	0,806	3,808
Letonya	0,829	0,776	0,836	0,922	0,961	0,868	5,192
Litvanya	0,797	0,838	0,899	0,899	0,880	0,626	4,940
Lüksemburg	0,907	0,865	0,938	0,958	0,849	0,840	5,357
Macaristan	0,000	0,689	0,899	0,000	0,880	0,806	3,275
Malta	0,858	0,889	0,000	0,840	0,000	0,806	3,392
Polonya	0,858	0,838	0,873	0,899	0,945	0,915	5,328
Portekiz	0,797	0,865	0,778	0,899	0,880	0,710	4,929
Romanya	0,000	0,535	0,899	0,795	0,880	0,840	3,949
Slovakya	0,797	0,776	0,000	0,840	0,849	0,765	4,026
Slovenya	0,858	0,865	0,899	0,795	0,739	0,000	4,157
Yunanistan	0,797	0,889	0,967	0,941	0,945	0,935	5,473
Türkiye	0,712	0,809	0,899	0,873	0,880	0,840	5,013

Adım 4: Alternatiflerin görel performanslarının (değerlendirme stratejilerinin) hesaplanması ve nihai performanslarının ölçülmesi (k_i)

Bu adımda her bir ülke için k_a , k_b ve k_c değerlendirme stratejileri Eşitlik 11-13 kullanılarak hesaplanmıştır. Ülkelerin nihai performanslarını belirten k değerleri ise Eşitlik 14 kullanılarak bulunmuştur. Burada λ değeri olarak en çok kullanılan 0,5 değeri alınmıştır ve her bir ülkenin k değerine göre nihai lojistik performans sıralamaları elde edilmiştir. Bulunan değerler ve sıralamalar Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo 11
Görece Performans Değerleri ve Ülkelerin Nihai Lojistik Performans Sıralaması

Ülkeler	k_a	Sıralama	k_b	Sıralama	k_c	Sıralama	k	Sıralama
Almanya	0,0439	2	8,0039	2	0,9806	2	3,7106	2
Avusturya	0,0427	7	7,3826	7	0,9544	7	3,4635	7
Belçika	0,0434	5	7,7283	6	0,9696	5	3,6015	6
Bulgaristan	0,0264	25	2,6390	25	0,5887	25	1,4294	25
Çekya	0,0325	20	3,2773	22	0,7262	20	1,7715	20
Danimarka	0,0438	3	7,9517	3	0,9778	3	3,6893	3
Estonya	0,0380	13	5,2024	13	0,8483	13	2,5809	13
Finlandiya	0,0448	1	8,4526	1	1,0000	1	3,8891	1
Fransa	0,0413	9	6,6471	9	0,9220	9	3,1693	9
Hırvatistan	0,0269	23	2,7841	24	0,6010	23	1,4931	24
Hollanda	0,0435	4	7,8081	4	0,9723	4	3,6327	4
İspanya	0,0416	8	6,8076	8	0,9289	8	3,2334	8
İsveç	0,0433	6	7,7727	5	0,9681	6	3,6164	5
İrlanda	0,0378	15	5,0490	15	0,8432	15	2,5204	15
İtalya	0,0394	10	5,8100	10	0,8806	10	2,8298	10
Kıbrıs	0,0256	26	2,1626	28	0,5721	26	1,2366	27
Letonya	0,0365	16	4,6433	16	0,8153	16	2,3487	16
Litvanya	0,0343	18	3,9114	19	0,7651	18	2,0383	18
Lüksemburg	0,0381	12	5,2831	12	0,8515	12	2,6131	12
Macaristan	0,0224	28	2,2952	27	0,5011	28	1,2351	28
Malta	0,0242	27	3,4126	20	0,5406	27	1,6806	22
Polonya	0,0378	14	5,1059	14	0,8438	14	2,5418	14
Portekiz	0,0342	19	3,9143	17	0,7637	19	2,0383	19
Romanya	0,0269	24	2,5546	26	0,5998	24	1,4056	26
Slovakya	0,0278	22	3,0994	23	0,6217	22	1,6268	23
Slovenya	0,0289	21	3,4073	21	0,6463	21	1,7602	21
Yunanistan	0,0393	11	5,7438	11	0,8771	11	2,8027	11
Türkiye	0,0347	17	3,9135	18	0,7753	17	2,0468	17

Dünya Bankası 2023 LPI raporundaki AB ülkelerinin ve Türkiye'nin sıralaması ve Entropi- CoCoSo yöntemi ile elde edilen sıralama Tablo 11'de verilmiştir. İki sıralamadaki değişiklikler de tabloda yer almaktadır.

Tablo 12
Dünya Bankası 2023 LPI Sıralaması ve Entropi- CoCoSo Sıralaması

	Dünya Bankası 2023 LPI Sıralaması	Örneklemdaki LPI Sıralaması	Entropi- CoCoSo Sıralaması
Finlandiya	2	1	1
Almanya	3	2	2
Danimarka	3	2	3
Hollanda	3	2	4
Avusturya	7	5	7
Belçika	7	5	6
İsveç	7	5	5
Fransa	13	8	9
İspanya	13	8	8
İtalya	19	10	10
Yunanistan	19	10	11
Estonya	26	12	13
İrlanda	26	12	15
Lüksemburg	26	12	12
Polonya	26	12	14
Letonya	34	16	16
Litvanya	38	17	18
Portekiz	38	17	19
Türkiye	38	17	17
Çekya	43	20	20
Hırvatistan	43	20	24
Malta	43	20	22
Slovakya	43	20	23
Slovenya	43	20	21
Bulgaristan	51	25	25
Kıbrıs	51	25	27
Macaristan	51	25	28
Romanya	51	25	26

AB ülkelerinin ve Türkiye'nin Entropi-CoCoSo yöntemi ile elde edilen lojistik performans sıralamasına göre Finlandiya ilk sırada yer almıştır. Bunu Almanya, Danimarka, Hollanda ve İsveç takip etmiştir. Son sırada ise Macaristan yer almıştır. 27 AB ülkesi ve Türkiye'nin örneklemdaki sıralamasıyla Entropi-CoCoSo yöntemi ile elde edilen sıralamaları karşılaştırıldığında, her iki sıralamada da ilk sırada Finlandiya yer almış ve diğer ülkelerin sıralamalarında da çok küçük değişiklikler görülmüştür. Bu değişikliğin sebebi, Dünya Bankası'nın yapmış olduğu LPI puanlamasında, tüm kriterler eşit öneme sahipken, çalışmada ülkelerin lojistik performansının değerlendirilmesinde göreceli önem ağırlıkları Entropi yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Bu durum, sıralamalarda az da olsa etki etmiştir.

TOPSIS Yöntemi ile Lojistik Performans Sıralamalarının Karşılaştırılması

Önerilen Entropi tabanlı CoCoSo metodolojisi kullanılarak gerçekleştirilen değerlendirmenin doğruluğunu ve tutarlılığını test etmek için sonuçlar TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sıralama sonuçları Tablo 12'de verilmiştir. Sıralamalarda ufak değişiklikler görülmektedir. Örneğin, CoCoSo yöntemi ile sıralamada Macaristan son sırada iken, TOPSIS ile 26. Sırada yer almaktadır. CoCoSo ve TOPSIS yöntemleri sıralama farklılıkları, bu iki ÇKKV yönteminin farklı hesaplama süreçlerine sahip olmasından kaynaklı olabilir.

Tablo 12

Dünya Bankası 2023 LPI Sıralaması ve Entropi- TOPSIS Sıralaması

	Dünya Bankası 2023 LPI Sıralaması	Örneklemedeki LPI Sıralaması	Entropi- TOPSIS Sıralaması
Finlandiya	2	1	1
Almanya	3	2	2
Danimarka	3	2	3
Hollanda	3	2	4
İsveç	7	5	5
Belçika	7	5	6
Avusturya	7	5	7
Fransa	13	8	8
İspanya	13	8	9
İtalya	19	10	10
Yunanistan	19	10	11
Lüksemburg	26	12	12
Polonya	26	12	13
İrlanda	26	12	14
Estonya	26	12	15
Malta	34	16	16
Letonya	38	17	17
Slovenya	38	17	18
Portekiz	38	17	19
Litvanya	43	20	20
Türkiye	43	20	21
Slovak	43	20	22
Bulgaristan	43	20	23
Çekya	43	20	24
Hırvatistan	51	25	25
Macaristan	51	25	26
Romanya	51	25	27
Kıbrıs	51	25	28

Sonuç

Ekonominin küreselleşmesi ve uluslararası ticaretin gelişmesiyle birlikte ürün ve pazar çeşitliliği dolayısıyla rekabet de artmıştır. Bu durum, uluslararası ticarete lojistik faaliyetlerini de daha önemli kılmıştır. Hızla değişen ekonomik ve teknolojik koşulların getirdiği rekabet ortamında, artan tüketici taleplerine hızlı bir şekilde cevap verilmek ve nihai ürünleri etkili ve minimum maliyetle ulaştırmak adına lojistik süreçlerin bütünsel bir yaklaşımla planlanması ve yönetilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, lojistik faaliyetlerin etkin bir şekilde yönetilmesi, ülkelerin ekonomik üstünlük elde etmeleri ve rekabet avantajı kazanmaları açısından son derece kritik bir öneme sahiptir.

Bu çalışmada, ÇKKV yöntemlerinden Entropi ve CoCoSo yöntemleri kullanılarak Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının değerlendirilmesi ve elde edilen sonuçların Dünya Bankası 2023 LPI sıralaması ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak Entropi ağırlıklandırma yöntemi ile Dünya Bankası'nın LPI hesaplamasında belirlemiş olduğu kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Daha sonra bulunan kriter ağırlıklarına ilişkin, 27 AB ülkesi ve Türkiye'nin lojistik performans sıralaması CoCoSo yöntemi ile elde edilmiştir. Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlıklar arasından, en önemli kriter altyapı ve en az öneme

sahip kriter ise uluslararası sevkiyat olmuştur. Bu sonuçtan yola çıkarak, ülkelerin lojistik altyapılarına yaptıkları yatırımların lojistik performanslarında önemli katkı sağlayacağı söylenebilir. CoCoSo yöntemi ile AB ülkeleri ve Türkiye için elde edilen sıralamaya göre Finlandiya ilk sırada yer almıştır. Bunu Almanya, Danimarka, Hollanda ve İsveç takip etmiştir. Son sırada ise Macaristan yer almıştır. Türkiye ise 17. sırada yer alarak AB ülkelerinin ortalamasının altında kalmıştır. Bu çalışmada elde edilen sıralamada 2. sırada yer alan Almanya bazı diğer çalışmalarda da ilk 5 sırada yer almıştır (Özmen, 2019, s. 1; Ulutaş ve Karaköy, 2019, s. 49; Kısa ve Ayçin, 2019, s. 301; Yıldırım ve Mercangöz, 2020, s. 27; Miškić vd., 2023, s. 258). Bunun haricinde diğer çalışmaların sonuçlarıyla olan uyumsuzlukların çalışmalarda ele alınan yıl, örneklem ve yöntemlerin farklılıklarından kaynaklandığı söylenebilir.

Dünya Bankası 2023 LPI sıralamasına göre ülkelerin örneklemedeki sıralaması ile Entropi- CoCoSo yöntemi ile elde edilen lojistik performans sıralaması karşılaştırıldığında, her iki sıralamada da ilk sırada Finlandiya yer almış ve diğer ülkelerin sıralamalarında da çok küçük değişiklikler görülmüştür. Bununla birlikte, sıralama sonuçları TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar aynı elde edilmiştir. Bu durum, çalışmada önerilen metodolojinin güvenilir bir araç olduğunu göstermektedir. Çalışma sonuçları, ülkelerin lojistik performanslarını artırmaya yönelik stratejiler geliştirmelerinde ve yapacakları iyileştirmelere dair yol haritası oluşturmalarında bir rehber niteliği taşıyabilir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, Türkiye'nin lojistik performansı AB ülkelerinin ortalamasının altındadır. Sonuçlar doğrultusunda; Türkiye'nin lojistik performansını iyileştirmek için öncelikle altyapı yatırımlarına ağırlık verilmesi gerekmektedir. Ulaşım, depolama ve demiryolu gibi temel lojistik altyapıların geliştirilmesi, uluslararası rekabet avantajı sağlamasına katkıda bulunabilir. Dijitalleşme ve teknoloji entegrasyonu, özellikle izleme, takip ve otomasyon sistemlerinin yaygınlaştırılmasıyla lojistik süreçlerin daha verimli ve maliyet etkin hale getirilmesini sağlayacaktır. Bu gibi adımlar, Türkiye'nin lojistik sektöründe rekabet avantajı kazanmasında ve ekonomik büyümesinde önemli katkılar sağlayacağı söylenebilir.

Çalışmanın kısıtları arasında, kullanılan yöntemlerin veriye dayalı objektif bir analiz sağlarken, kriterler arasındaki ilişkileri yeterince dikkate almaması ve farklı coğrafi ile ekonomik koşulların göz önünde bulundurulmaması, sonuçların geçerliliğini sınırlayabilmektedir. Bu nedenle, gelecekteki araştırmalarda bu kısıtların dikkate alınarak daha kapsamlı incelemeler yapılması önerilmektedir. Ayrıca, konuya ilişkin uzman görüşlerin alınarak alternatif analiz yöntemlerinin kullanılarak değerlendirmeler yapılması, araştırmaların derinliğini artırarak daha zengin ve bilgilendirici sonuçlar elde edilmesine olanak tanıyabilir.

Kaynakça

- 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. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/tsadergisi/issue/61177/738279>
- Asl, M. B., Khalilzadeh, A., Youshanlouei, H. R. and Mood, M. M. (2012). Identifying and ranking the effective factors on selecting Enterprise Resource Planning (ERP) system using the combined Delphi and Shannon Entropy approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 41, 513 – 520. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.063>
- Eraslan, S. (2015). A Decision Making Method via TOPSIS on Soft Sets. *Journal of New results in Science*, 4(8), 57-70. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/jnrs/issue/27522/123293>
- Göğebakan, M. (2022). Ülkelerin lojistik performanslarının Entropi tabanlı TOPSIS yöntemine göre sıralanması. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(2), 146-156. <https://doi.org/10.51513/jitsa.1128888>
- Gök-Kısa, A. C. ve Perçin, S. (2018). Bütünleşik Entropi ağırlık-Vikor yöntemi ile bilişim teknolojisi sektöründe performans ölçümü. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14(1), 1-13. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/esad/issue/38984/456587>
- Hwang, C. L. ve Yoon, K. (1981). *Multiple attributes decision making methods and applications*. Berlin: Springer-Verlag.
- Kırbaç, G. (2023). Analyzing of global logistics performance index (LPI) in terms of logistics and supply chain activities in Turkey. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 10(4), 1208-1219. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/asead/issue/80484/1365711>
- Kısa, A. C. G. ve 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>
- Manavgat, G. ve Demirci, A. (2021). Lojistik performans endeksi tutarlılığının sıralı lojistik regresyon modeliyle incelenmesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 16(64), 1856-1871. <https://doi.org/10.19168/jyasar.934418>
- Martí, L., Puertas, R. and García, L. (2014). The importance of the logistics performance index in international trade. *Applied Economics*, 46(24), 2982-2992. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.916394>
- Martí, L., Martín, J. C. and 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. and 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. and 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., Alkan, G. ve Yılmaz, B. (2019). Seçilmiş Asya ülkelerinin lojistik performanslarının TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (Özel Sayı), 497-507. <https://doi.org/10.21733/ibad.613421>
- Organ, A. ve Kaçaroğlu, M. O. (2020). Entropi ağırlıklı TOPSIS yöntemi ile Türkiye'deki vakıf üniversiteleri'nin değerlendirilmesi. *Pamukkale İşletme ve Bilişim Yönetimi Dergisi*, 7(1), 28-45. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/piby/issue/55091/700108>
- Özmen, M. (2019). Logistics competitiveness of OECD countries using an improved TODIM method. *Sādhanā*, 44, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s12046-019-1088-y>
- Pelit, İ. (2023). Türkiye'nin lojistik performans endeksinin incelenmesi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 9(1), 37-49. <https://doi.org/10.20979/ueyd.1185216>
- Rezaei, J., van Roekel, W. S., and 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>
- Satılmış, K. (2023). *Çok kriterli karar verme teknikleriyle ülkelerin lojistik performans düzeylerinin karşılaştırılması* (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Stojanović, I., and 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>
- The World Bank 2023 LPI Report. Erişim adresi: https://lpi.worldbank.org/sites/default/files/202304/LPI_2023_report_with_layout.pdf
- Türkmen, S. (2023). *Lojistik performans endeksinde alt kriter olan gümrüklerin ve diğer sınır kuruluşlarının yaptıkları işlemlerin verimliliğinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ankara
- Ulutaş, A. and 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. <https://doi.org/10.18559/eb.2019.4.3>
- Wang, C. N., Le, T. Q., Chang, K. H. and Dang, T. T. (2022). Measuring road transport sustainability using MCDM-based Entropy objective weighting method. *Symmetry*, 14(5), 1033. <https://doi.org/10.3390/sym14051033>

- Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E. and Turskis, Z. (2019). A Combined Compromise Solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57(9), 2501-2519. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0458>
- Yıldırım, B. F., and 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>
- Yu, M. M., and Hsiao, B. (2016). Measuring the technology gap and logistics performance of individual countries by using a Meta-DEA-AR model. *Maritime Policy & Management*, 43(1), 98-120. <https://doi.org/10.1080/03088839.2015.1037372>
- Yüksel, B. (2022). *OECD ülkelerinin lojistik performanslarının makroekonomik performanslarına etkisi* (Yüksek Lisans tezi). Kayseri Üniversitesi, Kayseri. Erişim adresi: <https://avesis.kayseri.edu.tr/yonetilen-tez/477a125b-9fa4-4337-a0a7-9c7fc1a073ff/oecd-ulkelerinin-lojistik-performanslarinin-makroekonomik-performanslarina-etkisi>
- Yürüyen, A. A., Ulutaş, A. ve Özdağoğlu, A. (2023). Lojistik işletmelerinin performansının bir hibrit ÇKKV modeli ile değerlendirilmesi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 11(3), 731-751. <https://doi.org/10.15295/bmij.v11i3.2245>
- Wang, Y. J. ve Lee, H. S. (2007). Generalizing TOPSIS for Fuzzy Multiple-Criteria Group Decision-Making. *Computers & Mathematics with Applications*, 53(11), 1762-1772. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2006.08.037>

Extended Abstract

Purpose

In the rapidly evolving global economic and technological environment, a holistic approach to logistics processes, planning and management is required to meet increasing consumer needs in a timely manner and to deliver final products and services effectively and at minimum cost. Therefore, the effective management and execution of logistics activities is important for countries to achieve economic superiority and gain competitive advantage (Kısa ve Ayçin, 2019, p. 302; Kırbaç, 2023, p. 1409). The adequacy of logistics performance is an important factor in determining the economic development of countries. The World Bank created the Logistics Performance Index (LPI) to promote the development of trade between countries and increase competitiveness (Oğuz et al., 2019, p. 500). The purpose of this study is to evaluate the logistics performance of Turkey and European Union (EU) countries using a multi-criteria decision-making method, and to compare the results with the World Bank's 2023 LPI rankings.

Design and Methodology

The dataset of the study consists of the scores of the EU countries and Turkey in the LPI report published by the World Bank in 2023 (The World Bank, 2023). Countries' LPI scores are calculated on the basis of six different components and published in the World Bank's LPI report. These criteria are 'infrastructure', 'international shipments', 'quality of logistics services', 'tracking and tracing', 'timeliness of delivery' and 'customs' (Mešić et al., 2022, p. 13; Pelit, 2023, p. 42). Explanations of the criteria are as follows:

Infrastructure: The quality of transport, information technology and telecommunications infrastructure is important for international trade.

International shipments: Measures the ease of arranging international shipments at competitive prices.

Quality of logistics services: Assesses the quality of logistics services by examining the behaviour of specific actors within the organisational structure.

Tracking and Tracing: Assesses the tracking and traceability of shipments.

Timeliness of delivery: Assesses whether delivery times are on schedule.

Customs: Measures the effectiveness of customs and border procedures in facilitating the entry and exit of goods.

Countries' LPI scores are calculated by multiplying the normalised scores of each of these six components by their component weights.

In the first step of the analysis, the weights of the criteria 'infrastructure', 'international transport', 'quality of logistics services', 'tracking and tracing', 'timeliness of delivery' and 'customs' identified in the World Bank's LPI calculation were determined using the entropy weighting method. CoCoSo (Combined Compromise Solution) was then used to rank the logistics performance of EU countries and Turkey on the basis of these criterion weights.

Entropy is a concept developed by Claude Shannon and is used to analytically measure the irregularity within a system. Its main feature is that it can be used in a wide range of scales and data groups (Organ and Kaçaroğlu, 2020, p. 30). The Cocoso method is a mixed-comparison decision-making tool used to evaluate, rank and select alternatives in decision-making situations involving multiple criteria. The method is based on integrated simple additive weighting and exponentially weighted product models (Yazdani et al., 2019; Turanlı et al., 2023, p. 86).

Findings

In this study, the logistic performance of Turkey and European Union countries was evaluated using the Entropy and CoCoSo methods, which are multi-criteria decision-making methods, and the results obtained were compared with the World Bank's 2023 LPI rankings. Among the weights obtained using the Entropy method, the most important criterion is infrastructure with 0.2311, and the least important criterion is international shipments with 0.1048.

According to the logistic performance ranking obtained with the CoCoSo method, Finland ranked first, followed by Germany, Denmark, the Netherlands, and Austria. Hungary ranked last. Turkey, on the other hand, ranked 17th, falling below the average of EU countries. When comparing the rankings of the 27 EU countries and Turkey in the sample with the rankings obtained using the Entropy-CoCoSo method, Finland ranked first in both rankings, and minor changes were observed in the rankings of other countries. This change is attributed to the relative importance weights of the criteria used to evaluate the logistic performance of countries in the study, which were weighted using the Entropy method, while in the World Bank's LPI scoring, all criteria are equally weighted. This has had a slight impact on the rankings. This indicates that the proposed methodology in the study is a reliable tool.

Research Limitations

The research limitations are as follows: There may be differences in the methodologies used to evaluate logistic performance. Variability in rankings may be observed when a different study changes the analysis method or variables. Another limitation is that the research dataset only covers the year 2023. It relies on data within this timeframe. However, logistic performance can change over time.

Implications

According to the results, Turkey's logistic performance is below the average of EU countries. To improve Turkey's logistic performance, emphasis should be placed on logistic infrastructure investments. Additionally, improvements can be made in criteria such as international shipments, quality of logistic services, tracking and tracing, timeliness of delivery, and customs.

Originality/Value

In the LPI scoring conducted by the World Bank, all criteria are assumed to have equal importance (Miškić et al., 2023, p. 258). However, in reality, it is not very likely for all components to have equal levels of importance. When evaluating countries' logistic performance, considering the relative importance of factors related to logistic performance is important. Such an assessment will provide valuable insights for countries to determine which areas to focus on and how to most effectively improve their performance (Rezaei et al., 2018, p. 159). In this regard, multi-criteria decision-making (MCDM) methods can be utilized in performance evaluation (Yürüyen et al., 2023, p. 733). To the best of our knowledge, through literature review, no study integrating Entropy and CoCoSo methods using the 2023 dataset of the logistic performance index has been encountered. Therefore, this study also has unique value in terms of the methods used.

Araştırmacı Katkısı: Senay ŞİŞMAN (%50), Emine Elif NEBATİ (%50).