



Araştırma Makalesi  
Research Article

Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi  
Yıl: 2023 Cilt-Sayı: 16(3) ss: 748-762

Academic Review of Economics and Administrative Sciences  
Year: 2023 Vol-Issue: 16(3) pp: 748-762

<http://dergipark.org.tr/tr/pub/ohuiibf>

ISSN: 2564-6931


DOI: 10.25287/ohuiibf.1239441

Geliş Tarihi / Received: 19.01.2023

Kabul Tarihi / Accepted: 08.07.2023

Yayın Tarihi / Published: 31.07.2023

## TÜRK DEMİRYOLU SEKTÖRÜNÜN ENTROPİ VE PROMETHEE YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ

İlker İbrahim AVŞAR <sup>1</sup>

### Öz

Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşuyla birlikte ülkede demiryollarına gösterilen ilgide artış olmuştur. Karayollarına göre daha ucuza taşıma yapabilme gücüne sahip olan demiryolu sektörü, çoklu modda yapılan taşımacılık açısından önem taşımaktadır. Limanlara gelen bir yükün demiryolu ile karada taşınabilmesi göz ardı edilemeyecek avantajlar sağlamaktadır. Bundan dolayı Türkiye demiryolu sektörünü diğer ulaşım biçimleriyle rekabet edebilir seviyelere çıkarılmalıdır. Demiryolu sektörünün ulaşımdan aldığı pay yükseltilmelidir. Bu yapıldığında Türkiye karayolları rahatlayacak, hava kirliliği azalacak ve daha düşük maliyetle ulaştırma hizmeti sağlanacaktır. Çalışma Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) modeline dayanmaktadır. ÇKKV modelleri birden fazla alternatifin birden fazla kriter çerçevesinde iyiden kötüye sıralanması esasına dayanmaktadır. Çalışmada kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi yöntemi kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra alternatiflerin sıralanması için PROMETHEE yöntemi tercih edilmiştir. PROMETHEE sonuçları GAIA düzleminde de incelenmiştir. Yapılan analizler Türkiye Cumhuriyeti demiryolu sektörünün 1992-2021 yılları açısından açıklayıcı olacaktır. Çalışma, sektörün Türkiye'deki gelişiminde yıl bazında gerileme var mı sorusuna yanıt vermesi açısından önem taşımaktadır. Çalışma sonucunda Türk demiryolu sanayisinde bazı yıllarda gelişiminin durduğu görülmektedir. Aynı zamanda sektör Kovid-19 sürecinden olumsuz etkilenmiştir.

**Anahtar kelimeler** : Lojistik, Demiryolu, Çok Kriterli Karar Verme, Entropi, Promethee

**JEL Sınıflandırması** : O50, R40, R41, R49

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, iibrahimavsar@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2991-380X.

### Atıf/Citation (APA 6):

Avşar, İ. İ. (2023). Türk demiryolu sektörünün entropi ve promethee yöntemleriyle analizi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(3), 748-762. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.1239441>.

# ANALYSIS OF TURKIYE RAILWAY SECTOR WITH ENTROPY AND PROMETHEE METHODS

## Abstract

*With the establishment of the Republic of Türkiye, the interest in railroads in Türkiye has increased. The railroad sector, which can transport cheaper than the highways, is important for transportation on several modes. The possibility of transporting a cargo arriving at the ports by rail offers undeniable advantages. Türkiye should raise its railroad sector to a level that can compete with other modes of transport. The Railway's share of traffic should be increased. This will relieve congestion on Turkish highways, reduce air pollution, and provide more cost-effective transportation services. The study is based on the multicriteria decision making (MCDM) model. MCDM models are based on ranking multiple alternatives from good to bad considering more than one criterion. In the study, the Entropy method was used to determine the weights of the criteria. Once the criteria weights were determined, the PROMETHEE method was used to rank the alternatives. PROMETHEE results were also analyzed at the GAIA level. The analysis will be explanatory concerning the years 1992-2021 of the railroad sector of the Republic of Türkiye. The study is important for answering the question of whether there is a regression in the development of the sector in Türkiye on an annual basis. It is clear from the study that the development of the railroad sector in Turkey has come to a standstill in some years. At the same time, the sector has been affected by the Covid-19 pandemic.*

**Keywords** : Logistics, Railroad, Multi-Criteria Decision Making, Entropy, Promethee

**JEL Classification** : O50, R40, R41, R49

## GİRİŞ

Türkiye’de demiryollarını ilk olarak yabancı devletler kendi ekonomik ve siyasi çıkarları için yapmışlardır (Çağlıyan ve ark., 2013: 484). Sonrasında Cumhuriyetin ilk yıllarında Atatürk önerdiği Türkiye Cumhuriyeti demiryollarını sadece bir ulaşım aracı olarak görülmemiştir. Demiryolları, ulaşımın yanında ülkenin kültürel gelişiminin, ekonomik kalkınmasının ve ülke savunmasının temel bileşenlerinden biri olarak ele alınmıştır. Bu şekilde önem atfedilen demiryolu sektörünün gelişimine yönelik ulusalcı ve bağımsız bakış açısı etkin olmuş ve sektörün gelişimi için çaba sarfedilmiştir (Avcı, 2014: 55; Oral, 2020: 316). Demiryollarının çevresine olan çok yönlü pozitif etkileri de göz önüne alındığında sektöre verilen önem günümüzde de devam ettirilmelidir (Ceylan ve Ceylan, 2013: 22).

Sanayi devriminden sonra adını sıkça duyuran demiryolu sektörü, göreceli olarak ucuz, uzak noktalara yük götürebilen, kaza riski düşük ve yüksek hacimli yük taşıyabilme yeteneğine sahiptir. Cumhuriyetin ilk yıllarında büyük önem verilen sektör İkinci Dünya Savaşı sonrası Türkiye’de uygulamaya konan Marshall planı ve bu planla uygulanan karayollarının öne çıkarılması politikasıyla sıkıntılı günler yaşamıştır. Sonrasında 2000’li yıllarla birlikte sektöre tekrar önem verildiği görülmektedir. Bu yeniden doğruyu buluş; Türkiye’nin Asya ve Avrupa arasındaki konumu nedeniyle faydalı sonuçlar üretecektir (Bulut, 2021: 25–26).

Günümüz taşımacılık dünyasında konteyner kullanımı yük elleçleme işlemlerinde yeni bir çağ açmıştır. Bu yeni demir kutu modeli dünya genelinde limanlar ve demiryollarının beraber kullanımına olanak sağlayarak bütünleşik lojistik süreçlerini kolaylaştırmıştır. Çünkü birden fazla taşıma biçiminin kullanılması artık dünya ticaretinde sık rastlanılan bir durumdur. Demiryolları ise çoklu modla yapılan yeni nesil taşımacılıkta önemli bir düğüm noktasıdır (Kasapoğlu & Cerit, 2011: 69). Demiryollarının bu özelliği göz ardı edilmemelidir çünkü demiryolları iyi işletilirse karayollarına göre daha ucuza taşıma yapabilme gücüne sahiptir (Ahi, 2017: 80). Diğer unutulmaması gereken konu ise denizyolları ile demir yollarının birlikte çalıştıklarında çok daha iyi sonuçlar üretebilmeleridir (Demircan, 2021: 99).

Ulaştırma hizmetleri, bir bölgenin ekonomik veya sosyal gelişimine etki eden önemli faktörler arasındadır. Demiryolları, diğer ulaştırma biçimlerine göre daha az enerjiyle yük taşıyabilme ve yükü dengeli taşıyabilme özellikleriyle gelişmiş ülke sınıfındaki ekonomiler tarafından tercih edilmektedir. Uzun vadede faydalı ve sürdürülebilir taşıma için demiryollarına sırt çevirmemek gerekmektedir (Sarıkavak, 2018: 8).

Türkiye'nin demiryolu sektörünü diğer ulaşım biçimleriyle yarışabilir hale getirmesi ülkenin ulaştırma sektörünün sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilir Türk demiryolu sektörü için rekabetçi bir ortamın yaratılması gerekmektedir. Sektörün ulaşımdan aldığı payın büyütülmesi zorunluluktur (Kabasakal & Solak, 2015: 32). Bunların yanı sıra göreceli olarak az kaza oranına sahip olsa da demiryolu taşımacılığının güvenlik seviyesinin artırılmasına yönelik kanuni çalışmaların yapılması gerekmektedir (Akbayır, 2017: 45; Akdeniz, 2020: 98). Bu sayede oluşturulan daha rekabetçi demiryolu taşımacılığı sektörüyle ulaşımda avantajlar sağlanacaktır (Kabasakal & Solak, 2008: 144).

Türk demiryolu sektörü yeterli verimlilik düzeylerini yakalayamamaktadır. Yolcu ve yük taşımacılığı kabul edilebilir fiyat, güvenlik ve hizmet kalitesine yükseltilmelidir. Demiryolu sektörüne yönelik altyapı çalışmalarının ve hukuksal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Demiryollarına yapılacak yatırım karayollarındaki problemlerin azalması, yakıt tüketiminde verimliliğin artması, hava kirliliğinin düşmesi ve bunların yanı sıra birçok kamu yararını beraberinde getirecektir (Gökırmak, 2013: 191). Bahsi geçen açıklamalar ışığında demiryolu sektörünün ülkelerin kalkınması açısından önem arz ettiği söylenebilir. Çünkü demiryolu güvenli, ucuz ve hızlı ulaşım şansı vermektedir. Demiryolu ağı uluslararası ağlarla birleştirilerek çok geniş coğrafyalara verimli ulaşımın önünü açmaktadır. Artan trafik, gürültü ve çevre kirliliği problemlerine çözüm sunmaktadır (Aytekin, 2022: 30–31).

Sektörü son 30 yıl açısından değerlendirmeye odaklanan çalışmada; Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Ulaştırma Hizmetleri Düzenleme Genel Müdürlüğü, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan ve TÜİK tarafından derlenip yayınlanan veriler analiz edilmiştir. Demiryollarının önemi doğrultusunda çalışmada Türkiye demiryollarının 1992-2021 yılları arası performansı Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleriyle incelenmiştir. Alternatiflerin sıralamasında kullanılan kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi yöntemi, kriterlere göre alternatiflerin sıralamasında PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır.

## I. LİTERATÜR İNCELEMESİ

### I.1. Demiryolu Sektörünün Önemi

Coğrafyanın kaderini değiştiren bir unsur olarak görülen ulaşım; sosyal ve ekonomik zenginlik unsuru olmasının yanı sıra kültürel gelişimin de önemli etmenleri arasındadır (Beyzatlar, 2021: 1214). Demiryolları ulaşım sektörünün önemli bileşimidir ve kötü hava şartlarında da çalışabilme gibi birçok olumlu yöne sahiptir (Özdemir & Pekiyan, 2005: 199). Aslında sektörü hem olumlu ve hem de olumsuz açılardan ele alabiliriz. Belirli hat üzerinde hareket etmesi, bazen başlangıç ve bitiş noktasına kesintisiz erişim olanağı sunamaması, kaza veya arıza durumunda hattın ulaşımına kapanması ve ister yolcu olsun ister yük taşımacılığı olsun sadece istasyonları kullanarak hizmet verebilmesi demiryollarının önemli kısıtlarıdır. Karayollarına göre daha az maliyetle inşa edilebilmesi, daha az arazi kamulaştırması istemesi, çevreye daha az zarar vermesi, tek seferde büyük miktarda yük ve insan taşıyabilmesi, konforlu erişim sağlayabilmesi, karayollarına göre daha uzun yıllar hizmet verebilmesi, enerji ve yakıt tasarrufu ve kaza riskinin daha düşük olması demiryollarının önemli avantajları arasındadır (Bakırcı, 2013: 402–403).

Asya ve Avrupa arasında ticaret artış eğilimindedir ve bu noktada ülkeler deniz yollarının yanı sıra farklı taşıma biçimlerini değerlendirmektedir. Çin tarafından planlanan Kuşak-Yol projesi bu hat üzerinde demiryoluyla taşımacılığı desteklemektedir. Türkiye bu fırsatı göz ardı edip dış ticarete

denizyolu ve karayolu ile yaptığı taşımacılığın yanına verimli demiryolu ağları koymazsa sürdürülebilirlik bağlamında sorunlar yaşamaması olasıdır. Türkiye ulaşım ağını demiryollarıyla desteklemeli ve lojistik hizmetlerini hız, maliyet ve kalite açısından iyileştirmelidir. Avrupa-Asya güney demiryolu hattı Türkiye’den geçmektedir ve bu hat boyunca hizmet kalitesi yükseltilirken maliyetler düşürülmelidir (Zeybek, 2019: 152). Özetle Türkiye, rekabetçi ulaşım olanağı sunup çevre kirliliği ve ulaştırma maliyetlerinin yüksekliği gibi sıkıntılarını çözmek istiyorsa demiryolu sektörüne verdiği önemi arttırmalıdır. Türkiye’de taşıma insana duyarlı, hızlı, kaliteli ve rekabetçi olmak zorundadır. Genel olarak ulaştırma ve demiryolu hizmetleri müşteri merkezli ve teknolojiye uygun şekilde yenilikçi çizgide olmalıdır. Demiryollarının da içinde olduğu iç içe geçmiş ulaştırma modeliyle lojistik sektörü geliştirilmelidir (Çekerol & Nalçakan, 2015: 339).

## I.II. Çok Kriterli Karar Verme ve Demiryolu Odaklı Yayınlar

Önceki bölümde önemi açıklanan demiryolu sektörüne yönelik literatürde farklı modellerle analizler yapıldığı görülmektedir. Araştırmanın modeli olan ÇKKV yöntemleriyle demiryolu sektörüne yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Aşağıda bunlara örnekler verilmiştir:

Candan (2019) demiryolu yük taşımacılığına yönelik analizinde bütünleşik bulanık AHP-VIKOR modelini kullanmıştır. Çalışmada 8 OECD üyesi ülke 5 farklı kriter çerçevesinde değerlendirilmiştir. Kriterler; hat uzunluğu, firma sayısı, bakım gideri, taşıma miktarı ve altyapı yatırımları şeklindedir. Kriterlerin ağırlıkları bulanık AHP yöntemiyle bulunmuş ve sonrasında ülkelerin performans sıralaması VIKOR yöntemiyle yapılmıştır. Araştırma sonucunda ülkelerin performanslarına yönelik sıralama Polonya-İsveç-Avusturya-Çek Cumhuriyeti-Türkiye-Macaristan-Finlandiya-Slovakya olarak şekillenmiştir.

Kaya ve Merdivenci (2020) Türkiye’de bulunan demiryollarına ait istasyonların değerlendirmesini için AHS yöntemini tercih etmişlerdir. Ankara, İstanbul, Eskişehir, Kütahya ve Kocaeli demiryolu istasyonları 10 farklı kriter çerçevesinde değerlendirilmiştir. Kullanılan kriterler; temizlik, bekleme salonu, gişe hizmeti, perona ulaşım kolaylığı, merkeze yakınlık, yeme-içme hizmeti, taşıyıcılar, proaktiflik, güvenlik ve bağlantı olanakları şeklinde sıralanmaktadır. Araştırmada, istasyon performansını en fazla etkileyen kriterin güvenlik ve proaktiflik olduğu görülmektedir. Çalışmanın bir diğer sonucuna göre hizmet düzeyi en yüksek istasyonun Ankara olduğu görülmektedir.

Özdemir ve Özcan (2020) AHP ve COPRAS yöntemlerini kullanarak demir yolu araçlarının bakım planlamasını yapmışlardır. AHP yöntemi kriter ağırlıklarının belirlenmesinde, COPRAS yöntemi ise vagonların önem ağırlıklarına göre sıralanmasında kullanılmıştır. Çalışmada vagonlar için kullanılan kriterler yurt dışında kullanılabilme, bakım maliyeti, tamir oranı, taşıma işinde kullanım oranı ve vagonun elde edilen gelir şeklinde toplam 6 tanedir. Çalışma sonucunda; her vagon tipi için yılda kaç vagonun bakıma gönderileceği verilmektedir. İlk sırada 418 vagon sayısı ile Fas tipi yer almaktadır.

Sarımehtem ve ark. (2020) yüksek hızlı tren için güzergâh seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Alternatif olarak trenin geçebileceği 4 yol belirlenmiştir. Kriterler hizmet süresi, hizmet sıklığı, durak sayısı, kapasite, fiyat, doğrudan gidiş, iş ve eğitim bağlantıları, önemli alışveriş ve yerleşim yerlerine erişim, çevreye etkisi, trafik ve gürültü kirliliği olarak belirlenmiştir. Sonuç bölümünde Kırıkkale şehri için Osmangazi başlangıç noktasına göre Otogar, Kırıkkale Üniversitesi, Tren Garı ve Merkez noktalarına giden en iyi güzergâhlar verilmektedir.

Özarpa ve ark. (2021) ÇKKV modeliyle kent içi raylı sistem hat kurulum sürecini analiz etmişlerdir. Kriterlerin ağırlıkları AHP, kriterlere göre sıralama işlemiyle PROMETHEE yöntemleriyle yapılmıştır. Kriterler güvenlik, kapasite, hız, ilk hizmete alma maliyeti, sürdürülebilirlik, çevreye etkisi, taşıma ekonomisi, taşıta ulaşım ve görsel etki olarak sıralanmaktadır. Çalışmada kullanılan alternatifler ise minibüs, otobüs, metrobüs, funiküler, monoray, hafif metro, metro ve tramvay olarak belirlenmiştir. AHP sonucuna göre güvenlik en önemli kriterdir. PROMETHEE sonucuna göre ise metro en iyi taşıma yöntemi olarak görülmektedir.

Uluskan ve ark. (2022) AHP, bulanık AHP, LBWA ve COPRAS yöntemlerini kullanarak demiryolu iş alanında tedarikçi seçimi uygulaması yapmışlardır. COPRAS yöntemi alternatiflerin sıralamasında diğerleriyle kriterlerin ağırlıklarının bulunmasında kullanılmıştır. Kriterler işletme veri tabanından elde edilmiş olan nesnel veriler, tedarikçilerin kurumsal sayfasından elde edilen veriler ve belirlenen uzman tarafından değerlendirmeye alınan öznel veriler olarak 3 grup altında toplanmıştır. Çalışma sonucunda; COPRAS yöntemi en iyi 7 tedarikçinin sıralamasını vermiştir ve 3 farklı ağırlık yöntemi ile elde edilen sonuçlar aynıdır.

### **I.III. Entropi, PROMETHEE ve Demiryolu Odaklı Yayın**

Wang ve ark. (2015) kömür madenlerinde tam taşıma modlarını incelemişlerdir. Raylı veya raysız modlar kullanılabilen sektör ÇKKV yöntemiyle modellenmiştir. Yardımcı ulaşım modlarının sıralamasında PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda; yardımcı taşıma elemanı seçiminde önce yükseklik sonra genişlik dikkate alınmalıdır.

Stoilova (2019) Balkan ülkelerini kapsayan 12 farklı bölgede demiryolu pazarının gelişimini ÇKKV yöntemleriyle ele almaktadır. Çalışmada ilk olarak demiryollarını değerlendirmek için kriterler belirlenmiştir. İkinci adımda kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur. Üçüncü adımda kriterlere göre alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Entropi yöntemi kriterlerin ağırlıklandırılmasında, PROMETHEE yöntemi kriterlerin sıralamasında kullanılmıştır. Sonuç olarak Balkan bölgesinde en gelişmiş demiryolu taşımacılığının Türkiye, Hırvatistan, Slovenya ve Romanya ülkelerine ait olduğu tespit edilmiştir.

## **II. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ**

ÇKKV modeli kullanan çalışmalarda Entropi ve PROMETHEE yöntemlerinin birlikte kullanıldığı araştırmalar mevcuttur (Remeikienė ve ark. 2021). Bu çalışmada; kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında Entropi yöntemi, belirlenen ağırlıklara göre alternatiflerin sıralamasında PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır. Bahsi geçen makaleden hareketle bu çalışmada da Entropi ve PROMETHEE yöntemi birlikte kullanılmıştır.

### **II.I. Araştırmanın Amacı**

Araştırmanın amacı, birden fazla alternatiften ve birden fazla kriterden oluşan seçenekleri sıralama probleminde Entropi tabanlı PROMETHEE-GAIA yöntemleriyle Türk demiryolu sektörünü son 30 yıl açısından değerlendirmektir. Çalışmada Türkiye Cumhuriyeti demiryollarına ait kriterler çerçevesinde sektörün son 30 yılı analiz edilmiştir. Analiz, kriterler çerçevesinde demiryolu sektörünün 1992-2021 yıllarında gelişim trendini göstermesi açısından önem taşımaktadır.

### **II.II. Entropi Yöntemi**

Shannon tarafından tanıtılan ve kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan Entropi yöntemi aşağıdaki adımları içermektedir (Shannon, 1948; Mahajan ve ark., 2022: 4; Zha, 2020: 2):

1. Değer matrisi oluşturulur (Carnero, 2021: 18; Chen ve Hung, 2020: 6).
2. Değer matrisi normalize/standardize edilir (Rehman, 2019: 6).
3. Kriter ağırlıkları hesaplanır (Alzahrani, 2021: 9).

Yukarıda temel adımları verilen Entropi modeli bir kriterin değerindeki dağılım ne kadar yüksekse kriterin değeri de o derece yükselmektedir prensibine dayanmaktadır ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Choukolaei ve ark., 2021: 3):

1. Oluşturulan değer matrisinde ilk olarak Eşitlik 1’de olduğu gibi basit normalizasyon işlemi yapılır yani matrisin her hücrelerinin değerleri sütun değerlerinin toplamına bölünür.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{X=1}^m x_{ij}} \quad (1)$$

2. Eşitlik 2’de verildiği gibi  $j$ ’nin Entropi değeri hesaplanır.  $M$  seçenek adedidir.

$$E_j = -K \sum_{i=1}^m n_{ij} \ln(n_{ij}), \quad k = \frac{1}{\ln m'} \quad (2)$$

3.  $E_j$  kullanılarak her bir özellik için  $d_j$  değerinin hesaplanması Eşitlik 3’te gösterilmiştir.

$$d_j = 1 - E_j \quad (3)$$

4. Eşitlik 4’te olduğu gibi normalize değerlerle  $d_j$  için nihai ağırlıklar elde edilir.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (4)$$

### II.III. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE yöntemi Brans öncülüğünde geliştirilmiştir ve aşağıdaki temel adımları içermektedir (Brans & Vincke, 1985; Brans ve ark., 1986; Brans & Mareschal, 2005):

1. Birden fazla alternatif ve birden fazla kriterden oluşan değer matrisi oluşturulur ve değer matrisi 0-1 aralığında normalize edilir (Elhosiny ve ark., 2021: 18; Sařabun ve ark., 2020: 13).
2. Bazı kriterlerin en büyük bazılarının en küçük olması yönünde tercih fonksiyonu belirlenir (Raju & Nagesh-Kumar, 2014: 108).
3. Her bir kriter için tüm alternatiflerin karşılaştırılması ve sapma hesaplanması yapılır (Xu ve ark., 2020: 645).
4. Brans ve Mareschal (2005) tarafından açıklanan 6 farklı tercih işleminden biri seçilir ve Seçilen tercih işlevi uygulanır. İki kriter arasındaki fark için işlevler: Olağan, Doğrusal, V-tipi, Düzey, U-tipi ve Gaussian şeklindedir (Seo ve ark., 2015: 219).
5. Her alternatif çifti için tercih seviyesinin hesaplanmasından sonra, a alternatifinin b alternatifine göre tercihlerinin genel indeksi hesaplanır (Krstic & Fedajev, 2020: 343).
6. Eksi ve artı akım değerleri hesaplanır (Banihabib ve ark., 2020: 6; Fedajev ve ark. 2021: 557).
7. Alternatiflerin -1 ile +1 arası net akım değerine göre tam sıralama yapılır (Remeikienė ve ark., 2021: 9).

Yukarıda temel adımları verilen  $C = \{1, 2, \dots, n\}$  şeklinde ifade edilen kriterler ve  $A = \{a, b, \dots, m\}$   $m \geq 2$  şeklinde ifade edilen alternatifler için PROMETHEE yöntemi aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmaktadır (Brans & Mareschal, 2005; Elhosiny ve ark., 2021: 18; Mlela, 2020: 7; Taal ve ark. 2019: 128–129; Więckowski & Zwiech, 2021: 4594–4595):

$$E_{mn} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1n} \\ e_{12} & e_{22} & \dots & e_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{m1} & e_{m2} & \dots & e_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Eşitlik 5’te verildiği gibi bir yapıya sahip karar matrisi Eşitlik 6’da verildiği gibi 0-1 aralığında normalleştirilir.

$$R_{mn} = \frac{[e_{mn} - \min(e_{mn})]}{[\max(e_{mn}) - \min(e_{mn})]} \quad (6)$$

Yöntemin ana amaçlarından olan değerlendirmedeki sapmaları ikili olarak belirlemeye yönelik olarak Eşitlik 7 kullanılır.

$$d_c(a, b) = g_c(a) - g_c(b) \quad (7)$$

Sapmalar hesaplandıktan sonra eşitliğe göre tercih fonksiyonunun hesaplanması süreci Eşitlik 8’de olduğu gibi yürütülür.

$$p_c(a, b) = \begin{cases} f[d_c(a, b)], & (g_c(a) > g_c(b)), \\ 0, & (g_c(a) < g_c(b)) \end{cases} \quad (8)$$

Tercih fonksiyonunun sonucunun elde edilmesinden sonra Eşitlik 9’a göre toplu tercih indeksinin hesaplanması gerekmektedir. Her bir kriterle ilişki ağırlığını  $w_c$  ifade eder. Her kriter için  $P(a, b)$  toplam ağırlığı  $\pi(a, b)$  olarak ifade edilir.

$$\pi(a, b) = \int_{c=1}^n P(a, b)w_c \quad (9)$$

Pozitif akış değerleri Eşitlik 10’da ve negatif akış değerleri Eşitlik 11’de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\varphi^+(a) = \frac{1}{m-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x), \quad (10)$$

$$\varphi^-(a) = \frac{1}{m-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a). \quad (11)$$

Bu noktada eksi ve artı akış değerlerinin farkı alınarak net akış değerinin Eşitlik 12’de olduğu gibi hesaplanması gerekmektedir. En iyi pozitif noktadan aşağıya doğru sıralama  $\varphi(a)$  değerine göre yapılacaktır.

$$\varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a) \quad (12)$$

### III. VERİLER VE ANALİZ

Çalışmada, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Ulaştırma Hizmetleri Düzenleme Genel Müdürlüğü, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan ve TÜİK tarafından derlenip yayınlanan veriler kullanılmıştır. Verilerin işlenmesi aşamasında hesap tablosu ve VP yazılımları tercih edilmiştir.

Tablo 1’de Türkiye Cumhuriyeti demiryolu sektörünün 1992-2021 yılları arasında değerlendirilmede kullanılan kriterler verilmiştir. Sektörün son 30 yılı 6 farklı kriter çerçevesinde değerlendirilmiştir. Burada demiryolu sektörünün belirlenen yıllar içerisinde düzenli şekilde gelişip gelişmediğine dair çıkarım elde edilmek istenmektedir. Sektörün son yıllarına yapılan projeksiyon gelecek yılların planlanması açısından aydınlatıcı olacaktır. Aynı zamanda 2020-2021 yıllarına ait performansın diğer yıllarla kıyaslanmasına göre sektörün Kovid-19 (Covid-19) küresel salgınından hangi düzeyde etkilendiğini de görmek mümkün olacaktır.

**Tablo 1. Kriterler**

Kriter	Kriter Açıklaması	Ek Bilgi
K1	Hat uzunluğu (Km)	Kilometre olarak
K2	Yolcu sayısı (Bin)	
K3	Yük miktarı (Ton, Bin)	
K4	Tren – kilometre (Bin)	Bir trenin bir kilometrelik mesafeyi katetmesiyle ortaya çıkan işletme hizmetidir.
K5	Yolcu – kilometre (Bin)	Bir yolcunun bir kilometre mesafeye taşınmasıyla ifade edilen trafik ölçü birimidir.
K6	Ton – kilometre (Bin)	Bir ton yükün bir kilometre mesafeye taşınmasıyla ifade edilen trafik ölçü birimidir.

**Kaynak:** (TÜİK 1992-2021).

Tablo 1’deki kriterler odağında yapılan çalışmada öncelikle kriterlerin ağırlıkları Entropi yöntemiyle hesaplanmıştır. Tablo 2’de 6 farklı kriterin ağırlıkları verilmektedir. Ağırlıklar yaklaşık olarak incelendiğinde K1’in %2, K2’nin %37, K3’ün %28, K4’ün %3, K5’in %17, K6’nın %13 oranında etkiye sahip olduğu görülmektedir. Burada K1 ve K2 kriterleri düşük ağırlık oranlarına sahip olsa da değerlendirmede kullanılmıştır. Diğer 4 kriter ise yüksek ağırlık oranlarıyla PROMETHEE analizine daha üst seviyede etki etmişlerdir.

**Tablo 2. Entropi Sonucu Kriterlerin Ağırlıkları**

Değer	K1	K2	K3	K4	K5	K6
EJ	0,999135	0,984844008	0,988729229	0,998701351	0,993260198	0,994512019
DJ	0,000865	0,015155992	0,011270771	0,001298649	0,006739802	0,005487981
Wİ	0,021193	0,371304086	0,276120707	0,031815374	0,165117274	0,13444911

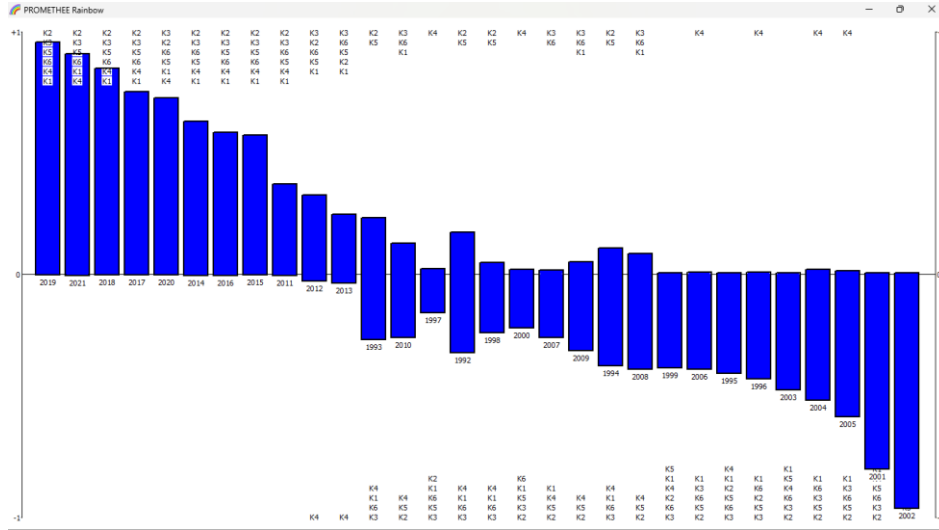
Ek 1’de Entropi ve PROMETHEE analizlerinde kullanılan değer matrisi verilmektedir. Oluşturulan değer matrisi Eşitlik 5’te verilen özellikleri taşımaktadır. Entropi ile kriter ağırlıklarının hesaplanması için öncelikle değer matrisi Eşitlik 1’de gösterildiği gibi normalize edilmiştir. Normalizasyon sonucunda elde edilen normalize değer matrisi kullanılarak Eşitlik 2-4 ile gösterildiği gibi kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır.



Entropi kullanılarak kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasından sonra PROMETHEE analizine geçilmiştir. Bu analizde kriterlere yönelik Entropi analiziyle elde edilen ağırlıklar kullanılmıştır. Tüm kriterlerin yönü maksimum ve tercih fonksiyonu olağan (usual) olarak işlem yapılmıştır. PROMETHEE yöntemi Eşitlik 5-12 arasındaki adımları izleyerek işlem yapmaktadır ve sonuç olarak kriterlere göre alternatiflerin tam sıralamasını vermektedir.

**Tablo 3. Tanımlayıcı İstatistikler**

İstatistik	K1	K2	K3	K4	K5	K6
En küçük	8067	73088	14616	33755	5036000	7224000
En büyük	10546	246013	38157	57704	14259106	15427907
Ortalama	9195,67	119964,8	22092,9	44496,4	6759379	10466799
Standart Sap.	752,17	44512,93	6627,6	4243,27	1934460	2168664



**Şekil 1. PROMETHEE Gökkuşuğu Analizi**

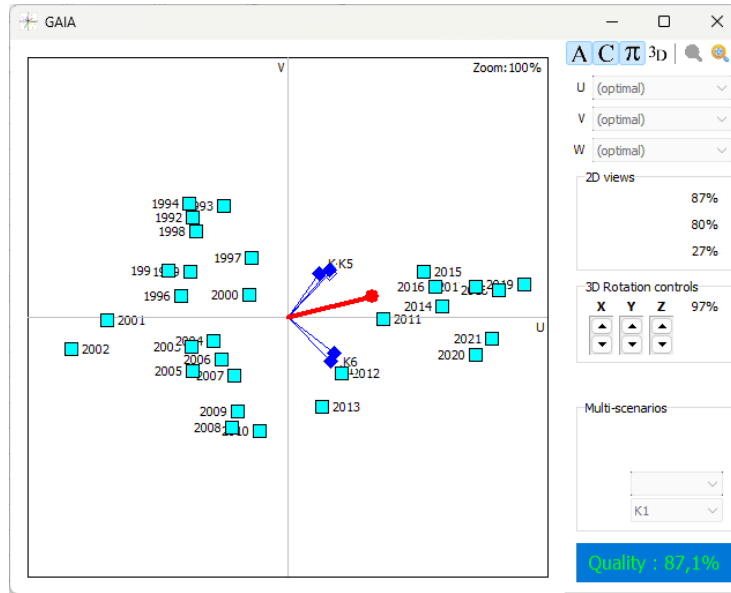
Şekil 1 ve Şekil 2 demiryolu sektörünün yıllara göre durumunu göstermektedir ve sonuçlar (Visual PROMETHEE (2105) kaynağına göre açıklanmalıdır. Şekil 1 gökkuşuğu analizini göstermektedir ve incelendiğinde 2019,2021,2018,2017,2020,2014,2016,2015 ve 2011 yıllarının pozitif noktada olduğu görülmektedir. 2012 ve 2013 K4 açısından negatif diğer açılardan pozitif alandır. 1993, 2010, 1997, 1992, 1998, 2000, 2007,2009, 1994, 2008 ana hatlarıyla orta grubu oluşturmaktadır. Bunların pozitif ve negatif alanda kriterleri bulunmaktadır. Kalan yıllar ana hatlarıyla negatif alandır. Burada istisnayı 2006, 1995, 2004 ve 2005 yılları bir kriterlerini pozitif alanda tutarak oluşturmaktadır. İstisnalar dışında 2001 ve 2002 gibi bazı yılların tamamen negatif alanda kaldığı görülmektedir.

Şekil 2 incelendiğinde en iyi performansı 0,9504 Phi skoruyla 2019 yılının yakaladığı anlaşılmaktadır. İkinci sırada 0,9045 Phi değeriyle 2021 yılı yer almaktadır. Üçüncü sırada 0,8438 Phi değeriyle 2018 yılı yer almaktadır. Dördüncü sırada 0,7465 Phi değeriyle 2017 yılı yer almaktadır. Beşinci sırada 0,7228 Phi değeriyle 2020 yılı yer almaktadır. Bu sonuçlar çerçevesinde Türk demiryolu sektörünün Kovid-19 küresel salgınından etkilendiği söylenebilir. Çünkü 2021 yılı 2019 yılından sonra 2. sırada yer alarak, 2020 yılı 2017 yılından sonra 5. sırada yer alarak kendilerinden önceki yılların gerisinde kalmışlardır. Fakat demiryolu sektörünün genel anlamda her yıl daha ileriye giden bir

performans göstermediği de diğer yıllara bakıldığında zaman görülmektedir. Sektörün bu durumu aşip her yıl ileriye giden çizgiyi yakalaması gerekmektedir.

action	Phi	Phi+	Phi-
1 2019	0,9504	0,9749	0,0244
2 2021	0,9045	0,9522	0,0478
3 2018	0,8438	0,9219	0,0781
4 2017	0,7465	0,8732	0,1268
5 2020	0,7228	0,8610	0,1382
6 2014	0,6251	0,8126	0,1874
7 2016	0,5815	0,7904	0,2089
8 2015	0,5694	0,7843	0,2149
9 2011	0,3687	0,6840	0,3153
10 2012	0,2972	0,6482	0,3510
11 2013	0,2112	0,6056	0,3944
12 1993	-0,0361	0,4816	0,5177
13 2010	-0,1331	0,4334	0,5666
14 1997	-0,1354	0,4319	0,5673
15 1992	-0,1493	0,4250	0,5743
16 1998	-0,1922	0,4039	0,5961
17 2000	-0,2026	0,3980	0,6006
18 2007	-0,2428	0,3772	0,6199
19 2009	-0,2636	0,3682	0,6318
20 1994	-0,2680	0,3660	0,6340
21 2008	-0,3056	0,3472	0,6528
22 1999	-0,3813	0,3094	0,6906
23 2006	-0,3831	0,3070	0,6901
24 1995	-0,4034	0,2983	0,7017
25 1996	-0,4221	0,2886	0,7107
26 2003	-0,4718	0,2626	0,7344
27 2004	-0,4989	0,2491	0,7480
28 2005	-0,5734	0,2118	0,7852
29 2001	-0,7975	0,1005	0,8980
30 2002	-0,9611	0,0187	0,9798

Şekil 2. PROMETHEE Tam Sıralama



Şekil 3. PROMETHEE-GAIA Analizi

Temel bileşenler analiziyle oluşturulan GAIA düzlemi PROMETHEE analiz sonuçlarına tamamlayıcı bilgiler sunmaktadır. Düzlemde U ilk bileşendir ve mümkün olan en fazla bilgiyle donatılmak istenir. V, U'ya dik ikinci bileşendir. W ise hem U hem de V'ye dik olan üçüncü bileşendir. GAIA düzleminde sağ altta verilen kalite düzeyi en az %70'in olmalıdır. Burada renk iyiden kötüye şeklinden yeşilden kırmızıya dönen bir gösterimdedir. Aksiyonların (alternatifler) ve kriterlerin birbirine olan konumu değerlendirme açısından önemlidir. Farklı olan gruptan ayrışacaktır. GAIA üzerinde aksiyonlar ve kriterler gösterilir. Kriterler için ideal yönü kırmızı çizgi gösterir (Visual PROMETHEE, 2015: 19-22).

Şekil 3'de görüldüğü gibi yapılan analiz %87,1  $\delta$  (Quality) değeriyle beklenen seviyenin üstünde verimlilik göstermektedir. İdeal gösterim olan kırmızı çizgiye göre 2002 yılının ters yönde uzakta ve negatif alanda olduğu görülmektedir. 2019 yılı ise ideal çizgiye göre pozitif noktada en iyi konumda kendisine yer bulmuştur.

Şekil 3'de görüldüğü gibi yıllar düzenli bir çizgide -1 değerinden +1 değerine doğru sıralanmamıştır. Bazı yılların kendinden önceki yıllara göre daha kötü konumda olduğu görülmektedir. Sonuç olarak Şekil 3'te verilen GAIA düzlemi sektörün her yıl düzenli şekilde gelişmediğini göstermektedir.

#### IV. SONUÇ

Sektörün öneminden dolayı çalışmada Türkiye Cumhuriyeti demiryolu iş alanının son 30 yılı Entropi ve PROMETHE yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Analizde alternatifleri oluşturan yıllar 6 farklı kritere göre değerlendirilmiştir. Bu 6 kriter; hat uzunluğu, yolcu sayısı, yük miktarı, tren-km, yolcu-km ve ton-km şeklindedir. Analiz sonucunda 1992-2021 yılları arasında en iyi performansın 2019 yılına ait olduğu görülmektedir. En kötü performans ise 2002 yılına aittir.

Türk demiryolu alanının 1992-2021 yılları arasındaki performansına odaklanılan çalışmada sektörün yıllara göre düzenli bir şekilde gelişmediği görülmektedir. Bazı yıllarda performans önceki yılların gerisinde kalmıştır. Bu duruma Covid-19 dönemi de dahildir. Covid-19 dönemine bakıldığında en iyi performansı göstermesi beklenen 2021 yılının ikinci sırada olduğu, en iyi 2. performansı göstermesi beklenen 2020 yılının ise 5. sırada olduğu görülmektedir. Buna benzer gerilemeler diğer yıllarda da gözlemlenmektedir.

Çalışma, Türk demiryolu sektörünün son yıllardaki gelişimini göstermesi ve sektörün düzenli olarak gelişmediği gerçeğini ortaya koymasından önem taşımaktadır. Bu çalışma, 2022 verileriyle veya 1992 öncesi verilerle tekrarlanabilir.

#### KAYNAKÇA

- Ahi, T. (2017). Demiryolu ve Karayolu Rekabeti, *Demiryolu Mühendisliği*, 5, 79–80.
- Akbayır, Ö. (2017). Dünya'da ve Türkiye'de Demir Yolu Kazaları Nedeniyle Meydana Gelen Ölüm Oranlarının Karşılaştırılması, *Demiryolu Mühendisliği*, 5, 45–52.
- Akdeniz, U. (2020). Türk Hukukunda Demiryolu ile Seyahat Eden Yolcuların Hakları. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(12), 90–98.
- Alzahrani, S., Al-Bander, B., & Al-Nuaimy, W. (2021). A Comprehensive Evaluation and Benchmarking of Convolutional Neural Networks for Melanoma Diagnosis. *Cancers*, 13(17), 4494. Doi: 10.3390/cancers13174494.
- Avcı, M. (2014). Atatürk Dönemi Demiryolu Politikası, *Atatürk Yolu Dergisi*, 14(54), 39–58. Doi: 10.1501/Tite\_0000000402.

- Aytekin, İ. (2022). Türkiye’de Karayolu ve Demiryolu Ulaştırma Hizmetleri ile Kalkınma Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Analizi. *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*, 6(1), 17–35.
- Bakırcı, M. (2013). Türkiye’nin Uluslararası Ulaşımında Demiryolu Sınır Kapılarının Yeri ve Etkinliği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 0 (28), 370–407.
- Banihabib, M.E., Chitsaz, N. & Randhir, T.O. (2020). Non-compensatory decision model for incorporating the sustainable development criteria in flood risk management plans. *SN Appl. Sci.* 2, 6. Doi: 10.1007/s42452-019-1695-6.
- Beyzatlar, M. A. (2021). Türkiye’de Demiryolu Taşımacılığı ve Altyapısının Demografik Etkileri. *Kent Akademisi*, 14(4), 1203–1218. Doi: 10.35674/kent.974815.
- Brans, J. P. & Vincke, Ph. (1985). Note—A Preference Ranking Organisation Method, *Management Science*, 31(6), 647–656. Doi: 10.1287/mnsc.31.6.647.
- Brans, J.P. & Mareschal, B. (2005). Promethee Methods. In: *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. International Series in Operations Research & Management Science, 78. Springer, New York. Doi:10.1007/0-387-23081-5\_5.
- Brans, J.P., Vincke, P. & Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*. 24, 228–238.
- Bulut, B. (2021). Demiryolu Lojistiğinde Hizmet Kalitesi Ölçümü: Ege Bölgesinde Hizmet Veren Bir Demiryolu İşletmesine Yönelik Uygulama. *Journal of Maritime Transport and Logistics*, 2(1), 17-27.
- Candan, G. (2019). Bütünleşik Bulanık AHP-VIKOR Yaklaşımıyla Demiryolu Yük Taşımacılığı Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 331–346. Doi: 10.18037/ausbd.566840.
- Carnero, M. C. (2021). Developing a Fuzzy TOPSIS Model Combining MACBETH and Fuzzy Shannon Entropy to Select a Gamification App. *Mathematics*, 9(9), 1034. Doi: 10.3390/math9091034.
- Ceylan, M. & Ceylan, M. A. (2013). Manisa-Uşak Demiryolu Ulaşımının Yerleşme Üzerine Etkileri (II). *Marmara Coğrafya Dergisi*, 0 (21), 1–26.
- Chen, C.-T. & Hung, W.-Z. (2020). A Two-Phase Model for Personnel Selection Based on Multi-Type Fuzzy Information. *Mathematics*, 8(10), 1703. Doi: 10.3390/math8101703.
- Choukolaei, H.M., Rezaee, M.J. Ghasemi, P. & Saberi M. (2021). Efficient Crisis Management by Selection and Analysis of Relief Centers in Disaster Integrating GIS and Multicriteria Decision Methods: A Case Study of Tehran, *Mathematical Problems in Engineering*, Article ID 5944828, 1–22, Doi: 10.1155/2021/5944828.
- Çağlıyan, A., Yıldız, A. & Bozkurt Yıldız, A. (2013). Türkiye’de Demiryolu Güzergâhları Jeomorfoloji İlişkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 0(28), 466–486.
- Çekerol, G. & Nalçakan, M. (2015). Lojistik Sektörü İçerisinde Türkiye Demiryolu Yurtiçi Yük Taşıma Talebinin Ridge Regresyonla Analizi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 31(2), 321–344.
- Demircan, U. (2021). Demiryolu Taşımacılığının Liman Hizmet Pazarlamasına Etkileri. *Journal of Maritime Transport and Logistics*, 2(2), 91–100. Doi: 10.52602/mtl.945718.
- Elhosiny, A.M., El-Ghareeb, H., Shabana, B.T. & AbouElfetouh, A. (2021). A Hybrid Neutrosophic GIS-MCDM Method Using a Weighted Combination Approach for Selecting Wind Energy Power Plant Locations: A Case Study of Sinai Peninsula, Egypt, *The International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, 1(21), 12–28, Doi: 10.5391/IJFIS.2021.21.1.12.
- Fedajev, A., Milićević R., Cvetković M. & Cogoljević V. (2021). Business Operations of Entrepreneurial Stores in The Field of Agriculture in The Republic of Serbia In The Period 2015-2019, *Economics of Agriculture*, Doi:10.5937/ekoPolj2102547F.
- Gökırmak, H. (2013). Developing Rail Policy For Turkey. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9(18), 181–194. Doi: 10.11122/ijmeb.2013.9.18.416.
- Kabasakal, A. & Solak, A. O. (2015). Demiryolu Sektörünün Rekabete Açılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (25), 27–34.
- Kabasakal, Y. D. D. & Solak, A. O. (2008). Evrensel Hizmet Yükümlülüğünün Uygulanması ve Türk Demiryolu Sektörü. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 3(2), 137–146.
- Kasapoğlu, L. & Cerit, A. G. (2011). Türkiye’de Intermodal Konteyner Taşımacılığında Demiryolu Ulaştırma Potansiyelinin Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 3(1), 59–72.

- Kaya, S. & Merdivenci, F. (2020). Türkiye’de Demiryolu İstasyonlarının Değerlendirilmesi İçin Analitik Hiyerarşi Süreci Uygulaması, *Demiryolu Mühendisliği*, 12, 106–115. Doi:10.47072/demiryolu.678338.
- Krstic, S. & Fedajev, A. (2020). The Role and Importance of Large Companies In The Economy Of The Republic Of Serbia, *Serbian Journal Of Management*, 15(2), 335–352, Doi: 10.5937/sjm15-19553.
- Mahajan, A., Binaz, V. Singh, I. & Arora, N. (2022). Selection of Natural Fiber for Sustainable Composites Using Hybrid Multi Criteria Decision Making Techniques, *Composites Part C: Open Access*, 7, 100224, Doi: 10.1016/j.jcomc.2021.100224.
- Mlela, M. K., Xu, H., Sun, F., Wang, H., & Madenge, G. D. (2020). Material Analysis and Molecular Dynamics Simulation for Cavitation Erosion and Corrosion Suppression in Water Hydraulic Valves. *Materials*, 13(2), 453. Doi: 10.3390/ma13020453.
- Oral, M. (2020). Afyon-Burdur-Antalya Demiryolu Projesi. *Tarih ve Günce*, (7), 305–322.
- Özarpa, C., Kınacı, B. F. & Avcı, İ. (2021). Kent İçi Akıllı Ulaşımında Karma Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Yeni Hat Kurulumunun Belirlenmesi. *Kent Akademisi*, 14(4), 995–1006. Doi: 10.35674/kent.977741.
- Özdemir S. ve Özcan, E. C. (2020). AHP, COPRAS ve Tamsayılı Programlama Entegrasyonu ile Demiryolu Araçlarında Bakım Planlaması, *Demiryolu Mühendisliği*, 12, 1–12. Doi:10.47072/demiryolu.678580.
- Özdemir, Ş. & Pekiyanan, A. (2005). Demiryolu ile Seyahat Eden Yolcuların Memnuniyet ve Beklentileri: Bir Alan Araştırması. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(11), 187–202. DOI: 10.11616/AbantSbe.149.
- Raju, K.S. & Nagesh Kumar D. (2014) Ranking of global climate models for India using multicriterion analysis. *Climate Research*, 60,103–117. Doi: 10.3354/cr01222.
- Rehman, A. U., Abidi, M. H., Umer, U., & Usmani, Y. S. (2019). Multi-Criteria Decision-Making Approach for Selecting Wind Energy Power Plant Locations. *Sustainability*, 11(21), 6112. Doi: 10.3390/su11216112.
- Remeikienė, R., Gasparėnienė, L., Fedajev, A., Szarucki, M., Đekić, M., & Razumienė, J. (2021). Evaluation of Sustainable Energy Development Progress in EU Member States in the Context of Building Renovation. *Energies*, 14(14), 4209. Doi:10.3390/en14144209.
- Sařabun, W., Wařróbski, J., & Shekhovtsov, A. (2020). Are MCDA Methods Benchmarkable? A Comparative Study of TOPSIS, VIKOR, COPRAS, and PROMETHEE II Methods. *Symmetry*, 12(9), 1549. Doi: 10.3390/sym12091549.
- Sarıkavak, Y. (2018). Demiryolu endüstrisinde akıllı ulaştırma sistemleri ve Türkiye’deki uygulama örnekleri. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 1(2), 22–32.
- Sarımehmet, B., M. & Eren, T. (2020). Çok Kriterli Karar Verme: Kırıkkale YHT İstasyonu- Şehir Bağlantısının Sağlanması, *Demiryolu Mühendisliği*, 11, 26–40.
- Seo, P.J., Cho, W. & Cheong, T.S. (2015). Development of priority setting process for the small stream restoration projects using multi criteria decision analysis. *Journal of Hydroinformatics* 1,17(2), 211–225. Doi: 10.2166/hydro.2014.058.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication, *The Bell System Technical Journal*, 27(3),379–423. Doi: 10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x
- Stoilova, S. D. (2019). A Multi-criteria Assessment Approach for the Evaluation of Railway Transport in the Balkan Region. *Promet - Traffic&Transportation*, 31(6), 655–668. Doi: 10.7307/ptt.v31i6.3189.
- Taal, A., Makkes, M.X., Kaat, M. et al. (2019). A multiple attribute relative quality measure based on the harmonic and arithmetic mean. *Oper Res Int J*, 19, 117–134. Doi: 0.1007/s12351-016-0282-5
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu İstatistik Veri Portalı – Ulaştırma ve Haberleřme, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ulastirma-ve-haberlesme-112&dil=1>, (Erişim Tarihi: 17.01.2023).
- Uluskan, M., Topuz, D. & Çimen, C. (2022). Ahp, Bulanık Ahp, Lbwa ve Copras Yöntemleri ile Tedarikçi Değerlendirme: Demiryolu Sektöründe Bir Uygulama. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(3), 412–430. Doi: 10.31796/ogummf.1068384.
- Visual PROMETHEE, Get Started with Visual PROMETHEE 1.5, <en.promethee-gaia.net/assets/vpgetstarted.pdf>, (Erişim: 19.01.2023).
- VP, Visual Promethee, <http://www.promethee-gaia.net/phone/visual-promethee.html>, (Erişim Tarihi: 17.01.2023).

- Wang C., Tu S., Zhang L., Yang Q. Tu H. (2015). Auxiliary transportation mode in a fully-mechanized face in a nearly horizontal thin coal seam, *International Journal of Mining Science and Technology*, 25 (6), 963–968. Doi: 10.1016/j.ijmst.2015.09.013.
- Więckowski, J. & Zwiech, P. (2021). Can weighting methods provide similar results in MCDA problems? Selection of energetic materials study case, *Procedia Computer Science*, 192, 4592–4601, Doi: 10.1016/j.procs.2021.09.237.
- Xu, G., Wan, S., & Dong, J. (2020). An Entropy-Based Method for Probabilistic Linguistic Group Decision Making and its Application of Selecting Car Sharing Platforms. *Informatca*, 31(3), 621–658. Doi:10.15388/20-INFOR423.
- Zeybek, H. (2019). Uluslararası Ticarete Yeni Avrasya Ulaşım Yolları Arayışı: Demiryolu Yük Taşımacılığına Etkileri. *Avrasya Etüdüleri*, 56(2), 135–154.
- Zha, S.S., Guo, Y., Huang, S.H. & Wang, S.B. (2020). A Hybrid MCDM Method Using Combination Weight for the Selection of Facility Layout in the Manufacturing System: A Case Study, *Mathematical Problems in Engineering*, Article:1320173, Doi: 10.1155/2020/1320173

## EKLER

### Ek 1. Değer (Karar) Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
1992	8430	131252	15748	43295	6259350	8383315
1993	8430	146318	15794	43849	7147173	8517324
1994	8452	119533	14655	44140	6335400	8338625
1995	8549	104635	15271	43355	5797247	8631928
1996	8607	98315	15839	44524	5229131	9018476
1997	8607	107053	17390	46087	5840320	9717061
1998	8607	109774	15840	43900	6160687	8446024
1999	8682	98931	15537	43574	6146325	8445722
2000	8671	85343	18524	45624	5832577	9895346
2001	8671	76323	14618	41733	5568302	7561601
2002	8671	73088	14616	39085	5204286	7224000
2003	8697	76993	15941	41810	5878000	8669000
2004	8697	76756	17989	45873	5237000	9417000
2005	8697	76306	19195	45395	5036000	9152000
2006	8697	77414	20185	44206	5277000	9676000
2007	8697	81260	21404	43102	5553000	9921000
2008	8699	79187	23491	42760	5097000	10739000
2009	9080	80092	21813	41788	5374000	10326000
2010	9594	84173	24355	39025	5491000	11462000
2011	9642	121190	25421	44559	7300000	11677000
2012	9642	120646	25666	40635	6612000	11670000
2013	9718	107646	26597	33755	6225000	11177000
2014	10087	153600	28747	47585	7401000	11992000
2015	10131	182759	25878	46761	8326000	10474000
2016	10131	176631	25886	48015	7829000	11661000
2017	10207	182790	28469	49190	8465000	12763000
2018	10315	185010	31673	53864	8938000	14481000
2019	10378	246013	33536	57704	14259106	14706559
2020	10378	148314	34552	45518	8297000	15427907
2021	10546	191600	38157	44181	10665456	14433067

Kaynak: (TÜİK).

---

**Etik Beyanı** : Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde ÖHÜİBF Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarına aittir.

**Etik Kurul Onayı:** : Çalışma etik kurul izni gerektiren analizleri kapsamadığından dolayı etik kurul onayı gerektirmemektedir.

**Yazar Katkıları** : Çalışma tek yazarlıdır.

**Çıkar Beyanı** : Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur

**Teşekkür (Varsa)** : Yazar yayın sürecinde katkısı olan editörlere ve hakemlere teşekkür etmektedir.

---