**Demiryolu Mühendisliği** **Railway Engineering**
Yıl: 2026, Sayı: 23 Year: 2026, Issue: 23
Makale No: 1801132 Article No: 1801132
Araştırma Makalesi Research Article
doi: 10.47072/demiryolu.1801132
http://dergipark.org.tr/demiryolu
e-ISSN: 2687-2463, ISSN: 2149-1607

# Seçilmiş Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'nin Demiryolu Yük Taşımacılığı Performans Değerlendirmesi: CRITIC ve ENTROPİ Tabanlı CODAS Yöntemi ile Bütünleşik Bir Yaklaşım

Nizamettin ÖZTÜRKÇÜ

*Bursa Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Lojistik Programı, Bursa, Türkiye*

*nozturkcu@uludag.edu.tr*

*(Alınış/Received: 10.10.2025, Kabul/Accepted: 12.01.2026, Yayımlama/Published: 20.01.2026)*

**Öz:** Demiryolu taşımacılığı, düşük maliyet, enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik gibi avantajlarıyla önemli bir taşıma türüdür ve son yıllarda özellikle yük taşımacılığında yeniden önem kazanmıştır. Bu çalışma, 2019–2023 yılları arasında seçilmiş Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ve Türkiye'nin demiryolu yük taşımacılığı performansını karşılaştırmalı olarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, performans ölçümünde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden nesnel değerlendirmeye dayalı çıktılar veren Entropi, CRITIC ve ortak ağırlıklandırma yöntemleriyle kriter ağırlıkları belirlenmiş, ardından iki farklı sıralama yöntemi olan SAW ve WPM yöntemlerini bütünleştirdiğinden dolayı CODAS yöntemi seçilerek ülkelerin sıralaması yapılmıştır. Analizde sekiz kriter kullanılmıştır ve ortak ağırlıklandırma sonuçlarına göre en önemli kriter**,** uluslararası taşınan konteyner hacmi olmuştur. Elde edilen sıralama sonuçlarına göre Almanya, demiryolu yük taşımacılığında en yüksek performansa sahip ülke olmuştur. Almanya'yı İtalya ve Polonya izlemiştir. Türkiye, son yıllarda artan altyapı yatırımlarına rağmen 10. sırada yer almış ve demiryolu yük taşımacılığı performans sıralamasında iyi bir sıralama elde edememiştir. Duyarlılık analizi, modelin tutarlılığını desteklemiş ve özellikle Almanya, İtalya, Polonya ve Fransa'nın sıralamalarında farklı eşik değerlerinde değişim gözlenmemiştir. Sonuç olarak çalışma, AB ülkeleri ve Türkiye'nin demiryolu yük taşımacılığı performansını nesnel yöntemler üzerinden karşılaştırarak literatürdeki boşluğu doldurmakta ve politika yapıcılar için öneriler sunmaktadır.

***Anahtar kelimeler**:* Demiryolu yük taşımacılığı, Çok kriterli karar verme, ENTROPİ, CRITIC, CODAS

## Performance Evaluation of Railway Freight Transport in Selected European Union Countries and Türkiye: An Integrated Approach Using the CRITIC and ENTROPY-Based CODAS Method

**Abstract:** Rail transport is an important mode of transport due to its advantages such as low cost, energy efficiency and environmental sustainability, and has regained importance in recent years, particularly in freight transport. This study aims to comparatively evaluate the rail freight transport performance of selected European Union (EU) countries and Türkiye between 2019 and 2023. In the study, criterion weights were determined using Entropy, CRITIC, and joint weighting methods, which are multi-criteria decision-making (MCDM) techniques that provide outputs based on objective evaluation in performance measurement. Subsequently, the CODAS method was selected for ranking countries, as it integrates two different ranking methods: SAW and WPM. Eight criteria were used in the analysis, and according to the joint weighting results, the most important criterion was the volume of internationally transported containers. Based on the ranking results obtained, Germany was the country with the highest performance in rail freight transport. Italy and Poland followed Germany. Despite increasing infrastructure investments in recent years, Türkiye ranked 10th and failed to achieve a good ranking in the rail freight transport performance ranking. Sensitivity analysis supported the consistency of the model, and no changes were observed in the rankings of Germany, Italy, Poland, and France at different threshold values. In conclusion, the study fills a gap in the literature by comparing the performance of rail freight transport in EU countries and Türkiye using objective methods, and provides recommendations for policymakers.

***Keywords**:* Rail freight transport. Multi criteria decision making, ENTROPY, CRITIC, CODAS

Atıf için/Cite as: N. Öztürkçü, "Seçilmiş Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin demiryolu yük taşımacılığı performans değerlendirmesi: CRITIC ve ENTROPİ tabanlı CODAS yöntemi ile bütünleşik bir yaklaşım," *Demiryolu Mühendisliği*, sy. 23, no. 1801132, 2026, doi: 10.47072/demiryolu.1801132

## 1. Giriş

Ulaştırma sistemleri, tarihsel olarak ekonomik büyüme, mekânsal bütünleşme ve toplumsal refahın gelişiminde temel bir rol oynamıştır. Demiryolu, bu sistemler arasında özellikle endüstri devriminden itibaren üretim faktörlerinin hareketliliğini hızlandıran, maliyetleri azaltan ve yeni piyasalara erişimi kolaylaştıran stratejik bir unsur olarak öne çıkmaktadır [1]. Demiryolları aynı zamanda bölgesel gelişmişlik farklarını şekillendiren bir altyapı bileşeni olarak da değerlendirilmektedir [2]. Demiryolları özellikle kara ve hava taşımacılığına göre güvenilirlik, emniyet, hız (özellikle modern yüksek hızlı demiryolu sistemleriyle), hava, su ve toprak kirliliğinin azaltılması, enerji tasarrufu ve ticari malların taşınmasında maliyet tasarrufu gibi birçok avantaj sağlamaktadır [3]. Demiryolu taşımacılığı ile uzun mesafelerde ve yüksek hızlarda mal ve yolcu taşımacılığının gerçekleştirilmesi maliyet ve zaman tasarrufu da sağlayarak büyük bir kazanım oluşturmaktadır [4].

Yük taşımacılığında demiryolunun tercih edilmesi, enerji verimliliğini artırmakta, kent içi trafik yoğunluğunu azaltmakta, kaza oranlarını düşürmekte ve maliyetlerin daha düşük seviyelerde gerçekleşmesini sağlamaktadır [5]. Bu açıdan demiryolu tüm dünyada tercih sebebi olmaktadır. Dünya demiryolu ağı, dünya çapında 1,3 milyon kilometreden fazla güzergâha yayılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri, dünyanın en uzun demiryolu ağını işletmektedir ve onu Rusya, Çin, Hindistan, Kanada, Almanya ve Fransa takip etmektedir [6]. Türkiye'de mevcut demiryolu ağının %90'ı tek hat olmasına karşın, demiryolu ağı görece hafif trafik yükü taşımaktadır. Hat kilometre başına trafik yükü AB 27 ortalamasından %40, Almanya'nın ise üçte birinden daha azdır [7]. Demiryolu ile gerçekleşen taşıma her geçen yıl artmakta ve gelecek yıllarda büyümesini devam ettirmesi beklenmektedir. Dünya demiryolu pazarı çalışmasına göre, küresel demiryolu tedarik pazarı 2021-2023 yılları arasında yıllık %2,7 büyümüştür ve 2027-2029 yılları arasında küresel pazarın reel olarak yıllık %3 büyümesi beklenmektedir [8]. Aynı dönemin sonunda ortalama demiryolu taşıma pazar büyüklüğünün de 240,8 milyar Avro'ya ulaşması beklenmektedir [9].

Avrupa'da ise dünyadaki gelişmelerin aksine demiryolu taşımacılığında bir düşüş görülmektedir. 2011'de yayınlanan Beyaz Kitap'ta 300 km'den uzun mesafelerde, karayolu yük taşımacılığının %30'unun 2030 yılına kadar demiryolu veya deniz taşımacılığı gibi diğer ulaşım türlerine, %50'sinin ise 2050 yılına kadar demiryolu veya deniz taşımacılığı gibi diğer ulaşım türlerine kayması beklenmekteydi [10]. Ancak Avrupa'daki ekonomik yavaşlama nedeniyle demiryolu yük taşımacılığı 2023'te belirgin bir düşüş yaşamıştır. Yük treni-km yaklaşık %6 azalırken, net ton-km %8 düşüşle son beş yılın en düşük seviyesine gerilemiştir [8]. Uluslararası yük taşımacılığı ise yük taşımacılığı pazarındaki daralmadan daha fazla etkilenmiştir. Uluslararası yük taşımacılığının payı, IRG-Rail'in 2010 yılı pazar izleme veri toplama çalışmalarının başlamasından bu yana ilk kez %50'nin altına düşmüştür. 2022'den 2023'e kadar ulusal yük taşımacılığı da yalnızca %2 azalırken, uluslararası taşınan ton/km ise %13 düşmüştür [9]. Türkiye'nin ise 2019 yılında demiryolu ile taşınan yük miktarı diğer modlar içinde %3'lük bir orana sahipken 2023'te %5'e çıkmış ve 2050'de bu oranın yaklaşık %22'e çıkması beklenmektedir. Uluslararası taşınan yükün de 2023 yılında %2 olan oranının 2050 yılında yaklaşık %12'ye çıkacağı hesaplanmıştır [7].

Demiryolu performansı kavramı, literatürde farklı disiplinlerde çeşitli göstergeler üzerinden ele alınmaktadır. Bazı çalışmalarda, performans taşınan yük miktarı, yolcu sayısı veya hat uzunluğu gibi nicel ölçütlere dayandırılırken [11], farklı çalışmalar performansın çok boyutlu yapısını vurgulamaktadır. Bu çerçevede altyapı kalitesi, işletme verimliliği, güvenlik, zamanında teslim oranları, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği gibi unsurlar öne çıkmaktadır [12]. Böylelikle demiryolu performansı, yalnızca teknik çıktılarla değil, aynı zamanda sosyal, çevresel ve ekonomik etkilerle birlikte değerlendirilmektedir. Demiryolu taşımacılığında performans ölçümü ile ilgili farklı bölgeler için ve farklı yöntemlerle çalışmalar da gerçekleştirilmiştir. Zhang vd. [13] Çin'de CRITIC-Entropi yöntemi ile demiryolu taşımacılığının performansını analiz

etmişlerdir. Stoilova vd. [14] TransAvrupa Taşımacılık Ağı (TEN-T) doğu akdeniz koridoru demiryolu ağının performansını karşılaştırmak için yirmi iki altyapısal, ekonomik ve teknolojik kriter ile çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada SIMUS yöntemi kullanılmıştır. Yıldız [15] GNP oranına göre belirlediği 10 Avrupa ülkesi ile Türkiye'nin demiryolu taşımacılığındaki etkinliğini araştırmıştır. 2011-2020 yılları arasındaki verilerin kullanıldığı çalışmada veri zarflama analizi ve malmquist index yöntemleri kullanılmıştır. Bouraima vd. [16] Sahra Altı Afrika bölgesinin demiryolu sektörü performansının iyileştirilmesine yönelik değerlendirme eylemleri için ÇKKV yöntemlerini kullandıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada yeni bir sezgisel bulanık yöntem önerilmiştir. Ranjan vd. [17] Hindistan demiryolları bölgelerinin performans değerlendirmesi için bir karar verme yöntemi önermişlerdir. Çalışmada ÇKKV yöntemlerinden DEMATEL ve VIKOR değerlendirme yöntemleri uygulanmıştır. Candan [18] çalışmasında, OECD üyesi 8 ülkenin demiryolu yük taşımacılığı etkinliklerini ÇKKV yöntemleri ile değerlendirmiştir. Çalışmada AHP ve VIKOR yöntemlerindan yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda en önemli kriterin taşıma miktarı en iyi ülke performansı gösteren ülkenin ise Polonya olduğu bulunmuştur. Yıldız [19] TCDD işletmesinde uluslararası ve yurtiçi demiryolu yük taşımacılığı etkinliğini VZA tabanlı Windows Analysis programı (DEAP) ile gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda yurtiçi demiryolu yük taşımacılığındaki ortalama etkinlikte % 1,8 oranında uluslararası demiryolu yük taşımacılığında ise % 22,4 oranında kayıp yaşandığını tespit etmiştir. Literatür incelendiğinde demiryolu taşımacılığı ile ilgili performans değerlendirme çalışmalarının bulunduğu ancak bu çalışmaların genellikle genel taşımacılık kriterleri üzerinden gerçekleştiği doğrudan demiryolu yük taşımacılığı performansı için gerçekleştirilen çalışmaların ise çok az olduğu görülmektedir. Ayrıca literatürde Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ve Türkiye için demiryolu yük taşımacılığı performans değerlendirmesi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu bakımdan bu çalışmanın literatürdeki boşluğu dolduracağı ve paydaş olarak; politika yapıcılar, ulaştırma bakanlıkları, lojistik ve demiryolu şirketleri, AB kurumları, sektörel birlikler, akademisyenler ve araştırmacılara doğrudan fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

2019-2023 yılları arasında seçilmiş AB ülkeleri ve Türkiye'nin demiryolu yük taşımacılığı performansını değerlendirmeyi amaçlayan bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde demiryolu yük taşımacılığı ile dünyadaki gelişimi hakkında bilgi verilmiş ve demiryolu yük taşımacılığı ile ilgili literatüre değinilmiştir. İkinci bölüm olan veri seti ve metot kısmında çalışmada kullanılan kriterlerin veri kaynağı ile verileri analiz etmek için kullanılan yöntemler hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde analiz sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiş ve duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Son bölüm olan sonuç kısmında ise elde edilen veriler özetlenmiş ve seçilmiş AB üyesi ülkeler ile Türkiye için politika önerileri sunulmuştur.

## 2. Materyal ve Metodoloji

Bu çalışmada, seçilmiş AB ülkeleri ve Türkiye'nin demiryolu yük taşımacılığı performansını değerlendirmek için 2019-2023 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Eurostat [20] veri tabanından alınmıştır. Burada AB'ye üye 27 devletten 20 tanesi seçilmiş ve Türkiye ile birlikte değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmada analiz için sekiz kriter belirlenmiştir. Ancak Avusturya, Belçika, Yunanistan, Lüksemburg, İsveç, Malta ve Kıbrıs'a ait belirlenen sekiz kriterin bir kısmı bulunmadığından dolayı değerlendirme dışında tutulmuşlardır. Örneğin Avusturya için toplam konteyner hacmi ile uluslararası taşımacılık-TEU verileri ve Belçika için toplam hat uzunluğu dışında tüm veriler eksiktir. Veriler 2019-2023 yılları arasını kapsamaktadır. Her kriter için 2024 yılında veri bulunmadığından ilgili yıl da değerlendirmede dikkate alınmamıştır.

Bu çalışmada kullanılan sekiz kriter belirlenirken de doğrudan yük taşımacılığını ve ticari performansı yansıtan kriterler seçilmiş bununla birlikte demiryolu yük taşımacılığı performansının altyapısal, operasyonel ve uluslararası entegrasyon boyutlarını bütüncül biçimde

yansıtmasına dikkat edilmiştir. Her bir kriterin akademik literatürdeki kuramsal temelleri ve performans ölçümündeki rolü aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Toplam hat uzunluğu (km): Toplam demiryolu hat uzunluğu, ulaşım altyapısının fiziksel kapsamını ve demiryolu sisteminin erişilebilirliğini gösteren temel bir göstergedir. Demiryolu ağının genişliği ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkiler oluşturmakta ve taşımacılık kapasitesini yükseltmektedir [21]. Ayrıca toplam hat uzunluğu ile demiryolu yük taşımacılığı performansı arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiş, geniş ağların hem lojistik etkinlik hem de işletme verimliliği açısından kritik önem taşıdığı belirtilmiştir [22]. Bu nedenle toplam hat uzunluğu, performans değerlendirmelerinde altyapı kapasitesini temsil eden temel bir kriter olarak değerlendirilmiştir.

Elektrikli hat uzunluğu (km): Elektrikli hat uzunluğu, demiryolu altyapısının modernizasyon düzeyini ve teknolojik olgunluğunu yansıtan bir göstergedir [11]. Elektrifikasyon, enerji verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik, daha yüksek işletme hızları ve daha düşük işletme maliyetleri gibi önemli avantajlar sağlamaktadır [23]. Bu nedenle elektrikli hat uzunluğu kriteri, ülkelerin demiryolu modernizasyon düzeyini ölçmek açısından kritik önem taşımaktadır.

Toplam taşınan mallar (milyon ton-km): Toplam taşınan yük miktarı, demiryolu taşımacılığının operasyonel kapasitesini ve ekonomik etkinliğini doğrudan temsil etmektedir [24]. Artan yük hacmi teslimat performansını güçlendirmekte, hizmet kalitesini iyileştirmekte ve işletme verimliliğini artırmaktadır [25]. Yük hacmi aynı zamanda ölçek ekonomilerinin daha etkin kullanılmasına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle bu kriter, performans analizlerinin merkezinde yer alan bir iş hacmi göstergesidir.

Uluslararası taşınan mallar (milyon ton-km): Uluslararası taşınan yük hacmi, bir ülkenin demiryolu sistemi ile bölgesel ve küresel ticaret ağlarına entegrasyon düzeyini göstermektedir ve uluslararası demiryolu taşımacılığı tedarik zincirinde önemli bir rol oynamaktadır [26]. Yüksek uluslararası taşımacılık hacmi, sınır geçişlerinin etkinliği, lojistik entegrasyon, multimodal taşımacılık uyumu ve dış ticaret kapasitesi açısından güçlü performansın göstergesidir.

Tehlikeli madde taşımacılığı (milyon ton-km): Tehlikeli maddelerin taşınması, yüksek güvenlik standartları ve sıkı düzenlemeler gerektiren kritik bir taşımacılık faaliyetidir. İçerdiği risklerle birlikte işaretleme standartları, ekipman güvenliği ve teknik uygunluk gibi önlemlerle riskler asgari düzeye indirilmektedir [27]. AB genelinde de alınan tedbirlerle birlikte demiryolu ile tehlikeli madde taşımacılığı kaza oranlarında yıllar itibarıyla düşüş yaşandığı görülmüştür [28]. Demiryolları karayoluna kıyasla daha düşük kaza oranına sahip olduğundan, tehlikeli madde taşımacılığında daha güvenli ve ekonomik bir alternatif sunmaktadır [29].

Toplam konteyner hacmi (TEU): Toplam konteyner hacmi, intermodal taşımacılık performansını ve lojistik entegrasyon kapasitesini temsil etmektedir. Demiryolu ile konteyner taşımacılığı çevreci, güvenli, maliyet verimliliği yüksek olması nedeniyle de avantaj sunmakta ve tercih edilmektedir [30]. Avrupa'da da demiryolu ile taşınan konteyner oranları incelendiğinde 2013 yılında %16 iken 2023 yılında %21'e yükseldiği görülmektedir. Aynı dönemde karayolu ile taşınan konteyner hacminde düşüş görülmesi de demiryollarının artan önemine işaret etmektedir [31]. Demiryolu ile konteyner taşımacılığındaki artış, liman–demiryolu entegrasyonunun güçlendiğini ve tedarik zinciri etkinliğinin arttığını göstermektedir [32].

Uluslararası taşınan konteyner hacmi (TEU): Uluslararası konteyner hacmi, ülkelerin dış ticaret akışlarını demiryolu sistemine entegre etme kapasitesini ölçmektedir. Bu kriter, liman bağlantıları, intermodal terminaller ve sınır geçiş altyapısı gibi kritik unsurları doğrudan etkilemektedir [33]. Bir kuşak bir yol projesi gibi uluslararası ulaştırma koridorlarının etkinliği

ile birlikte uluslararası konteyner taşımacılığına olan talep artmış ve demiryolu konteyner taşımacılığı yük taşımacılığında özel bir öneme sahip olmuştur [34].

Yük treni trafik performansı (bin ton-km): Yük treni trafik performansı, bir ton yükün bir kilometre boyunca demiryolu ile taşınması üzerinden hesaplanan temel bir verimlilik göstergesidir [35]. Bu kriter, demiryolu ağının kullanım yoğunluğunu, taşıma verimliliğini ve operasyonel kapasiteyi doğrudan yansıtmaktadır. Hat başına taşınan ton-km miktarının yüksek olması, hem iş gücü verimliliğinin hem de altyapı kullanım etkinliğinin güçlü olduğuna işaret etmektedir. İdeal performans, birim mesafe başına taşınan yük hacminin maksimum seviyeye ulaşmasıyla tanımlanmaktadır [36]. Bu nedenle yük treni trafik performansı kriteri, demiryolu işletmeciliğinin operasyonel etkinliğini temsil eden temel bir ölçüttür.

Kriterlere ait bilgiler ve bu kriterlere ait birim bilgileri Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Kriterler ve kriterlere ait birim ve yön bilgileri

| Kriter Kodu | Kriterler | Birim | Kriter Yönü |
|---|---|---|---|
| C1 | Toplam hat uzunluğu | Km | Fayda |
| C2 | Elektrikli hat uzunluğu | Km | Fayda |
| C3 | Toplam taşınan mallar | Milyon ton-Km | Fayda |
| C4 | Uluslararası taşınan mallar | Milyon ton-Km | Fayda |
| C5 | Tehlikeli madde taşımacılığı | Milyon ton-Km | Fayda |
| C6 | Toplam konteyner hacmi | TEU | Fayda |
| C7 | Uluslararası taşınan konteyner hacmi | TEU | Fayda |
| C8 | Yük treni trafik performansı | Bin ton-Km | Fayda |

Çalışmada yöntem olarak kriterlerin ağırlıklandırılmasında Entropi, CRITIC ve ortak ağırlıklandırma gibi ÇKKV yöntemleri kullanılmıştır. Ağırlıklandırma yöntemlerinin her biri farklı sonuçlar üretebildiği için, elde edilen farklılıkları dengelemek amacıyla ortak ağırlıklandırma yöntemi tercih edilmiştir. Sıralama analizinde ise CODAS yöntemi, ağırlıklandırma sonuçlarına entegre edilerek uygulanmıştır. CRITIC ve Entropi yöntemleri, ikincil verilerin nesnel değerlendirilmesine dayalı çıktılar sunduklarından, uzman görüşlerine dayalı öznel değerlendirmelere kıyasla daha güvenilir kabul edilmektedir. Ayrıca, bu yöntemler doğrudan gerçek veriler üzerinde işlem yaparak karar vericilerin sürece etkisini en aza indirmekte ve sonuçların nesnelliğini artırmaktadır. CODAS yöntemi ise iki farklı sıralama yöntemi olan Basit Katkılı Ağırlıklandırma (SAW) ve Ağırlıklı Çarpım Modeli (WPM) yöntemlerinin bütünleştirilmesi ile elde edilmiştir. Bu bakımdan CODAS yöntemi SAW ve WPM yöntemlerinin avantajlı ve güçlü yönlerini birleştirerek daha sağlam sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır [37]. Bu bakımdan çalışma için seçilen hibrit yöntem seti, demiryolu yük taşımacılığı gibi yüksek değişkenli veri yapılarında hem nesnel, hem dengeli, hem de istikrarlı sonuç üretme kapasitesi bakımından diğer yöntem gruplarına göre daha fazla avantaj sağlamaktadır.

### *2.1. Entropi yöntemi*

Objektif ÇKKV yöntemlerinden biri olan Entropi verilerle ilgili kararsızlığı hesaplamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Entropi yöntemi, alternatiflere yönelik çeşitli bilgiler içeren bir karar matrisinde kriterlerin önem sırasını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemin adımları Tablo 2'de gösterilmiştir [38].

**Tablo 2.** Entropi yöntemi uygulama adımları

| | | |
|---|---|---|
| Adım 1 | Karar matrisinin $(X)$ elde edilmesi | $X=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$ (1) |
| Adım 2 | Normalizasyon matrisinin $(r_{ij})$ elde edilmesi | $r_{ij}=\frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}}$ (2) |
| Adım 3 | Kriterlere ilişkin entropi değerlerinin $(E_j)$ elde edilmesi | $E_j$=-k$\sum_{i=1}^{m} r_{ij}\ln(r_{ij})$ (3) |
| Adım 4 | Farklılaşma derecesinin $(d_j)$ elde edilmesi | $d_j$=1-$E_j$ (4) |
| Adım 5 | Entropi ağırlığının $(w_j)$ elde edilmesi (Her bir kriterin $d_j$ değeri tüm kriterlerin $d_j$ değerlerinin toplamına oranlaranarak elde edilir) | $w_j=\frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j}$ (5) |

### *2.2. Critic yöntemi*

Diakoulaki vd. tarafından ortaya atılan CRITIC yöntemi, kriter ağırlıklarını belirlemek için kullanılan objektif bir ÇKKV yöntemidir. Bu yöntem, birden fazla çelişen kriter içeren karmaşık karar problemleri için uygundur [39]. Yöntem, kriterler arasındaki karşıtlık ve korelasyon yoğunluğunu dikkate alır. Yöntem beş adımdan oluşmaktadır ve ilgili adımlar Tablo 3'de gösterilmiştir ([39], [40], [41]).

**Tablo 3.** Critic yöntemi uygulama adımları

| | | |
|---|---|---|
| Adım 1 | Karar matrisinin elde edilmesi | Eşitlik 1 ile aynı matris kullanılır. |
| Adım 2 | Normalizasyon matrisinin $(r_{ij})$ elde edilmesi. Fayda temelli kriterler için Eşitlik 6 maliyet temelli kriterler için Eşitlik 7 kullanılır. ($x_j^{min}$: j. kriterin alternatifleri arasındaki en küçük değer) ($x_j^{max}$: j. kriterin alternatifleri arasındaki en büyük değer) | $r_{ij}=\frac{x_{ij}-x_j^{min}}{x_j^{max}-x_j^{min}}$ (6) $r_{ij}=\frac{x_j^{max}-x_{ij}}{x_j^{max}-x_j^{min}}$ (7) |
| Adım 3 | Kriterler arası ilişkilerin $(P_{jk})$ hesaplanması | $P_{jk}=\frac{\sum_{i=1}^{m}(r_{ij}-r_j)(r_{ik}-r_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m}(r_{ij}-r_j)^2 \sum_{i=1}^{m}(r_{ik}-r_k)^2}}$ (8) |
| Adım 4 | Her kriter için kontrast ve bilgi içeriğinin hesaplanması. ($\sigma_j$: j. kriterin standart sapma değeri) | $\sigma_j=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m}(r_{ij}-r_j)^2}{m}}$ $c_j=\sigma_j \sum_{k=1}^{n}(1-P_{jk})$ (9) |
| Adım 5 | Kriter ağırlıklarının $(w_j)$ belirlenmesi ($w_j$ değeri; her bir kriterin $c_j$ değerinin tüm kriterlerin $c_j$ değerlerinin toplamına oranlanmasıyla elde edilir) | $w_j=\frac{C_j}{\sum_{k=1}^{n}(C_j)}$ (10) |

### *2.3. Ortak ağırlıklandırma yöntemi*

Ortak ağırlıklandırma yöntemi farklı ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen sonuçları birleştiren bir yöntemdir. Bu yöntem, birden fazla kriter ağırlıklandırma tekniğinin entegre edilmesiyle elde edilmektedir. Yönteme ilişkin formül aşağıda gösterilmiştir [42].

$$\bar{w}_j = \frac{w_j,x * w_j,y}{\sum_{j=1}^{m} w_j,x w_j,y} \quad (11)$$

$w_j, x$; her bir kritere ait x yöntemi ağırlıklandırma sonucu
$w_j, y$; her bir kritere ait y yöntemi ağırlıklandırma sonucu

### *2.4. Codas yöntemi*

CODAS yöntemi, Keshavarz Ghorabaee vd. tarafından 2016 yılında literatüre kazandırılan bir ÇKKV sıralama yöntemidir. Bu yöntem, karar alternatiflerinin negatif ideal çözüme uzaklıklarını dikkate alan hesaplamalara dayanmaktadır. Yöntem ayrıca, SAW ve WPM sıralama yöntemlerinin birleştirilmesi ile elde edilmiştir ve her iki yöntemin avantaj ve güçlü yönlerini içermektedir. Yöntemin adımları Tablo 4'de gösterilmiştir ([37], [43]).

**Tablo 4.** Codas yöntemi uygulama adımları

| | | |
|---|---|---|
| Adım 1 | Karar matrisinin elde edilmesi | Eşitlik 1 ile aynı şekilde oluşturulur. |
| Adım 2 | Normalizasyon matrisinin elde edilmesi; Fayda temelli kriterler için Eşitlik 12 maliyet temelli kriterler için Eşitlik 13 kullanılır. ($makx_{ij}$: j. kriterin alternatifleri arasındaki (sütundaki) en büyük değer) ($minx_{ij}$: j. kriterin alternatifleri arasındaki (sütundaki) en küçük değer) | $n_{ij}=\frac{x_{ij}}{makx_{ij}}$ (12) $n_{ij}=\frac{minx_{ij}}{x_{ij}}$ (13) |
| Adım 3 | Ağırlıklı normalize karar matrisinin ($r_{ij}$) hesaplanması ($w_{ij}$: kriter ağırlıkları) | $r_{ij} = w_{ij} n_{ij}$ (14) |
| Adım 4 | Negatif ideal çözümün ($ns_j$) belirlenmesi ($minr_{ij}$: ağırlıklı normalize matriste bulunan her bir kritere ait ilgili sütundaki en küçük değer) | $ns_j = minr_{ij}$ (15) |
| Adım 5 | Öklidyen ($E_i$) ve Taxicab ($T_i$) uzaklıklarının hesaplanması | $E_i = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}(r_{ij} - ns_j)^2}$ $T_i = \sum_{j=1}^{m}\lvert r_{ij} - ns_j\rvert$ (16) |
| Adım 6 | Göreli değerlendirme matrisinin ($h_{ik}$) oluşturulması ($\psi$: iki alternatifin Öklid uzaklıklarının eşitliğini belirlemek için bir eşik fonksiyonunu ifade eder) ($\tau$: eşik parametresidir ve karar verici tarafından belirlenebilir. 0,01 ve 0,05 arasında seçilmesi tavsiye edilmektedir) | $h_{ik} = (E_i - E_k) + (\psi(E_i - E_k) * (T_i - T_k))$ $\psi(x)=\begin{cases}\lvert x\rvert \geq \tau \; ise \; 1\\ \lvert x\rvert < \tau \; ise \; 0\end{cases}$ (17) |
| Adım 7 | Her alternatifin değerlendirme skorunun ($H_i$) hesaplanması. | $H_i = \sum_{k=1}^{n} h_{ik}$ (18) |

## 3. Uygulama ve Bulgular

Bu bölümde seçilmiş AB ülkeleri ve Türkiye'nin demiryolu yük taşımacılığı performansına ilişkin bulgular sunulmaktadır. 27 AB ülkesinden Avusturya, Belçika, Yunanistan, Lüksemburg, İsveç, Malta ve Kıbrıs'a ait belirli kriterlerin eksik olmasından veya ilgili ülke ile ilgili hiç veri

bulunmamasından dolayı analize dâhil edilmemiştir. Bu nedenle 20 AB ülkesi ve Türkiye ile birlikte toplam 21 ülkenin verileri analize tabi tutulmuştur. Uygulama bölümünde ağırlıklandırma işlemi Entropi, CRITIC ve ortak ağırlıklandırma yöntemleri esas alınarak, sıralama işlemi ise ÇKKV yöntemlerinden CODAS yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada kullanılan verilerin analizi için Microsoft Office Excel programı kullanılmıştır. Tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde ilk adım karar matrisinin oluşturulmasıdır. Bu bağlamda, tüm yıllara ait karar matrisi yerine, ağırlıklandırma ve sıralama işlemlerinin temel alınacağı tüm yılların ortalama değerlerine ait karar matrisi Tablo 5'de gösterilmiştir.

**Tablo 5.** 2019-2020-2021-2022-2023 yıllarının ortalama değerlerine ait karar matrisi

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bulgaristan | 4029,6 | 2949,4 | 4571,2 | 1130,6 | 1299 | 94124,4 | 33036 | 8707,8 |
| Çekya | 9532,4 | 3442,4 | 15832,6 | 8201 | 2210 | 1691084 | 1132027 | 31047,6 |
| Danimarka | 2480,4 | 788,4 | 2215,6 | 277,4 | 187,6 | 113930 | 30384,6 | 3157 |
| Almanya | 38835,6 | 21112,88 | 123885,2 | 47841,6 | 19222,2 | 7358895 | 2400508 | 262623 |
| Estonya | 1169,4 | 156,2 | 1613 | 1237,6 | 1036 | 58167,6 | 28989 | 1356,6 |
| İrlanda | 2045 | 53 | 74,6 | 0,2 | 23,4 | 12208,6 | 0,2 | 219,2 |
| İspanya | 16200,76 | 10496,61 | 10093,4 | 1593,2 | 945 | 1068443 | 181930,6 | 24013,8 |
| Fransa | 27802,2 | 16751 | 33131,4 | 9557,6 | 5633,4 | 1771414 | 444405 | 56760,8 |
| Hırvatistan | 2617 | 988,4 | 3207,2 | 1524,6 | 413,6 | 157144 | 120074,8 | 5586,4 |
| İtalya | 16810,8 | 12126 | 22668,8 | 10667 | 1431,2 | 3202822 | 1630325 | 50447,2 |
| Letonya | 1854,72 | 250,9 | 8593,2 | 7308,2 | 2451 | 70943,6 | 61073,4 | 4913,4 |
| Litvanya | 1915,16 | 152,4 | 12058,8 | 6020,8 | 2178,6 | 164632 | 71980,6 | 7689,8 |
| Macaristan | 7752,6 | 3206,4 | 11075,6 | 5462,4 | 1472,6 | 491487,8 | 356937 | 17650 |
| Hollanda | 3040,8 | 2249 | 6920,4 | 5750,2 | 403,6 | 1715643 | 1332901 | 8729,6 |
| Polonya | 19384,6 | 12107,8 | 56091,6 | 14259,4 | 10116,2 | 2305992 | 899488,8 | 71494,2 |
| Portekiz | 2526,662 | 1753,034 | 2222,8 | 555 | 139 | 441019,6 | 73873,6 | 5902 |
| Romanya | 10703,6 | 4032,4 | 13086 | 2704,4 | 1969,6 | 272697 | 14936,6 | 20161,8 |
| Slovenya | 1208,6 | 608 | 4902,4 | 2697,4 | 399 | 538852,6 | 463099 | 8382,8 |
| Slovakya | 3627,8 | 1585,4 | 7711,6 | 3698,8 | 614,2 | 592995,2 | 494096 | 12174 |
| Finlandiya | 5918,4 | 3378,2 | 9574,2 | 2435,6 | 1159,2 | 42256,8 | 27031,2 | 13961 |
| Türkiye | 10674 | 5528,6 | 14750,2 | 1281,8 | 1797,8 | 1366013 | 241271 | 25242,2 |

Tablo 6'da çalışmada kullanılan kriterlerin Entropi, CRITIC ve ortak ağırlıklandırma yöntemlerine ait önem dereceleri ve sıralamaları gösterilmiştir.

**Tablo 6.** Entropi, Critic ve ortak ağırlıklandırma kriter ağırlıkları ve sıralamaları

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ENTROPİ ($W_j$) | 0,0829 | 0,1082 | 0,1255 | 0,1268 | 0,1420 | 0,1326 | 0,1294 | 0,1525 |
| Sıralama | 8 | 7 | 6 | 5 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| CRITIC ($W_j$) | 0,1459 | 0,1904 | 0,0756 | 0,0868 | 0,1107 | 0,0834 | 0,2340 | 0,0732 |
| Sıralama | 3 | 2 | 7 | 5 | 4 | 6 | 1 | 8 |
| Ortak Ağırlıklandırma | 0,0995 | 0,1697 | 0,0782 | 0,0908 | 0,1295 | 0,0911 | 0,2493 | 0,0919 |
| Sıralama | 4 | 2 | 8 | 7 | 3 | 6 | 1 | 5 |

Entropi ve CRITIC ile gerçekleştirilen ağırlıklandırma sonuçları C4 kriteri hariç farklı çıkmıştır. Bu nedenle ortak ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak her iki yöntemin entegre edilmesi ile yeni sonuçlar elde edilmiştir. Ortak ağırlıklandırma sonuçlarına göre önem derecesi en yüksek kriter 0,2493 değeri ile uluslararası taşınan konteyner hacmi (C7) olmuştur. Bu kriteri sırasıyla 0,1697 değeri ile elektrikli hat uzunluğu (C2) ve 0,1295 değeri ile tehlikeli madde taşımacılığı (C5) izlemiştir. Elde edilen sonuçlar bir ülkenin demiryolu performansının uluslararası konteyner taşımacılığı kapasitesi ile yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Demiryolunun dış ticarette etkin kullanımı, hem rekabet gücünü artırmakta hem de lojistik koridorların stratejik önemini güçlendirmektedir. Bununla birlikte elektrifikasyonun artması, doğrudan demiryolu

altyapısının teknik modernleşmesini yansıtmaktadır. Performansın iyileşmesi üzerinde güçlü bir altyapı etkisi olduğunu da göstermektedir. Tehlikeli madde taşımacılığı kriterinin yüksek olması da performansın sadece taşınan yük miktarı değil, aynı zamanda stratejik yüklerin niteliği ile de belirlendiğini göstermektedir. Hat uzunluğu, demiryolunun etkin kullanımı hakkında doğrudan bilgi vermemekle birlikte elde edilen sonuçlar demiryolu performansının belirleyicisinin nicelik değil nitelik olduğunu yani hattın uzunluğunun değil modernizasyon seviyesi ve uluslararası entegrasyon kapasitesinin daha yüksek önem arz ettiğini göstermektedir. En düşük ağırlığa sahip kriterlerin taşınan mallar olmasından da bu kriterlerin ikincil düzeyde etkili olduğunu, altyapı kalitesi ve stratejik yük taşımacılığının hacim göstergelerine göre daha kritik rol oynadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 7'de CODAS yöntemi ile kriterlerin öklid uzaklık değerleri ($E_i$) ve taxicab uzaklık değerleri ($T_i$) gösterilmiştir. Elde edilen bu değerler sonucunda ise göreceli değerlendirme matrisi ($H_i$) elde edilmiştir.

**Tablo 7.** Kriterlere ait öklid ($E_i$) ve taxicab ($T_i$) uzaklık değerleri

| Ülkeler | $E_i$ | $T_i$ | Ülkeler | $E_i$ | $T_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Bulgaristan | 0,0265 | 0,0516 | Litvanya | 0,0217 | 0,0482 |
| Çekya | 0,1267 | 0,2364 | Macaristan | 0,0512 | 0,1184 |
| Danimarka | 0,0079 | 0,0177 | Hollanda | 0,1418 | 0,2027 |
| Almanya | 0,3846 | 0,9961 | Polonya | 0,1683 | 0,4207 |
| Estonya | 0,0080 | 0,0149 | Portekiz | 0,0171 | 0,0353 |
| İrlanda | 0,0022 | 0,0022 | Romanya | 0,0441 | 0,0946 |
| İspanya | 0,0960 | 0,1783 | Slovenya | 0,0493 | 0,0727 |
| Fransa | 0,1669 | 0,3670 | Slovakya | 0,0546 | 0,0971 |
| Hırvatistan | 0,0159 | 0,0349 | Finlandiya | 0,0318 | 0,0652 |
| İtalya | 0,2056 | 0,4075 | Türkiye | 0,0612 | 0,1426 |
| Letonya | 0,0232 | 0,0477 | | | |

CODAS yöntemine göre sıralama belirlenirken negatif ideal çözümden ne kadar uzaklaşılırsa performans o kadar iyi olmaktadır. Bu nedenle, uzaklık ne kadar büyükse ülke o kadar iyi performans göstermektedir. Uzaklık ne kadar küçükse de performans o kadar zayıftır. Almanya hemen her kriterde maksimum değerlere sahip olduğundan negatif ideal çözümden çok uzaktadır. Bu nedenle CODAS skorunda birinci sırada yer almıştır. İtalya da pek çok kritik kriterde (C2, C7, C8) yüksek değerler taşıdığı için uzaklıkları büyük olarak elde edilmiştir. İrlanda, Estonya, Danimarka, Hırvatistan, Litvanya ve Bulgaristan, düşük uzaklık değerleriyle negatif ideale oldukça yakın ülkeler olup, bu ülkelerin demiryolu yük taşımacılığında hem altyapı hem taşıma hacmi boyutunda ciddi performans eksiklikleri bulunmaktadır. Türkiye'nin uzaklık değerleri orta düzey bir performans düzeyini temsil etmektedir. Türkiye özellikle yük hacmi kriterlerinde (C3, C8) nispeten daha iyi bir performans göstermesine rağmen, elektrifikasyon ve konteyner taşımacılığı kapasitesinin sınırlı olması uzaklık değerlerini sınırlamaktadır.

Bir sonraki aşamada ise göreceli değerlendirme matrisi oluşturulmuştur. Göreceli matris sonucunda her alternatife ait değerlendirme skoru hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda oluşan alternatiflerin aldığı değerler ve sıralamaları Tablo 8'de gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Ülkelerin performans skorları ve sıralamaları

| Ülkeler | $H_i$ | Sıra |
|---|---|---|
| Bulgaristan | -3,770 | 20 |
| Çekya | 2,235 | 5 |
| Danimarka | -1,539 | 16 |
| Almanya | 23,639 | 1 |
| Estonya | -1,538 | 15 |
| İrlanda | -5,262 | 21 |
| İspanya | 0,404 | 7 |
| Fransa | 5,856 | 4 |
| Hırvatistan | -1,371 | 14 |
| İtalya | 7,519 | 2 |
| Letonya | -1,218 | 11 |
| Litvanya | -1,250 | 12 |
| Macaristan | -1,794 | 17 |
| Hollanda | 1,878 | 6 |
| Polonya | 7,013 | 3 |
| Portekiz | -1,345 | 13 |
| Romanya | -0,778 | 8 |
| Slovenya | -2,795 | 19 |
| Slovakya | -2,170 | 18 |
| Finlandiya | -1,037 | 9 |
| Türkiye | -1,076 | 10 |

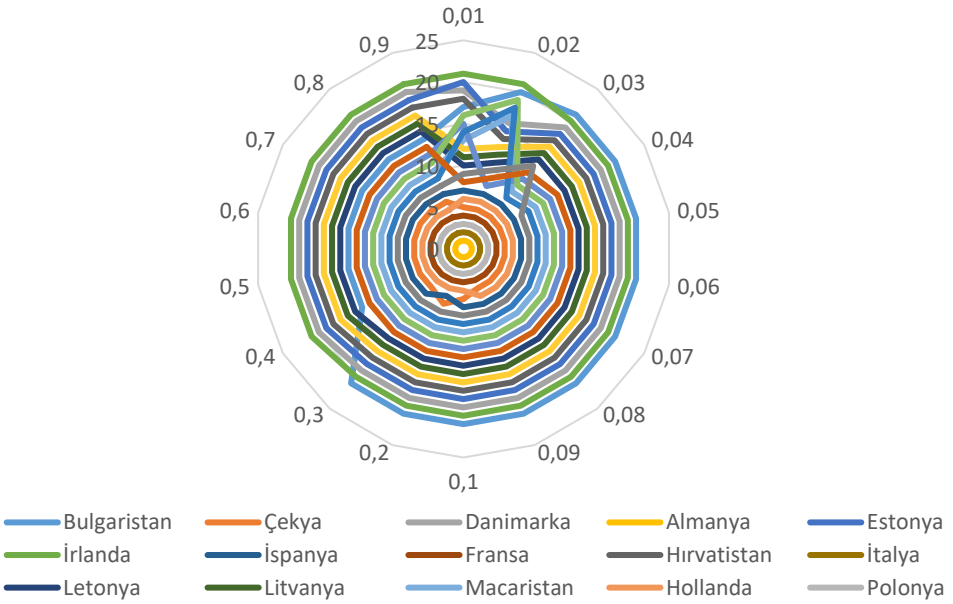
Ülkelerin değerlendirme skorlarına göre Almanya 23,639 değeri ile demiryolu ile yük taşımacılığında en yüksek değere sahip ülke olarak ilk sırayı elde etmiştir. Almanya'yı sırası ile 7,519 değeri ile İtalya ve 7,013 değeri ile Polonya izlemiştir. Slovenya (-2,795), Bulgaristan (-3,770) ve İrlanda (-5,262) en düşük değerleri alarak son üç sırayı elde etmişlerdir. Almanya tüm kriterlerde en yüksek değere sahip ülke olmuştur. İkinci sırada yer alan İtalya tüm kriterlerde en iyi ikinci değere sahip ülke olmasa da önem derecesi en yüksek olan kriterler uluslararası taşınan konteyner hacmi (C7) ve elektrikli hat uzunluğu (C2)'de en yüksek ikinci değere sahip olduğundan sıralamasını olumlu yönde etkilemiştir. Son sırada yer alan İrlanda yalnızca toplam hat uzunluğu (C1) kriterinde sadece Slovenya'dan yüksek değere sahip olmuştur. Bunun dışında tüm kriterlerde alternatif ülkeler içinde en düşük değere sahip ülke olarak belirlenmiştir.

### *3.1. Duyarlılık Analizi*

Bu bölümde çalışmada elde edilen bulguların farklı parametreler altındaki davranışını değerlendirmek ve modelin tutarlılığını sınamak üzere duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu açıdan eşik değeri $\tau$'ya verilen farklı değerlerin sıralama üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Bu kapsamda 0,01 ila 0,9 değeri arasında 18 farklı değer verilerek 18 farklı analiz gerçekleştirilmiş ve elde edilen sıralama sonuçları Tablo 9'da gösterilmiştir [36].

**Tablo 9.** Duyarlılık analizi sonuçları

| | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bulgaristan | 17 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Çekya | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Danimarka | 19 | 16 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Almanya | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Estonya | 20 | 15 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| İrlanda | 21 | 21 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| İspanya | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Fransa | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Hırvatistan | 18 | 14 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| İtalya | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Letonya | 10 | 11 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Litvanya | 11 | 12 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Macaristan | 13 | 17 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Hollanda | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Polonya | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Portekiz | 12 | 13 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Romanya | 15 | 8 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Slovenya | 16 | 19 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Slovakya | 14 | 18 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Finlandiya | 8 | 9 | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Türkiye | 9 | 10 | 13 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |




**Şekil 1.** Duyarlılık analizi sonuçları

Tablo 9 ve Şekil 1 incelendiğinde sırasıyla ilk dört sırada yer alan Almanya, İtalya, Polonya ve Fransa'nın farklı eşik değerler neticesinde sıralamalarının değişmediği gözlenmiştir. Bu ülkeler dışında kalan ülkelerin ise genel olarak çok küçük değişiklikler gösterdiği görülmüştür. Örneğin İspanya yalnızca 0,2 eşik değerinde altıncı sırayı almış bu değer dışında tüm eşik değerlerde yedinci sırada yer almıştır. İrlanda tüm eşik değerlerde 20 ve 21. Sıralarda yer alarak 0,02 eşik değerine benzer sonuç göstermiştir. Tüm alternatif ülkeler genel olarak farklı eşik değerlerde küçük değişiklikler gösterirken özellikle 0,01 ile 0,02 eşik değerleri arasında Hırvatistan, Macaristan ve Romanya gibi bazı ülkelerin gösterdiği değişiklikler nispeten daha büyük olmuştur.

Bu durum Şekil 1'de de daha net bir şekilde görülmüş ve 0,01 ile 0,02 eşik değerlerinde bozulma daha belirgin olmuştur.

Duyarlılık analizi sonuçlarına göre sıralaması hiç değişmeyen ülkeler olan Almanya, İtalya, Polonya ve Fransa'nın kritik kriterlerde (C7, C2) çok yüksek değerlere sahip olduğu ve hiçbir kriterde aşırı zayıf olmadıkları görülmektedir. Bu dört ülkenin, demiryolu yük taşımacılığında oturmuş sistemlere sahip, parametre değiştirilse dahi sıralaması bozulmayan sağlam alternatifler olduğu söylenebilir. Bazı eşik değerlerinde 1–2 basamak oynamalar yapan ve orta düzeyde duyarlı olan ülkelerden Hollanda (6→5) ve İspanya'nın (7→6) özellikle C7, C2, C8 kriterlerinde orta-yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Ancak C1 (hat uzunluğu) ve C5 (tehlikeli madde taşımacılığı) gibi kriterlerde aşırı baskın sonuçları bulunmamaktadır. Bu da bu ülkelerin yarı dengeli profil taşıdığını ve kritik kriterlerden birinin ağırlığı arttığında hafif yükseleceğini azalınca ise tekrar eski yerine döneceğini göstermektedir. Romanya (0,02), Slovakya (0,03), Slovenya (0,02, 0,03), Macaristan (0,02, 0,03), Bulgaristan (0,4), Estonya (0,02) ve Letonya, Litvanya, Portekiz (0,03) belirtilen eşik değerlere daha fazla duyarlılık göstermiştir. Bu ülkeler bazı kriterlerde çok güçlü bazı kriterlerde ise çok zayıf sonuçlara sahiptir. Bu nedenle ülkelerin sıralaması, modelde hangi bileşenin daha baskın olduğuna çok hassastır. Bu yüksek duyarlılık politika açısından, altyapı-hacim uyumsuzluğu, intermodal entegrasyon eksikliği ve elektrifikasyon düzeyi gibi kırılganlık alanlarını göstermektedir.

## 4. Sonuç ve Tartışma

Demiryolu taşımacılığı taşıma modları içinde önemli bir yer tutan ve gerçekleştirilen yatırımlarla birlikte önemini daha fazla arttırması beklenen tedarik zincirinin kilit taşlarından biridir. Demiryolu taşımacılığı özellikle düşük maliyeti ve tek seferde çok büyük miktarlarda yüklerin taşınmasına yardımcı olması ile uluslararası ticarette de kullanımı günden güne artan bir taşıma türüdür. Demiryolu ile taşınan yükler bir ülkenin refah seviyesinin artmasında, ekonominin ve istihdamın iyileşmesinde de çok büyük rol oynamaktadır. Demiryolu taşımacılığının kritik öneminin farkında olan ülkeler de bu alandaki yatırımlarını arttırmakta, altyapılarını iyileştirmekte ve uluslararası demiryolu koridorlarına entegre olmaktadırlar. Ülkeler gerçekleştirdikleri yatırımların etkinliğini ölçerek veya farklı ülkeler ve yatırımlarla performanslarını değerlendirip karşılaştırarak eksikliklerini görme ve bu alanlara daha fazla yoğunlaşma yoluna gitmektedirler.

Bu çalışmada seçilmiş AB ülkeleri ile Türkiye'nin demiryolu yük taşımacılığı performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda ülkelerin demiryolu yük taşımacılığı performansları belirlenen 8 kritere göre ÇKKV yöntemleri ile analiz edilmiş ve alternatif ülkelerin sıralamaları karşılaştırılmıştır. Analiz bulgularına göre, Almanya, tüm yılların ortalaması alındığında demiryolu yük taşımacılığı performansı bakımından açık ara en yüksek skoru elde etmiştir (23,639). Almanya'yı İtalya (7,519) ve Polonya (7,013) izlemiştir. Bu ülkelerin öne çıkmasında özellikle elektrikli hat uzunluğu (C2) ve uluslararası taşınan konteyner hacmi (C7) kriterlerinde gösterdikleri yüksek performans etkili olmuştur. Duyarlılık analizi sonuçları, modelin tutarlılığını desteklemektedir ve Almanya, İtalya, Polonya ve Fransa farklı eşik değerlerinde sıralamasını korumuştur. Bu durum, özellikle bu dört ülkenin demiryolu altyapısında yüksek elektrifikasyon oranı, etkin intermodal bağlantılar ve güçlü uluslararası yük akışı unsurlarına sahip olduğunu göstermektedir. Bu ülkelerin tüm yıllarda üst sıralarda bulunmasına karşın Lüksemburg ve Portekiz hariç tüm AB ülkelerinde 2023 yılında demiryoluyla taşınan tonajda 2022 yılına göre düşüş kaydedilmiştir [44]. AB ülkelerinde son dönemde gözlenen düşüş eğilimi (özellikle 2020'de %8'lik ton-km azalması), yüksek enerji maliyetleri, lojistik darboğazlar ve dijital entegrasyon eksikliklerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca ilgili dönemde COVID-19 kısıtlamaları da yük trafiğini olumsuz etkilemiştir [45]. AB ülkelerinin söz konusu darboğazı aşmaları ve yük taşımacılığını tekrar etkin hale getirebilmeleri için eskiyen altyapılarını yenilemeleri, dijital sistemleri devreye almaları önerilmektedir.

Türkiye, performans sıralamasında 10. sırada yer almış, bu durum ülkenin son yıllarda yaptığı altyapı yatırımlarına rağmen henüz iyileştirilmesi gereken çok alan olduğunu göstermiştir. Türkiye için elde edilen sonuç, potansiyel ile mevcut kapasite arasındaki farkın altını çizmektedir. Türkiye'nin, AB'nin 2030 karbon azaltım hedefleriyle uyumlu şekilde, elektrikli hat uzunluğunu artırması, tehlikeli madde ve konteyner taşımacılığında dijital izleme sistemlerini geliştirmesi ve liman-demiryolu entegrasyon projelerini hızlandırması önerilmektedir. Ayrıca son yıllarda başta Rusya-Ukrayna savaşı olmak üzere jeopolitik gerilimlerin, tedarik zinciri lojistiği ve tercih edilen ticaret rotaları üzerinde kalıcı etkiler oluşturma potansiyeli bulunmaktadır. Özellikle Çin ile Avrupa arasındaki yüksek değerli malların kara taşımacılığını önemli ölçüde etkileyebilecek bu durum, rotaların çeşitlendirilmesi ve güney eksenli demiryolu koridorlarında kapasitenin artırılması gereksinimini ortaya koymaktadır. Çin'in bir kuşak bir yol projesi kapsamında orta koridor üzerinde yer alan Türkiye'nin jeopolitik konumu sayesinde demiryolu taşımacılığını arttırması ve bu alanda ciddi bir potansiyel elde etmesi beklenebilir.

Bu çalışmanın demiryolu yük taşımacılığı literatürüne sunduğu katkılarla birlikte belirli sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öncelikle, AB üyesi bazı ülkelerde veri eksikliklerinin bulunması, bu ülkelerin analize dahil edilmesini engellemiştir. Veri eksikliği nedeniyle Avusturya, Belçika, Yunanistan, Lüksemburg, İsveç, Malta ve Kıbrıs'ın analize dâhil edilememesi, yöntemsel açıdan zorunlu olmakla birlikte sıralama sonuçları üzerinde sınırlı düzeyde bir seçim yanlılığı potansiyeli oluşturmaktadır. Özellikle Avusturya, Belçika ve İsveç gibi demiryolu yük taşımacılığında yüksek elektrifikasyon [20] ve uluslararası koridorlardaki stratejik konumlarıyla güçlü performans sergileyen ülkelerin dışarıda kalması, üst ve orta sıralamadaki ülkelerin göreli konumunu kısmen avantajlı hâle getirebilir. Benzer şekilde, modelde kullanılan Entropi ve CRITIC ağırlıklandırma yöntemleri varyans ve korelasyona duyarlı olduğu için, bu ülkelerin eksikliği bazı kriterlerde (özellikle elektrifikasyon ve konteyner taşımacılığı göstergelerinde) ağırlık dağılımının doğal çeşitliliğini azaltabilir. Bununla birlikte söz konusu yanlılık, çalışmanın temel bulgularını veya ülkeler arası performans farklılıklarına ilişkin genel yorumları değiştirecek düzeyde değildir. Etki, daha çok göreli sıralama hassasiyetini ilgilendirmekte olup sonuçların yorumlanmasında bu sınırlılığın dikkate alınması uygun olacaktır. Ayrıca, çalışmada değerlendirilen performans kriterlerine ilişkin 2024 yılı verilerinin büyük ölçüde yayımlanmamış olması, bu yılın analiz kapsamı dışında bırakılmasına neden olmuştur. Bu durum, çalışmanın zaman boyutu açısından en güncel veriye ulaşma potansiyelini sınırlamaktadır.

Gelecekte yapılacak araştırmalarda, eksik verilerin tamamlanmasıyla birlikte daha geniş bir ülke örneklemi oluşturularak analizlerin kapsamı artırılabilir. Bununla birlikte, uluslararası ulaştırma koridorları üzerinde yer alan ülkelerin demiryolu yük taşımacılığı performanslarının karşılaştırmalı biçimde incelenmesi, mevcut çalışma bulgularının daha bütüncül değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Birçok paydaş için bu tür karşılaştırmalar, ülkelerin göreli avantaj ve dezavantajlarını ortaya koyarak, ulaştırma politikalarının ve yatırımlarının stratejik yönlendirilmesine yönelik önemli girdiler sunabilir. Politika yapıcılar ve ulaştırma bakanlıkları, elektrifikasyon, uluslararası konteyner taşımacılığı ve tehlikeli madde taşımacılığı gibi kritik performans belirleyicilerini tespit ederek yatırım politikalarını bu alanlara yönlendirebilirler. Lojistik ve demiryolu işletmeleri, ülkelerin güçlü-zayıf olduğu kriterleri görerek rekabet analizleri, pazar pozisyonlaması ve operasyonel iyileştirme planları yapabilirler. Uluslararası konteyner hacminin en kritik performans belirleyici olması, şirketlere intermodal taşımacılık stratejilerini geliştirme yönünde bilgi sağlayabilir. AB kurumları ve sektörel birlikler, AB içi demiryolu performans farklılıklarını ve zayıf halkaları belirleyerek bunları bölgesel uyum projeleri için kullanabilirler. Akademisyenler ve araştırmacılar ise elde edilen sonuçları yeni ÇKKV modelleri geliştirmek, koridor analizleri yapmak ve intermodal optimizasyon gibi çalışmalar için kullanabilirler.

## Kaynakça


[1] R. Vickerman, "Can high-speed rail have a transformative effect on the economy?," *Trans. Policy*, vol. 62, pp. 31-37, March 2017, doi: 10.1016/j.tranpol.2017.03.008

[2] D. Banister, and J. Berechman, *Transport investment and economic development.* London, Routledge, 2003

[3] E. Jose, P. Agarwal, J. Zhuang, and J. Swaminathan, "A multi-criteria decision making approach to evaluating the performance of Indian railway zones," *Ann Oper Res,* vol. 325, pp. 1133-1168, June 2023, doi: 10.1007/s10479-022-04866-2

[4] N. Petrović, J. Mihajlović, V. Jovanović, D. Ćirić, and T. Živojinović, "Evaluating annual operation performance of Serbian railway system by using multiple criteria decision-making technique," Acta Polytechnica Hungarica, vol. 20, no. 1, Feb. 2023, doi: 10.12700/APH.20.1.2023.20.11

[5] M. Akçadağ, "Dünya ve Türkiye taşımacılık verilerinin pazarlama faaliyetleri açısından değerlendirilmesi," *Güncel Pazarlama Yaklaşımları ve Araştırmaları Dergisi*, vol. 3, no. 2, pp. 109-121, Dec. 2022, doi: 10.54439/gupayad.1188944

[6] Statista, "Rail industry worldwide-statistics & facts," 2025. [Online]. Available: https://www.statista.com/topics/1088/rail-industry/?srsltid=AfmBOoocqhClv68JfkdEnCo2XmcV4PhvbPibUnyHRQzxxBB73qvjWLEl [Accessed September 21, 2025]

[7] UAB, "2053 ulaştırma ve lojistik ana planı," 2022. [Online]. Available: https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/20221025-2053-ulastirma-ve-lojistik-ana-plani-tr.pdf [Accessed September 22, 2025]

[8] UNIFE, "European rail supply industry annual report 2024," 2024. [Online]. Available: https://www.unife.org/wp-content/uploads/2025/01/UNIFE-2024-Annual-Report.pdf [Accessed September 22, 2025]

[9] IRG-Rail, "13th annual market monitoring report," 2025. [Online]. Available: https://irg-rail.eu/irg/documents/market-monitoring/536,2025.html [Accessed September 22, 2025]

[10] CEP, "Transport white paper," 2011. [Online]. Available: https://www.cep.eu/eu-topics/details/transport-white-paper.html [Accessed September 23, 2025]

[11] K. Kara, and G. C. Yalçın, "Assessing railway transportation performance of european countries with CRITIC and ROV techniques," *Demiryolu Mühendisliği*, vol. 17, pp. 93-106, Jan. 2023. doi: 10.47072/demiryolu.1175529

[12] Ç. Yüksel, and N. Uncu, "Evaluating the performance of railway transportation companies using multi-criteria decision-making methods," *Demiryolu Mühendisliği*, vol. 20, pp. 11–24, July 2024, doi: 10.47072/demiryolu.1407420.

[13] L. Zhang, Q. Cheng, and S. Qu, "Evaluation of railway transportation performance based on CRITIC-relative Entropy method in China," March 2023, doi: 10.1155/2023/5257482

[14] S. Stoilova, N. Munier, M. Kendra, and T. Skrúcaný, "Multi-criteria evaluation of railway network performance in countries of the TEN-T orient-east med corridor," Sustainability, vol. 12, no. 4, pp. 1482, 2020, doi: 10.3390/su12041482

[15] R. Yıldız, "Performance evaluation in railway transport: The case of Europe and Türkiye," *Verimlilik Dergisi,* vol. 57, no. 4, pp. 609-622, Semp. 2023, doi: 10.51551/verimlilik.1232150

[16] B. M. Bouraima, A. Saha, Z. Stevic, J. Antucheviciene, Y. Qiu, and P. Marton, "Assessment actions for improving railway sector performance using intuitionistic fuzzy-rough multi-criteria decision-making model," vol. 148, pp. 1-19, 2023, doi: 10.1016/j.asoc.2023.110900

[17] R. Ranjan, P. Chatterjee, and S. Chakraborty, "Performance evaluation of Indian Railway zones using DEMATEL and VIKOR methods," vol. 23, no. 1, pp. 78-95, June 2025, doi: 10.1108/BIJ-09-2014-0088

[18] G. Candan, "Bütünleşik bulanık AHP-VIKOR yaklaşımıyla demiryolu yük taşımacılığı etkinliklerinin değerlendirilmesi," *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* vol. 19, no. 2, pp. 331-346, April 2019, doi: 10.18037/ausbd.566840

[19] R. Yıldız, *TCDD işletmesinde uluslararası ve yurtiçi demiryolu yük taşımacılığı etkinliklerinin değerlendirilmesi,* In: H. Yazıt, N. Köktürk (eds.), Sosyal Bilimler Üzerine Araştırmalar-VIII. Özgür Yayınları, doi: 10.58830/ozgur.pub239.c1019

[20] Eurostat, "Database," 2025. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/data/database [Accessed October 2, 2025]

[21] Z. D. Shabani, and S. Safaie, "Do transport infrastructure spillovers matter for economic growth? Evidence on road and railway transport infrastructure in Iranian provinces," *Regional Science Policy&Practice*, vol. 10, no. 1, pp. 49-64, March 2018, doi: 10.1111/rsp3.12114

[22] J. Gnap, S. Senko, M. Kostrzewski, M. Bridzikova, R. Czodorova, and Z. Riha, "Research on the relationship between transport infrastructure and performance in rail and road freight transport-a case study of Japan and selected European Countries," *Sustainability*, vol. 13, no. 12, pp. 1-20, June 2021, doi: 10.3390/su13126654

[23] W. Liu, and B. Lin, "Electrification of rails in China: Its impact on energy conservation and emission reduction," *Energy,* vol. 226, pp. 1-12, July 2021**,** doi: 10.1016/j.energy.2021.120363

[24] A. Blagojević, S. Vesković, S. Kasalica, A. Gojić, and A. Allamani. "The application of the fuzzy AHP and DEA for measuring the efficiency of freight transport railway undertakings," *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications,* vol. 3, no. 2, pp. 1-23, June 2020, doi: 10.31181/oresta2003001b

[25] G. M. Wangui, "Effect of rail freight transportation on operational performance of logistics firms in Kenya," Master thesis, School of Business, University of Nairobi, 2020

[26] J. Shan, N. Besinovic, and J. Schönberger, "Service quality assessment of international rail transport with multiple border crossings: Eurasian rail transport as an example," *Journal of Rail Transport Planning&Management,* vol. 29, pp. 1-16, March 2024, doi: 10.1016/j.jrtpm.2024.100432

[27] N. Batarliene, "Improving safety of transportation of dangerous goods by railway transport," *Infrastructures,* vol. 5, no. 7, pp. 1-12, July 2020, doi: 10.3390/infrastructures5070054

[28] Eurostat, "Rail accidents involving the transport of dangerous goods," 2025. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tran_sf_raildg/default/table?lang=en [Accessed November 12, 2025]

[29] N. Bhavsar, E. Hassini, and M. Verma, "Rail-truck intermodal transportation for dangerous goods," *Transportation Research Procedia*, vol. 82, pp. 2766-2778, July 2023, doi: 10.1016/j.trpro.2024.12.218

[30] P. Zheng, S. Quan, and W. Chu, "Analysis of market competitiveness of container railway tranportation," *Journal of Advanced Transportation*, vol. 2021, pp. 1-8, August 2021, doi: 10.1155/2021/5569464

[31] Eurostat, "Freight transported in containers-statistics on unitisation," 2025. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Freight_transported_in_containers_-_statistics_on_unitisation [Accessed November 13, 2025]

[32] A. Woodburn, "An analysis of rail freight operational effiency and mode share in the British port-hinterland container market," *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 51, pp. 190-202, March 2017, doi: 10.1016/j.trd.2017.01.002

[33] V. Nekhoroshkov, S. Vakulenko, P. Kurenkov, E. Nekhoroshkov, G. Deruzhinskiy, A. Ignatenko, A. Aroshidze, A. Astafiev, I. Seryapova, and I. Solskaya, "Optimization of the international multimodal container transportation," *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport,* vol. 114, pp. 103-114, Sempember 2022, doi: 10.20858/sjsutst.2022.114.9

[34] Y. Xia, H. Wang, Y. Zhou, Y. Luo, and Y. Wei, "A daily container-to-train assignment model based on the passenger transportation-like organisation strategy for railway container transportation," *Transportmetrica A: Transport Science,* vol. 19, no. 2, pp. 1-26, January 2022, doi: 10.1080/23249935.2021.2019852

[35] L. Lazarević, M. Kovačević, and Z. Popović, "Rail traffic volume estimation based on world development indicators," *Facta Universitatis-Series Mechanical Engineering*, vol. 13, no. 2, pp. 133-141, August 2015

[36] A. Sato, "Rail freight transport performance in the Central European region," *Conference: Central and Eastern Europe in the Changing Business Environment*, 2023, doi: 10.18267/pr.2023.kre.2490.19

[37] F. Ecer, *Çok kriterli karar verme: Geçmişten günümüze kapsamlı bir yaklaşım,* Ankara, Seçkin Yayıncılık, 2020.

[38] S. Korucuk, H. Akyurt, and E. Turpcu, "Otel işletmelerinde hizmet kalitesinin entropi yöntemi ile ölçülmesi: Giresun ilindeki üç yıldızlı oteller üzerine bir araştırma," *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi,* vol. 8, no. 1, pp. 697-709, doi: 10.33206/mjss.463964

[39] D. Diakoulaki, G. Mavrotas, and L. Papayannakis, "Determining objective weights in multiple criteria problems: The CRITIC method," *Computers & Operations Research*, vol. 22, no. 7, pp. 763-770, August 1995, doi: 10.1016/0305-0548(94)00059-H

[40] I. Hassan, I. Alhamrouni, and N. H. Azhan, "A CRITIC–TOPSIS multi-criteria decision-making approach for optimum site selection for solar PV farm," *Energies,* vol. 16, no. 20, April 2023, doi: 10.3390/en16104245
[41] N. Öztürkçü, and M. F. Aydemir, *Hibrit çok kriterli karar verme yöntemleri ile uluslararasi hedef pazar seçimi: ayakkabı sektörü üzerine bir uygulama*, Ankara, İksad Yayınevi, 2024
[42] E. D. Zavadskas, and V. Podvezko, "Integrated determination of objective criteria weights in MCDM. *International Journal of Information Technology & Decision Making,* vol. 15, no. 2, pp. 267-283, 2016, doi: 10.1142/S0219622016500036
[43] M. Keshavarz Ghorabaee, E. K. Zavadskas, Z. Turskis, and J. Antucheviciene, "A new combinative distance-based assessment (CODAS) method for multicriteria decision-making," *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research,* vol. 50, no. 3, pp. 25-44, Semp. 2016
[44] Eurostat, "Railway freight transport statistics," 2023. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Railway_freight_transport_statistics [Accessed October 4, 2025]
[45] European Commission, "European Commission adopts 9th report on development of the rail market," 2025. [Online]. Available: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/european-commission-adopts-9th-report-development-rail-market-2025-07-30_en [Accessed October 4, 2025]

**Özgeçmiş**



**Nizamettin ÖZTÜRKÇÜ**
Lisans ve yüksek lisans eğitimini sırasıyla 2011 ve 2015 yıllarında Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi İşletme bölümünde tamamlamıştır. Doktora derecesini ise 2021 yılında Yalova Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Finansman bölümünden almıştır. Halen Bursa Uludağ Üniversitesi Lojistik Programında Öğr. Gör. Dr. olarak görev yapmaktadır. İlgi alanına giren araştırma konuları uluslararası lojistik, uluslararası ticaret, çok ölçütlü karar vermedir.
E-Posta: nozturkcu@uludag.edu.tr

**Beyanlar:**
Bu makalede bilimsel araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.