



Cilt / Volume: 13, Sayı / Issue: 25, Sayfalar / Pages: 117-135

Araştırma Makalesi / Research Article

Received / Alınma: 14.06.2022

Accepted / Kabul: 06.02.2023

MEREC-CORR VE SAW TEMELLİ LOJİSTİK PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Osman PALA¹

Öz

Ülkelerin dış ticaretlerini artırma ve yatırım çekmeleri hususunda, lojistik performansları öne çıkmaktadır. Diğer ülkelerle ekonomik ilişkilerini geliştiren ülkelerin ekonomik büyüme oranları da artmaktadır. Dünya Bankası tarafından geliştirilen lojistik performans endeksi bu noktada birçok ülkenin dikkate aldığı bir çerçevedir. Çalışmada, Türkiye ile Türkiye'nin ticaret ve yatırım konusunda bölgesindeki en büyük rakipleri haline gelen ve Vişegrad dörtlüsü olarak ifade edilen Çekya, Macaristan, Polonya ve Slovakya'nın lojistik performansları, lojistik performans endeksi bağlamında karşılaştırılmıştır. Endekste yer alan altı kriterin önem düzeyleri çalışmada önerilen MEREC-Corr yaklaşımıyla belirlenirken, ülkelerin 2010-2018 periyodunu kapsayan beş farklı dönemdeki endeks değerlerine göre sıralamaları SAW yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında toplamsal normalizasyon ve SAW yöntemine göre geliştirilen duyarlılık analizi ile ülkelerin hangi kriter boyutunda ne miktarda yapacağı iyileştirmelerin sıralamadaki yerlerini değiştireceği elde edilmiştir. Bu noktada çalışmanın son dönemindeki duruma göre Türkiye'nin gümrük işlemleri boyutunda gerçekleştireceği iyileştirmeler ile lojistik performans konusunda rakipleri arasında daha üst konuma erişebileceği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: MEREC-Corr, LPI, Duyarlılık Analizi.

Jel Kodları: G00, L91.

¹Doç. Dr., Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, E-posta: osmanpala@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2634-2653.

Atıf/Citation

Pala, O. (2023). MEREC-Corr ve Saw temelli lojistik performans değerlendirme. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(25), 117-135.

MEREC-CORR AND SAW BASED LOGISTICS PERFORMANCE EVALUATION***Abstract***

In terms of increasing foreign trade and attracting investment, the logistics performances of the countries come to the fore. The economic growth rates of the countries that develop their economic relations with other countries are also increasing. The logistics performance index developed by the World Bank is a framework that many countries consider at this point. In the study, the logistics performances of Turkey and Czechia, Hungary, Poland and Slovakia, which have become the biggest competitors of Turkey in trade and investment in the region and expressed as the Visegrad four, were compared in the context of the logistics performance index. While the importance levels of the six criteria in the index were determined by the MEREC-Corr approach proposed in the study, the ranking of the countries according to the index values in five different periods covering the 2010-2018 period was carried out with the SAW method. With the sensitivity analysis developed according to the linear sum normalization and SAW method within the scope of the study, it was obtained that the improvements made by the countries in which criterion and in what amount would change their place in the ranking. At this point, according to the ranking in the last period of the study, it has emerged that Turkey can reach a higher rank among its competitors in terms of logistics performance with the improvements to be made in the dimension of customs procedures.

Keywords: MEREC-Corr, LPI, Sensitivity Analysis.

Jel Codes: G00, L91.

1. GİRİŞ

Eski çağlardan beri toplumlar arası ticaret faydalı olmuş ve medeniyetlerin gelişiminde önemli rol oynamıştır. Ticaret yolları ve rotaları ülkeleri birbirine bağlamış ve bu yollar üzerinde yeni medeniyetler kurulmuştur. Ülkelerin kalkınıp gelişmesine ticaret yoğun katkı sunarken, ticaretin elverişsiz hale gelmesinde ise büyük yıkımlar ve göçler meydana gelmiştir. Tarih boyunca gerçekleşen savaşlar, ülkeler arası ticareti bozarak açlık, sefalet ve kıtlık doğurmuştur. Özetle uluslararası ticaret insanlığın gelişiminin ateşleyicisi ve ülkeler arası barışı sağlayan yegâne unsur olmuştur.

Uluslararası ticaretin sağlıklı ve sürdürülebilir olması için iyi bir lojistik faaliyet bulunmalıdır. Lojistik faaliyeti, yapılan bir işin sağlıklı yürütülebilmesi için gereken ve arka planda yer alan tüm hizmetlerin ve altyapı imkanlarının bir organizasyon şeklinde yürütülmesi ile gerçekleşmektedir. Tarihte lojistik terimi ilk defa askeri hareketlerin sürdürülebilmesi için gerekli olan faaliyetlerin tanımlanması, düzenlenmesi ve hesaplanması ile ilgili kullanılmıştır. Günümüzde ise küreselleşen dünyada ülkelerin hem uluslararası hem de ulusal ticari faaliyetlerinde verimli ve etkin işleyişin önemli bir göstergesi olarak ifade edilmektedir.

Lojistiğin geliştirilmesi ile artan düzeyde uluslararası ticaret gerçekleştiren ülkelerin makroekonomik kazanımları ve mikro anlamda da firmaların büyüme göstermesi ve yeni iş kollarının doğması sağlanmıştır (Altıntaş, 2021, s. 118).

Lojistik, globalleşen ekonomiyle beraber uluslararası hale gelen şirketlerin farklı pazar ve yatırım sahaları bulması ve bunları kullanması için önemli rol üstlenmektedir. Coğrafi bölgelerin birbirine daha sıkı bağlanması ile rekabet gücü yüksek ülke ve şirketlerin önü açılmıştır. Bu sayede rekabet noktasında lojistik etkinliği öne çıkmaktadır (Kısa & Ayçin, 2019, s. 302).

Bir ülkenin lojistik faaliyet performansının iyileştirilmesi için öncelikle değerlendirilmesi ve rakipleriyle karşılaştırılması gerekmektedir. Tüm dünyada ticaret faaliyetlerindeki lojistik yaklaşımlarını sektördeki uzmanlar tarafından değerlendiren, Dünya Bankası aracılığıyla ortaya konulan ve paylaşılan Lojistik Performans Endeksi (LPI) altı kriter üzerinden ülkelerin lojistik etkinliklerini ölçmektedir (Manavgat & Demirci, 2021, s. 1857).

LPI, 5’li Likert ölçeğine göre ilgili ülkelerin lojistik performansını etkileyen kriterler için puanlanmasına dayanmaktadır. Bu değerlendirmeyi ilgili ülkelerle ticaret gerçekleştiren lojistik uzmanları gerçekleştirmektedir (Arvis vd., 2018, s. 1).

Gümrük, gümrük işlemlerinin verimliliği ve etkinliğini ifade etmektedir. Altyapı, ticaret ve ulaşım ile ilişkili altyapıyı tanımlamaktadır. Lojistik hizmet kalitesi ise lojistik hizmetlerin yeterliliği ve kalitesini belirtmektedir. Bu üç kriter girdi tabanlı tanımlanmakta olup stratejik düzenlemeler ile geliştirmeye açık alanlardır. Çıktı tabanlı olarak ifade edilen kriterlerden ise üç adet bulunmaktadır. Uluslararası taşımacılık ise uygun fiyatlı taşımacılığın kolay bulunabilmesini ifade etmektedir. İzleme ve takip, gönderilen malların takip ve izleme kabiliyetini, zamanlama ise çizelgelenecek veya beklenen dağıtım sürelerinin ne kadar sağlandığını ifade etmektedir (Arvis vd., 2018, s. 8).

Türkiye’nin ise yatırım sağlama ve uluslararası ticaret konusunda son dönemde büyük rakipleri haline gelen ülkeler kısaca Vişegrad ülkeleri olarak tanımlanan Polonya, Çekya, Slovakya ve Macaristan olarak görülmektedir (Arı, 2021, s. 162).

Çalışmada bu bağlamda Türkiye’nin lojistik performansı rakipleri olan Vişegrad ülkeleri ile mukayese edilmiştir. LPI’de tanımlanan altı farklı kriter ve birden çok alternatifin olması nedeniyle lojistik performans ölçümü bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) olarak ele alınmıştır.

Rezaei vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada kriterlerin eşit ağırlıkta düşünülerek nihai ülke lojistik performans skorunun elde edilmesinin doğru olmadığı uzman görüşleri doğrultusunda ifade edilmiştir. Bu bağlamda LPI değerlendirme kriterlerinin ağırlıklandırılması gerekmektedir.

Kriterlerin ağırlıklandırılması için iki farklı yöntem olan MEREC ve kriter korelasyon yaklaşımlarından oluşturulan MEREC-Corr önerilmiştir. Bu sayede farklı bakış açıları sunan bu iki teknik bir araya getirilerek sonuçların etkinliğinin artırılması amaçlanmıştır. MEREC kriter içi değişkenliğe odaklanırken, Corr ise kriterler arası değişkenliği ele almaktadır. MEREC-Corr ise hem kriter içi değişkenliği hem de kriterler arası değişkenliği bir arada dikkate alarak karar matrisi hakkında daha fazla bilgi içermektedir.

Problemde yer alan ülkelerin sıralanmasında ise en popüler ÇKKV yaklaşımı olan SAW'dan faydalanılmıştır. Öte yandan SAW metodunda toplamsal normalizasyon için yeni bir duyarlılık analizi önerisi sunulmuştur.

Çalışmanın amacı, Türkiye'nin lojistik bağlamında önemli rakipleri olan Vişegrad ülkeleri ile karşılaştırılması ve önerilen duyarlılık analizi yaklaşımı ile hangi noktalarda iyileştirmenin gerekli olduğunun ortaya konmasıdır. Çalışmada, ÇKKV metodolojisinde kriter ağırlıklandırma için yeni bir yöntem olan MEREC-Corr yaklaşımının aktarımının ve SAW için önerilen duyarlılık analizinin alan yazına faydalı olacağı düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Alan yazında ülkelerin lojistik performansını değerlendirme çalışmalarında bir standart haline gelen LPI değerlerini kullanan birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda genellikle ÇKKV yaklaşımları ve bazı seçilmiş ülkelerin birlikte kullanılması sık gözlenen bir durum olmuştur. Tablo 1'de bu çalışmalara yer verilmiştir. Çalışmada ele alınan ülkeler, çalışma verilerinin dönemi, kullanılan kriterler ve kriterleri ağırlıklandırmada kullanılan yaklaşımlar ile ülkelerin performans skorlarını değerlendiren yöntemler ile sonuçlar ve gerçekleştirilen duyarlılık analizlerinin altı çizilmiştir.

Tablo 1. ÇKKV Yöntemleri İle LPI Verileri Kullanılarak Gerçekleştirilen Çalışmalar

Çalışma Yazarları	Değerlendirme Yöntemi	Kriter Önem belirleme	Duyarlılık Analizi	Periyot	Kriterler	Ülkeler	Sonuçlar
Çakır (2017)	WSM, TOPSIS, VIKOR	CRITIC		2014	LPI Kriterlerinin tamamı	OECD üye ülkeler	İzlem ve Takip kriteri en önemli kriter olarak öne çıkarken Almanya genel olarak yöntemlerde etkili performansına sahip bulunmuştur.
Rezaei vd.	WSM	BWM		2018	LPI Kriterlerinin	LPI değerlendirildi	Altyapı en önemli kriter olarak ortaya çıkarken, elde

(2018).					tamamı	rmesine tabi tutulan 160 ülkenin tamamı	edilen sıralama ile LPI sıralaması arasında büyük farklılıklar meydana gelmemiştir.
Candan (2019)	GİA	Bulanık AHP		2016	Zamanlama, altyapı, izlem ve takip, ihracat ve ithalat teslim süreleri	Seçili 10 OECD ülkesi	Avustralya en yüksek performansa sahip olurken, ihracat teslim süresi kriteri en büyük ağırlığa sahip olarak bulunmuştur.
Kısa ve Ayçin (2019)	EDAS	SWARA		Bütünle ştirilen veriler	LPI Kriterlerinin tamamı	OECD üye ülkeler	Lojistik hizmet kalitesi en etkili kriter olarak öne çıkarken Almanya performans lideri olarak bulunmuştur.
Oğuz vd. (2019)	TOPSIS	Eşit ağırlık		2018	Gümrük faktörü hariç 5 LPI kriteri	Seçili 7 Asya ülkesi	Asya ülkeleri arasında lojistik performans lideri olarak Singapur bulunmuştur.
Orhan (2019)	EDAS	Entropi		2018	LPI Kriterlerinin tamamı	AB üye ülkeler ve Türkiye	Almanya performans lideriyken kriter önem lideri ise gümrük faktörü olmuştur.
Özmen (2019)	TODIM	MD		2016	LPI kriterlerinin tamamı ve ulaşım hacimleri	OECD üye ülkeler	LPI kriterlerinden en önemlisi lojistik hizmet kalitesi olarak bulunmuş ve Almanya ilk sırada yer alan ülke olmuştur.
Ulutaş ve Karaköy (2019a)	WASPAS	SD		2018	LPI Kriterlerinin tamamı	G-20 üye ülkeler	Gümrük önde gelen faktör olurken, Almanya lojistik performans birincisi olmuştur.
Ulutaş ve Karaköy (2019b)	PIV	SWARA- CRITIC		2018	LPI Kriterlerinin tamamı	AB üye ülkeler	Altyapı en önemli kriter olarak elde edilirken, Almanya ilk sırada yer almıştır.
Işık vd. (2020).	MABAC	SV		2018	LPI Kriterlerinin	11 adet merkez ve	Çekya ilk sırada yer alırken, zamanlama en

					tamamı	doğu Avrupa ülkesi	önemli faktör olmuştur.
Mercangöz vd. (2020)	COPRAS-G	Bulanık AHP		2010-2012-2014-2016-2018	LPI Kriterlerinin tamamı	AB üye ülkeler ve beş aday ülke	Altyapı kriterlerinde, Almanya ise performansta birinci sırada yer almıştır.
Yalçın ve Ayvaz (2020)	Bulanık TOPSIS	Bulanık AHP	4 farklı senaryoda kriter önem derecesi değişimi	2018	LPI Kriterlerinin tamamı	Türkiye ve dört komşu ülke	Gümrük faktörünün öne çıktığı çalışmada, Türkiye performans lideri olmuştur.
Yıldırım ve Mercangöz (2020)	ARAS-G	Bulanık AHP		2010-2012-2014-2016-2018	LPI Kriterlerinin tamamı	OECD üye ülkeler	En yüksek performansla Almanya sahipken altyapı ise en önemli kriter olarak elde edilmiştir.
Altıntaş (2021)	WASPAS, COPRAS	CRITIC		2018	LPI Kriterlerinin tamamı	AB üye ülkeler	Uluslararası taşımacılık kriterlerinden en önemlisi iken Almanya her iki yönteme göre de birinci sırada yer almıştır.
Senir (2021).	COPRAS	CRITIC		2018	17 adet yerel LPI Kriteri	AB üye ülkeler ve Türkiye	Hollanda lider ülke olarak görülürken, Türkiye 18. Sırada yer almıştır.
Stojanović ve Puška (2021).	Bulanık MABAC	Bulanık CRITIC	7 farklı senaryoda kriter önem derecesi değişimi	2012-2014-2016-2018	LPI Kriterlerinin tamamı	Körfez İşbirliği Ülkeleri	Dönemlerin ortalamasına bakıldığında lojistik hizmet kalitesi kriteri öne çıkarken tüm dönemlerde Birleşik Arap Emirlikleri birinci sırada yer almıştır.
Özdağoğlu vd. (2022)	MAUT, TOPSIS, MOORA, MAIRCA, MABAC, WSM, WPM, Borda	Orijinal LPI ağırlıkları - Temel bileşenler analizi		2018	LPI Kriterlerinin tamamı	LPI değerlendirilmesine tabi tutulan 160 ülkenin tamamı	Ülkelerin performans sıralamasında Almanya ilk sırada yer alırken onu Hollanda ve İsveç takip etmektedir.

Tablo 1’de çalışmalar topluca incelendiğinde genellikle 2018 yılı verileri kullanılarak, AB veya OECD üye ülkeleri performans sıralamaları çeşitli ÇKKV yöntemleri ve ağırlıklandırılmış LPI kriterleri üzerinden elde edilmiştir. Duyarlılık analizi ise çok az sayıda çalışmada gerçekleştirilmiş olup bunlarda da sadece kriter önem düzeylerinin değiştiği senaryolar bağlamında analizler yapılmıştır. Ülkelerin herhangi bir kriter veya kriterlerde elde edebileceği puan iyileşmesi durumları ve bunun sıralamalara etkisi literatürde ÇKKV ile gerçekleştirilen çalışmalarda rastlanmamıştır.

Çalışmada kullanılan yöntemlerin baz alındığı MEREC ve SAW ile ilgili çalışmalar aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

MEREC yeni bir yaklaşım olmasına rağmen çok sayıda ÇKKV probleminin çözümünde kullanılmıştır. Bunlardan bazılarında bakıldığında; Ayçin ve Arsu (2021) sosyal gelişmişlik indeksinde yer alan kriterlerin, Ersoy (2022) ülkelerin inovasyon performans ölçümü kriterlerinin, Hezam vd. (2022) araç yakıt tipi seçimi kriterlerinin, Mishra vd. (2022) çevreci turizm modeli seçim kriterlerinin, Rani vd. (2022) atık yiyecek değerlendirme modeli kriterlerinin, Shanmugasundar vd. (2022) boyayıcı robot tipi seçim kriterlerinin, Toslak vd. (2022) lojistik işletmesi performans ölçüm kriterlerinin önceliklendirilmesinde MEREC yaklaşımını kullanmışlardır.

SAW metodu çok temel bir sıralama yaklaşımı olup çok sayıda ÇKKV probleminin çözümünde kullanılmıştır. Son dönemde bu yaklaşıma yer veren çalışmalara bakıldığında; Ömürbek vd. (2016) otomotiv firmalarını finansal değerlendirmede, Akgül (2019) banka performans karşılaştırmasında, Baydaş ve Eren (2021) imalat işletmelerinin analizinde, Aldalou ve Perçin (2020) ile Özaydın ve Karakul (2021) gıda işletmelerinin başarı ölçümünde SAW yaklaşımını tercih etmişlerdir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

ÇKKV problemi olarak ele alınan lojistik performans değerlendirme problemindeki kriterler MEREC-Corr yöntemi ile ağırlıklandırılırken, sıralama ve duyarlılık analizleri SAW yöntemi baz alınarak gerçekleştirilmiştir.

3.1. MEREC-Corr Metodu

Hwang ve Yoon (1981) ÇKKV problemlerinde kriter ağırlıklandırma konusunda kriter içi değerlerin değişkenliğine dayanan entropi yöntemini önermiş ve bu yaklaşım objektif kriter değerlendirme metotları arasında oldukça popüler olmuştur. Diakoulaki vd. (1995) ise standart sapma yaklaşımı ile entropi yöntemine paralel olacak şekilde kriter içi değişkenliği

dikkate alan bir çalışma sunmuştur. Her iki yöntem bir kriterin iç değişkenliği yüksek olduğunda daha fazla bilgi taşıdığı varsayımına dayanmaktadır. Diakoulaki vd. (1995) ayrıca çalışmalarında herhangi iki kriter için alternatifler benzer değerleri almakta ise bu kriterler arası ilişki olabileceği varsayımı ile kriterler arası korelasyonları dikkate almışlar ve standart sapmalar ile birleştirerek CRITIC metodunu önermişlerdir. Mukhametzyanov (2021) ise bu doğrultuda entropi yöntemi ile kriterler arası korelasyonu birlikte ele alan EWM-Corr yöntemini önermiş ve bu yaklaşımın etkin bir kriter ağırlıklandırma yaklaşımı olduğunu ifade etmiştir.

Çalışmada önerilen MEREC-Corr metodu, Keshavarz-Ghorabae vd. (2021) tarafından ortaya atılan ve kriter içi değişkenliği dikkate alan MEREC metoduna kriterler arası korelasyon değerlerinin eklenmesiyle oluşturulmuştur.

MEREC metodunda alternatifler satırlarda kriterler ise sütunlarda olacak biçimde bir $A = \|a_{ij}\|_{(n \times m)}$ karar matrisi için Eşitlik 1 ve 2'de olduğu gibi tüm kriterler maliyet yönlü hale getirilerek normalize edilmektedir (Keshavarz-Ghorabae vd., 2021, s. 8-9):

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_j^{\max}} \quad \text{maliyet yönlü kriterler için} \quad (1)$$

$$b_{ij} = \frac{a_j^{\min}}{a_{ij}} \quad \text{fayda yönlü kriterler için} \quad (2)$$

Her bir kriter için teorik olarak hesaplanan alternatif performans değerleri Eşitlik 3 ile elde edilmektedir. Eşitlik 4 ise herhangi bir kriterin dışarıda bırakılması ile hesaplanan alternatiflerin skor değerlerini vermektedir.

$$S_i = \ln \left(1 + \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (|\ln(b_{ij})|) \right), \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$S_{ij}^* = \ln \left(1 + \frac{1}{m} \sum_{k=1, k \neq j}^m (|\ln(b_{ik})|) \right), \quad i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m \quad (4)$$

Yönteme göre kriter etki gücünü belirleyen E_j Eşitlik 5'teki haliyle hesaplanmakta ve sonrasında istendiği taktirde toplamsal normalizasyon ile MEREC kriter ağırlıkları bulunmaktadır.

$$E_j = \sum_{i=1}^n |S_{ij}^* - S_i|, \quad j = 1, \dots, m \quad (5)$$

CRITIC metodunda karar matrisi $A = \|a_{ij}\|_{(n \times m)}$ için normalizasyon Eşitlik 6 ile hesaplanmaktadır (Diakoulaki vd., 1995, s. 765). Maliyet yönlü kriterler problemde bulunmakta ise Eşitlik 7'deki tersine sıralama yaklaşımıyla normalizasyon tamamlanmaktadır (Mukhametzyanov, 2021, s. 86). Sonrasında ise kriterler arası korelasyon değerleri Eşitlik 8 kullanılarak elde edilmektedir.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij} - a_j^{\min}}{a_j^{\max} - a_j^{\min}} \quad \text{fayda yönlü kriter} \quad (6)$$

$$z_{ij} = -x_{ij} + x_j^{\max} + x_j^{\min} \quad \text{eğer } j \text{ maliyet kriteriyse}$$

$$z_{ij} = x_{ij} \quad \text{diğer durumlarda} \quad (7)$$

$$c_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (z_{ij} - \bar{z}_j)(z_{ik} - \bar{z}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (z_{ij} - \bar{z}_j)^2 \cdot \sum_{i=1}^n (z_{ik} - \bar{z}_k)^2}}, \quad j, k = 1, \dots, m \quad (8)$$

MEREK-Corr yaklaşımında kriter önem derecesi ise Diakoulaki vd. (1995, s. 765) ve Mukhametzyanov (2021, s. 95) tarafından kullanılan hesaplamalara benzer şekilde çarpımsal formda Eşitlik 9 ile belirlenmektedir. Nihai kriter ağırlıkları ise toplamsal normalizasyon ile Eşitlik 10'daki gibi hesaplanmaktadır.

$$q_j = E_j \sum_{k=1}^m (1 - |c_{jk}|) \quad j = 1, \dots, m \quad (9)$$

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^m q_k}, \quad j = 1, \dots, m \quad (10)$$

3.2. SAW metodu ve Duyarlılık Analizi

SAW metodunda sıralama değişimi için normalize edilmiş karar matrisi elemanlarının değişim miktarlarına göre duyarlılık analizi, Triantaphyllou ve Sánchez (1997, s. 174-176) tarafından gerçekleştirilmiştir. Alinezhad vd. (2014, s. 84-90) doğrusal maksimum, Pala (2022, s. 179-180) doğrusal maksimum-minimum normalizasyon yöntemlerine göre karar matrisi eleman değişiminin SAW alternatif sıralamalarında gerçekleştirdiği değişimleri incelemişlerdir.

ÇKKV alanında en popüler sıralama yaklaşımı olan SAW metodunda $X = \|x_{ij}\|_{(n \times m)}$ gibi n adet alternatif ve m adet kriter için verilen değerlendirme matrisinden Eşitlik 11 ile fayda yönlü kriterler toplamsal normalizasyon işlemi sonucu standardize edilmektedir.

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad j = 1, \dots, m \quad (11)$$

ÇKKV probleminde nihai alternatif skorları Eşitlik 12 kullanılarak hesaplanmaktadır. Burada en büyük S_i skora sahip alternatif en iyi seçenek olarak görülmektedir.

$$S_i = \sum_{j=1}^m z_{ij} w_j \quad i = 1, \dots, n \quad (12)$$

Alternatif skor değerleri S_i değerlerine göre azalan biçimde sıralanmaktadır. O halde $S_h > S_k$ şeklinde iki alternatif olduğunda alternatif k için bu durumu $S_k \geq S_h$ şeklinde dönüştürerek h alternatifini geçebilmesi adına herhangi bir r fayda yönlü kriteri bakımından gerçekleşmesi gereken iyileşme miktarı, normalize matris değerleri üzerinden SAW yöntemi bakımından Eşitlik 13 ile belirlenebilmektedir. Burada eşitsizlik eşitlik haline getirilerek $(z_{kr}^* - z_{hr}^*)$ değeri hesaplanmaktadır.

$$\sum_{j=1, j \neq r}^m z_{hj} w_j - \sum_{j=1, j \neq r}^m z_{kj} w_j \leq (z_{kr}^* - z_{hr}^*) w_r$$

$$(z_{kr}^* - z_{hr}^*) \geq \frac{\sum_{j=1, j \neq r}^m z_{hj} w_j - \sum_{j=1, j \neq r}^m z_{kj} w_j}{w_r} \quad (13)$$

Eğer Eşitlik 14'deki koşul yeni normalize değerler ve r kriteri için sağlanıyorsa o halde bu kriter bakımından iyileştirme yapılarak k alternatifi h alternatifinin önüne geçebilmektedir.

$$(z_{kr}^* - z_{hr}^*) \leq 1 \quad (14)$$

Gerçek değer olan x_{kr} değerinde Δ_{kr} kadar iyileştirme yapılarak toplamsal normalizasyona göre Eşitlik 15'e göre gereken iyileşme miktarı hesaplanabilmektedir. Bu durumda $S_k \geq S_h$ haline getirecek Δ_{kr} değeri minimum iyileşme miktarı olarak ifade edilebilir ve Eşitlik 15'te bilinmeyen bu tek değişkene göre çözüm yapılarak elde edilir.

$$\left. \begin{aligned} z_{kr}^* - z_{hr}^* &= \frac{x_{kr} + \Delta_{kr}}{\left(\sum_{i=1}^n x_{ir} \right) + \Delta_{kr}} - \frac{x_{hr}}{\left(\sum_{i=1}^n x_{ir} \right) + \Delta_{kr}} \\ z_{kr}^* - z_{hr}^* &= \frac{x_{kr} + \Delta_{kr} - x_{hr}}{\left(\sum_{i=1}^n x_{ir} \right) + \Delta_{kr}} \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

4. BULGULAR

2010-2018 dönemi aralığında ikişer yılda bir kez alandaki uzmanların değerlendirmeleri ile altı kriter göz önüne alınarak tekrarlanmış ve ülkelerin lojistik performanslarının ölçülmesinde kabul görmüş LPI araştırma değerlerini dikkate alan bu çalışmada endekste yer alan; Gümrük (K1), Altyapı (K2), Uluslararası Taşımacılık (K3), Lojistik Hizmet Kalitesi (K4), İzleme ve Takip (K5), Zamanlama (K6) faktörleri birer kriter olarak ele alınmış ve Türkiye'nin (A5) bölgesindeki yatırım çekme ve uluslararası ticaret konusundaki en büyük rakipleri olarak görülen Vişegrad ülkeleri olan Çekya (A1), Polonya (A2), Macaristan (A3) ve Slovakya (A4) ile lojistik performansı karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma probleminde yer alan 6 fayda yönlü kriterin ağırlıkları MEREK-Corr yaklaşımıyla elde edilirken ülkelerin sıralamaları SAW yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Dönem olarak 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 yılları verilerinin Dünya Bankası (2022) internet adresinden temin edilerek dikkate alındığı çalışmada yöntemlerin ara sonuçları 2018 yılı için verilirken nihai sonuçlar ise tüm yıllara göre aktarılmıştır.

Karar probleminde kullanılan LPI verileri problemdeki ülkeler ve kriterler için 2018 yılına göre Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. 2018 Yılı Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	3.2867	3.4646	3.7460	3.7156	3.7034	4.1336
A2	3.2535	3.2089	3.6785	3.5800	3.5057	3.9543
A3	3.3549	3.2709	3.2219	3.2132	3.6705	3.7859
A4	2.7890	3.0000	3.1011	3.1392	2.9853	3.1392

A5	2.7135	3.2100	3.0607	3.0468	3.2331	3.6281
----	--------	--------	--------	--------	--------	--------

MEREC-Corr yaklaşımında yer alan MEREC tekniğinde Eşitlik 1 ile elde edilen, Corr için ise Eşitlik 6'ya göre hesaplanan 2018 yılı normalize karar matrisleri sırasıyla Tablo 3 ve 4'te sunulmuştur.

Tablo 3. 2018 Yılı MEREC Normalize Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	0.8256	0.8659	0.8171	0.8200	0.8061	0.7594
A2	0.8340	0.9349	0.8320	0.8511	0.8516	0.7939
A3	0.8088	0.9172	0.9500	0.9482	0.8133	0.8292
A4	0.9729	1.0000	0.9870	0.9706	1.0000	1.0000
A5	1.0000	0.9346	1.0000	1.0000	0.9234	0.8652

Tablo 4. 2018 Yılı Corr Normalize Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	0.8937	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A2	0.8419	0.4496	0.9015	0.7973	0.7246	0.8196
A3	1.0000	0.5832	0.2352	0.2488	0.9542	0.6504
A4	0.1178	0.0000	0.0590	0.1381	0.0000	0.0000
A5	0.0000	0.4521	0.0000	0.0000	0.3450	0.4917

Tablo 3 ve 4'e bakıldığında normalize karar matrisi yönünden büyük farklar görülmektedir. Bu durum MEREC yönteminde diğer yöntemlerden farklı olarak tüm kriterlerin maliyet yönüne göre çevrilmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 5'te ise Eşitlik 5 ile elde edilen MEREC kriter etki gücü E_j ve Corr kriter etki gücü

$\sum_{k=1}^m (1 - |c_{jk}|)$ ile MEREC_w, Corr_w ve MEREC-Corr_w kriter ağırlıkları 2018 yılı için verilmiştir. Tablo 5'te MEREC yöntemine göre en büyük ağırlığa sahip K6 kriteri ile Corr yöntemindeki ağırlığı en yüksek değerde olan K1 kriterleri, MEREC-Corr yönteminde ağırlık

bakımından ilk iki sırada yer almıştır. Buna göre MEREC-Corr yönteminin etkili bir şekilde bu iki yöntemi birleştirdiği görülmektedir.

Tablo 5. 2018 Yılı Kriter Etki Güçleri Ve Ağırlıkları

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
E_j	0.0894	0.0534	0.0648	0.0640	0.0972	0.1236
$\sum_{k=1}^m (1 - c_{jk})$	1.2689	1.2299	1.1402	1.1831	0.9578	0.8244
MEREK_w	0.1816	0.1085	0.1315	0.1299	0.1973	0.2511
Corr_w	0.1921	0.1862	0.1726	0.1791	0.1450	0.1248
MEREK-Corr_w	0.2167	0.1255	0.1410	0.1446	0.1777	0.1946

Tablo 6’da ise çalışmada yer alan diğer dört yılın kriter ağırlıkları bulunmaktadır. 2010 ve 2014 yılında MEREC ve MEREC-Corr K5’i öne çıkarırken, 2012 yılında her üç yöntem de K5’i, 2016 yılında ise Corr ve MEREC-Corr K2’yi birlikte öne çıkarmışlardır. Bu durumda MEREC-Corr yönteminde elde edilen ağırlık değerlerinin sadece MEREC veya Corr’a göre oluşmadıkları gözlenmiştir.

Tablo 6. 2010, 2012, 2014, 2016 Yılları Verileri İçin Kriter Ağırlıkları

		K1	K2	K3	K4	K5	K6
2010	MEREK_w	0.1093	0.0546	0.2012	0.1655	0.2444	0.2249
	Corr_w	0.1467	0.2850	0.1028	0.1486	0.1656	0.1513
	MEREK-Corr_w	0.1060	0.1028	0.1366	0.1625	0.2673	0.2247
2012	MEREK_w	0.1317	0.1213	0.1942	0.1320	0.2829	0.1379
	Corr_w	0.1524	0.1818	0.1099	0.1592	0.2182	0.1784
	MEREK-Corr_w	0.1176	0.1291	0.1250	0.1230	0.3613	0.1440
2014	MEREK_w	0.1527	0.1126	0.1262	0.1615	0.3249	0.1221
	Corr_w	0.1568	0.1357	0.2217	0.1283	0.1923	0.1652
	MEREK-Corr_w	0.1404	0.0896	0.1640	0.1215	0.3662	0.1182
2016	MEREK_w	0.2267	0.1611	0.0513	0.2149	0.2795	0.0665
	Corr_w	0.1547	0.3213	0.1141	0.1245	0.1209	0.1645
	MEREK-Corr_w	0.2136	0.3153	0.0356	0.1630	0.2058	0.0666

Kriter ağırlıkları MEREC-Corr ile elde edildikten ve Eşitlik 11 ile normalize karar matrisleri hesaplandıktan sonra 2010, 2012, 2014, 2016 ve 2018 yıllarındaki ülkelerin lojistik performans skorları SAW yöntemiyle elde edilmiş ve Tablo 7’de aktarılmıştır. Beş farklı yıldaki sıralama beraber ele alındığında A1, 2, A5, 2.4, A2, 2.8, A3, 3.2 ortalama sıralama değerlerine göre birbirlerine yakın ortalama değerlerine sahip olurken, bir dönem hariç diğer tüm dönemlerde son sıradaki A4, 4.6 ortalama sıra değeri ile diğerlerinden negatif ayrılmıştır. A1 üç dönemde ve A5 iki dönemde birinci sırada yer alarak bu ülkeler arasındaki rekabetçi yapılarını sergilemişlerdir. Öte yandan ülkelerin skor değerlerine bakıldığında oldukça yakın değerlere sahip oldukları gözlenmiştir. Bu bakımdan problemde yer alan ülkelerin birbirleri ile kıyaslanabilir ve rakip olabilir ülkeler olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 7. Ülkelerin SAW ile Sıralama Sonuçları

Ülkeler	2010		2012		2014		2016		2018	
	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra	Skor	Sıra
A1	0.2136	1	0.1929	4	0.2031	3	0.2125	1	0.2184	1
A2	0.2103	2	0.2084	2	0.2026	4	0.1968	4	0.2103	2
A3	0.1804	5	0.1997	3	0.2045	2	0.1988	3	0.2051	3
A4	0.2001	3	0.1831	5	0.1843	5	0.1917	5	0.1795	5
A5	0.1956	4	0.2159	1	0.2055	1	0.2001	2	0.1866	4

Toplamsal normalizasyon ve SAW yöntemine göre Eşitlik 13 - 15’te önerilen duyarlılık analizi sonuçları ise tüm dönemler için hesaplanmış ve 2018 yılı için Türkiye(A5) adına her bir kriterde diğer kriter değerleri ve kriter ağırlıkları sabit kalacak şekilde ne kadar iyileştirme yaparsa hangi ülkeleri geçebileceği Tablo 8’de verilmiş ve analize sonuncu sıradaki Slovakya dahil edilmemiştir. Buna göre Türkiye 2018 yılında kendisinden önde olan ülkeler olan Çekya, Polonya ve Macaristan’ın tamamını tek bir kriterde iyileşme yaparak geçememektedir.

Tablo 2’deki veriler dikkate alındığında ve iyileşme miktarları Δ_{kr} ile bu x_{kr} değerleri toplandığında LPI uzman değerlendirmelerinde maksimum değer olan 5’i en az birinde geçmekte ve bu durumdaki iyileşme imkansız olmaktadır. Öte yandan Tablo 2’de en düşük skora sahip olduğu Gümrük (K1) konusunda yapacağı iyileştirmeler ile en azından Polonya ve Macaristan’ı geçebileceği ön görülmektedir. Diğer kriterlerde ise tek başına yapılacak iyileştirmeler, pratikte lojistik performans açısından sıralamada herhangi bir rakibini geçebilmesine imkan sağlamamaktadır. Bu durumda Türkiye’nin lojistikte eğer tek bir boyuta odaklanması gerekiyorsa bu Gümrük işlemleri boyutu olmalıdır.

Tablo 8. Türkiye'nin 2018 Yılında Rakiplerini Geçebilmesi İçin Gereken İyileşme Miktarları

	Çekya	Polonya	Macaristan
K1	2.5328	1.8131	1.3735
K2	5.3606	3.749	2.7796
K3	4.6403	3.2405	2.5084
K4	4.4696	3.1422	2.4205
K5	3.5994	2.5752	1.9304
K6	3.5200	2.5258	1.9385

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkelerin lojistik imkan ve kabiliyetleri diğer ülkelerle ticaret yapmalarında ve üzerlerine yatırım çekmelerinde oldukça önemli bir görev üstlenmektedir. Mal ve sermayenin dolaşımında lojistik performansı güçlü ülkeler daha dinamik ve verimli yollar sunabilmektedir. Özellikle ülkelerin kendilerine ticaret ve yatırım alternatifi olabilecek ülkelerle lojistik bakımından rekabet edebilir ve hatta yapacağı geliştirmeler ile üstün hale gelebilir durumda olmalıdır.

Çalışmada Türkiye'nin Avrupa'daki gelişmiş ülkeler ile hem ticaret partnerliği hem de istihdam yaratacak yatırımları çekme konusunda en büyük rakipleri haline gelen ve Vişegrad dördülsü olarak isimlendirilen Çekya, Macaristan, Polonya ve Slovakya ile lojistik performansları birlikte değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Türkiye'nin önemli rakipleri ile rekabet noktasında ne durumda olduğu ve ne yapması gerektiği sorularına cevap aranmıştır.

Bu amaçla Dünya Bankası tarafından 160 ülkenin düzenli olarak lojistik performansının alanlarındaki uzmanlarca değerlendirilmesi ile geliştirilen LPI kriterleri ve verileri dikkate alınmıştır.

Performans karşılaştırmasının sağlıklı olabilmesi için sadece alternatiflerin bulunduğu bağlamda problemin ele alınması ve kendi aralarındaki üstünlüklerin kıyaslanması gerekmektedir. Bu nedenle araştırmaya konu olan 5 ülkenin kendi aralarında değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Performans karşılaştırmasının farklı yönleri olan kriterlerin, literatürde kabul görmüş olan 6 kriterden oluşması güçlü ve kapsamlı bir değerlendirme yapabilmek için tercih edilmiştir.

Birbirleri ile bağlantılı olabileceği ön görülen bu kriterler arasında önem seviyeleri tespitinde Corr metodunun kullanımı ile yüksek ilişkili kriterlerin diğer kriterlerin etki düzeyini

azaltması engellenirken, MEREC ile alternatifler arasında anlamlı fark barındıran kriterlerin önem seviyeleri ise artırılmıştır. Bu açıdan çalışmada her iki yöntemin etkisini birlikte barındıran MEREC-Corr yöntemi önerilmiştir.

Ülkelerin performanslarını kıyaslama ve sıralamada ise en popüler ÇKKV yaklaşımı olan SAW kolay anlaşılır yapısı için kullanılırken bu metoda özgü duyarlılık analizi çalışma kapsamında ortaya konmuştur. Önerilen duyarlılık analizinin diğer çalışmalardan farkı ise toplamsal normalizasyon ve SAW metodunu dikkate alarak ülkelerin herhangi bir performans boyutunda yapacağı iyileştirmenin sıralamasındaki etkisini direk ortaya koymasındadır.

Gerçekleştirilen duyarlılık analizi sonucunda Türkiye'nin lojistik performansını Vişegrad ülkelerine göre artırabilmesi için odaklanması gereken performans boyutunun gümrük yönetimi ve işlemleri konusunda olduğu ortaya çıkmıştır. Gümrük işlemleri ile ilgili yapılacak iyileştirmeler Türkiye'nin öncelikle ele alması gereken konulardır.

Gelişen teknolojilerden olan blok zincir yaklaşımının gümrükte gerçekleştirilen tüm işlemlere ait verilerin güvenli bir şekilde kayıt altına alınmasında, işlem sayısının azaltılmasında, zaman ve kırtasiye masrafının düşürülmesinde ve çoğu işlemin otomatikleştirilmesinde önemli bir rol oynayabileceği bilinen bir gerçekliktir. Bu durumda Türkiye'nin gümrük işlem ve mevzuatında blok zincir uygulamalarına yer verecek şekilde projelerin geliştirilmesi lojistik performansına ve rakipleri ile bu alanda rekabet etmesi noktasında anlamlı bir katkı sunacaktır.

Gelecek çalışmalarda, önerilen MEREC-Corr yaklaşımının farklı ÇKKV problemlerindeki kriter ağırlıklandırma süreçlerinde kullanılması ve SAW için geliştirilen duyarlılık analizinin karar problemlerindeki alternatiflerin hangi kriterlerde iyileştirme yapmaları gerektiği noktasında sunacağı çözümlerden faydalanan araştırmaların yapılması düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akgül, Y. (2019). Çok kriterli karar verme yöntemleriyle Türk bankacılık sisteminin 2010-2018 yılları arasındaki performansının analizi. *Finans Ekonomi Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(4), 567-582.
- Aldalou, E. & Perçin, S. (2020). Financial performance evaluation of food and drink index using fuzzy MCDM approach. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(1), 1-19.
- Alinezhad, A., Sarrafha, K., & Amini, A. (2014). Sensitivity analysis of SAW technique: The impact of changing the decision making matrix elements on the final ranking of alternatives. *Iranian Journal of Operations Research*, 5(1), 82-94.

- 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.
- Arı, Y. O. (2021). Uluslararası sosyal, politik ve ekonomik endeksler ışığında Vişegrad grubu ülkeleri ve Türkiye analizi. *Pearson Journal International Conference on Social Sciences & Humanities* s. 161-177.
- Arvis, J. F., Ojala, L., Wiederer, C., Shepherd, B., Raj & A., Dairabayeva, K. (2018). Connecting to compete 2018 trade logistics in the global economy the logistics performance index and its indicators. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- Ayçin, E., & Arsu T. (2021). Sosyal gelişme endeksine göre ülkelerin değerlendirilmesi: MEREK ve MARCOS yöntemleri ile bir uygulama. *İzmir Yönetim Dergisi*, 2(2), 75-88.
- Baydaş, M. & Eren, T. (2021). Finansal performans ölçümünde ÇKKV yöntem seçimi problemine objektif bir yaklaşım: Borsa İstanbul'da bir uygulama. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 16(3), 664-687.
- Candan, G. (2019). Lojistik performans değerlendirmesi için bulanık AHP ve gri ilişkisel 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(3-4), 177-186.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770.
- Dünya Bankası, (2022). Logistics performance index. 1 Haziran 2022 tarihinde <https://lpi.worldbank.org/> adresinden erişildi.
- Ersoy, N. (2022). OECD ve AB üyesi ülkelerin inovasyon performanslarının MEREK-MARCOS bütünleşik modeli ile ölçümü. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(3), 1039-1063.
- Hezam, I. M., Mishra, A. R., Rani, P., Cavallaro, F., Saha, A., Ali, J., Strielkowski, W & Štreimikienė, D. (2022). A Hybrid Intuitionistic Fuzzy-MEREK-RS-DNMA Method for Assessing the Alternative Fuel Vehicles with Sustainability Perspectives. *Sustainability*, 14(9), 5463. <https://doi.org/10.3390/su14095463>
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. In multiple attribute decision making (pp. 58-191). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Isik, O., Aydin, Y., & Kosaroglu, S. M. (2020). The assessment of the logistics performance index of CEE Countries with the new combination of SV and MABAC Methods. *LogForum*, 16(4), 549-559.

- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MERECE). *Symmetry*, 13(4), 525-545.
- Kisa, A. C. G., & Ayçin, E. (2019). OECD ülkelerinin lojistik performanslarının SWARA tabanlı EDAS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 301-325.
- Manavgat, G., & Demirci, A. (2021). Lojistik performans endeksi tutarlılığının sıralı lojistik regresyon modeliyle incelenmesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 16(64), 1856-1871.
- Mercangöz, B. A., Yildirim, B. F., & Yildirim, S. K. (2020). Time period based COPRAS-G method: application on the Logistics Performance Index. *LogForum*, 16(2), 239- 250.
- Mishra, A. R., Saha, A., Rani, P., Hezam, I. M., Shrivastava, R., & Smarandache, F. (2022). An integrated decision support framework using single-valued-MERECE-MULTIMOORA for low carbon tourism strategy assessment. *IEEE Access*, 10, 24411-24432. 10.1109/ACCESS.2022.3155171
- Mukhametzyanov, I. (2021). Specific character of objective methods for determining weights of criteria in MCDM problems: Entropy, CRITIC and SD. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4(2), 76-105.
- Oğuz, S., Alkan, G., & Yılmaz, B. (2019). Seçilmiş Asya ülkelerinin lojistik performanslarının TOPSİS yöntemi ile değerlendirilmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi, (Özel Sayı)*, 497, 507.
- Orhan, M. (2019). Türkiye ile Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının Entropi ağırlıklı EDAS yöntemiyle karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1222-1238.
- Ozmen, M. (2019). Logistics competitiveness of OECD countries using an improved TODIM method. *Sādhanā*, 44(5), 1-11.
- Ömürbek, N., Karaatli, M. & Balci, H. F. (2016). Entropi temelli MAUT ve SAW yöntemleri ile otomotiv firmalarının performans değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 227-255.
- Özaydin, G. & Karakul, A. K. (2021). Entropi tabanlı MAUT, SAW ve EDAS yöntemleri ile finansal performans değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1), 13-29.
- Özdağoğlu, A., Ulutaş, A., & Keleş, M. K. (2022). Lojistik değerlendirme ölçütlerine göre ülke sıralamaları: farklı yöntemlerin sıralama üzerindeki etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 512-541.
- Pala, O. (2022). BIST Perakende Ticaret Sektöründe MSY ve WSM Tabanlı Finansal Başarı Ölçümü ve Duyarlılık Analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 18(2). s:172-184.
- Rani, P., Mishra, A. R., Saha, A., Hezam, I. M., & Pamucar, D. (2022). Fermatean fuzzy Heronian mean operators and MERECE-based additive ratio assessment method: An

-
- application to food waste treatment technology selection. *International Journal of Intelligent Systems*, 37(3), 2612-2647. <https://doi.org/10.1002/int.22787>
- Rezaei, J., van Roekel, W. S., & Tavasszy, L. (2018). Measuring the relative importance of the logistics performance index indicators using Best Worst Method. *Transport Policy*, 68, 158-169.
- 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.
- Shanmugasundar, G., Sapkota, G., Ćep, R., & Kalita, K. (2022). Application of MEREK in Multi-Criteria Selection of Optimal Spray-Painting Robot. *Processes*, 10(6), 1172. <https://doi.org/10.3390/pr10061172>
- Stojanović, I., & Puška, A. (2021). Logistics performances of gulf cooperation council's countries in global supply chains. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4(1), 174-193.
- Toslak, M., Aktürk, B., & Ulutaş, A. (2022). MEREK ve WEDBA Yöntemleri ile Bir Lojistik Firmasının Yıllara Göre Performansının Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (33), 363-372. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1041106>
- Triantaphyllou, E., & Sánchez, A. (1997). A sensitivity analysis approach for some deterministic multi-criteria decision-making methods. *Decision sciences*, 28(1), 151-194.
- Ulutaş, A., & Karaköy, Ç. (2019a). G-20 Ülkelerinin lojistik performans endeksinin çok kriterli karar verme modeli ile ölçümü. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 71-84.
- Ulutaş, A., & Karaköy, Ç. (2019b). An analysis of the logistics performance index of EU countries with an integrated MCDM model. *Economics and Business Review*, 5(4), 49-69.
- Yalçın, B., & Ayvaz, B. (2020). Çok kriterli karar verme teknikleri ile lojistik performansın değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(38), 117-138.
- Yıldırım, B. F., & Mercangoz, B. A. (2020). Evaluating the logistics performance of OECD countries by using fuzzy AHP and ARAS-G. *Eurasian Economic Review*, 10(1), 27-45.