

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE LOJİSTİK ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

Mehmet GÜDELEK¹
Emirhan DURSUNKAYA²
Esra KAYA³
Merve PALAMUTOĞLU⁴
Tuğçe AKŞAHİN⁵
Emine Elif NEBATİ⁶

Öz

Lojistik etkinlik ölçümü, tedarik zincirindeki tüm lojistik faaliyetlerin performansını değerlendirmek için kullanılan analiz sürecidir. Bu analiz, ülkelerin ekonomik kalkınmaları, ticari rekabet güçleri ve küresel entegrasyonları açısından kritik öneme sahiptir. Veri zarflama analizi (VZA), etkinlik ölçümünde sıklıkla tercih edilen, ülkelerin lojistik performansını ölçmek için kullanılacak güçlü araçlardan biridir. Bu çalışma, 139 ülkenin 2023 yılı lojistik performansını değerlendirmek amacıyla Veri zarflama analizi (VZA) yöntemini kullanmıştır. Araştırmanın temel amacı, ülkelerin lojistik etkinliklerini karşılaştırarak en etkin ülkeleri belirlemek ve bu etkinliğin altında yatan faktörleri ortaya çıkarmaktır. Bu sayede, ülkelerin lojistik sistemlerindeki güçlü ve zayıf yönleri tespit edilerek, lojistik performanslarını artırmaya yönelik politika önerileri geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada, Dünya Bankası'nın Lojistik Performans İndeksi verileri kullanılmıştır. Bu indeks, gümrük işlemleri, altyapı, lojistik hizmetleri ve takibin ne kadar etkin olduğu gibi çeşitli faktörleri içermektedir. VZA analizinde, BCC ve CCR modelleri kullanılarak ülkelerin göreceli etkinlikleri hesaplanmıştır. BCC modeli, değişen ölçek getirilerine izin verirken, CCR modeli sabit ölçek getirilerini varsayar. Analiz sonuçlarına göre, Singapur hem BCC hem de CCR modellerine göre en etkin ülke olarak belirlenmiştir. Avusturya ve Finlandiya ise BCC modelinde etkin olarak bulunmuştur. Ayrıca, ölçek etkinliği analizleri sonucunda Singapur'un optimum ölçek etkinliğine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu çalışma, ülkelerin lojistik performanslarını artırmak isteyen politika yapıcılar için önemli bir bilgi kaynağıdır. Çalışmanın sonuçları, ülkelerin lojistik sistemlerindeki eksiklikleri belirlemelerine ve bu eksiklikleri gidermek için uygun politikalar geliştirmelerine yardımcı olabilir. Örneğin, gelişmekte olan ülkeler, Singapur gibi başarılı ülkelerin uygulamalarından ilham alarak lojistik altyapılarını geliştirebilir, gümrük işlemlerini hızlandırabilir ve lojistik hizmetlerinin kalitesini artırabilirler. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, farklı lojistik performans indekslerinin kullanılması, daha uzun zaman dilimlerini kapsayan analizler yapılması ve belirsizlik analizlerinin gerçekleştirilmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler

Tedarik zinciri
Lojistik
Lojistik Performans İndeksi
Veri Zarflama Analizi (VZA)

Makale Hakkında

Araştırma Makalesi
Gönderim Tarihi : 04.07.2024
Kabul Tarihi : 07.10.2024
E-Yayın Tarihi : 15.10.2024
DOI : 10.58702/teyd.1510631

¹Arş. Gör., İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, mehmet.gudelek@izu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4534-9025

²Lisans Öğrencisi., İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü dursunkaya.emirhan@std.izu.edu.tr, ORCID: 0009-0005-3080-9702

³Lisans Öğrencisi., İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, kaya.esra@std.izu.edu.tr, ORCID: 0009-0002-7774-2793

⁴Lisans Öğrencisi., İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, palamutoglu.merve@std.izu.edu.tr., ORCID: 0009-0004-9320-9766

⁵Lisans Öğrencisi., İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, aksahin.tugce@std.izu.edu.tr, ORCID: 0009-0002-1067-1353

⁶Dr.Öğr.Üyesi., Emine Elif Nebati, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, emine.nebati@izu.edu.tr., ORCID: 0000-0002-3950-4279

MEASURING THE EFFICIENCY OF LOGISTICS WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Abstract

Logistics performance measurement is an analysis process used to evaluate the performance of all logistics activities in the supply chain. This analysis is of critical importance in terms of countries' economic development, commercial competitiveness, and global integration. Data envelopment analysis (DEA) is a powerful tool frequently preferred in efficiency measurement for evaluating a country's logistics performance. The aim of this study is to evaluate the logistics performance of 139 countries in 2023 using the Data envelopment analysis (DEA) method. The main purpose of the research is to compare countries' logistics efficiency, identify the most efficient countries, and uncover the factors underlying this efficiency. In this way, the study aims to identify the strengths and weaknesses of countries' logistics systems and develop policy recommendations to improve their logistics performance. The World Bank's Logistics Performance Index data was used in the study. This index includes various factors such as customs procedures, infrastructure, logistics services, and the effectiveness of tracking. In the DEA analysis, countries' relative efficiencies were calculated using the BCC and CCR models. While the BCC model allows for variable returns to scale, the CCR model assumes constant returns to scale. According to the analysis results, Singapore was identified as the most efficient country in both the BCC and CCR models. Austria and Finland were found to be efficient in the BCC model as well. Furthermore, the analysis of scale efficiency revealed that Singapore has achieved optimal scale efficiency. This study is an important source of information for policymakers aiming to improve countries' logistics performance. The results of the study can help countries identify deficiencies in their logistics systems and develop appropriate policies to address these deficiencies. For example, developing countries can improve their logistics infrastructure, accelerate customs procedures, and enhance the quality of logistics services by drawing inspiration from successful countries like Singapore. Future studies could consider using different logistics performance indexes, conducting analyses covering longer time periods, and performing uncertainty analyses.

Keywords

Supply Chain
Logistics
Logistics Performance Index
Data Envelopment Analysis (DEA)

Article Info

Research Article
Received : 04.07.2024
Accepted : 07.10.2024
Online Published : 15.10.2024
DOI : 10.58702/teyd.1510631

Kaynakça Gösterimi: Güdelek, M., Dursunkaya, E., Kaya, E., Palamutoğlu, M., Akşahin, T., Nebati, E. E. (2024). Veri zarflama analizi ile lojistik etkinlik ölçümü. *Toplum, Ekonomi ve Yönetim Dergisi*, 5 (3), 548-567.

Citation Information: Gudelek, M., Dursunkaya, E., Kaya, E., Palamutoglu, M., Aksahin, T., Nebati, E. E. (2024). Measuring the efficiency of logistics with data envelopment analysis. *Journal of Society, Economics and Management*, 5 (3), 548-567.

GİRİŞ

Yıldıztekin (2007) Lojistik, hammaddelerin üreticiye gelişinden ve işlenmesinden son ürünün tüketiciye ulaşmasına kadar geçen süre boyunca malzeme, bilgi ve tedarik zincirinin birçok unsurunun akışının son müşterinin ihtiyaçlarına göre yürütüldüğü bir faaliyet olduğunu belirtmektedir. Lojistik, başlangıçta askeri ihtiyaçların karşılanması amacıyla doğmuş olsa da teknoloji ve çağın değişen koşullarıyla birlikte hayatın her aşamasında önem kazanmaya başlamıştır.

1960'lı yıllara kadar tamamen operasyonel bir fonksiyon gibi görünen lojistik, adını temelde ulaştırma faaliyetinden almaktadır. Kodlama ve sistem organizasyonu ile beraber internetin de hayatımıza girmesiyle faaliyet alanı modernleşmektedir. Lojistik sektöründe firmaların verimliliğini ve rekabet gücünü ortaya koymak için temel hizmet alanları ön plana çıkmaktadır (Gülenç ve Karagöz, 2008, s. 76). Dolayısıyla lojistiğin artık operasyonel bir fonksiyon olmaktan çıkıp şirketlere rekabet avantajı sağladığı açıktır. İşletmeler girdi maliyetlerini azaltmak ve finansal durumlarını iyileştirmek için ürün ve hizmetlerinin doğru zamanda doğru yerde olmasını sağlayarak transfer sürecini mümkün olduğunca en verimli hale getirmeye çalışmaktadırlar. Ülkelerin lojistik performansı, ihracatlarını, ithalatlarını ve dolayısıyla ekonomik refahlarını önemli ölçüde etkilemektedir (Arvis ve ark., 2014). Bu nedenle, ülkelerin lojistik performansının doğru bir şekilde ölçülmesi ve değerlendirilmesi kritik bir öneme sahiptir. Lojistik sektöründe uluslararası alanda ölçme ve değerlendirme faaliyetlerinin önemli görülmesi, ülkeler arasındaki farklılıkların belirlenmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Bu, ülkelerin kendi lojistik yeteneklerini görmelerine ve ticaret performansına ne kadar katkıda bulduklarını belirlediklerini tespit etmektedir. Bu süreçte, lojistik etkinlik ölçümü ile, lojistik faaliyetlerin verimlilik ve performansı değerlendirilmektedir. Dünya Bankası tarafından 2007 yılında geliştirilen Lojistik Performans Endeksi (LPI), ticari faaliyetlerde kilit rol oynayan lojistik operasyonları konusunda ülkelerin karşılaştıkları potansiyel zorlukları ve fırsatları belirlemede önemli bir veri kaynağı haline gelmiştir. LPI, her ülkenin lojistik performansının objektif olarak değerlendirilmesine yardımcı olarak lojistik sektöründeki güçlü ve zayıf yönlerin belirlenmesinde güvenilir bir araçtır.

Veri zarflama analizi (VZA), etkinlik ölçümünde sıklıkla tercih edilen, ülkelerin lojistik performansını ölçmek için kullanılacak güçlü araçlardan biridir. VZA, çoklu girdi ve çıktıya sahip karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini değerlendirmek için kullanılan parametrik olmayan bir tekniktir (Charnes ve ark., 1978, s. 429). Lojistik sektörü için VZA kullanımı, faktör kullanımının optimize edilmesi ve kaynakların etkin dağıtılması konusunda önemli bilgiler sağlamaktadır (Seroka -Stolka ve Ociepa-Kubicka, 2019, s. 471). Çalışmada veri zarflama analizinin kullanılmasının nedeni, geleneksel yöntemlere kıyasla birçok avantaj sunduğundan, çeşitli akademik araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı ülkeler arasında karşılaştırma yaparken çoklu faktörleri dikkate alabilen bir yöntemdir. Bu, lojistik performans gibi çok boyutlu problemleri analiz etmek için idealdir.

Bu kapsamda bu çalışmanın amacı ülkelerin lojistik performansını son yayımlanan 2023 yılı lojistik performans endeksi verilerini kullanarak veri zarflama analizi ile nesnel olarak değerlendirmek ve karşılaştırmaktır. Çalışmanın motivasyonu, küresel ticaret ve ekonomik büyüme için kritik öneme sahip olan lojistik faaliyetlerinin ülkeler arası farklılıklarını analiz etmektir. Lojistik sektörde verimliliğin ve performansın doğru bir şekilde ölçülmesi, ülkelerin rekabet gücünü artırmak ve ticari faaliyetlerini optimize etmek

açısından büyük öneme sahiptir. Lojistik performans değerlendirmesi, bir ülkenin ticari verimlilik, ekonomik büyüme ve rekabet gücü gibi kilit alanlardaki başarısının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu analiz, ülkelerin güçlü ve zayıf yönlerini belirleyerek lojistik altyapılarını iyileştirmeye yönelik stratejik kararlar almalarına yardımcı olacaktır. Çalışmanın diğer bir katkısı, 139 ülkenin performansı detaylı bir şekilde güncel veri seti üzerinden objektif olarak analiz edilmiş ve farklı modeller (CCR ve BCC) kullanılarak karşılaştırmalı sonuçlar elde edilmiştir. Son olarak, ülkelerin lojistik performanslarını artırmak için hangi ülkeleri model alabilecekleri somut olarak belirtilmiş, bu da ülkelerin stratejik iyileştirme planları yapmalarına olanak sağlamaktadır

Çalışmanın, ikinci bölümünde literatür araştırmasına, üçüncü bölümünde veri zarflama analizinin teorik altyapısına, dördüncü bölümde uygulama ve son bölümde sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

1. Literatür Araştırması

Günümüzde, etkin ve verimli lojistik operasyonlar, işletmelerin rekabet gücünü artırmada, maliyetleri azaltmada ve müşteri memnuniyetini sağlamada kilit öneme sahiptir. Bu nedenle, lojistik sektörünün etkinliğinin ölçülmesi ve iyileştirilmesi önemlidir. Veri zarflama analizi ise, lojistik faaliyetlerin çoklu girdi ve çıktılarını dikkate alarak göreceli etkinliği değerlendirme imkânı sunmaktadır. Böylece, lojistik operasyonların bütüncül bir şekilde analiz edilmesi mümkün olmaktadır. Çalışmada, 2016-2023 yılları arasında ulusal ve uluslararası veri tabanlarında 'lojistik performans', 'lojistik performans indeksi' gibi anahtar kelimeler ile arama yapılmıştır. Öne çıkan çalışmalar incelendiğinde,

Akdoğan ve Durak 2016 yılında yaptığı çalışmada; Almanya ve Türkiye'de faaliyet gösteren 153 lojistik firmasının lojistik ve pazarlama performanslarını karşılaştırmıştır. Çalışmada LPI analizi ve dengeli puan kartı yöntemi uygulanmıştır. Yapılan analiz, Alman ve Türk lojistik şirketlerinin lojistik ve pazarlama hizmetlerinde önemli farklılıklar olduğunu ortaya çıkarmıştır (Akdoğan ve Durak, 2016, s. 576). Karataş 2017 yılında yaptığı çalışmada; Türk lojistik sektörü ile bazı Avrupa ülkeleri arasında karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Analizde, Türkiye'nin Avrupa ile Asya sınırında stratejik bir bölgede yer aldığı ve lojistik tabanını güçlendirmek için siyasi ve ekonomik istikrarın sağlanmasının gerekli olduğu belirtilmiştir. Bunu başarmak için de güvenliğe her zamankinden daha fazla önem verilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Karataş, 2017, s. 1). Orhan 2019 yılında yaptığı çalışmada; Türkiye ile Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının ENTROPİ ağırlıklı EDAS yöntemi kullanarak karşılaştırmıştır (Orhan, 2019, s. 1222).

Bozkurt ve Mermertaş'ın 2019 yılında yaptığı çalışmada, lojistik sektörünün G8 ülkeleri ile Türkiye'deki durumunu karşılaştırmak için Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksinden faydalanılmış, her ülkenin güçlü ve zayıf yönleri değerlendirilerek çözüm önerileri sunulmuştur (Bozkurt ve Mermertaş, 2019, s. 107). Kılınç ve arkadaşları tarafından 2019 yılında yapılan çalışmada, LPE verileri ve performans analizi yöntemlerini kullanarak Türkiye, Çin ve Rusya'nın lojistik faaliyetleri ve yıllar içindeki kalkınma stratejileri incelenmiştir (Kılınç ve ark., 2019, s. 17). Cengiz ve Çetinceli tarafından 2020 yılında yapılan çalışmada; Türkiye ile BRICS ülkelerinin lojistik performans endeksi ile bilgi ve iletişim teknolojileri gelişmişlik endeksi karşılaştırılmıştır. Daha sonra SPSS programı kullanılarak fark analizi yapılmıştır. Sonuçlar, ülkelere göre her iki endeksin alt boyutlarına göre anlamlı

farklılıklar olduğunu göstermektedir (Cengiz ve Çetinceli, 2020, s. 165). Filip Ž ve diğerleri tarafından 2020 yılında yapılan çalışmada, Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri ve Batı Balkanlar'da lojistik performansın ticaret hacmi üzerindeki etkisinin düzeyini değerlendirmektir. Amaca ulaşmak için Lojistik Performans Endeksi'nin (LPI) 2007 ve 2018 yıllarında uluslararası ticarete etkisi araştırılmıştır. Çalışmada Gravity Metodu ve LPE analizi kullanılmıştır (Bugarčić ve ark., 2020, s. 452). Eren ve Ömürberk'in 2021 yılında yaptığı çalışmada, Dünya Bankası'nın 2018 yılında yayınladığı Lojistik Performans Endeksi'nin altı kriteri kullanılarak OECD ülkeleri lojistik performanslarına göre kümeler ayrıştırılmıştır. Küme analizinin ardından kümeler arasında kriterler açısından anlamlı farklılıklar olup olmadığı analiz edilmiştir. Bu çalışmada Weka programatik analizi ve Canopy algoritması kullanılmaktadır. Araştırma sonucunda küme performans değerlendirmesi yapılmıştır (Eren ve Ömürberk, 2021, s. 153). Manavgat ve Demirci'nin 2021 yılında yaptığı çalışmada, Dünya Bankası'nın yayınladığı Lojistik Performans Endeksi verilerini kullanarak, her ülkenin lojistik performansını belirleyen değişkenleri belirlemek için 2007, 2012 ve 2018 yıllarına ait sıralı lojistik regresyon modelini kullanılmıştır. Çalışma, dış ticaret, milli gelir ve hava taşımacılığına ilişkin değişkenlerin LPI üzerinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir (Manavgat ve Demirci, 2021, s. 1856). Acar'ın 2021 yılında yaptığı çalışmada, Türkiye ile Avrupa Birliği'ne üye ülkelerin lojistik verimliliği veri zarflama analizi ve MALMQUIST yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada, Türkiye'nin verimlilik puanının, tamamlanan yıllar içerisinde AB üye ülkeleri ile karşılaştırıldığında dalgalı bir seyir izlediği ortaya çıktı (Acar, 2021, s. 533). Kálmán ve Tóth, tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada, rekabet edebilirlik ile lojistik performans arasındaki ilişki incelenmiştir (Kálmán ve Tóth, 2021, s. 169). Demirci-Çelikel ve Keskin tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada, Türkiye ve komşu ülkelerin lojistik performansı ve kişi başına düşen GSYİH değerleri regresyon analizi kullanılarak analiz edilmiştir (Demirci-Çelikel ve Keskin, 2021, s. 257). Senir 2021 yılında yaptığı çalışmada; Dünya Bankası 2018 yılı yurtiçi lojistik performans endeksi verileri kullanılarak Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin yurtiçi lojistik performanslarının bütünleşik bir model ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, öncelikle CRITIC yöntemi ile kriterlerin önem düzeyleri belirlenmiş, daha sonra kriterlerin önem düzeyleri kullanılarak ülkeler COPRAS yöntemi ile yurtiçi lojistik performans puanına göre sıralanmıştır (Senir, 2021, s. 193). Bentyn 2021 yılında yaptığı çalışmada; Polonya ve Türkiye için LPI endeksinde meydana gelen değişiklikleri analiz etmiştir. Çalışmada veri zarflama analizi tekniği kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda Polonya ve Türkiye genel LPI arasındaki korelasyon değişiklikleri karşılaştırıldığında, korelasyonun gücünün zayıfladığı görülmektedir (Bentyn, 2021, s. 225). Göğebakan'ın 2022 yılında yaptığı çalışmada lojistik performansını etkileyen göstergelerin önem sırasına göre sıralanması için entropi tabanlı TOPSIS yöntemini temel alan yeni bir sıralama ve değişken seçimi yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen yöntemde entropi yöntemine göre değişken ağırlıkları belirlenmiş ve sıralama puanının belirlenmesinde TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Ağırlıklı değişken sıralama yönteminin sonuçlarına göre ülkelerin sıralamalarındaki farklılıkları ve bunların nedenleri açıklanmıştır (Göğebakan, 2022, s. 146). Keskingöz ve Tanır tarafından 2022 yılında yapılan çalışmada; belli yıllara ait veriler incelenerek Türkiye ve Avrupa birliği ülkelerinin LPI ile sera gazı arasındaki emisyon farkları incelenmiştir. Gelecekte yeşil lojistik adımların gerekliliği ortaya koyulmuştur (Keskingöz ve Tanır, 2022, s. 73). Altıntaş'ın 2022 yılında yaptığı çalışmada, G7 ülkelerine göre her ülkenin lojistik performans göstergeleri ile lojistik

verimliliği ve verimlilik performansını belirleyen faktörlerin veri zarflama analizi yöntemi ile önemi belirlenmiştir (Altıntaş, 2022, s. 78). Kara, tarafından 2022 yılında yapılan çalışmada, veri zarflama analizi modeli kullanılarak gelişmekte olan ülkelerin pazar potansiyellerini esas alarak yurt içi ve yurt dışı lojistik fırsat verimlilik seviyelerinin belirlenmesi ve gelişmekte olan ülkelerin yurt içi lojistik fırsat verimliliğinin uluslararası lojistik fırsat verimliliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmıştır (Kara, 2022, s. 79). Manavgat ve Demirci tarafından 2023 yılında yapılan çalışmada, 101 ülkenin entegre lojistik performansının ROC tabanlı WASPAS yöntemi ile karşılaştırılması ve elde edilen entegre lojistik performans değerleri arasında mekansal otokorelasyonun varlığının dört farklı uluslararası lojistik endeksi (Lojistik Performans Endeksi) kullanılarak belirlenmesi amaçlanmaktadır (Manavgat ve Demirci, 2023, s. 1856). Türkoğlu ve Duran'ın 2023 yılında yaptığı çalışmada, G20 ülkelerinden 2018 yılı lojistik performans göstergelerinin toplanmasıyla bir karar matrisi oluşturulmuştur. Söz konusu ülkelerin lojistik performans değişken endeksleri CRITIC yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmış, GIA yöntemi ve WASPAS yöntemi kullanılarak sıralama analizi yapılmıştır. En önemli değişkenin 'lojistik kalite ve yetenek' olduğu gözlenmiş ve ilk üç ülke Almanya, Japonya ve Birleşik Krallık olarak ortaya çıkmıştır (Türkoğlu ve Duran, 2023a, s. 1). Türkoğlu ve Duran'ın 2023 yılında yaptığı çalışmada, Lojistik Performans Endeksinden faydalanılarak bir karar matrisi oluşturulmuştur. CRITIC yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmış, GIA, CRITIC ve WASPAS yöntemleri kullanılarak sıralama yapılmıştır. Araştırma sonucunda CRITIC yöntemine göre yapılan ağırlık sıralamasında en önemli değişken 'gümrük kontrolü' iken, ilk üç ülkenin Japonya, Yeni Zelanda ve Singapur olduğu görülmüştür (Türkoğlu ve Duran, 2023b, s. 45). Bayraktar ve arkadaşları tarafından 2024 yılında yapıldıkları çalışmada, 2010-2018 yılları arasında ülkelerin lojistik performansını çıktı odaklı VZA ve Malmquist Endeks ile karşılaştırmıştır. Sonrasında ise etkinlik skoruna göre ülkeleri düşük, orta ve yüksek performans gösteren ülkeler olarak 3 kümeye ayırmış ve kümeler arası etkinlik analizi yapmıştır. Analiz sonuçları lojistik performans dayalı ülke grupları arasında önemli yapısal farklılıklar olduğuna işaret etmektedir (Bayraktar ve ark., 2024, s. 2683).

Çalışmalar değerlendirildiğinde, lojistik performansının sadece bir ülkenin ticaret kapasitesi ve ekonomik büyümesi açısından değil, aynı zamanda küresel rekabet gücü açısından da önemli olduğunu göstermektedir. Yazında lojistik etkinlik ve lojistik performans ölçümü adı altında çeşitli uygulamalı araştırmalar olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, 2023 yılı verilerine dayalı yapılan lojistik etkinlik ölçümü ile, lojistik sektörünün performansının değerlendirilmesine, kaynakların etkin kullanımına, rekabet gücünün artırılmasına ve politika geliştirme hususuna katkı sunacağı umulmaktadır.

2. Yöntem

Veri Zarflama Analizi (VZA), birimlerin çoklu girdi ve çıktı değişkenlerini kullanarak göreceli etkinliklerini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir (Charnes ve ark., 1978, s. 429). Temel amacı, birimlerin mevcut kaynakları en iyi şekilde kullanarak istenen sonuçları elde etmelerini sağlamaktır. VZA, geleneksel yöntemlere kıyasla birçok avantaj sunduğundan, çeşitli akademik araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. VZA terminolojisinde, analiz edilen her bir unsur 'karar birimi' (KVB) olarak adlandırılır. VZA, her bir KVB'nin girdi ve çıktıları üzerinden göreceli etkinlik performansını ölçer. Bu sayede, verimsizlik düzeylerini ve kaynak kullanımlarını ortaya koyar (Sevklı ve ark., 2007, s. 1973).

VZA'nın temel işlevi, etkin ve daha az etkin KVB'leri tespit etmektir. Bunun için, etkin bir sınır (*frontier*) belirleyerek, KVB'leri bu sınıra göre karşılaştırır. En etkin KVB'nin puanı 1'dir. Karşılaştırmalı olarak diğer KVB'ler için de 0-1 aralığında bir etkinlik puanı hesaplar (Acar, 2021, s. 422). Literatürde genelde iki çeşit VZA modeli kullanılmaktadır. İlk olarak (Charnes ve ark., 1978, s. 429) tarafından önerilmiş olan CCR modeli ve daha sonra (Banker ve ark., 1984, s. 1078) tarafından genişletilmiş olan BCC modelidir.

VZA, parametrik olmayan bir yöntemdir. Geleneksel üretim fonksiyonları kullanmak yerine, en etkin birimlerin girdi ve çıktı değerlerinden oluşan bir sınır (*frontier*) belirler (Fanchon, 2003, s. 175). Bu sınır, doğrusal programlama yöntemiyle oluşturulur. Girdi ve çıktılara sahip çok sayıda karar biriminin etkinliğini değerlendirmek için, VZA sıklıkla tercih edilir (Lerme ve ark., 1995, s. 462).

2.1. Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) Modeli

VZA'nın çalışma prensibi, birimin tüm girdi ve çıktı değişkenlerini içeren matematiksel bir model oluşturmak ve bu model aracılığıyla birimin etkinlik düzeyini hesaplamaktır. Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen klasik CCR modeli, Veri zarflama analizinde geliştirilen ilk modeldir. CRS varsayımı (ölçeğe göre sabit getiri) altında toplam etkinliği ölçmektedir. Temel olarak, CCR modeli, her bir işletmenin belirli girdi miktarlarıyla maksimum çıktıyı elde edip edemediğini değerlendirmektedir. Bu model, birimin tüm kaynakları en etkin şekilde kullanmasını ve optimal performansını belirlemeyi hedeflemektedir. Daha sonra geliştirilen modellerin temeli CCR Modeli'dir. Girdi ve çıktı odaklı olmak üzere iki yaklaşımı vardır (Yıldırım ve Ayvaz, 2019, s. 57). Girdi odaklı CCR modelinde; sabit çıktı seviyesini en etkin şekilde elde edecek girdi bileşeninin, ne kadar azaltılması gerektiği sonucunu yani en az girdiyle maksimum çıktı üretmeye çalışmaktadır. Tablo 1 ve Tablo 2'de formülasyonlara ait bilgiler sunulmuştur.

n = Karar birimi sayısı

s = Çıktı Sayısı

m = Girdi Sayısı

u_r = k. Karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık

v_i = k. Karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık

x_{ij} = j. Karar birimi tarafından kullanılan girdi miktarı

y_{ij} =j. Karar birimi tarafından üretilen çıktı miktarı

x_{ik} = k. Karar birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı

y_{rk} = k. Karar birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı, olmak üzere

Tablo 1. CCR Girdiye Yönelik Primal ve Dual Model Formulasyonlar

Girdi Odaklı Primal Model	Girdi Odaklı Dual Model
Amaç Fonksiyonu Maks $\sum_{r=1}^m u_r y_{rk}$	Amaç Fonksiyonu Min $z_k = \theta$
Kısıtlar $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad i = 1, \dots, m$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$ $U_r, V_i \geq 0 \quad r=1, \dots, s$	Kısıtlar $\sum_{j=1}^n x_{ij} y_{ik} - \theta x_{ik} \leq 0 \quad i = 1, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{rk} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$ $\lambda_j \geq 0 \quad j=1, \dots, s$

Kaynak: Yıldırım ve Ayvaz, 2019, s. 57.

Tablo 2. CCR Çıktıya Yönelik Primal ve Dual Model Formulasyonlar

Çıktı Odaklı Primal Model	Çıktı Odaklı Dual Model
Amaç Fonksiyonu Min $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}$	Amaç Fonksiyonu Min $z_k = \theta$
Kısıtlar $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad i = 1, \dots, m$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$ $U_r, V_i \geq 0 \quad r=1, \dots, s$	Kısıtlar $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{ik} \leq x_{ik} \quad i = 1, \dots, m$ $\theta y_{rk} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{rk} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$ $\lambda_{jk} \geq 0 \quad j=1, \dots, s$

Kaynak: Yıldırım ve Ayvaz, 2019, s. 57.

2.2. Banker, Charnes Cooper (BCC) Modeli

Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen BCC (Banker-Charnes-Cooper) modeli, VRS (ölçeğe göre değişken getiri) varsayımı altında benzer ölçekteki birimleri birbiriyle kıyaslayarak teknik etkinliği ölçmektedir (Yıldırım ve Ayvaz, 2019, s. 57). İşletmelerin içsel verimliliğini değerlendirirken belirli bir girdi miktarıyla maksimum çıktıyı elde etme kapasitelerini ölçmeyi hedeflemektedir. BCC modeli, CCR modelinin genişletilmiş bir versiyonudur. CCR modelinden farklı olarak birimin veri zarfı dışında kalmasına izin veren bir esneklik sağlamaktadır. Bu model, bazı birimlerin diğerlerine göre daha esnek olmasına ve bazı kaynakları daha verimli kullanmasına olanak tanımaktadır. Böylece, gerçek hayatta karşılaşılan karmaşıklıkları daha iyi yansıtabilmek ve daha doğru sonuçlar elde edilebilmek mümkün olacaktır. CCR modelinde olduğu gibi girdi ve çıktı odaklı olmak üzere iki yaklaşımı vardır. Girdi odaklı BCC modelinde ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile

girdiler minimize edilmeye çalışılmaktadır. Çıktı odaklı BCC modelinde ise maksimum çıktı üretmek ana hedefdir. Modellere ilişkin formülasyonlar Tablo 3 ve Tablo 4'te sunulmuştur.

Hem CCR hem BCC modellerinde θ^* = Etkinlik Skoru olmak üzere; eğer $\theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfır ise karar birimi etkin, değilse karar birimi etkin değildir. Eklenen konveksite kısıtı dolayısı ile BCC sınırı, CCR sınırının altında kalır ve bundan ötürü CCR etkinlik skoru daima BCC'den küçük veya ona eşit olur (Karakaya, 2017, s. 1).

Tablo. 3 BCC Girdiye Yönelik Primal ve Dual Model Formülasyonları

Girdi Odaklı Primal Model	Girdi Odaklı Dual Model
Amaç Fonksiyonu	Amaç Fonksiyonu
Maks	Maks
$\sum_{r=1}^m u_r y_{rk}$	$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} - u_k$
Kısıtlar	Kısıtlar
$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad i = 1, \dots, m$	$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_k$
$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$	$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$
$U_r, V_i \geq 0 \quad r=1, \dots, s$	$\lambda_{jk} \geq 0 \quad j = 1, \dots, s$
	$i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s$

Kaynak: Yıldırım ve Ayvaz, 2019, s. 57.

Tablo. 4 BCC Çıktıya Yönelik Primal ve Dual Model Formülasyonları

Çıktı Odaklı Dual Model	Çıktı Odaklı Primal Model
Amaç Fonksiyonu	Amaç Fonksiyonu
Min	Maks θ
$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - v_k$	
Kısıtlar	Kısıtlar
$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - v_k$	$\sum_{i=1}^m x_{ij} \lambda_i - x_{ik} \leq 0 \quad i = 1, \dots, m$
$\sum_{i=1}^m u_r y_{rk} = 1$	$\sum_{i=1}^m \lambda_i y_{rj} - \theta y_{rk} \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$
$U_r, V_i \geq \varepsilon \quad j=1, \dots, s$	$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$
$i=1, \dots, m \quad r=1, \dots, s$	$\lambda_i \geq 0$

Kaynak: Yıldırım ve Ayvaz, 2019, s. 57.

2.3. Ölçek Etkinliği

Ölçek Etkinliği, CCR modelinden elde edilen toplam etkinlik değerinin, BCC modelinden elde edilen teknik etkinlik değerine oranlanmasıyla bulunmaktadır (Cooper ve ark., 2000, s.1). Ölçek etkinliği 1'e eşitse optimum verimlilikle çalıştığı söylenebilmektedir, 1'den küçükse verimliliğini artırması için iyileştirmeler yapılması gerekmektedir.

$$\text{Ölçek Verimliliği} = \frac{\text{Toplam Etkinlik}_{\text{CCR}}}{\text{Teknik Etkinlik}_{\text{BCC}}}$$

Özetle, VZA karar verme süreçlerinde verimliliği artırmak, kaynakları daha etkin kullanmak ve stratejik kararlar almada yardımcı olmak için güçlü bir araçtır. CCR ve BCC modelleri, bu analiz yönteminin temel taşlarıdır ve birimin etkinlik düzeyini değerlendirmede önemli bir rol oynamaktadırlar. CCR modeli ölçeğe göre sabit getiriye göz önünde bulundururken, BCC modeli ölçeğe göre değişken getiriye varsaymaktadır (Acar, 2021, s. 424).

3. Uygulama

Bu çalışmada, Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanılarak birimlerin etkinliklerini değerlendirmek amacıyla R programlama dili ve R Studio programı kullanılmıştır. R Programlama Dili, istatistiksel hesaplamalar, veri analizi ve grafik çizimleri gibi işlemleri gerçekleştirmek için yaygın olarak kullanılan açık kaynaklı bir programlama dilidir. Bu dil, Veri Zarflama Analizi gibi veri analizi yöntemlerinde tercih edilmektedir. Bunun sebebi verilerin işlenmesi, istatistiksel modellerin oluşturulması ve sonuçların görselleştirilmesi gibi işlemleri kolaylaştırmasıdır. Metodoloji doğrultusunda uygulanması gereken adımlar aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.

3.1. Karar Birimlerinin Belirlenmesi

Veri Zarflama Analizinde karar verme birimleri, amaca uygun olarak aynı girdi ve çıktıları kullanan homojen yapıdaki birimler olmalıdır. (Dyson ve ark., 2001, s. 245)'e göre girdi ve çıktıların toplamının en az iki katı kadar karar noktası olmalıdır. (Cooper ve ark., 2001, s. 217)'ne göre ise girdi sayısı ile çıktı sayısı toplamının 3 katından daha fazla sayıda karar noktası olmalıdır. Diğer bir çalışmada (Norman ve Stoker, 1991, s. 282) karar noktalarının sayısının en az 20 olması gerektiğini belirtmektedir. Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı toplam sayısı 6, karar verme birimi ise 139'dur. Buna göre, çalışma KVB'leri açısından sayı şartını sağlamaktadır.

3.2. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Sonuçların güvenli ve anlamlı olması için VZA uygulamasında kullanılacak girdi ve çıktılar dikkatli seçilmelidir (Yıldırım ve Ayvaz, 2019, s. 66). Bayraktar ve ark., (2024, s. 2683) yaptıkları çalışmada Gümrük, Altyapı ve Lojistik Yetkinlik göstergelerini girdi olarak alırken Uluslararası Gönderiler, İzleme ve Takip ve Zaman göstergelerini çıktı olarak kullanmıştır. Bu bağlamda, Tablo 5'te girdiler ve çıktılar değerlendirmeye alınmıştır. Fakat girdi değerleri monoton azalan bir dönüşüm (5-ham değerler) uygulanarak kullanılmıştır (Martí ve ark., 2017, s. 169).

Tablo 5. Kullanılan Girdi- Çıktı Değişkenleri

Değişkenler	
Girdi 1	Gümrük
Girdi 2	Altyapı
Girdi 3	Lojistik Yetkinlik
Çıktı 1	Uluslararası Gönderiler
Çıktı 2	İzleme ve Takip
Çıktı 3	Zaman

3.3. Verilerin Toplanması

Veri Zarflama Analizinde etkinlikler görece hesaplandıkları için kullanılacak verilerin güvenilirliği analizin doğruluğu açısından önemlidir. Çalışmadaki veriler 2 yılda bir yayımlanan Dünya bankası Lojistik Performans İndeksi'nden elde edilmiştir (World Bank, 2023).

3.4. Modelin Kurulması

BCC-CCR modelleri R ve R Studio programında çözümlenmiştir.

3.5. Etkinlik Sıralaması

R paket programın sonuçlarına göre ülkeler arasında etkinlik sıralaması yapılmıştır. Sonuç 1'e eşitse etkin, 1'den küçükse etkin olmayan gruba dahil edilmiştir.

3.6. Performans İyileştirme

Etkin olmayan karar birimlerinin etkin sınıra ulaşabilmeleri için hangi ülkeleri *Benchmarking* (referans noktası) almaları gerektiği belirtilmiştir. Birimin etkinliğini değerlendirmek için kullanılan VZA gibi analiz yöntemleri genellikle çıktı odaklı sonuçlar üretmektedir. Bunun amacı, birimlerin ne kadar verimli bir şekilde çıktı ürettikleri ve kaynakları nasıl kullandıkları üzerine odaklanmaktır. Bu sonuçlar, birimin performansını ölçmek ve iyileştirme fırsatları belirlemek için önemlidir. Çıktı odaklı sonuçlar elde edildiğinde, sonuçları birimler arasında karşılaştırırken birimlerin sahip oldukları farklı kaynakları göz önünde bulundurmak önemlidir. Bu çalışmanın çıktıları lojistik yeterlilik, takip-izleme ve zamandır. Bu kaynakların farklılıkları, birimlerin etkinliklerini farklı şekillerde etkileyebilmektedir.

4. Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde ülkelerin lojistik performanslarını karşılaştırmak amacıyla 2023 yılı LPI verileri kullanılarak VZA yöntemi ile ülkelerin lojistik performansları belirlenmiş ve sıralanmıştır. Çalışmada 139 ülkenin CCR ve BCC modelleriyle etkinlik çözümü yapılmıştır. Yapılan çalışma çıktı odaklı olarak uygulanmıştır. Bu çalışmada incelenen 139 ülkeden Singapur etkinlik değeri 1 olan tek etkin ülke olmuştur. CCR çıktı yönelimli model ele alındığında, etkinlik skoru θ^* olmak üzere $\theta^* < 1$ sağlayan ülkeler 'etkin olmayan' olarak nitelendirilmiştir (Yıldırım ve Ayvaz, 2019, s. 57). Aşağıdaki tablolarda 2023 yılına ait ülkelerin etkinlik değerleri CCR ve BCC modellerine göre belirtilmiş ve hangi ülkeleri örnek almaları gerektiği değerlendirilmiştir. Tablo 6 ve Tablo 7'de görüldüğü üzere, 139 ülke içerisinde en iyi ve en kötü dereceye sahip ülkeler değerlendirilmiştir.

Tablo 6. CCR Modeline Göre En İyi 5 Ülkenin Sıralanması

Ülke No	Ülkeler	CCR	BCC	Ölçek Verimliliği	Peers CCR	Peers BCC
112	Singapore	1,00	1,00	1,000	112	112
37	Denmark	0,87	0,98	0,889	112	112
122	Switzerland	0,87	0,98	0,889	112	112
44	Finland	0,82	1,00	0,820	112	44
121	Sweden	0,78	0,98	0,800	112	112

Tablo 7. CCR Modeline Göre En Kötü 5 Ülkenin Sıralanması

Ülke No	Ülkeler	CCR	BCC	Ölçek Verimliliği	Peers CCR	Peers BCC
24	Cameroon	0,15	0,54	0,283	112	44
1	Afghanistan	0,15	0,53	0,276	112	9
4	Angola	0,15	0,59	0,249	112	44
116	Somalia	0,14	0,59	0,234	112	44
78	Libya	0,13	0,51	0,258	112	44

Tablo 6 ve Tablo 7’de CCR (ölçeğe göre sabit getiri), modeline göre sıralanmıştır. Sabit getiri, girdilerdeki bir birim artışın çıktılarda da aynı oranda bir artış sağlaması anlamına gelmektedir. Tablo 6’da Singapur etkinlik değeri 1 çıkarak etkin ülke olmuştur. Singapur, ülkeler arasında en iyi değere sahip olan ülke olduğundan dolayı diğer ülkeler tarafından performans ölçütü olarak alınmalıdır. Öte yandan en iyi performans gösteren ülke olduğu için kendisini diğer ülkelerle kıyaslamasına gerek yoktur. Bu nedenle örnek alınması gereken ülke değeri kendisine eşit çıkmaktadır. Tablo 7’de ki değerlere göre Somali ve Libya CCR değeri en düşük olan ülkelerdir. Bunun yanısıra ülkelerin hangi ülkeyi kendisine örnek almaları gerektiği de görülmektedir. CCR modeline göre değeri en küçük olan 5 ülke de (Kamerun, Afganistan, Angola, Somali ve Libya) kendilerine Singapur’u (112) örnek almalıdır.

Tablo 8. BCC Modeline Göre En İyi 5 Ülkenin Sıralanması

Ülke No	Ülkeler	CCR	BCC	Ölçek Verimliliği	Peers CCR	Peers BCC
9	Austria	0,62	1,00	0,615	112	112
44	Finland	0,82	1,00	0,820	112	44

Tablo 8 (Devam). BCC Modeline Göre En İyi 5 Ülkenin Sıralanması

112	Singapore	1,00	1,00	1,000	112	112
59	Hong Kong SAR,China	0,67	0,98	0,677	112	44
37	Denmark	0,87	0,98	0,889	112	112

Tablo 9. BCC Modeline Göre En Kötü 5 Ülkenin Sıralaması

Ülke No	Ülkeler	CCR	BCC	Ölçek Verimliliği	Peers CCR	Peers BCC
136	Venezuela, RB	0,16	0,58	0,276	112	9
43	Fiji	0,17	0,56	0,304	112	44
24	Cameroon	0,15	0,54	0,283	112	44
1	Afghanistan	0,15	0,53	0,276	112	9
78	Libya	0,13	0,51	0,258	112	44

Tablo 8 ve Tablo 9'da BCC (ölçeğe göre değişken getiri) modeline göre sıralanmıştır. Değişken getiride, verilerdeki bir birim artış çıktılarıdaki artış oranıyla bire bir eşleşmemektedir. Girdiler 1 birim artığında, çıktılar 1 birimden az veya daha fazla artabilir. Tablo 8'e göre, etkinlik değeri 1 çıkan, Singapur Finlandiya ve Avusturya etkin ülkeler olmuşlardır. Tablo 9'a göre ise, Afganistan ve Libya BCC değeri en düşük olan ülkelerdir.

Tablo 10. Ölçek Verimliliğine Göre En İyi 5 Ülkenin Sıralanması

Ülke No	Ülkeler	CCR	BCC	Ölçek Verimliliği	Peers CCR	Peers BCC
112	Singapore	1,00	1,00	1,000	112	112
122	Switzerland	0,87	0,98	0,889	112	112
37	Denmark	0,87	0,98	0,889	112	112
44	Finland	0,82	1,00	0,820	112	44
25	Canada	0,76	0,95	0,800	112	112

Tablo 11. Ölçek Verimliliğine Göre En Kötü 5 Ülkenin Sıralanması

Ülke No	Ülkeler	CCR	BCC	Ölçek Verimliliği	Peers CCR	Peers BCC
47	Gambia, The	0,16	0,63	0,256	112	44
81	Madagascar	0,18	0,71	0,256	112	44
138	Yemen, Rep.	0,16	0,65	0,250	112	9
4	Angola	0,15	0,59	0,249	112	44
116	Somalia	0,14	0,59	0,234	112	44

Tablo 10'de 2023 yılı verileri ölçek verimliliğine göre sıralanmış ve en iyi 5 ülke listelenmiştir. Singapur (1/1=1) etkinlik değeri 1 çıkarak bu 5 ülke arasında etkin ülke olmuştur. Tablo 11'de 2023 yılı verileri ölçek verimliliğine göre sıralanmış ve en kötü sonuç veren 5 ülke listelenmiştir. Angola (0.15/0.59=0.249) ve Somali (0.14/0,59=0.234) etkinlik değeri en küçük çıkarak en verimsiz ülkeler olmuşlardır. Etkin olmayan ülkelerin kıyaslama yapması gereken ülkeler tabloda emsal satırında gösterilmiştir. Etkinlik değeri 1 altında olan, yani etkin olmayan ülkeler, bu ülkeleri kendilerine kıyas alarak etkin hale gelmek için iyileştirmeler yapabilirler. Tablo 8'e bakıldığında Angola ve Somali'nin Finlandiya (44) ve Singapur'u (112) kıyas almaları gerektiği görülmektedir.

Tablo 12. Sonuçlar için Tanımlayıcı İstatistik Değerleri

	CCR	BCC	Ölçek Verimliliği
Ortalama	0,33	0,77	0,40
Minimum	0,13	0,51	0,234
Maksimum	1	1	1
Medyan	0,26	0,76	0,348
Std. Sapma	0,18	0,125	0,156

Tablo 12'de, 139 ülkenin CCR modeli, BCC modeli ve Ölçek Verimliliği için tanımlayıcı istatistik değerlerini göstermektedir. CCR modelinin ortalaması 0,33, minimum değeri 0,13, maksimum değeri 1, medyanı 0,26 ve standart sapması 0,18'dir. BCC modelinin ortalaması 0,77, minimum değeri 0,51, maksimum değeri 1, medyanı 0,76 ve standart sapması 0,125'tir. Ölçek verimliliğinin ortalaması 0,40, minimum değeri 0,234, maksimum değeri 1, medyanı 0,348 ve standart sapması 0,156'dır. Üç etkinlik değerinin ortalaması ve medyanı karşılaştırıldığında, BCC modelinin değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Etkin olmayan ülkeler girdi ve çıktı değerlerini optimize ederek teknik verimsizliklerini iyileştirmelidir. Bu şekilde, aynı girdi faktörleri verildiğinde, ülkeler en fazla faydayı yaratmak için çıktılarını maksimize edebilir.

SONUÇ

Dünya için lojistik, küresel ticaretin omurgasını oluşturan hayati bir unsurdur. Lojistik, mal ve hizmetlerin üretiminden tüketime kadar olan süreçlerin düzenlenmesi ve yönetilmesi anlamına gelmekte olup, bu süreçlerin etkin bir şekilde işlemesi, ekonomik büyüme, istihdam artışı ve refahın artması gibi önemli sonuçları beraberinde getirmektedir. Ayrıca, lojistik, farklı ülkeler arasındaki ticaretin ve küresel ekonominin canlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte tedarik zincirlerinin verimli çalışmasını sağlayarak uluslararası iş birliğini desteklemekte ve dünya genelinde kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, lojistik, günümüzde küresel düzeyde rekabet avantajı elde etmek ve sürdürmek için vazgeçilmez unsurlardan bir tanesidir.

Bu çalışmada, dünya ülkelerinin lojistik performanslarını karşılaştırmak amacıyla kapsamlı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın bulguları, lojistik performansının birçok faktörden etkilendiğini ve bu faktörlerin ülkeler arasında farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Çalışmada çıktı odaklı veri zarflama analizi uygulandığında CCR modeline göre 139 ülkeden 1 ülkenin etkin çıktığı görülmüştür. BCC modeline göre etkin ülke sayısının 3'e çıktığı görülmüştür.

Özellikle Singapur, lojistik performans açısından en verimli ülke olarak öne çıkarken, Angola ve Somali gibi ülkeler en düşük performans gösteren ülkeler arasında yer almıştır. Bu çalışmanın sonuçları, literatürdeki diğer çalışmalarla da uyumludur. Örneğin, (Bayraktar ve ark., 2024, s. 2683) çalışmasında da Singapur'un lojistik performansta lider olduğu vurgulanmıştır. Bununla birlikte, (Kılınç ve ark., 2019, s. 17), Türkiye ve bazı Avrupa ülkelerinin lojistik performanslarının gelişmekte olduğu, ancak iyileştirme alanlarının bulunduğunu belirtmiştir. Verimsiz ülkelerin (Angola, Somali, Libya) lojistik performanslarının düşüklüğü, bu ülkelerin altyapı ve teknolojik yatırımlarda geri kalmış olmasıyla açıklanabilir. Bu durum literatürde de sıkça belirtilen bir bulgudur. Özellikle düşük performans gösteren ülkelerin, başarılı ülkeleri (Singapur, Finlandiya, Avusturya) örnek alarak kendi süreçlerini iyileştirmesi gerektiği önerisi literatürle örtüşmektedir. Çalışmanın bulguları, lojistik süreçlerini optimize etmek isteyen ülkelerin, öncelikle kendi zayıf yönlerini belirleyerek, başarılı örneklerden ilham alması gerektiğini göstermektedir. Bu bağlamda, gelecekte yapılacak çalışmalar, daha kapsamlı bir veri seti ile çok kriterli karar verme ve MALMQUIST verimlilik endeksi gibi farklı yöntemler kullanarak lojistik performansı inceleyebilir.

Lojistik faaliyetler açısından verimsiz olan ülkelerin, lojistik performanslarını artırmak ve rekabet avantajı elde etmek için çeşitli adımlar atmaları ve iyileştirme yapmaları gerekmektedir. Bu iyileştirmeleri yaparken de kendilerine etkin olan ülkeleri örnek alabilirler. Öncelikle, iyi bir lojistik altyapısı için limanlar, havaalanları, karayolları ve demiryolları gibi altyapıyı geliştirecek yatırımlar yapılmalıdır. Bu altyapılar, lojistik süreçlerinin hızlanmasına ve maliyetlerin azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, otomasyon, veri analitiği ve diğer lojistik teknolojileri kullanılması, nitelikli lojistik personelinin yetiştirilmesi ve eğitilmesi de önemli bir faktördür. Özellikle takip ve izleme sistemlerinin geliştirilmesiyle müşteri memnuniyeti artırılabilir. Müşteri memnuniyetini artırmak için bir diğer önemli öneri, lojistik hizmetlerin kalitesi sürekli olarak iyileştirilmeli ve uluslararası işbirliği ile en iyi uygulamalar paylaşılmalıdır. Son olarak, lojistik sektörünü destekleyici politikaların

oluşturulması ve regülasyonların gözden geçirilmesi de lojistik faaliyetlerin verimliliğini artırmak için gerekli bir unsurdur.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

“Veri Zarflama Analizi ile Lojistik Etkinlik Ölçümü” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Bu çalışma tüm yazarlar tarafından eşit katkıyla hazırlanarak ortaya konulmuştur.

Etik Kurul İzni

Bu makalede etik kurul iznine gerek yoktur. Etik kurul kararı gerekmediğine ilişkin ıslak imzalı onam formu sistem üzerindeki makale süreci dosyalarında yer almaktadır.

Çıkar Beyanı

Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

KAYNAKÇA

- Acar, Ö. F. (2021). Uluslararası ticarete deniz taşımacılığının lojistik performansına etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(4), 533-541.
- Acar, M. F. (2021). Lojistik performans indeksi: Türkiye-Avrupa birliği karşılaştırması. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 33(3), 422-428.
- Akdoğan, M. Ş. ve Durak, A. (2016). Lojistik şirketlerinin lojistik ve pazarlama performansları: Almanya ve Türkiye karşılaştırması. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (235), 576-586.
- Altıntaş, E., El Haj, M., Boudoukha, A. H., Olivier, C., Lizio, A., Luyat, M. ve Gallouj, K. (2022). Emotional exhaustion and fear of COVID-19 in geriatric facilities during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 37(8), 1-7.
- Arvis, J. F., Saslavsky, D., Ojala, L., Shepherd, B., Busch, C. and Raj, A. (Ed). (2014). *Trade logistics in the global economy: The logistics performance index and its indicators*. World Bank.
- Banker, R. D., Charnes, A. ve Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- Bayraktar, E., Eryarsoy, E., Kosanoglu, F., Acar, M. F. ve Zaim, S. (2024). Unveiling the drivers of global logistics efficiency: Insights from cross-country analysis. *Sustainability*, 16(7), 1-20. <https://doi.org/10.3390/su16072683>
- Bentyn, Z. (2021). Comparing of logistic performance in Turkey and Poland: Explaining divergence in development. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, 225-235. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.12.04.23>

- Bozkurt, C. ve Mermertaş, F. (2019). Türkiye ve G8 ülkelerinin lojistik performans endeksinde karşılaştırılması. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 7(2), 107-117.
- Bugarčić, F. Ž., Skvarciany, V. ve Stanišić, N. (2020). Logistics performance index in international trade: Case of Central and Eastern European and Western Balkans countries. *Business: Theory and Practice*, 21(2), 452-459.
- Cengiz, H. ve Çetinceli, K. (2020). Türkiye ve BRICS ülkelerinin bilgi ve iletişim teknolojileri gelişmişlik endeksleri ile lojistik performans endekslerinin karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (38), 165-185.
- Charnes, A., Cooper, W. W. ve Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. ve Zhu, J. (2000). A unified additive model approach for evaluating inefficiency and congestion with associated measures in DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 34(1), 1-25.
- Cooper, W. W., Li, S., Seiford, L. M., Tone, K., Thrall, R. M. ve Zhu, J. (2001). Sensitivity and stability analysis in DEA: Some recent developments. *Journal of Productivity Analysis*, 15, 217-246.
- Demirci-Çelikkol, C. ve Keskin, G. (2021). Logistics performance index and GDP – Relationship of Turkey's logistics performance through neighbours. *International Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 7(37), 257-265.
- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S. ve Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 245-259.
- Eren, H. ve Ömürbek, N. (2021). OECD ülkelerinin lojistik performansları açısından kümelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(2), 153-166.
- Fanchon, P. (2003). Variable selection for dynamic measures of efficiency in the computer industry. *IAER*, 9(3), 175-188.
- Göğebakan, M. (2022). Ülkelerin lojistik performanslarının entropi tabanlı TOPSIS yöntemine göre sıralanması. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(2), 146-156.
- Gülenç, İ. F. ve Karagöz, B. (2008). E-lojistik ve Türkiye'de e-lojistik uygulamaları. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (15), 73-91.
- Kálmán, B. G. ve Tóth, A. (2021). Links between the economy competitiveness and logistics performance in the Visegrád Group countries: Empirical evidence for the years 2007-2018. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 9(3), 169-190.
- Kara, K. (2022). Relationship between domestic logistics opportunity efficiency and international logistics opportunity efficiency based on market potential: Empirical research on developing countries. *Journal of Management Marketing and Logistics*, 9(2), 79-89.
- Karakaya, A. (2017). Türkiye'deki gayrimenkul yatırım ortaklıklarının hisse senedi değeri ve süper etkinliği arasındaki ilişki. *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*, 1(1), 1-17.

- Karataş, İ. A. (2017). Bazı Avrupa ülkeleri ile Türkiye'nin lojistik sektörünün karşılaştırmalı analizi. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 8(1), 1-22.
- Keskingöz, H. ve Tanır, Y. M. (2022). Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının konjonktürel yaklaşımla değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(21. Uluslararası İşletmecilik Kongresi "Özel Sayısı"), 73-88.
- Kılıncı, E., Fidan, O. ve Mutlu, H. M. (2019). Türkiye, Çin ve Rusya Federasyonu'nun lojistik performans endeksine göre karşılaştırılması. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 17-34.
- Lerme, C. S., Ali, A. I. ve Seiford, L. M. (1995). Components of efficiency evaluation in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 80, 462-473.
- 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>
- Manavgat, G. ve Demirci, A. (2023). Comparing the efficiency of technology and innovation of the EU and selected countries: The effects of EU framework programs. *International Journal of Innovation*, 11(2), 1-32.
- Martí, L., Martín, J. C. ve Puertas, R. (2017). A DEA-logistics performance index. *Journal of Applied Economics*, 20(1), 169-192.
- Norman, M. ve Stoker, B. (1991). *Data envelopment analysis: The assessment of performance*. John Wiley & Sons, Inc.
- Orhan, M. (2019). Türkiye ile Avrupa Birliği ülkelerinin lojistik performanslarının entropi ağırlıklı EDAS yöntemiyle karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1222-1238. <https://doi.org/10.31590/ejosat.657693>
- 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.
- Seroka-Stolka, O. ve Ociepa-Kubicka, A. (2019). Green logistics and circular economy. *Transportation Research Procedia*, 39, 471-479.
- Sevklı, M., Lenny Koh, S. C., Zaim, S., Demirbag, M. ve Tatoglu, E. (2007). An application of data envelopment analytic hierarchy process for supplier selection: A case study of BEKO in Turkey. *International Journal of Production Research*, 45(9), 1973-2003.
- Türkoğlu, M. ve Duran, G. (2023a). Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü üyelerinin lojistik performansları üzerine bir araştırma: Critic tabanlı Waspas ve Gia uygulaması. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 19(1), 1-22.
- Türkoğlu, M. ve Duran, G. (2023b). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile bölgesel kapsamlı ekonomik ortaklık (RCEP) ülkelerinin lojistik performanslarının değerlendirilmesi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 15(1), 45-69.
- World Bank. (2023). Lojistik performans indeksi. <https://lpi.worldbank.org/international/global> adresinden 3 Mayıs 2024 tarihinde alınmıştır.

Yıldırım, M. ve Ayvaz, B. (2019). Ülkelerin lojistik performanslarının veri zarflama analizi ile ölçümü. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18(35), 57-73.

Yıldıztekin, A. (2007). Lojistiğin 7 doğrusu. <https://www.lojistikkulubu.ist/lojistigin-7-dogrusu-yasamimizin-dogrulari-olsun/> adresinden 5 Mayıs 2024 tarihinde alınmıştır.

EXTENDED ABSTRACT

Logistics is a management discipline that involves planning, implementing and controlling the flow of goods and services from origin to consumption. Businesses must ensure that their products and services are in the right place at the right time to reduce input costs and improve their financial situation. Until the 1960s, logistics was seen as an operational function. Its name is basically derived from the activity of transport. With the introduction of coding, systems organisation and internet into our lives, the field is modernising. In the logistics sector, basic service areas come to the fore in order to reveal the efficiency and competitiveness of companies. Therefore, it is clear that logistics is no longer an operational function but a competitive advantage for companies. Companies try to optimise the transfer process as much as possible by ensuring that their products and services are in the right place at the right time to reduce input costs and improve their financial situation. The logistics performance of countries significantly affects their exports, imports and economic welfare. Therefore, it is critical to accurately measure and evaluate the logistics performance of countries. The importance of measurement and evaluation activities in the logistics sector in the international arena leads to the need to determine the differences between countries. This allows countries to see their own logistics capabilities and determine how much they contribute to trade performance. In this process, with logistics efficiency measurement, the efficiency and performance of logistics activities are evaluated. The Logistics Performance Index (LPI), developed by the World Bank in 2007, has become an important data source in identifying potential challenges and opportunities faced by countries in logistics operations, which play a key role in trade activities. The LPI is a reliable tool for identifying strengths and weaknesses in the logistics sector by helping to objectively assess the logistics performance of each country.

Data envelopment analysis (DEA) is one of the powerful tools that can be used to measure the logistics performance of countries, which is frequently preferred in efficiency measurement. Data Envelopment Analysis (DEA) is a method used to evaluate the relative efficiency of units using multiple input and output variables. DEA is widely used in various academic researches as it offers many advantages compared to traditional methods. The use of DEA for the logistics sector provides important information on optimising factor utilisation and efficient allocation of resources.

The aim of the study is to objectively evaluate and compare the logistics performance of countries using data envelopment analysis using the 2023 logistics performance index data. A review of the literature shows that logistics performance is important not only for a country's trade capacity and economic growth but also for its global competitiveness. In the literature, it is seen that there are various applied researches under the name of logistics efficiency and logistics performance measurement. In this study, R programming language and R Studio programme were used to evaluate the efficiency of the units by using Data Envelopment Analysis (DEA) method. R Programming Language is an open source programming language that is widely used to perform operations such as statistical calculations, data analysis and

graphical drawings. This language is preferred in data analysis methods such as Data Envelopment Analysis. The main reason for this is that it facilitates operations such as data processing, building statistical models and visualising the results.

In order to compare the logistics performances of the countries, the logistics performances of the countries were determined and ranked by DEA method using the LPI data of 2023. In the study, the efficiency solution of 139 countries was made with CCR and BCC models. The study was applied as output-oriented. Inputs are customs, infrastructure, score, logistics competence. Outputs are international shipments, tracking and time score. Among the 139 countries examined in this study, Singapore was the only efficient country with an efficiency value of 1. Somalia and Libya are the countries with the lowest CCR values. According to the BCC model, Singapore, Finland and Austria are efficient countries. Afghanistan and Libya are the countries with the lowest BCC values. In the ranking according to scale efficiency, Singapore is the efficient country. Angola and Somalia are the least efficient countries with the smallest efficiency value. When output-oriented data envelopment analysis was applied in the study, it was observed that 1 country out of 139 countries was efficient according to the CCR model. According to the BCC model, the number of efficient countries increased to 3.

Countries that are inefficient in logistics activities need to take various steps and make improvements to increase their logistics performance and gain competitive advantage. Logistics performance assessment plays an important role in determining a country's success in key areas such as commercial efficiency, economic growth and competitiveness. This analysis will help countries make strategic decisions to improve their logistics infrastructure by identifying their strengths and weaknesses. In this study, it is hoped that the logistics efficiency measurement based on 2023 data will contribute to the evaluation of the performance of the logistics sector, efficient use of resources, increasing competitiveness and policy development.