



AHS-COCOSO YÖNTEMİ İLE APEC ÜLKELERİNİN LOJİSTİK PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ¹

Serdar ALNİPAK²

■ Özet

Tedarik zinciri yönetiminin bir bileşeni olarak lojistik; müşteri ihtiyaçları doğrultusunda ürün, hizmet ve bilgilerin başlangıç ve tüketim noktaları arasında ileri ve geri yönde akışının planlanması, yürütülmesi ve kontrolü olarak tanımlanmaktadır. Hem işletmeler hem de ülkeler bazında rekabet avantajını sağlamada verimli ve maliyet etkin lojistik faaliyetler büyük önem taşımaktadır. Bu faaliyetlerde sağlanan başarılar uluslararası ticaret hacminin büyümesinde kilit taşlardan biridir. Bu bağlamda LPI (Lojistik Performans İndeksi), ülkelerin lojistik performansının ölçülmesinde önemli bir araçtır. İlgili gösterge eşit öneme sahip olduğu kabul edilen altı kriterden oluşmakta ve ülkelerin lojistik faaliyetlerinin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, ilgili altı kriter AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve elde edilen değerler ile 2,9 milyardan fazla insana ev sahipliği yapan ve küresel GSYİH'nın yüzde 60'ından fazlasını oluşturan Asya Pasifik Ekonomik İş Birliği (APEC) ülkelerinin lojistik performansları CoCoSo (Combined Compromise Solution) yöntemi ile hesaplanmıştır. Yapılan analizlerde "Ticaret ve Ulaşım İlgili Altyapının Kalitesi" kriteri en önemli kriter olarak belirlenmiş ve ilgili ülkelerin 2023 yılı raporunda belirtilen sıralamaları ile bu çalışmada elde edilen performans sıralamaları arasında bazı farklılıklar olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: LPI, APEC, Çok Kriterli Karar Verme

Assessment of Logistics Performances of APEC Countries with The AHP-COCOSO Method

■ Abstract

Logistics, as a component of supply chain management, is defined as the planning, execution and control of the forward and reverse flow of products, services and information between the origin and consumption points in line with customer needs. Efficient and cost-effective logistics activities are of great importance in providing competitive advantage for both businesses and countries. The success achieved in these activities is one of the keystones in the growth of international trade volume. In this context, LPI (Logistics Performance Index) is an important tool for measuring the logistics performance of countries. The relevant indicator consists of six criteria that are considered to be of equal importance and reveals the strong and weak aspects of countries' logistics activities. In this study, these criteria were weighted with AHP (Analytic Hierarchy Process) method, and with the obtained values, the logistics performances of the Asia Pacific Economic Cooperation (APEC) countries, which host more than 2.9 billion people and constitute more than 60 percent of the global GDP, recalculated with the CoCoSo (Combined Compromise Solution) method. The findings show that the "The quality of trade and transport-related infrastructure" criteria was determined as the most important criteria and there are some differences between performance rankings obtained in this study and rankings stated in the World Bank's 2023 report.

Keywords: LPI, APEC, Multi Criteria Decision Making.

¹ 16-17 Kasım 2023 tarihlerinde Mersin'de gerçekleştirilen ULTZK 2023 kongresinde sunulan bildirinin gözden geçirilmiş ve genişletilmiştir halidir.

² Doç. Dr., İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, serdar.alnipak@nisantasi.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5722-9960.

GİRİŞ

Lojistik faaliyetler, ülkelerin rekabet avantajı sağlamalarında kilit bir rol oynamaktadır (Biswas ve Anand, 2020:32; Çakır, 2017:178). Yüksek lojistik performansa sahip ülkelerin uluslararası ticarete üst sıralara tırmanmaları ve üst seviyede ekonomik refaha ulaşmaları beklenmektedir. Kritik derecede öneme sahip bu bileşenin ölçümü, ülkelerin bu bileşen bağlamında güçlü ve zayıf yönlerini tespit etmeleri geleceğe dönük politika ve stratejilerini belirlemede gereklilik arz etmektedir (Yui ve Hsiao, 2016:98). Bu değerlendirmelerde en sık kullanılan ölçütlerden biri Dünya Bankası tarafından 160 ülke baz alınarak hesaplanan Lojistik Performans İndeksi (LPI) raporudur. LPI, 2007 senesinden itibaren iki yılda bir (2007, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 ve 2023 yıllarında) yayınlanmaktadır (Candan, 2019: 278; Türkoğlu ve Duran, 2023:45; Yalçın ve Ayvaz, 2020:118). Bu indeks, ilgili sektördeki dünya çapında 1000'den fazla profesyonel tarafından yapılan değerlendirmeler ile hesaplanmaktadır. LPI ölçümünde altı kriter kullanılmaktadır. Bunlar; ‘gümrük ve sınır yönetiminin etkinliği’, ‘ticaret ve ulaşım ile ilgili altyapının kalitesi’, ‘rekabetçi fiyatlara sahip uluslararası gönderileri düzenleme kolaylığı’, ‘lojistik hizmetlerinin yeterliliği ve kalitesi’, ‘gönderileri takip etme ve izleme yeteneği’ ve ‘gönderilerin alıcılara planlanan veya beklenen teslimat süresi içinde ulaşma sıklığı’dır (Alnıpak vd., 2023: 894; Senir, 2021: 193-194). LPI hesaplamasında bu altı kriter eşit önem düzeyinde değerlendirilmektedir (Ulutaş ve Karaköy, 2018: 49). Beş yıllık aradan sonra en son 2023 yılında yayınlanan rapora göre COVID-19 salgınının yol açtığı aksamalara ve küresel tedarik zincirlerindeki krize rağmen ortalama genel puan 2018 yılındaki değerler ile büyük ölçüde aynı kalmıştır. Bunun yanı sıra orta düzeydeki ülkelerin ilerleme gösterdiği görülmüştür. İlgili rapora göre performans bazında ilk üç ülke; sırası ile Singapur, Finlandiya ve Danimarka’dır. Bu sıralama önceki yıllar ile karşılaştırıldığında ilk üç sıradaki ülkelerin değiştiğini göstermektedir. Tablo 1’de 2023 yılı (Arvis vd., 2023:32), Tablo 2’de ise 2018 yılında ilk 10 sırada bulunan ülkelerin 2012-2018 yılları arasındaki performansları gösterilmiştir (World Bank, 2023).

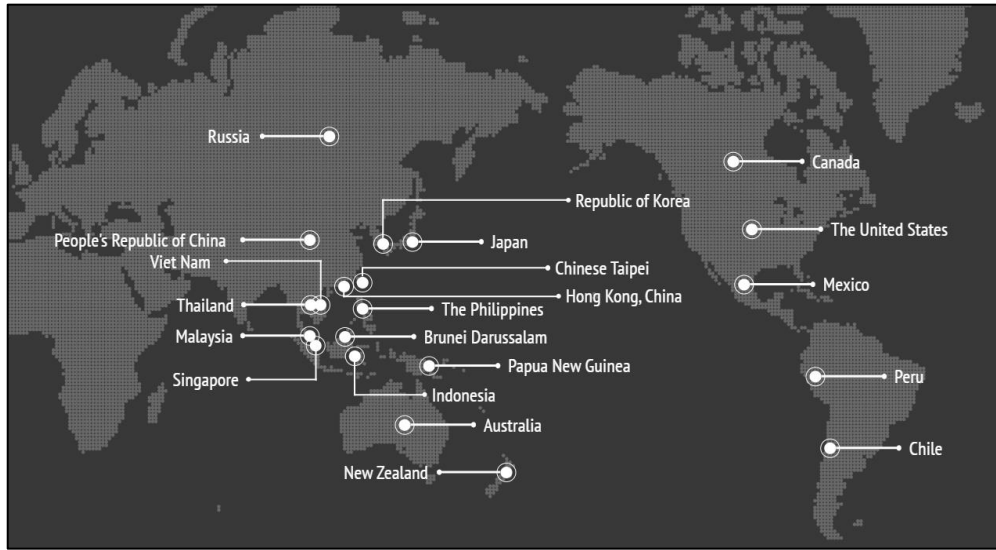
Tablo 1. 2023 LPI Skorları (İlk 10 Ülke)

Ülkeler	LPI Skoru	Gümrük Skoru	Altyapı Skoru	Uluslararası Sevkiyatlar Skoru	Lojistik Yeterlilik ve Kalite Skoru	Zamanlılık Skoru	Takip ve İzleme Skoru
Singapur	4.3	4.2	4.6	4.0	4.4	4.3	4.4
Finlandiya	4.2	4.0	4.2	4.1	4.2	4.3	4.2
Danimarka	4.1	4.1	4.1	3.6	4.1	4.1	4.3
Almanya	4.1	3.9	4.3	3.7	4.2	4.1	4.2
Hollanda	4.1	3.9	4.2	3.7	4.2	4.0	4.2
İsviçre	4.1	4.1	4.4	3.6	4.3	4.2	4.2
Avusturya	4.0	3.7	3.9	3.8	4.0	4.3	4.2
Belçika	4.0	3.9	4.1	3.8	4.2	4.2	4.0
Kanada	4.0	4.0	4.3	3.6	4.2	4.1	4.1
Hong Kong	4.0	3.8	4.0	4.0	4.0	4.1	4.2

Tablo 2. 2012-2018 Yılları Arasında LPI Skorları

Ülkeler	2018		2016		2014		2012	
	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra
Almanya	4.20	1	4.23	1	4.12	1	4.03	4
İsveç	4.05	2	4.20	3	3.96	6	3.85	13
Belçika	4.04	3	4.11	6	4.04	3	3.98	7
Avusturya	4.03	4	4.10	7	3.65	22	3.89	11
Japonya	4.03	5	3.97	12	3.91	10	3.93	8
Hollanda	4.02	6	4.19	4	4.05	2	4.02	5
Singapur	4.00	7	4.14	5	4.00	5	4.13	1
Danimarka	3.99	8	3.82	17	3.78	17	4.02	6
Birleşik Krallık	3.99	9	4.07	8	4.01	4	3.90	10
Finlandiya	3.97	10	3.92	15	3.62	24	4.05	3

Tüm ülkeler arasında ticareti, yatırımları ve ekonomik büyümeyi arttırmak için iş birlikleri kurulmaktadır. Bunlardan en çarpıcılarından ve önemlilerinden biri de APEC (Asya Pasifik Ekonomik İş birliği)'tir. 1989 yılında 12 ülke (Avustralya, Brunei Sultanlığı, Kanada, Endonezya, Japonya, Kore, Malezya, Yeni Zelanda, Filipinler, Singapur, Tayland ve Amerika Birleşik Devletleri) ile kurulan bu yapı günümüzde 2.9 milyardan fazla insana ev sahipliği yapan ve küresel GSYİH'nın %60'ından fazlasını oluşturan 21 ülkeden oluşmaktadır. Bu ülkeler Şekil 1'de gösterilmiştir (APEC, 2023).

**Şekil 1. APEC Ülkeleri**

Tablo 3. APEC Ülkeleri LPI Skorları (2023 yılı)

Genel Sırası	APEC Sırası	Ülkeler	Gümrük Yönetimi	Altyapı	Uluslar arası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği	Zamanında Teslimat	İzleme ve Takip	LPI Skoru
1	1	Singapur	4.2	4.6	4.0	4.4	4.3	4.4	4.3
9	2	Kanada	4.0	4.3	3.6	4.2	4.1	4.1	4.0
10	3	Hong Kong	3.8	4.0	4.0	4.0	4.1	4.2	4.0
14	4	Japonya	3.9	4.2	3.3	4.1	4.0	4.0	3.9
16	5	Tayvan	3.5	3.8	3.7	3.9	4.2	4.2	3.9
17	6	Kore Cumhuriyeti	3.9	4.1	3.4	3.8	3.8	3.8	3.8
18	7	ABD	3.7	3.9	3.4	3.9	3.8	4.2	3.8
19	8	Avusturalya	3.7	4.1	3.1	3.9	3.6	4.1	3.7
20	9	Çin	3.3	4.0	3.6	3.8	3.7	3.8	3.7
31	10	Malezya	3.3	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6
32	11	Yeni Zelanda	3.4	3.8	3.2	3.7	3.8	3.8	3.6
37	12	Tayland	3.3	3.7	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5
47	13	Filipinler	2.8	3.2	3.1	3.3	3.9	3.3	3.3
50	14	Vietnam	3.1	3.2	3.3	3.2	3.3	3.4	3.3
62	15	Şili	3.0	2.8	2.7	3.1	3.2	3.0	3.0
63	16	Endonezya	2.8	2.9	3.0	2.9	3.3	3.0	3.0
64	17	Peru	2.6	2.5	3.1	2.7	3.4	3.4	3.0
71	18	Meksika	2.5	2.8	2.8	3.0	3.5	3.1	2.9
85	19	Papua Yeni Gine	2.4	2.4	2.6	2.7	3.3	3.0	2.7
95	20	Rusya Federasyonu	2.4	2.7	2.3	2.6	2.9	2.5	2.6

Asya-Pasifik ekonomisinin entegrasyonunda kritik bir rol oynayan bu ülkelerin lojistik performansları dünya ekonomisi açısından da büyük önem taşımaktadır. İlgili ülkelerin rapordaki ve kendi aralarındaki sıralamaları ile skorları Tablo 3'te gösterilmiştir. APEC ülkesi olan Brunei LPI raporunda olmaması nedeni ile sıralamaya dahil edilmemiştir (World Bank, 2023).

Bu bilgiler ışığında ilgili çalışmada mevcut LPI ölçümünde eşit ağırlıkta değerlendirilen kriterlerin ağırlık katsayılarındaki değişimin ülke sıralamalarında da değişime neden olup olmadığını küresel GSYİH'nın %60'ından fazlasını oluşturan APEC ülkeleri kapsamında araştırmıştır. LPI değişkenlerinin ağırlıklandırılmasında literatürde pek çok alan ve çalışmada kullanılan ve kabul gören AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi, ülkelerin sıralamasında ise farklı yaklaşımlar ve yöntemleri gözeterek dengeli sonuçlar elde edilebilen (Aytekin, 2022:338) CoCoSo (Combined Compromise Solution) yöntemi kullanılmıştır. Yapılan literatür araştırmasında LPI değerlendirmesi bağlamında, belirtilen iki yöntemin hibrid olarak kullanıldığı ve APEC ülkelerinin tamamına yönelik LPI indeksi ana bileşenleri kullanılarak yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın bundan sonraki bölümleri sırası ile literatür araştırması, metodoloji, bulgular, sonuç ve önerilerden oluşmaktadır.

1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Ülkelerin lojistik faaliyetlerinde sağlayacakları yüksek verimlilik ve etkinlik rekabet güçlerine büyük katkı sağlamaktadır (Marti vd., 2014: 2982-2983; Miskic vd., 2023:260). Bu açıdan Dünya Bankası tarafından ülkeler bazında hazırlanan LPI önemli bir ölçüttür ve ilgili indeks üzerinde pek çok akademik çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların önemli bir kısmı LPI kriterlerinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile ağırlıklandırılması ve ülkelerin sıralanmasına yöneliktir. Bunun en büyük sebeplerinden birisi LPI'nin hesaplanmasında kullanılan bileşenlerin eşit önem düzeyinde olmaması gerektiğine yönelik tartışmalardır (Mesic vd., 2022 :17).

Bayır ve Yılmaz (2017) 20 Avrupa ülkesinin LPI'larını 2016 yılı verilerini kullanarak AHS-VIKOR (VİseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje) hibrid yöntemi ile değerlendirmiştir. Bulgular; zamanında teslimat kriterinin 0.188 değeri ile en yüksek önem düzeyine sahip olduğunu, farklı yöntem ve ağırlıklarla ölçümlenen LPI sıralamalarında değişiklikler olabileceğini göstermiştir. Rezaei vd. (2018) BWM (Best Worst Method) ile LPI kriterlerini ağırlıklandırmış, en yüksek önem düzeyini altyapı kriteri olarak belirlemiştir. Kısa ve Ayçin (2019) OECD ülkelerinin LPI'larına yönelik değerlendirmesinde kriterleri SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi ile ağırlıklandırırken EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) yöntemi ile ülkeleri sıralamıştır. Lojistik Hizmet Kalitesi en önemli kriter olarak belirlenirken, Almanya, Hollanda ve İsveç en üst sıradaki ülkeler olmuştur. Ayrıca çalışmanın bulguları oluşan sıralamaların rapordaki sıralamalardan farklı olduğunu göstermiştir. Oğuz vd. (2019) TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution) yöntemini kullanarak 7 Asya ülkesinin LPI'larını 2018 yılı verilerine göre değerlendirmiştir. Bulgular; Singapur'un ilk sırada olduğunu göstermiştir. Ulutaş ve Karaköy (2019) AB ülkelerinin LPI'larını PIV yöntemi, kriter ağırlıklarını CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) ve SWARA yöntemleri ile değerlendirmiştir. En önemli kriter altyapı kriteri olurken farklı ağırlık değerleri ile yapılan analizde ülke sıralamalarının kısmen etkilendiği tespit edilmiştir. Karaköy ve Ölmez (2019) CRITIC yöntemi ile ağırlıklandırdıkları LPI kriterler değerlerini kullanarak 2018 yılı verilerine OCRA (Operational Competitiveness Rating) yöntemini uygulamış ve 12 Balkan ülkesini sıralamıştır. Elde edilen bulgular ile rapordaki sıralamalar arasında yüksek korelasyon görülmüştür. Yıldırım ve Mercangöz (2020) OECD ülkelerinin 2010-2018 yılları arasındaki LPI'larını Bulanık AHS-ARAS-G hibrid yöntemi ile yeniden değerlendirmiştir. Sonuçlar ARAS-G ile elde edilen sıralamaların rapordaki sıralamalar ile çok güçlü ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir. Işık vd. (2020) Orta ve Doğu Avrupa'daki 11 ülkenin LPI'larını hibrid SV-MABAC (Statistical Variance-Multi Attributive Border Approximation Area Comparison) yöntemi ile değerlendirmiştir. Bulgular zamanında teslimat kriterinin en önemli kriter olduğunu göstermiştir. Bunu yanı sıra elde edilen sıralamaların orijinal raporla paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Yalçın ve Ayvaz (2020) Bulanık AHS ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini 2018 yılı verilerine uygulamıştır. Türkiye ve komşu ülkelere yönelik yapılan çalışmada Gümrük etkinliği en önemli kriter olarak belirlenirken LPI sıralamasında

Türkiye ilk sırayı almıştır. Mesic vd. (2022) 5 Balkan ülkesinin 2018 yılı LPI'larını CRITIC-MARCOS (Measurement Alternatives and Ranking According to COMPromise Solution) hibrid yöntemi ile değerlendirmiş, zamanında teslimat kriteri en önemli kriter olarak belirlenmiş, önem düzeylerindeki değişikliklerin sıralamalarda önemli farklılıklara yol açmadığı görülmüştür. Kargı (2022) OECD ülkelerinin 2018 yılına ait LPI değerlerini ENTROPİ-WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) hibrid modeli ile değerlendirmiştir. En önemli kriterin altyapı kriteri olarak belirlendiği çalışmada, 16 ülkenin sıralaması değişirken 22 ülkenin sıralaması değişmemiştir. Türkoğlu ve Duran (2023) 2018 yılı verileri doğrultusunda RCEP (Bölgesel Kapsamlı Ekonomik Ortaklık) ülkelerinin LPI'larını GIA (Gri İlişkisel Analiz) ve WASPAS yöntemleri ile değerlendirmiştir. Kriterlerin CRITIC yöntemi ile ağırlıklandırıldığı çalışmaya göre Gümrük etkinliği en önemli kriter olarak belirlenirken Japonya'nın ilk sırada olduğu görülmüştür. Çalışmada elde edilen sıralamaların rapor ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Avrupa Birliği (AB) ülkeleri bağlamında Miskic vd. (2023) tarafından 2018 verileri ile yapılan çalışmada hibrid MEREC (MEthod based on the Removal Effects of Criteria)-MARCOS yöntemleri kullanılmıştır. Tam zamanında teslimat kriterinin en önemli kriter olarak belirlendiği çalışmada ilk sırayı Almanya almıştır. Çalık vd. (2023) 3 farklı AHS yöntemi ile ağırlıklandırdıkları kriterler çerçevesinde üç farklı sıralama yöntemi ile (TOPSIS, VIKOR ve CODAS) 2018 verilerini kullanarak 160 ülkenin LPI değerlerini ölçmüştür. Altyapı kriteri en önemli kriter olarak belirlenirken önerilen modelden elde edilen sıralamalar ile ilgili yıllara ait orijinal LPI sıralamaları arasında farklılıklar olduğu görülmüştür.

2. METODOLOJİ

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, bir önceki bölümde de örnekleri sunulmuş pek çok çalışmada gerek kriterin ağırlıklandırılmasında gerek ise alternatiflerin seçiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada yazar, literatürde güvenilirlikleri ispatlanmış AHS (kriterlerin ağırlıklandırılmasında) ve CoCoSo (alternatiflerin sıralanmasında) yöntemlerini kullanmıştır. İlgili yöntemlere yönelik açıklamalar ve işlem adımları Bölüm 2.1 ve 2.2'de belirtilmiştir.

2.1. AHS yöntemi

Saaty (1980) tarafından geliştirilen AHS yöntemi; karar tutarlılıklarının ölçümünü sağlayan, kriterler ve alternatifler arasında öncelikleri türeten ve karar kriterleri arasındaki önem ağırlıklarını belirlemede çok sık kullanılan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden birisidir. Bu yöntemde kriterler ve alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yapılmaktadır. Kriterlere yönelik karşılaştırmalar Tablo 4'te gösterilen Saaty'nin göreceli önem ölçeği ile sağlanmaktadır (Alnıpak, 2011:803; Dinçer ve Görener, 2011:246). Yöntemde kullanılan RI (Random Consistency Index) değerleri Tablo 5'te gösterilmiştir (Chaiyaphan ve Ransikarbum, 2020:3). AHS yaklaşımında yer alan temel adımlar Tablo 6'da belirtilmiştir (Aytekin, 2022:182-187).

Tablo 4. Saaty (1-9) ölçeği

Önem	Açıklama
1	Eş düzeyde tercih edilir
3	Birinci kriterin ikinci kriterden önemli olması durumu
5	Birinci kriterin ikinci kriterden çok önemli olması durumu
7	Birinci kriterin ikinci kriterine göre çok güçlü bir öneme sahip olması
9	Birinci kriterin ikinci kriterine göre mutlak üstün bir öneme sahip olması
2,4,6,8	Ara değerler (ihtiyaç duyulduğunda kullanılabilirlerdir)

Tablo 5. RI Değerleri

<i>m</i>	1	2	3	4	5
<i>RI</i>	0	0	0.58	0.90	1.12
<i>m</i>	6	7	8	9	10
<i>RI</i>	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Tablo 6. AHS Yöntemi Adımları

İşlem Adımları	Eşitlikler
Karar matrisinin oluşturulması	$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mm} \end{bmatrix} \quad i, j = 1, 2, \dots, m \quad (1)$
Karar matrisinin standartlaştırılması	$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (2)$
Öncelik vektörünün hesaplanması (Önem düzeylerinin hesaplanması)	$w_i = \left(\frac{1}{m} \right) \sum_{i=1}^m x'_{ij} \quad (3)$
Tutarlılık oranının (CR) hesaplanması (RI değerleri Tablo 5'e göre hesaplanmaktadır)	$CR = \frac{CI \text{ (Tutarlılık İndeksi)}}{RI \text{ (Rastgele Değer İndeksi)}} = \frac{\left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{\sum_{j=1}^m x_{ij} w_j}{w_i} \right) \right)^{-m}}{RI} \quad (4)$

2.2. CoCoSo yöntemi

Yazdani vd. (2019) tarafından SAW (Simple Additive Weighting) ve EWP (Exponentially Weighted Product) yöntemlerini entegre ederek geliştirilmiş bu yöntemde çarpımsal ve gri ilişkisel karşılaştırma değerlerinden yararlanılmaktadır. Bu bağlamda alternatiflerin fayda değerleri bulunarak birleştirme fonksiyonu olarak uzlaşma çözümü sağlanmaktadır (Ecer, 2020). Yönteme dair işlem adımları ve eşitlikler Tablo 7'deki gibidir (Aytekin, 2022).

Tablo 7. CoCoSo Yöntemi Adımları

İşlem Adımları	Eşitlikler
Karar matrisinin oluşturulması	$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, m; j = 1, 2, n \quad (5)$
Karar matrisinin standartlaştırılması	$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad , j \in J^+ \quad (6)$
	$z_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad , j \in J^- \quad (7)$
Gri ilişkisel (S_i) ve çarpımsal (P_i) karşılaştırma değerlerinin hesaplanması (w_j kriterlerin ağırlıkları olmak üzere)	$S_i = \sum_{j=1}^n w_j * z_{ij} \quad (8)$
	$P_i = \sum_{j=1}^n (z_{ij})^{w_j} \quad (9)$
Alternatiflerin görelî değerlendirmelerinin (k_{ia}, k_{ib}, k_{ic}) hesaplanması ($\lambda=0,5$ alınmaktadır)	$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (10)$
	$k_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i} \quad (11)$
	$k_{ic} = \frac{\lambda S_i + (1-\lambda) P_i}{\lambda (\max_i S_i) + (1-\lambda) (\max_i P_i)} \quad (12)$
Alternatiflerin bütünleşik değerlendirme skorlarının (k_i) hesaplanması ve elde edilen değerlere göre alternatiflerin büyükten küçüğe sıralanması	$k_i = (k_{ia} * k_{ib} * k_{ic})^{\frac{1}{3} + \frac{1}{3}} (k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad (13)$

3. UYGULAMA VE BULGULAR

Çalışmada LPI bileşenleri; AHS yöntemi ile ağırlıklandırılmış, ülke performansları CoCoSo yöntemi ile EXCEL paket programı kullanılarak sıralanmıştır. AHS yönteminin uygulanmasında ilgili konuda uzman 13 kişi (8 adet akademisyen-5 adet lojistik sektör çalışanı) ile yüz yüze görüşülerek AHS anketi uygulanmıştır. Ağırlıklandırılması yapılan kriterler; Gümrük ve sınır yönetiminin etkinliği (K1), Ticaret ve ulaşım ile ilgili altyapının kalitesi (K2), Rekabetçi fiyatlara sahip uluslararası gönderileri düzenleme kolaylığı (K3), Lojistik hizmetlerinin yeterliliği ve kalitesi (K4), Gönderilerin alıcılara planlanan veya beklenen teslimat süresi içinde ulaşma sıklığı (K5) ve Gönderileri takip etme ve izleme yeteneği (K6)'dir. Saaty (1-9) ölçeği kullanılarak, 13 uzmana uygulanan anketlerden elde edilen değerlerin geometrik ortalamaları alınarak oluşan karar matrisi Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. AHS Yöntemi Karar Matrisi

KRİTERLER	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1.00	0.30	0.44	0.40	3.08	0.38
K2	3.38	1.00	2.30	1.09	3.85	1.13
K3	2.29	0.43	1.00	0.53	3.05	0.56
K4	2.52	0.92	1.89	1.00	3.66	0.95
K5	0.32	0.26	0.33	0.27	1.00	0.31
K6	2.62	0.88	1.77	1.05	3.19	1.00

AHS yönteminin Tablo 5’te belirtilen işlem adımlarının uygulanması (Eşitlik 2,3 ve 4) sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları ve tutarlılık oranı Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. Kriterlerin Ağırlık Değerleri ve Tutarlılık Oranı

Kriterler	w_i	CR
K1	0.0948	
K2	0.2613	
K3	0.1425	0.02
K4	0.2247	
K5	0.2218	
K6	0.0548	

Tablo 8’de de görüldüğü üzere önem düzeyi en yüksek kriter; Ticaret ve Ulaşım İlgili Altyapının Kalitesi (K2) kriteridir. Tüm kriterler arasında en az önem düzeyine sahip kriter ’gönderileri takip etme ve izleme yeteneği’’dir. Tutarlılık oranı 0.1’den küçük olması nedeni ile sonuçların tutarlı olduğu görülmüştür.

CoCoSo uygulamasında, AHS yönteminden elde edilen ve Tablo 8’de belirtilen ağırlık değerleri ile 2023 yılı LPI raporunda APEC ülkelerine ait veri seti kullanılmıştır. Bu veriler ve AHS yöntemi ile elde edilen ağırlık değerleri bağlamında oluşan karar matrisi Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10. CoCoSo Yöntemi Karar Matrisi

Ağırlıklar	0.095	0.261	0.143	0.225	0.222	0.055
Ülkeler	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Singapur	4.2	4.6	4.0	4.4	4.3	4.4
Kanada	4.0	4.3	3.6	4.2	4.1	4.1
Hong Kong	3.8	4.0	4.0	4.0	4.1	4.2
Japonya	3.9	4.2	3.3	4.1	4.0	4.0
Tayvan.	3.5	3.8	3.7	3.9	4.2	4.2
Kore	3.9	4.1	3.4	3.8	3.8	3.8
ABD	3.7	3.9	3.4	3.9	3.8	4.2
Avustralya	3.7	4.1	3.1	3.9	3.6	4.1
Çin	3.3	4.0	3.6	3.8	3.7	3.8
Malezya	3.3	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7
Yeni Zelanda	3.4	3.8	3.2	3.7	3.8	3.8
Tayland	3.3	3.7	3.5	3.5	3.5	3.6
Filipinler	2.8	3.2	3.1	3.3	3.9	3.3
Vietnam	3.1	3.2	3.3	3.2	3.3	3.4
Şili	3.0	2.8	2.7	3.1	3.2	3.0
Endonezya	2.8	2.9	3.0	2.9	3.3	3.0
Peru	2.6	2.5	3.1	2.7	3.4	3.4
Meksika	2.5	2.8	2.8	3.0	3.5	3.1
Papua Yeni Gine	2.4	2.4	2.6	2.7	3.3	3.0
Rusya Federasyonu	2.4	2.7	2.3	2.6	2.9	2.5

Tablo 6’da belirtilen CoCoSo yöntemi işlem adımlarının uygulanması (Eşitlik 6,7,8,9,10,11,12 ve 13) sonucunda elde edilen sıralamalar Tablo 11’de gösterilmiştir. Tablonun son 2 sütununda uygulamaya ve rapora göre APEC ülkelerinin kendi aralarında oluşan sıralamaları bulunmaktadır.

Tablo 11. CoCoSo Yöntemi Sonuç Değerleri

Ülkeler	Si	Pi	k _{ia}	k _{ib}	k _{ic}	k _i	Uygulama Sonucu Elde Edilen Sıralama	LPI Raporuna göre APEC İçi Sıralama
Singapur	1	6	0.0629	38.1619	1	14.4139	1	1
Kanada	0.9	5.8	0.0602	33.8308	0.9571	12.8652	2	2
Hong Kong	0.8	5.8	0.0595	32.7849	0.946	12.4901	3	3
Japonya	0.8	5.8	0.0587	31.6149	0.9336	12.0703	4	4
Tayvan	0.8	5.7	0.0582	30.9298	0.926	11.824	5	5
Kore	0.7	5.7	0.0571	29.251	0.9085	11.2217	6	6
ABD	0.7	5.6	0.0569	28.9422	0.9053	11.1108	7	7
Çin	0.7	5.6	0.0562	27.9525	0.8936	10.7538	8	9
Avustralya	0.7	5.6	0.056	27.8249	0.891	10.7065	9	8
Yeni Zelanda	0.6	5.5	0.0552	26.4763	0.8773	10.2225	10	11
Malezya	0.6	5.5	0.055	26.2913	0.8746	10.1552	11	10
Tayland	0.5	5.4	0.0535	24.3118	0.8509	9.4399	12	12
Filipinler	0.5	5.2	0.051	21.4784	0.8108	8.408	13	13
Vietnam	0.4	5.1	0.0493	19.2605	0.784	7.6043	14	14
Endonezya	0.3	4.8	0.0453	15.1893	0.7196	6.1089	15	16
Meksika	0.3	4.7	0.0447	15.1592	0.7112	6.0893	16	18
Şili	0.2	4.7	0.0448	14.6384	0.7117	5.9072	17	15
Peru	0.2	4.4	0.0417	13.2766	0.663	5.3765	18	17
Papua Yeni Gine	0.1	3	0.0279	8.2723	0.4436	3.3825	19	19
Rusya Federasyonu	0	0.6	0.0057	2	0.09	0.7991	20	20

AHS yöntemi ile elde edilen ağırlık değerlerinin CoCoSo yöntemine entegre edilmesi sonucu oluşan sıralama ile raporda belirtilen sıralamalar karşılaştırıldığında 20 ülkeden 8'inin sıralamalarında değişim gözlenmiştir. Sıralamasında değişim tespit edilen ülkeler; Avustralya, Çin, Malezya, Yeni Zelanda, Şili, Endonezya, Peru ve Meksika'dır. Sıralamaları değişmeyen ülkeler ise Singapur, Kanada, Hong Kong, Japonya, Tayvan, Kore, ABD, Tayland, Filipinler, Vietnam, Papua Yeni Gine ve Rusya Federasyonu'dur.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Lojistik faaliyetler ve ülkelerin lojistik performanslarının değerlendirilmesi her geçen gün önemi artan olgulardır. Bu bağlamda Dünya Bankası tarafından yayınlanan LPI raporu kritik bir ölçüttür. Bu değerlerin hesaplanmasında kullanılan kriterlerin eşit önem düzeyinde kabul edilmeleri tartışma yaratan konulardan biridir. Bu çalışmada ilgili ölçütlerin önem düzeylerine yönelik AHS yöntemi kullanılarak

farklı önem düzeyleri (kriter ağırlıkları) belirlenmiş ve elde edilen değerler doğrultusunda küresel GSYİH'nın %60'ından fazlasını oluşturan APEC ülkeleri CoCoSo yöntemi ile yeniden değerlendirilmiştir. İlgili örneklemden elde edilen bulgular “ Ticaret ve ulaşım ile ilgili altyapının kalitesi” kriterinin LPI açısından en önemli kriter olduğunu ve ülkelerin lojistik performanslarını geliştirmelerinde bu konuya yönelik yatırımlarını arttırmaları gerektiğini göstermektedir. İlgili bulgu Rezaei vd. (2018) ve Kargı (2022) çalışmalarını desteklemektedir. Bu kriteri birbirine yakın değerlerde olmak üzere sırası ile “Lojistik hizmetlerinin yeterliliği ve kalitesi” ve “ Gönderilerin alıcılara planlanan veya beklenen teslimat süresi içinde ulaşma sıklığı” kriterleri takip etmektedir. “ Gönderileri takip etme ve izleme yeteneği” kriterinin en az önemdeki kriter olduğu görülmüştür. Bu ağırlık değerleri doğrultusunda CoCoSo yöntemi ile yeniden hesaplanan APEC ülkeleri LPI değerleri ve ülke sıralamaları incelendiğinde 2023 yılında yayınlanan rapordaki sıralamalar ile yeniden hesaplanan değerlere göre yapılan sıralamalar bağlamında 8 ülkenin sıralamasında değişim gözlenmiştir. İlgili sonuç literatürdeki pek çok çalışma ile uyumludur. Bu sıralamalardaki farklılıkların temel sebebi kriter önem düzeylerinin birbirinden farklı değerlere sahip olmasıdır.

Bu çalışmada mevcut LPI ölçümünde eşit ağırlıkta değerlendirilen kriterlerin ağırlık katsayılarındaki değişimin ülke sıralamalarında da değişime neden olup olmadığı ve ülkelerin lojistik performanslarının ölçümüne yönelik yeni bir yaklaşım sağlanıp sağlanamayacağı APEC ülkeleri bağlamında 2023 yılında yayınlanan güncel rapordaki veri seti kullanılarak araştırılmıştır. Mevcut çalışma, literatürde bu konuya yönelik yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında belirtilen iki yöntemin hibrid olarak kullanıldığı ve APEC ülkelerinin tamamına yönelik LPI indeksi ana bileşenleri kullanılarak yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırmanın en önemli sınırlılıkları; gözlemlenen dönem ve incelenen ülke sayısı ile kriter ağırlıklarının ilgili uzman grubunun nesnel değerlendirmelerini içermesidir. Bunların yanı sıra değerlendirmelerde farklı ÇKKV yöntemlerinin kullanılması kriterlerin önem düzeylerini ve ülke sıralamalarını değiştirebilecektir. Bu bağlamda gelecek çalışmalarda diğer yıllara ait veri setleri de kullanılarak tüm ülkelere yönelik ve daha geniş katılımlı bir çalışma yapılması düşünülmektedir. Şüphesizdir ki ülkeler arası rekabet edebilirlikte en önemli faktörlerden olan lojistik etkinlik ve verimliliğe yönelik yapılacak araştırmalar ile elde edilecek alternatif bakış açıları gerek kamu gerek ise özel kurum ve kuruluşları için katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Alnıpak, S. (2022). LNG Tedarik Zincirlerinde Yeni Bir Konsept: FSRU Gemileri ve FSRU Gemisi Seçim Kriterlerinin Değerlendirilmesi. *Verimlilik Dergisi*. 4. 799-816.
- Alnıpak, S., Isikli, E. ve Apak, S. (2023). The propellants of the Logistics Performance Index: an empirical panel investigation of the European region. *International Journal of Logistics Research and Applications*. 26 (7). 894-916.
- Arıkan Kargı, V. S. (2022). Evaluation of Logistics Performance of The OECD Member Countries with Integrated Entropy and Waspas Method. *Yönetim Ve Ekonomi Dergisi*. 29(4). 801-811.

- Arvis. J-F., Ojala. L., Shepherd, B., Ulybinave, D. and Wiederer. C. (2023). *Connecting to Compete 2023 Trade Logistics in an Uncertain Global Economy- The Logistics Performance Index and Its Indicators*. <https://lpi.worldbank.org/report>. Erişim Tarihi: 01.09.2023.
- APEC (2023). *History*. <https://www.apec.org/about-us/about-apec/history>. Erişim Tarihi: 01.09.2023.
- Aytekin. A. (2022). *Çok Kriterli Karar Analizi*. Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.
- Bayır. T. ve Yılmaz. Z. (2017). AB Ülkelerinin Lojistik Performans Endekslerinin AHP ve VİKOR Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Middle East Journal of Educations*. 3(2). 73-92.
- Biswas. S. and Anand. O.P. (2020). Logistics competitiveness index-based comparison of BRICS and G7 countries: an integrated PSI-PIV approach. *IUP Journal of Supply Chain Management*. 17(2). 32–57.
- Candan. G. (2019). Lojistik Performans Değerlendirmesi İçin Bulanık AHP ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri ile Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 7(5). 277-286.
- Çakır. S. (2017). Measuring logistics performance of OECD countries via fuzzy linear regression. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*. 24(3). 177–186.
- Chaiyaphan. C. and Ransikarbum. K. (2020). Criteria Analysis of Food Safety using the Analytic Hierarchy Process (AHP)- A Case study of Thailand's Fresh Markets. *E3S Web of Conferences*. 141. 1–7.
- Dinçer, H. ve Görener A. (2011). Performans Değerlendirmesinde AHP-VİKOR ve AHP-TOPSIS Yaklaşımları: Hizmet Sektöründe Bir Uygulama. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi Sigma*. 29. 244-260.
- Ecer, F. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Karaköy. Ç. ve Ölmez. U. (2019). Balkan Ülkelerinde Lojistik Performans Endeksi Değerlendirilmesi. *SETSCI Conference Proceedings*. 4(8). 178-180.
- Kısa. G.A.C.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.
- Martí. L., Puertas. R. ve García. L. (2014). The importance of the logistics performance index in international trade. *Applied Economics*. 46(24). 2982–2992.
- Mešić. A., Miškić. S., Stević. Z. ve Mastilo. Z. (2022). Hybrid MCDM Solutions for Evaluation of the Logistics Performance Index of the Western Balkan Countries. *Economics*. 10(1). 13-34.
- Miškić. S., Stević. Ž., Tadić. S., Alkhayyat. A. ve 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.
- 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.

- Rezaei, J., van Roekel, W. S. ve Tavasszy, L. (2018). Measuring the relative importance of the logistics performance index indicators using Best Worst Method. *Transport Policy*. 68. 158-169.
- Saaty T.L. (1980). *Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill Publications.
- Senir, G. (2021). Comparison of domestic logistics performances of Turkey and European Union countries in 2018 with an integrated model. *LogForum*. 17(2). 193–204.
- Türkoğlu, M. ve Duran, G. (2023). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Bölgesel Kapsamlı Ekonomik Ortaklık (RCEP) Ülkelerinin Lojistik Performanslarının Değerlendirilmesi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*. 15 (1). 45-69.
- Ulutaş, A. ve 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.
- World Bank (2023). *LPI Dataset Sections*. <https://lpi.worldbank.org/international/global>. Erişim Tarihi: 14.09.2023.
- Yalçın, B. ve Ayvaz, B. (2020). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Lojistik Performansın Değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 19(38). 117-138.
- Yazdani, M., Zaraté, P. and Kazimieras Z., and Turskis, Z. (2019). A Combined Compromise Solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*. 57 (9). 2501-2519.
- Yıldırım, B.F. ve Mercangöz, B.A. (2020). Evaluating the logistics performance of OECD countries by using fuzzy AHP and ARAS-G. *Eurasian Economic Review*. 10(4). 27-45.
- Yui, M.M. ve 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.