



# Journal of Turkish Operations Management

## Türkiye'deki konteyner terminallerinin performans incelemesi ve Mersin Limanı için performans gelişim önerileri<sup>1</sup>

Yeliz Çelik<sup>1\*</sup>, Murat Yorulmaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye  
e-mail: yelizakkaynak@gmail.com, ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-4766-8249>

<sup>2</sup>Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Denizcilik Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye  
e-mail: murat.yorulmaz@kocaeli.edu.tr, ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-5736-9146>

\*Sorumlu Yazar

### Makale Bilgisi:

#### Makale Geçmişi:

Geliş: 25.02.2023

Revize: 01.03.2023

Kabul: 08.04.2023

### Anahtar Kelimeler:

Entropi,  
Konteyner terminali,  
Liman performansı,  
Performans,  
TOPSIS

### Özet

Dünya ticaret hacminin artmasıyla uluslararası alanda hizmet veren liman ve terminalerin performansının değerlendirilmesi de her geçen gün daha önemli bir konu haline gelmiştir. Bu kapsamda çalışmanın amacı, konteyner terminallerinin performans değerlendirilmesinde en çok kullanılan kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlere göre seçilmiş konteyner terminallerinin performanslarının ölçülmesidir. Çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Entropi ve TOPSIS birlikte kullanılarak, 13 konteyner terminalinin performansı, belirlenen kriterler ile değerlendirilmiştir. Araştırma verileri T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Türkiye Liman İşletmecileri Derneği ve konteyner limanlarının internet sitelerinden alınmış olup Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Tüm kriterler konteyner terminal performans değerlendirilmesi için önem arz etse de çalışma sonucunda liman (terminal) sahasının performansı etkileyen en önemli kriter olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Önemi en az olan kriter ise ritim maksimum derinliği olarak belirlenmiştir. Daha sonra, Entropi yöntemiyle elde edilen ağırlıklar kullanılarak TOPSIS yöntemiyle de 13 terminal sıralanmıştır. Çalışmada konteyner terminallerinin performans değerleri sırasıyla; Mersin Limanı, Terminal E, Terminal C, Terminal F, Terminal A, Terminal B, Terminal D, Terminal L, Terminal G, Terminal H, Terminal I, Terminal J, Terminal K olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, performansı yüksek çıkan terminalerin diğerlerinden daha aktif olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, Mersin Limanı'nın konteyner terminalleri arasındaki yeri görülmüş, rekabeti sağlayıp sağlamadığı belirlenmiştir. Terminalde düşük olan performans kriter değeri saptanmış, terminalin dünya konteyner terminalleri arasında da daha iyi bir konuma gelebilmesi için öneriler sunulmuştur. Literatür incelendiğinde, konteyner konteyner terminali performans değerlendirilmesi için bu çalışmada ele alınan kriterler ile Entropi ve TOPSIS yönteminin birlikte kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan çalışmayla bu eksikliğin giderileceği öngörülmektedir.

<sup>1</sup> Bu çalışma, 2023 tarihinde birinci yazar tarafından ikinci yazar danışmanlığında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalında Yapılan Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

# Performance review of container terminals in Turkey and performance improvement recommendations for Mersin Port

## Article Info

### Article History:

Received: 25.02.2023

Revised: 01.03.2023

Accepted: 08.04.2023

### Keywords:

Entropy,  
Container Terminal,  
Port Performance,  
Performance,  
TOPSIS

## Abstract

With the increase in world trade volume, the evaluation of the performance of ports and terminals serving internationally has become a more important issue with each passing day. In this context, the aim of the study is to determine the most used criteria in the performance evaluation of container terminals and to measure the performance of the selected container terminals according to these criteria. Entropy and TOPSIS, which are multi-criteria decision-making methods, were used together in the study, and the performance of 13 container terminals was evaluated with the determined criteria. Research data, The criteria weights were calculated using the Entropy method from the websites of the Ministry of Transport and Infrastructure, Republic of Turkey, Port Operators Association of Turkey and container ports. Although all criteria are important for the container terminal performance evaluation, it has been concluded that the port (terminal) area is the most important criterion affecting the performance as a result of the study. The criterion with the least importance was determined as the maximum depth of the quay. Then, using the weights obtained by the Entropy method, 13 terminals were ranked with the TOPSIS method. In the study, the performance values of the container terminals are respectively; Mersin Port is designated as Terminal E, Terminal C, Terminal F, Terminal A, Terminal B, Terminal D, Terminal L, Terminal G, Terminal H, Terminal I, Terminal J, Terminal K. According to the findings, it was observed that the terminals with high performance were more active than the others. As a result of the evaluations, the place of Mersin Port among the container terminals has been seen and it has been determined whether it can provide competition or not. The low performance criterion value at the terminal was determined, and suggestions were made to improve the terminal's position among the world's container terminals. When the literature is examined, no study has been found in which the criteria discussed in this study and Entropy and TOPSIS methods are used together for container terminal performance evaluation. It is foreseen that this deficiency will be eliminated with the study.

## 1. Giriş

Deniz, ülkeleri birbirine bağlayan en temel öğelerden birisidir ve bu sebeple geçmişte olduğu gibi günümüzde de güçlü medeniyetler ticaret merkezlerini çoğunlukla deniz kıyısına kurmaktadır. Yiyecek ve enerji alanı başta olmak üzere, denizlerin keşfetmeye açık bir şekilde kaynak olarak dünya üzerinde bulunmasıyla ayrıca ülke sınırlarını aşan ticaretin yaygınlaşması ve globalleşmenin her geçen gün daha da artmasıyla beraber denizyolu devletler için zorunlu hale gelmektedir (Çetin, 2009). Denizyolunun bu denli artışı gemilerin ve limanların büyümesini beraberinde getirmektedir. Her ülke diğeri ile daha fazla rekabet edebilmek için her geçen gün bu iki kavramın gelişmesine daha da önem vermektedir. Mega gemilerin de ortaya çıkmasıyla beraber daha donanımlı ve verimli limanlara olan ihtiyaç her geçen gün daha da artmaktadır. Bu sebeple mevcut donanımı daha verimli kullanmak anlamına gelen performansın limanlar için değerlendirilmesi ülkeler açısından önem arz etmektedir. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ve jeopolitik konumu sebebiyle önemli bir noktada bulunan Türkiye için de liman performans değerlendirmesi kavramı diğer ülkelerle ticarete rekabet edebilirliğin en önemli unsurlarının başında bulunmaktadır. Bu sebeple ithalatta ve ihracatta taşınan yükler bazında önem arz eden ve "yükklük" adı verilen standart kapların taşınmasını ve ulaşım modlarının birbiri ile bağlantısını sağlayan konteyner terminallerinin performans değerlendirilmesi de ülkede ön plana çıkmaktadır.

Bu çalışmada; konteyner terminallerinde performans değerlendirmesi kavramı irdelenmiştir. Konteyner terminallerinin performans değerlendirmesinde en çok kullanılan kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlere göre seçilmiş konteyner terminallerinin performansının ölçülmesi çalışmanın amaçlarından bazılarıdır.

Literatürde Yurdakul ve İç (2013)'in çalışmasında otomotiv sektöründe, Süral (2016)'in çalışmasında eğitim sektöründe, Ceyhan ve Demirci (2017)'nin çalışmasında finans sektöründe, Ersoy (2018)'un çalışmasında beyaz eşya sektöründe, Bayram (2019)'ın çalışmasında turizm sektöründe, Kurt ve Ayaz (2021)'in çalışmasında insan kaynakları gibi daha pek çok farklı alanda kullanılan Entropi ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution-İdeal Çözüme Benzerlik için Tercih Sıralaması Tekniği) yöntemleri denizcilik alanında pek tercih edilmemiştir. Ayrıca konteyner terminallerinin performans değerlendirmesi için de uygulaması bulunmamaktadır. Çalışmasının tamamlanmasıyla beraber bu yöntemlerin bu alanda çeşitlendirilip başka çalışmalara ışık tutacağı ve literatürdeki bu eksikliği dolduracağı öngörülmektedir.

## 2. Literatür taraması

Literatür taramasının ilk bölümünde "Performans Değerlendirmesi" anahtar kelimesinden yararlanılarak yapılan çalışmada görülmüştür ki performans değerlendirmesi çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Kullanıldığı alana göre de girdi ve çıktıları değişkenlik göstermektedir. Kumru (2012)'nin çalışmasında kurumsal performans yönetimi üzerinde durulmuştur. İçerisinde yurt içi ve dışı performans değerlendirme örneklerinin de yer aldığı bu çalışma bir derleme olarak oluşturulmuş ve literatürde yerini almıştır. Şen ve Tama (2015)'in çalışmasında, Başakşehir Belediyesi ile çalışılarak iletişim merkezlerinin kurumsal verimliliğe etkisi araştırılmıştır ve çalışma sonucunda iletişim merkezleri ile verimlilik arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Erkayman, Kocadağıstan ve Albayrak (2020)'nin çalışmasında, the decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL) ve analytic network process (ANP) yöntemleri hibrit olarak kullanarak ve bir ilimizdeki belediyenin performansını değerlendirilmiştir. Erdoğan (2022), bankaların finansal performans değerlendirmesini yaparak hibrit bir çok kriterli karar verme yöntemi (ÇKKV) ile bankaların sıralamalarını yapmıştır. Çalışma sonucunda önemli kriterlerin yıllara göre farklılık gösterdiği ve buna bağlı olarak performans sıralamalarının değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Pek çok alanda kullanılan bu kavram limanlar içinde önemini korumaktadır ve literatür incelemesi yapıldığında liman performans değerlendirmesi ile alakalı pek çok çalışmayla karşılaşmaktadır. Literatür, terminaller bazında incelendiğinde ise genel kargo ve dökme yük terminalleri için performans değerlendirme çalışmalarının sınırlı sayıda kaldığı görülmektedir. Konteyner terminalleri üzerine yapılan çalışmalarda ise yazarlar bazı faktörlere daha fazla önem verirken ve bazılarını kriter olarak kullanmamıştır. Çalışmanın bu bölümünde "Konteyner terminali, Performans" anahtar kelimeleri kullanılarak ana kaynak olarak kullanılan ulusal ve uluslararası çalışmalara ulaşılmıştır. Bu çalışmalarda girdi kriterleri her çalışma için değişkenlik gösterirken, performans çıktısı olarak yazarlar tarafından çoğunlukla konteyner çıktısı (TEU) tercih edilmiştir. Literatürde yer alan ve incelenen konteyner terminali performans değerlendirme çalışmaları aşağıda belirtilmiştir;

Roll ve Hayuth (1993) çalışmada sayısal veri kullanmayarak teorik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Veri zarflama analizi (VZA) yöntemini kullanarak liman etkinliği ile alakalı daha sonraki çalışmalara örnek olacak bir çalışma oluşturmuşlardır. Martinez-Budria, Diaz-Armas, Navvaro-Ibanez ve Ravelo-Mesa (1999) ise belirledikleri 26 limanın karmaşıklıklarının performansla olan ilişkisini VZA yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Nottebomm, Coeck, ve Van Den Broeck (2000) ise çalışmalarında rıhtım uzunluğu, terminal boyutu, kreyn sayılarını girdi değişkeni olarak, konteyner sayısını ise çıktı değişkeni olarak kullanmışlardır. Çalışma stokastik sınır analizi yöntemi ile yapılmıştır. Tongzon (2001) ise, VZA yöntemini kullanarak limanların etkinlikleri üzerine çalışma yapmıştır. 6 değişkeni girdi olarak, 2 değişkeni ise çıktı olarak kullanarak analiz yapmış Rotterdam, Yokohama, Melbourne ve Osaka limanlarının daha etkin olduğunu saptamıştır. Cullinane, Song ve Gray (2002) çalışmasında stokastik sınır analizi yöntemini, Estache, Gonzalez ve Trujillo (2002) ise VZA-malmquist yöntemini kullanmayı tercih etmişlerdir. Itoh (2002), 1990-1999 yılları arasında rıhtım uzunluğu ve konteyner rıhtım uzunluğunu girdi değişkeni, konteyner sayısını çıktı değişkeni olarak kullanarak VZA yöntemiyle Japonya'daki 8 konteyner limanının etkinliğini ölçmüştür. Yokohama, Osaka ve Kobe limanlarının etkinlikleri çalışma sonucunda düşük çıkmıştır. Wang, Song ve Cullinane (2003) ise 57 terminalin değerlendirmesini Charnes Cooper Rhodes Modeli (CCR) ve Banker Charnes Cooper Modeli (BCC) yöntemi ile yapmışlardır. Wiegman, Rietveld, Pels ve Van Woudenberg (2004) VZA, Song ve Han (2004) ise regresyon analizi yöntemi ile çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Tongzon ve Heng (2005), stokastik sınır analizi yöntemi ile çalışarak terminal rıhtım uzunluğunu, terminal alanını, rıhtım kreyn sayısını, liman genişliğini girdi değişkeni, konteyner sayısını ise çıktı değişkeni olarak kullanmışlardır. Cullinane, Wang, Song ve Ji (2006) ise VZA yöntemine ek olarak stokastik sınır analiz yöntemini de çalışmada kullanmışlardır. Rios ve Maçada (2006), VZA yöntemini uygulamış, 5 girdi değişkeni kullanmış ve çıktı değişkeni olarak konteyner sayısına ek olarak ortalama elleçlenen konteyner sayısını da analize eklemişlerdir. Al-Eraqi, Mustafa, Khader ve Barros (2008) ise, 22 terminalin etkinliğini analiz ederek fiziki büyüklüğün olumlu etki sağladığı sonucuna varmışlardır. Cheon, Dowall ve Song (2009), yanaşma yeri uzunluğu, konteyner vinci sayısı ve terminal alanını girdi değişkeni,

konteyner sayısını ise çıktı değişkeni olarak kullanarak malmquist yöntemi ile çalışma yapmışlardır. Wu ve Goh (2010), Cullinane ve Wang (2010), Hung, Lu ve Wang (2010) ve Trujillo, González ve Jiménez (2013) değerlendirme yapmak için girdi ve çıktı değişkenlerini belirleyerek VZA yöntemini tercih etmişlerdir. Bichou (2013), 420 konteyner terminali için yaptığı çalışmada 6 girdi değişkeni ve 1 çıktı değişkeni kullanmıştır. VZA yöntemiyle yapılan çalışmada otomasyon sistemler ile donatılan ve ölçeği büyük olan limanların etkinliğinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Yuen, Zhang ve Cheung (2013) ise 2003-2007 yılları arasında Çin’de bulunan 21 konteyner limanının VZA, tobit, regresyon yöntemleri ile değerlendirmesini yapmışlar ve VZA analizinin sonuçlarında farklılık olduğunu tespit etmişlerdir. Schøyen ve Odeck (2013) ise, yine VZA yöntemini kullanarak Norveç konteyner limanlarının etkinliğini ölçmüşlerdir. Norveç limanlarının yanında 24 adet İngiliz ve İskandinav limanı çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada fiziksel büyüklüğün etkinliğe katkısı olduğu sonucuna varılmıştır. Rajasekar ve Deo (2014), VZA yöntemi ile Hindistan limanlarının etkinlik analizini yapmışlardır. Çalışmada 3 girdi değişkeni, 2 çıktı değişkeni kullanılmıştır. Fiziksel büyüklüğün etkinliğe katkı sağladığı sonucuna varılmıştır. Song ve Cui (2014) VZA ve malmquist yöntemlerini kullanarak rihim uzunluğu, iş gücü sayısı, saha vinci sayısını girdi değişkeni olarak, konteyner sayısını ise çıktı değişkeni olarak çalışmayı tamamlamışlardır. Almwshaki ve Shah (2015), Kutin, Nguye ve Vallee (2017), Birafane ve El Abdi (2019), Kalgora, Goli, Damigou, Abdoulkarim ve Amponsem (2019) VZA yöntemini, Kammoun (2018) ve Hlali (2018) ise VZA yöntemine ek olarak stokastik sınır yaklaşımı yöntemlerini çalışmalarında kullanmışlardır.

### 3. Yöntem

#### 3.1. Entropi yöntemi ve çözüm aşamaları

Entropi kavramı ilk kez Rudolph Clausius tarafından 1865 yılında termodinamik alanında yapılan çalışma ile ortaya atılmıştır (Gezen, 2019). Daha sonra Shannon (1948) tarafından bilgi teknolojisine uyarlanarak bu yöntem geliştirilmiştir ve günümüzde en çok kullanılan yöntem haline gelmiştir (Demirci, 2017).

Entropi düzensizlik anlamına gelmekte ve belirsizliği ölçmeyi hedeflemektedir (Toprak ve Çanakçıoğlu, 2019). Bilginin içerisindeki belirsizlik olarak da tanımlanabilmektedir (Abdullah ve Otheman, 2013). Çok kriterli karar verme problemlerinde kriterin düzensizliği ne kadar fazla ise Entropisi yüksek çıkacak ve kriterin ağırlığı artacaktır. Entropisi düşük olan kriterde ise tam tersi bir durum oluşacak ve ağırlığı azalacaktır. (Ecer, 2020). Kişisel yargı ve düşüncenin yer almaması ve objektif bir şekilde ağırlıkların hesaplanması Entropi yönteminin en önemli özelliğidir (Toprak ve Çanakçıoğlu, 2019). Bu yöntem maximum belirsizlik ve minimum belirlilik amaç edinilerek karar vericiler tarafında kullanılmaktadır. Yöntem, son yıllarda matematik, fizik gibi çeşitli disiplinlerde pek çok alanda kullanılmaya devam edilmektedir (Tunca, Ömürbek, Cömert ve Aksoy, 2016, Ekin ve Cesur, 2022).

Aşağıda Entropi yönteminin aşamaları sırası ile açıklanmıştır (Shannon, 1948, Tunca ve diğ., 2016, Acer ve Kalender, 2020);

Aşama 1; farklı birimlerinden oluşan kriterlerin ve seçeneklerin (alternatif) bulunduğu karar değişkenleri matrisinin normalize işlemi Denklem (1) ile beraber gerçekleştirilir;

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_1^j(x_{ij})} \quad (1)$$

i: Alternatif (seçenek) değeri,

j: Kriter değeri,

$r_{ij}$ : Normalize edilmiş değerleri,

$x_{ij}$ : i alternatif (seçenek) için, j kriter için verilen fayda değerleri

Aşama 2; Denklem (2)’nin yardımıyla  $e_j$ ’nin Entropi değeri hesaplanmaktadır.

(Denklem 2’de içerisinde yer alan ‘k’ Entropi katsayısını, ‘ $r_{ij}$ ’ normalize edilmiş değerleri ve ‘ $e_j$ ’ ise Entropi değerini belirtmektedir);

$$e_j = -k \sum_{j=1}^m r_{ij} \ln(r_{ij}) \quad (2)$$

Aşama 3; bu aşamada Denklem (3) kullanılarak  $w_j$  kriterlerin önem derecesini belirten ağırlık değerleri hesaplanmaktadır. Bu aşamada her kriter için bir ağırlık değeri belirlenmektedir;

$$w_j = \frac{1-e_j}{\sum_1^m 1-e_j} \quad (3)$$

Hesaplanan tüm kriterlerin ağırlıkları toplamı Denklem (4)'te gösterildiği gibi her zaman 1'e eşit olacaktır (Bu adımda kullanılan denklemdeki "w<sub>j</sub>" ağırlık değerini, "e<sub>j</sub>" Entropi değerini belirtmektedir);

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1 \quad (4)$$

### 3.2. TOPSIS yöntemi ve çözüm aşamaları

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS yöntemi 1981 yılında C.L. Hwang ve K. Yoon tarafından bilim ve mühendisliğe dair alanlarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir (Chen, Wang ve Deng, 2015). Yöntemin karar verme problemlerinde sıklıkla tercih edilmesinin nedeni az sayıda girdi içermesi ve çıktılarının kullanıcı tarafından anlaşılabilir olmasıdır (Eren ve Soba, 2011). Yöntemde amaç, belirli kriterler baz alınarak alternatifleri sıralama işlemine tabii tutup en ideal çözüm noktasına en kısa mesafedeki ve negatif ideal çözüm noktasına en uzak mesafedeki alternatifi belirlemektir (Metin, Yaman ve Korkmaz, 2017). Yöntem uygulanırken kar ve fayda maksimizasyonu ile maliyet minimizasyonu aranarak en uygun alternatif belirlenmektedir (Eren ve Soba, 2011).

Aşağıda TOPSIS yönteminin aşamaları ve açıklamaları sırası ile yazılmıştır;

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması; karar verici tarafından oluşturulan matristir. Boyutu Denklem (5)'te gösterildiği gibi (m×n) olan karar matrisinin satırlarında alternatif karar noktaları, sütunlarında ise kararı etkileyen kriterler bulunmaktadır. Karar problemlerinin çözümünde kullanılan başlangıç matrisidir (Şahin ve Karacan, 2019);

$$A_{ij} = \begin{matrix} a_{11} & \dots & a_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mp} \end{matrix} \quad (5)$$

Adım 2: Karar matrisinin normalize edilmesi; bu aşamada A matrisinin elemanları kullanılarak işlem yapılır (Dumanoglu ve Ergul, 2010). Matristeki bütün elemanların kareleri alınarak bu değerler toplanır. Sütun toplamaları elde edildikten sonra karekökü alınarak matrisin normal hale getirilmesi sağlanır. Normalize karar matrisinin bir elemanı "r<sub>ij</sub>" ile gösterilir ve Denklem (6)' da gösterildiği şekilde hesaplanır (Zelvi, 2019);

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (i= 1, \dots, m \text{ ve } j= 1, \dots, p) \quad (6)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış normalize matrisin oluşturulması; ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edebilmek için daha önceden bilinen ya da farklı teknikler kullanılarak hesaplanmış olan kriterlerin ağırlıkları gerekmektedir. Ağırlıklar belirlendikten sonra bir önceki adımda elde edilmiş olan normalize karar matrisinin her elemanı (R<sub>ij</sub>), Denklem (7)'de gösterildiği gibi kriter ağırlığı (W<sub>ij</sub>) değeriyle çarpılarak matris oluşturulur (Karaoglan, 2016);

$$V_{ij} = R_{ij} \times W_{ij} \quad (7)$$

Adım 4: Pozitif ve negatif ideal çözüm noktalarının oluşturulması; ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (V<sub>ij</sub>) oluşturulduktan sonra çözülmek istenen probleme göre her bir kolonda Denklem (8) ve Denklem (9)'da gösterildiği gibi (amaç, kar veya fayda maksimizasyonu ise her bir sütunun maksimum, amaç maliyet minimizasyonu ise her bir sütunun minimum) değerler belirlenir (Yurdakul ve İç, 2013);

$$A^+ = \{x_1^+, x_2^+, \dots, x_k^+\} \text{ (Maksimum Değer)} \quad (8)$$

$$A^- = \{x_1^-, x_2^-, \dots, x_k^-\} \text{ (Minimum Değer)} \quad (9)$$

Adım 5: Pozitif ve negatif ideal noktalarına uzaklıkların hesaplanması; her bir alternatifin maksimum ideal ve negatif ideal uzaklık hesaplamaları Denklem (10) ve Denklem (11) yardımı ile yapılır. Formüllerde pozitif ideal çözüm uzaklığı (S<sub>i</sub><sup>+</sup>) ve negatif ideal çözüm uzaklığı (S<sub>i</sub><sup>-</sup>) olarak ifade edilir. Problem çözümünde bulunacak S<sub>i</sub><sup>+</sup> ve S<sub>i</sub><sup>-</sup> sayısı karar noktası sayısına eşit olmalıdır (Kallo, 2015);

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad (10)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (11)$$

Adım 6: İdeal çözüme göre yakınlığın hesaplanması ve alternatiflerin sıralanması; Bu aşamada alternatiflerin pozitif ideal noktalarına ve negatif ideal noktalarına olan uzaklıklarından yararlanır (Bakırcı, Shiraz ve Sattary, 2014). Hesaplamalar için Denklem (12) kullanılır;

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (12)$$

Denklem (12)'ye göre negatif ideal çözümden olan uzaklık değeri büyüdükçe, ideal çözüme yakınlık değeri artmaktadır.

$0 \leq C_i^* \leq 1$  aralığında değer alır.

$C_i^* = 1$ ; alternatifin ideal çözüme mutlak çözüm yakınlığını belirtir

$C_i^* = 0$ ; alternatifin negatif ideal çözüme mutlak çözüm yakınlığını belirtir.

Hesaplamalar tamamlandıca değerlere bakılarak sıralamalar yapılır. En büyük  $C_i^*$  değerine sahip olan alternatif en iyi karar olarak belirlenir ve kalan alternatifler büyükten küçüğe sıralanır (Çetin, 2019).

### 3.3. Entropi ve TOPSIS yönteminin kullanıldığı çalışmalar

Çalışmanın bu bölümünde Entropi ve TOPSIS yöntemlerinin beraber kullanıldığı performans ile alakalı yapılan çalışmalar incelenmiştir. "Performans Değerlendirmesi, TOPSIS, Entropi" anahtar kelimelerini içeren 2012-2022 yılları arasında yapılmış çalışmalar veri tabanlarında taranmış ve ulusal ve uluslararası makalelere ulaşılmıştır. Makalelerde, Entropi ve TOPSIS yöntemlerinin tercih edildiği çalışma alanları çok geniş olmakla beraber denizcilik alanında sınırlı sayıda çalışmada yer almıştır. Finans, gıda, havacılık, spor da hibrit olarak kullanıldığı alanlardan bazılarıdır. Çalışmalar aşağıda kısaca detaylandırılmıştır;

Ece (2019) çalışmasında finans alanını tercih etmiştir. Türkiye'de faaliyet gösteren ve BIST100 (Borsa İstanbul 100)'de işlem gören 15 holding şirketinin performansını değerlendirmiştir. Uzman görüşlerini dikkate alarak Entropi yöntemi ile kriterleri ağırlıklandırmış, TOPSIS yöntemi ile holdinglerin performans sıralamasını yapmıştır.

Yılmaz (2020)'de Entropi, TOPSIS ve VIKOR yöntemini kullanarak gıda alanında çalışma yapmıştır. Gıda sektöründe yer alan 24 firmanın 2017-2019 yılları arasındaki performansını 20 kriter ile değerlendirmiştir. Yapılan değerlendirmede en önemli ana kriterin piyasa oranları, en önemli alt kriterin ise fiyat/satış oranı olduğu gözlenmiştir.

Kıracı ve Asker (2019), Entropi ve TOPSIS yöntemi kullanarak yine hava yolu taşımacılığı üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışmada hava aracı kiralama şirketlerinin finansal performansı incelenmiştir. 5 hava aracı kiralama şirketinin 2013-2017 yılları arasındaki performansı değerlendirilmiştir. Çalışmada 2013-2014 döneminde Capital Lease, 2015-2017 döneminde ise Air Lease'in performansının yüksek olduğu gözlenmiştir.

Öznel ve Yavuz (2019), mobilya ve ağaç işleri alanında çalışma yapmışlardır. Çalışmada 10 finansal oran kullanılarak sektörün 2008-2016 yılları arasındaki performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Tunç (2020) çalışmasında otomotiv sektöründeki 11 işletmenin finansal performansını değerlendirmiştir. 2017-2019 yılları arasındaki verileri kullanarak çalışmada Entropi, TOPSIS ve GİA yöntemlerinden faydalanmıştır. 2017 yılı için FMIZP, 2018 yılı için FMIZP ve EGEEN, 2019 yılı için FMIZP ve DOAS finansal performansı en iyi olan şirketler olarak belirlenmiştir.

Temür (2022) turizm alanında çalışarak işletmelerin 2016-2020 yılları arasındaki finansal performanslarını değerlendirmiştir. Ağırlıklandırmada Entropi yöntemini kullanmış, performans değerlendirmesinde ise Additive Ratio Assesment (ARAS), Complex Proportional Assesment (COPRAS) ve TOPSIS yöntemlerinden faydalanmıştır. Çalışmada 2020 yılındaki en başarılı işletme MAALT olarak belirlenmiştir.

Demirci (2017) ise, spor alanında çalışarak çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanıp Türkiye'deki 4 futbol takımının performansını analiz etmiştir.

Sun ve Yu (2021) ise binaların enerjisi ve enerji tasarrufu hakkında çalışma yapmışlardır. Çalışmada Entropi, TOPSIS ve K-ortalama kümeleme yöntemleri kullanılarak Çin'in Tongling kentindeki 24 ofisin enerji performansı sıralamaları yapılmıştır.

Santos, Godoy ve Campos (2019), mobilya endüstrisinde sürdürülebilirlik alanında çalışma yapmışlardır. Çalışmada 32 uzmanın görüşü alınarak Entropi yöntemiyle beraber kriterler ve ağırlıkları belirlenmiştir. TOPSIS yöntemi ile çalışmaya devam edilerek yeşil tedarikçilerin performanslarının değerlendirilmesi yapılmış ve kendi aralarında sıralaması oluşturulmuştur.

Akandere (2021), Entropi ve TOPSIS yöntemini kullanarak denizcilik alanında çalışma gerçekleştirmiştir. Artan çevre kirliliğini ve enerji tüketimini dikkate alarak limanların çevresel ve operasyonel performanslarını değerlendirmiştir. Kriterleri belirleyip Entropi ile ağırlıklandırdıktan sonra yeşil sertifikalı limanların sıralamasını gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda çevre dostu enerji kullanan limanların performansının yüksek olduğu belirlenmiştir ve liman alanlarının doğal çevre kalitesinin artırılması, geri dönüşüm uygulamalarına önem verilmesi, çevreci enerji kullanımının yaygınlaştırılmasının limanların performansına olumlu katkı sağlayacağı görülmüştür. Kısa, Çelik ve Peker (2021), Türkiye Cumhuriyeti Demiryolları İşletmesi'ne ait olan ve 2007 yılında sonra özelleştirilen 5 liman üzerine çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada kriterler Entropi yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve Mersin, Samsun, Bandırma, İskenderun ve Derince limanlarının birbirlerine göre performans sıralaması yapılmıştır. Limanların sıralanmasında ise ARAS ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır.

## 4. Bulgular

### 4.1. Problemin belirlenmesi

Çalışma, yaygın olarak kullanılan performans kriterlerini tespit etmek, tespit edilen kriterlerin ağırlıklarını saptamak ve 13 konteyner terminallinin kendi aralarındaki performans sıralamasını belirleyip Mersin Limanı'nın bu sıralamadaki yerini görmek amacıyla yapılmıştır.

### 4.2. Kriterlerin oluşturulması ve verilerin elde edilmesi

Liman performans sıralaması yapmak için en önemli aşama girdi değişkeni olarak kullanılacak kriterlerin belirlenmesidir. Çalışmadaki girdi değişkenleri belirlenirken literatür araştırması yapılmış ve konteyner terminalleri performans değerlendirmesini konu alan makaleler incelenmiştir. Yapılan çalışmada literatürde en sık kullanılan değişkenlerin yer alması amaç edinilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde konteyner terminallerinin performanslarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan kriterler belirlenmiş ve açıklamaları yapılmıştır. Liman/terminal sahası alanı, rıhtım/iskele uzunluğu, rıhtım maksimum derinliği, vinç/kreyin sayısı kriterlerinin ön plana çıktığı görülerek çalışmaya dahil edilmiştir. Literatürde az sayıda çalışmada yer almasına rağmen önem arz eden teorik elleçleme kapasitesi de kriterlere eklenerek çalışmanın farklılaşması amaç edinilmiştir.

Teorik elleçleme kapasitesi; kullanım amaçlarına göre teorik, pratik, olası, atıl, fiili ve optimum kapasite olmak üzere 6'ya ayrılan kapasite kavramı faktörleri en iyi şekilde değerlendirip maximum üretim miktarına ulaşma olarak tanımlanabilir. Çalışmada limanların teorik (teknik) kapasitesi analize dahil edilmiştir. Limanlarda teorik kapasite, terminaldeki mevcut üstyapı, altyapı ve ekipmanı kullanarak duraklama yapmadan gerçekleştirilebilecek elleçleme kapasitesini göstermektedir (Emecen, 2004). Atıl kapasiteyi azaltmak, performans artırmak ve operasyonel süreçleri geliştirmek için önem arz eden bu kriter de çalışmaya dahil edilmiştir (Esmer ve Çetin, 2013). Teorik elleçleme kapasitesi kriterinin birimi çalışmada "TEU/yıl" olarak kullanılmıştır.

Rıhtım/iskele uzunluğu; kriter, çalışmanın literatür taraması bölümünde konu edilen 30 adet makalenin 19 tanesinde "rıhtım/iskele uzunluğu", girdi kriteri olarak kullanılmıştır. Rıhtım uzunluğu aylık gelecek gemi sayısını, aynı anda terminale yanaşma sıklığını, gemilerde kullanılacak ekipman sayısını, liman içi aktarma araçlarının ve elleçleme ekipmanlarının sayısının olumlu yönde artmasını sağlayacak aynı zamanda gemilerin demirde bekleme süresinin azaltarak performansa pozitif yönde katkı sağlayacaktır (Tümiş, 2008). Dünya ticaretinin artması, ülkeler arası rekabetin fazlaşması ve günümüzde mega gemi kavramının ortaya çıkması her geçen gün rıhtım uzunluklarının artmasını gerekli kılmaktadır. Rıhtımlara daha uzun gemilerin yanaşabilmesi ve rıhtımlarda aynı anda birden fazla gemiye hizmet verilebilmesinin performans açısından önemi sebebiyle "rıhtım/iskele uzunluğu" çalışmaya kriter olarak dahil edilmiştir. Kriterin birimi çalışmada "metre (m)" olarak alınmıştır.

Liman/terminal sahası alanı; terminal alanı büyük olan konteyner limanları daha etkili ve verimli kullanılacağından bu kriter performansa olumlu katkı sağlayacaktır. Literatürde pek çok çalışmanın içerisinde kriter olarak alınan "liman/terminal sahası alanı" kavramı bu çalışmanın analizinde de kullanılmıştır. Terminal alanının birimi "metrekare (m<sup>2</sup>)" olarak ifade edilmiştir. Bu çalışmada liman/terminal sahasının tamamının konteyner operasyonu için kullanıldığı kabul edilmektedir.

Rıhtım maksimum derinliği; deniz ticaretinde mega gemilerinde ortaya çıkışıyla beraber büyüyen kapasite ve boyutlara uyum sağlamak için konteyner gemilerinin yanaşacağı rıhtım su derinliklerinin de gelişen gemilere uyum sağlamak için artırılması gerekmektedir. Yeterli drafta sahip olmayan limanlar konum olarak merkezi yerde olsa bile gemi boyutları ve drafları engel teşkil edeceğinden mega gemilere hizmet vermesi zorlaşacak ve aktarma limanı olarak kullanılmasına olumsuz etki yaratacaktır (Acer, 2016). Bu nedenle literatürde de pek çok çalışmada kriter olarak kullanılan "rıhtım maksimum derinliği" bu çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada rıhtım maksimum derinliğinin birimi "- metre (m)" olarak ifade edilmiştir.

Vinç/kreyn sayısı; daha çok gemiye aynı anda hizmet verebilmek ya da aynı gemide yapılan yükleme ve boşaltma süresini azaltıp hızını artırmak için terminalerde daha fazla sayıda vinç/kreyn olması gerekmektedir. Bu vinç/kreyn sayısı fazlalığı da terminale yanaşan gemilerin operasyonlarının daha hızlı bitirilip yerine yenilerinin gelmesini sağlayacak, yükleme ve boşaltma yapılan gemilerin sayısında olumlu bir etki yaratacaktır. Terminalin elleçleme kapasitesini artırarak da liman performansına olumlu etki sağlayacaktır. Bu çalışmada da kriter olarak alınan "vinç/kreyn sayısı" literatürde pek çok çalışmada da girdi değişkeni olarak kullanılmıştır. Limanda bulunan ve konteyner elleçlemesi için kullanılan toplam MHC, MGC, STS, SSG sayıları analizde kullanılmıştır ayrıca vinç/kreyn sayısı birim olarak çalışmada "adet" alınmıştır. Vinç/kreyn kapasiteleri ve operatör performansları çalışmaya dahil edilmemiştir (Acer, 2016).

### 4.3. Entropi yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Çalışmanın bu bölümünde konteyner terminallerinin performanslarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Teorik elleçleme kapasitesi, liman (terminal) sahası, rıhtım (iskele) uzunluğu, rıhtım maksimum derinliği ve vinç (kreyn) sayısı kriterlerinin ağırlık derecelerinin belirlenmesinde Entropi yöntemi tercih edilmiştir. İkincil kaynaklı verilerle oluşturulan başlangıç karar matrisi Tablo 1.'de yer almaktadır.

**Tablo 1.** Başlangıç karar matrisi

Kriterler Terminaler	Teorik elleçleme kapasitesi	Liman (terminal) sahası	Rıhtım (iskele) uzunluğu	Rıhtım maksimum derinliği	Vinç (kreyn) sayısı
Mersin Liman	2.600.000	1.200.000	3.370	15,8	17
Terminal A	2.100.000	477.867	2.226	16,5	15
Terminal B	2.300.000	447.431	1.937	17	15
Terminal C	1.164.917	635.000	3.650	10,2	14
Terminal D	2.500.000	300.000	2.010	18	11
Terminal E	2.000.000	1250.000	2.050	36	14
Terminal F	1.000.000	1.000.000	1.652	15,5	6
Terminal G	1.300.000	460.000	922	16	8
Terminal H	1.000.000	310.337	1.455	30	8
Terminal I	1.500.000	420.000	850	16	3
Terminal J	855.000	265.000	1.286	18,5	9



Terminal K	750.000	160.000	1.080	21,5	7
Terminal L	1.000.000	485.000	784	28	5

Denklem (1) kullanılarak başlangıç karar matrisinde normalize işlemi yapılmıştır. Ardından Denklem (2) kullanılarak normalize edilmiş karar matrisiyle  $e_j$  Entropi değeri hesaplanmıştır. Tablo 2’de  $e_j$  Entropi değerleri gösterilmiştir.

**Tablo 2.**  $e_j$  Entropi değerleri tablosu

	<b>Teorik elleçleme kapasitesi</b>	<b>Liman (terminal) sahası</b>	<b>Rıhtım (iskele) uzunluğu</b>	<b>Rıhtım maksimum derinliği</b>	<b>Vinç (kreyn) sayısı</b>
$e_j$	0,967040709	0,935831924	0,956725701	0,978415918	0,963136233

Denklem (3) yardımıyla kriterlerin ağırlıkları tek tek hesaplanmıştır. Her bir kriter için hesaplanan ağırlık değerleri Tablo 3.’te gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Entropi yöntemi kullanılarak kriter ağırlıklarının belirlenmesi

	<b>Teorik elleçleme kapasitesi</b>	<b>Liman (terminal) sahası</b>	<b>Rıhtım (iskele) uzunluğu</b>	<b>Rıhtım maksimum derinliği</b>	<b>Vinç (kreyn) sayısı</b>
Kriter Ağırlıkları	0,165749919	0,322696667	0,217623359	0,108544805	0,185385248

Kriter ağırlıkları incelendiğinde; *liman (terminal) sahası* (0,322696667) değeriyle liman performansı için en önemli kriter olarak kabul edilmiştir. (0,217623359) değeri ile *rıhtım (iskele) uzunluğu*, (0,185385248) değeri ile *vinç (kreyn) sayısı*, (0,165749919) değeri ile *teorik elleçleme kapasitesi* kriterleri bu sıralamayı takip etmektedir. (0,108544805) değeri ile *rıhtım maksimum derinliği* ise önemi en az olan kriter olarak belirlenmiştir.

#### 4.4. TOPSIS yöntemi ile alternatiflerin sıralaması ve analiz edilmesi

Çalışmada 13 karar noktası (terminal) yer almıştır. Bu terminaller 5 kriter ile değerlendirilip TOPSIS yöntemiyle analize tabi tutulmuştur. Yapılan analiz sonuçları aşağıda gösterilmiştir;

Adım 1’de belirtilen satırlarda Mersin Limanı, Terminal A, Terminal B, Terminal C, Terminal D, Terminal E, Terminal F, Terminal G, Terminal H, Terminal I, Terminal J, Terminal K, Terminal L olmak üzere 13 terminalin, sütunlarda ise *teorik elleçleme kapasitesi*, *liman (terminal) sahası*, *rıhtım (iskele) uzunluğu*, *rıhtım maksimum derinliği*, *vinç (kreyn) sayısı* olmak üzere 5 kriterin yer aldığı (13x5) boyutlu başlangıç karar matrisi Denklem (6)’nın yardımıyla Adım 2’deki işlemlere tabii tutulmuş ve normalizasyonu gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.’te standart karar matrisi gösterilmiştir.

**Tablo 4.** Standart karar matrisi

<b>Terminaller</b>	<b>Teorik elleçleme kapasitesi</b>	<b>Liman (terminal) sahası</b>	<b>Rıhtım (iskele) uzunluğu</b>	<b>Rıhtım maksimum derinliği</b>	<b>Vinç (kreyn) sayısı</b>
Mersin Liman	0,4315	0,5512	0,4826	0,2124	0,4326
Terminal A	0,3485	0,2195	0,3188	0,2218	0,3817
Terminal B	0,3817	0,2055	0,2774	0,2285	0,3817
Terminal C	0,1933	0,2917	0,5227	0,1371	0,3563

Terminal D	0,4149	0,1378	0,2879	0,2419	0,2799
Terminal E	0,3320	0,5742	0,2936	0,4839	0,3563
Terminal F	0,1660	0,4593	0,2366	0,2083	0,1527
Terminal G	0,2158	0,2113	0,1320	0,2151	0,2036
Terminal H	0,1660	0,1425	0,2084	0,4032	0,2036
Terminal I	0,2490	0,1929	0,1217	0,2151	0,0763
Terminal J	0,1419	0,1217	0,1842	0,2487	0,2290
Terminal K	0,1245	0,0735	0,1547	0,2890	0,1781
Terminal L	0,1660	0,2228	0,1123	0,3763	0,1272

Tablo 5.'de yer alan kriter ağırlıkları Entropi yöntemiyle hesaplanmıştır. Adım 3'te yer alan ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisi (V)'nin oluşması için normalize edilmiş standart karar matrisinin sütun değerleri, ilgili kriterlerin ağırlık değerleri ile çarpılmıştır. İşlem yapılırken Denklem (7) kullanılmıştır. Oluşturulan V matrisinin sütunları Tablo 5.'de gösterilmiştir. Adım 4'te yer alan Denklem (8)'den yararlanılarak ideal çözüm setinin oluşturulması için V matrisinin sütun değerlerinden en büyükleri seçilmiştir. Negatif ideal çözüm setinin oluşturulması içinse Denklem (9)'dan yararlanılarak V matrisinin sütun değerlerinden en küçükleri seçilmiştir. Seçilen A<sup>+</sup> ve A<sup>-</sup> değerleri Tablo 5.'de gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisi

<b>Kriter ağırlıkları</b>	0,165749919	0,32269667	0,217623359	0,108544805	0,185385248
<b>Terminaler</b>	<b>Teorik elleçleme kapasitesi</b>	<b>Liman (terminal) sahası</b>	<b>Rıhtım (iskele) uzunluğu</b>	<b>Rıhtım maksimum derinliği</b>	<b>Vinç (kreyin) sayısı</b>
Mersin Liman	0,0715	0,1779	0,1050	0,0231	0,0802
Terminal A	0,0578	0,0708	0,0694	0,0241	0,0708
Terminal B	0,0633	0,0663	0,0604	0,0248	0,0708
Terminal C	0,0320	0,0941	0,1138	0,0149	0,0661
Terminal D	0,0688	0,0445	0,0626	0,0263	0,0519
Terminal E	0,0550	0,1853	0,0639	0,0525	0,0661
Terminal F	0,0275	0,1482	0,0515	0,0226	0,0283
Terminal G	0,0358	0,0682	0,0287	0,0233	0,0377
Terminal H	0,0275	0,0460	0,0453	0,0438	0,0377
Terminal I	0,0413	0,0623	0,0265	0,0233	0,0142
Terminal J	0,0235	0,0393	0,0401	0,0270	0,0425
Terminal K	0,0206	0,0237	0,0337	0,0314	0,0330

Terminal L	0,0275	0,0719	0,0244	0,0408	0,0236
A*	0,07153	0,18528	0,11376	0,05252	0,08020
A-	0,02063	0,02372	0,02444	0,01488	0,01415

Adım 5'te yer alan Denklem (10) ve Denklem (11)'den yararlanılarak pozitif ( $S_i^+$ ) ve negatif ( $S_i^-$ ) ideal noktalarına olan uzaklıkları hesaplanmıştır. Adım 6'da yer alan Denklem (12) kullanılarak ideal çözüme göreli yakınlık değerleri ( $C_i^*$ ) hesaplanmış ve terminaller kendi aralarında sıralanmıştır. Tablo 6.'da terminal sıralamaları gösterilmektedir.

**Tablo 6.** Pozitif ideal çözüm, negatif ideal çözüm, ideal çözüme göreli yakınlık değeri ve alternatiflerin sıralanması

Terminaller	$S_i^*$	$S_i^-$	$C_i^*$	SIRA
Mersin Liman	0,0316	0,1931	0,8593	1
Terminal A	0,1271	0,0944	0,4261	5
Terminal B	0,1339	0,0907	0,4039	6
Terminal C	0,1072	0,1656	0,6071	3
Terminal D	0,1547	0,0759	0,3291	7
Terminal E	0,0544	0,1815	0,7694	2
Terminal F	0,1038	0,1295	0,5551	4
Terminal G	0,1577	0,0534	0,2530	9
Terminal H	0,1670	0,0487	0,2258	10
Terminal I	0,1699	0,0446	0,2078	11
Terminal J	0,1764	0,0380	0,1772	12
Terminal K	0,1944	0,0267	0,1208	13
Terminal L	0,1616	0,0560	0,2572	8

Çalışmada yer alan 13 konteyner terminalinin birbirlerine göre performansı sırasıyla (0,8593) oranla Mersin Limanı, (0,7694) oranla Terminal E, (0,6071) oranla Terminal C, (0,5551) oranla Terminal F, (0,4261) oranla Terminal A, (0,4039) oranla Terminal B, (0,3291) oranla Terminal D, (0,2572) oranla Terminal L, (0,2530) oranla Terminal G, (0,2258) oranla Terminal H, (0,2078) oranla Terminal I, (0,1772) oranla Terminal J, (0,1208) oranla Terminal K olarak belirlenmiştir.

## 5. Tartışma ve sonuçlar

Düşük maliyet ile hacimce büyük yükleri taşıma kolaylığı sağlayan denizyolu ticaretinin önemi, denize kıyısı olan ülkeler için her geçen gün daha da artmaktadır. Taşınmasının kolay olması, tekrar kullanılabilirliği özelliğinin bulunması, hasarı en aza indirip yükün emniyetli taşınmasına olanak sağlaması gibi pek çok avantajı içeren konteyner yükünün sayısının sürekli artmasıyla konteyner taşımacılığı denizyolu ticaretinde daha da ön plana çıkmaktadır. Bu da konteyner terminallerin, sürekli kendini yenilemesini ve mevcut donanımını en iyi şekilde kullanmasını zorunlu kılmaktadır. Kumru (2012)'nin de çalışmasında belirttiği gibi kurumsal

performans yönetimi her geçen gün daha fazla öne çıkmaktadır ve liman performans değerlendirmesi kavramı da ticaret yapan tüm ülkeler için bu sebeple önem arz etmektedir.

Yapılan analizin sonucunda literatürde de Estache ve diğ. (2002), Wu ve Goh (2010), Schoyen ve Odeck (2013), Kammoun (2018) ve Birafane ve El Abdi (2019) gibi çalışmalar başta olmak üzere daha pek çok çalışmada yer alan liman (terminal) sahası ağırlığı fazla olduğu için en önemli kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapısal olarak alanı daha geniş terminallerin oluşturulması, performansı olumlu etkileyen en önemli unsurlardan biridir.

Rıhtım (iskele) uzunluğu, önem sırasına göre ikinci kriter olarak belirlenmiştir. Nottebomm ve diğ. (2000), Cullinane ve diğ. (2002) ve Song ve Cui (2014)'nin içinde yer aldığı pek çok çalışmada kriter olarak kullanılmıştır. Bir terminalin rıhtım uzunluğunun fazlalığı, performansa olumlu bir etki yaratacaktır. Rıhtıma aynı süre içerisinde daha fazla ya da tonajı daha yüksek olan gemiler yanaşacak ve elleçleme operasyonlarındaki hareket sayısı o ölçüde artacaktır. Musso ve Sciomachen (2020)'nin de belirttiği gibi mega gemilerin limanlarda yer alması performansa olumlu etki yaratacaktır. Al-Eraqi ve diğ. (2008), Schoyen ve Odeck (2013) ve Rajasekar ve Deo (2014)'ya göre de fiziki büyüklük liman performansını artırıcı bir etki yaratacaktır. Bichou (2013)' da ölçüğü büyük olan limanların performansının yüksek olduğunu belirterek çalışmada bu kriterin önemini vurgulamıştır.

Vinç (kreyn) sayısı da çalışmada üçüncü kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir terminalde ne kadar fazla sayıda çalışan vinç (kreyn) varsa, konteyner elleçleme verimi de bir o kadar artmaktadır. Örneğin 2 vincin 2 saat çalışarak yaptığı konteyner elleçleme hareketini, 4 vinç (kreyn) 1 saat içerisinde bitirilebilmektedir. Bu da terminaldeki gemilerin operasyonel işlerinin daha hızlı tamamlanıp rıhtımdan daha kısa sürede ayrılmasını sağlayacaktır. Dolayısıyla bu kriter günlük, aylık ya da yıllık limana yanaşan gemi sayısının artmasına yol açacak ve Wang ve diğ. (2003), Tongzon ve Heng (2005), Hung ve diğ. (2010) ve Trujillo ve diğ. (2013)'nin de çalışmada belirttiği gibi performansa pozitif etki sağlayacaktır.

Literatürde daha az çalışmada yer almasına rağmen Kalgora ve diğ. (2019)'nin de çalışmada belirttiği gibi performansa katkı sağlayan teorik elleçleme kapasitesi de çalışmada dördüncü önem arz eden kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Han (2018)'a göre de bu kriter önem arz etmekte ve liman kapasitesinin artırılması performansa olumlu etki yaratmaktadır.

Almawsheki ve Shah (2015), Kutin ve diğ. (2017) ve Hlali (2018)'in de çalışmasına dahil ettiği ve tonajı daha yüksek olan bu sebeple draftı daha fazla olan gemilerin terminallere giriş çıkışını etkileyen rıhtım maksimum derinliği ise önemi diğerlerine göre daha az olan kriter olarak çalışmada belirlenmiştir.

Çalışmada Entropi yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlendikten sonra 13 liman TOPSIS yöntemiyle sıralamaya tabii tutulmuştur. Yöntem uygulanırken Türkiye Limancılık Sektörü 2022 yılı verilerinden yararlanılmıştır. Mersin Limanı, liman sahası ve rıhtım uzunluğu ile 2. sırada yer alsa da en fazla vinç (kreyn) sayısına sahip olması ve elleçleme miktarının fazlalığı ile rıhtım maksimum derinliğinin de diğer terminallere göre iyi durumda olmasıyla performansı en yüksek liman olarak belirlenmiştir. Terminal E ise, en büyük liman sahası olmasına rağmen diğer girdi kriterlerinin değerleri Mersin Limanı'nın gerisinde kalmasıyla birlikte performans sıralamasında ikinci sırada yer almıştır. Terminal C üçüncü, Terminal F dördüncü, Terminal A ise beşinci sıradadır. Terminal K ise en düşük liman sahası büyüklüğü, en kısa rıhtım uzunluğu ve en az vinç (kreyn) sayısı ile performansı en düşük terminal olarak analiz edilmiştir.

Mersin Limanı ise kriterler bazında incelendiğinde 13 konteyner terminali içerisinde liman sahasında ikinci sırada, rıhtım uzunluğunda ikinci sırada, vinç sayısında birinci sırada, elleçleme kapasitesinde birinci sırada, rıhtım derinliğinde ise onbirinci sırada yer almaktadır. Bahse konu olan liman Türkiye'de denizyolu ticareti için yüksek bir potansiyele sahiptir. Bölge ekonomisine katkısı yadsınamaz bir gerçektir. Verilere göre 2018 yılında 1.722.711 TEU, 2019 yılında 1.939.029 TEU, 2020 yılında 2.009.724 TEU, 2021 yılında 2.097.349 TEU elleçleyen Mersin Limanı'nın diğer limanlar içindeki payı her geçen yıl daha da artmaktadır (TÜRKLİM, 2022).

Çalışmada; Türkiye'deki konteyner terminallerinin performansları Entropi ve TOPSIS yöntemlerinin hibrit olarak kullanımı ile karşılaştırılmaktadır. Çalışmada, literatürde konteyner terminallerinin performansını değerlendirmek için en çok kullanılan kriterlerin belirlenmesi, bu kriterlerin ağırlıklandırılması ve kriter ağırlıklandırması sonunda bu terminallerin performans sıralamasının yapılması amaç edinilmiştir. Çalışma bulgularına göre Wanke (2013)'nin de çalışmada belirttiği gibi alt yapı ve üst yapının, performansa katkısının fazla olduğu ortaya çıkmış, ayrıca sıralaması yüksek çıkan terminallerin yapısal ve donanımsal olarak diğer terminallerden daha iyi olduğu gözlenmiştir. Aynı şekilde Woo ve diğ. (2011)'nin de çalışmada belirttiği gibi liman performansının çok yönlü olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmaya göre, rıhtım uzunluğu, rıhtım maksimum

derinliği, liman sahası alanı gibi yapısal özelliklerin değiştirilmesi zor olsa da eldeki mevcut kaynakların ve donanımın en iyi şekilde kullanılması limanların iyi bir performans sergilemesini mümkün kılmaktadır. Performans analizleri yapılırken de tek bir yöntemle bağlı kalmak doğru değildir. Pek çok yöntem birbiri ile birlikte analizlerde hibrit olarak kullanılabilir. Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde liman performans değerlendirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda (Roll ve Hayuth, 1993, Martinez-Budria ve diğ., 1999, Tongzon, 2001, Itoh, 2002, Wiegman ve diğ., 2004) VZA'nın en çok tercih edilen yöntem olduğu görülmektedir. Bu çalışma ise konteyner terminallerinin performans analizi yapılırken ÇKKV yöntemlerinden olan Entropi ve TOPSIS yöntemlerinin beraber kullanılabilirliğini gösteren bir çalışmadır. Çalışmada, TOPSIS yönteminin uygulanabilmesi için öncelikle Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Belirlenen bu ağırlıklar TOPSIS yöntemine dahil edilerek konteyner terminallerinin performans sıralaması yapılmıştır.

Denizcilik alanı ile ilgili yapılacak çalışmalar için konteyner performans değerlendirmesinde kullanılmak üzere bu çalışmanın literatüre katkı sağlayarak diğer çalışmalara örnek teşkil edeceği öngörülmektedir. Literatürde lojistik ve işletme alanında yaygın olarak kullanılmasına rağmen denizcilik alanında bu iki yöntemin az sayıda çalışmada yer aldığı görülmektedir. Yapılan çalışmaya uygunluğu, avantajlarının dezavantajlarına göre daha fazla olması ve denizcilik alanında tercih edilirliliğini de olumlu yönde etkilemek amacıyla çalışmada hibrit olarak kullanılabilen bu çok kriterli karar verme yöntemleri seçilmiştir. Limanın daha aktif kullanılması, ülke olarak deniz ticaretine önem verilmesi ve deniz ticaretini engelleyen risklerin azaltılmasına yönelik bürokratik girişimlerin olması performansı yüksek olan Mersin Limanı'na daha da olumlu bir katkı sağlayacaktır. Yeni teknoloji vinç (kreyn) sistemlerinin sayısının çoğaltılması liman performansını artırıcı bir etki yaratacaktır. Mersin Limanı, Türkiye'deki diğer konteyner limanlarına göre iyi bir yerde olsa da dünya limanları ile rekabet edebilmek için yapısal olarak geliştirilmelidir. Yanaşma yeri uzunlukları artırılmalı ve mevcut liman sahası genişletilmelidir. Yüksek tonajlı gemilerin uğrak yapabilmesi için mutlaka diğer limanlara göre daha sığ olan rıhtım maksimum derinliği iyileştirilmelidir. Performansı düşük çıkan limanların günümüz teknolojisine ulaşması için sürekli kendini yenilemesi alt yapı ve üst yapı özelliklerini sürekli güncellemesi gerekmektedir. Daha fazla yük elleçleyebilmek için ekipmanlarını artırmak ve fiziki olarak da yapılandırmaya gitmesi gerekmektedir. Ayrıca yönetimle alakalı yeni kararlar alıp, bu kararları uygulamaya geçirmek limanlara fayda sağlayacaktır.

Bu çalışma sonucunda performans değerlendirme yöntemleri için daha yaygın olarak kullanılsa da VZA'nın tek yöntem olmadığı gösterilmiştir. Bu çalışma ile çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan TOPSIS ve Entropinin de denizcilik alanında konteyner terminali performans değerlendirilmesinde kullanılabilirliği gösterilerek literatüre katkı sağlanmıştır.

Limanalara ait liman/terminal sahasının tamamının konteyner operasyonu için kullanıldığının varsayılması ise bu çalışmanın kısıtlarından biridir. Literatürdeki çalışmalarda yer alan diğer kriterlere ait verilerin çalışmada kullanılmayıp bazılarının yer almaması, ayrıca vinç (kreyn) sayısı kriterini oluştururken operatörün ne kadar verimli çalıştığını ve vinçlerin özelliklerini dahil etmemek de çalışmanın bir diğer kısıtıdır. Mevcut çalışmada da her çalışmada olduğu gibi kısıtlar bulunsada metodolojisinin diğer çalışmalara ışık tutacağı öngörülmektedir. Yapılacak diğer çalışmalarda da kullanılmak üzere seçilen limanlar ve girdi değişkenleri çeşitlilik gösterebilecektir fakat çalışmalarda performans endeks değerinin doğru bulunabilmesi için kriterler kabul görmüş olmalı ve ağırlıklar ise bilimsel yöntemler ile hesaplanmalıdır. Çalışma daha farklı bölgelerde daha farklı limanlar için de uygulanabilir, ayrıca doğrudan liman işletmelerinden veriler elde edilebilirse diğer kriterler ile çalışma çeşitlendirilebilir. Günümüzde jeopolitik konumuyla avantaja sahip olan Türkiye'nin konteyner terminaleri, ithal ve ihraç malların aktarımının yapıldığı limanlar olarak işlev göstermekte ve bu sebeple konteyner taşımacılığında önemli bir konuma hala gelememektedir. Yapılacak çalışmalar sadece Türkiye limanları ile sınırlı kalmayıp dünya limanlarını da içerirse konteyner terminallerinin performans olarak konumu daha geniş bir biçimde görülebilecektir. Gelecek çalışmalarda farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak, bu çalışmada ele alınan performans kriterleri ile değerlendirme yapılması mümkündür.

### **Araştırmacıların katkısı**

Bu çalışmada; Yeliz ÇELİK, araştırmanın tasarlanması, verilerin toplanması, analizlerin yapılması, bulguların değerlendirilmesi ve makalenin hazırlanması; Murat YORULMAZ araştırma sürecinin tasarlanması, izlenmesi, kontrolü, değerlendirilmesi ve makalenin hazırlanması kısımlarına katkı sağlamıştır.

### **Çıkar çatışması**

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

## Kaynaklar

- Abdullah L. & Otheman A. (2013). A new weight for sub-criteria in interval type-2 fuzzy TOPSIS and its application. *I. J. Intelligent Systems and Applications*, 02, 25-33. Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/publication/276231334\\_A\\_New\\_Entropy\\_Weight\\_for\\_Sub-Criteria\\_in\\_Interval\\_Type-2\\_Fuzzy\\_TOPSIS\\_and\\_Its\\_Application](https://www.researchgate.net/publication/276231334_A_New_Entropy_Weight_for_Sub-Criteria_in_Interval_Type-2_Fuzzy_TOPSIS_and_Its_Application)
- Acer, A. (2016). *Liman konteyner terminal etkinliklerinin veri zarflama analizi ile belirlenmesi* (Doktora Tezi). Erişim adresi: <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/55097.pdf>
- Acer, A. ve Kalender, S. (2020). Antrepoların performansının entropi ve TOPSIS yöntemiyle değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 65, 1-20. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dpusbe/issue/56154/653910>
- Akandere, G. (2021). Yeşil sertifikalı limanların performansının entegre entropi-TOPSIS yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 39(4), 515-535. doi: <https://doi.org/10.17065/huniibf.888903>
- Al-Eraqi, A. S., Mustafa, A., Khader, A. T. & Barros, C. P. (2008). Efficiency of middle eastern and east african seaports: application of DEA Using Window Analysis. *European Journal of Scientific Research*, 23(4), 597-612. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/230554337\\_Efficiency\\_of\\_Middle\\_Eastern\\_and\\_East\\_African\\_Seaports\\_Application\\_of\\_DEA\\_Using\\_Window\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/230554337_Efficiency_of_Middle_Eastern_and_East_African_Seaports_Application_of_DEA_Using_Window_Analysis)
- Almawsheki, E. S. & Shah, M. Z. (2015). Technical efficiency analysis of container terminals in the middle eastern region. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 31(4), 477-486. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2016.01.006>
- Bakırcı, F., Shiraz S. & Sattary A. (2014). BIST’da demir, çelik metal ana sanayii sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin finansal performans analizi: VZA süper etkinlik ve TOPSIS uygulaması. *Ege Akademik Bakış*, 14(1), 9-19. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/560021>
- Bayram, G. (2019). Turist rehberlerinde duygusal zekâ, motivasyon, performans ilişkisi. *Turizm Akademik Dergisi*, 6(2), 43-59. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/touraj/issue/50389/553724>
- Bichou, K. (2013). An empirical study of the impacts of operating and market conditions on container-port efficiency and benchmarking. *Research in Transportation Economics*, 42(1), 28-37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.11.009>
- Birafane, M. & El Abdi, M. (2019). Efficiency of Moroccan seaports: application of DEA using window analysis. *Engineering*, 11(02), 107-118. doi: <https://doi.org/10.4236/eng.2019.112009>
- Ceyhan, İ. F. ve Demirci, F. (2017). MULTIMOORA yöntemiyle finansal performans ölçümü: leasing şirketlerinde bir uygulama. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(15), 277-296. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bartiniibf/issue/30498/329992>
- Chen, F., Wang, J. & Deng, Y. (2015). Road safety risk evaluation by means of improved entropy TOPSIS-SR. *Safety Science*, 79, 39-54. Retrieved from [https://www.academia.edu/42895311/Road\\_safety\\_risk\\_evaluation\\_by\\_means\\_of\\_improved\\_entropy\\_TOPSIS\\_RSR](https://www.academia.edu/42895311/Road_safety_risk_evaluation_by_means_of_improved_entropy_TOPSIS_RSR)
- Cheon, S., Dowall, D. E. & Song, D. W. (2009). Typology of long term port efficiency improvement paths: malmquist total factor productivity for world container ports. *Journal of Infrastructure Systems*, 15(4), 340-350. doi: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0342\(2009\)15:4\(340\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2009)15:4(340))
- Cullinane, K., Song, D. W. & Gray, R. (2002). A stochastic frontier model of the efficiency of major container terminals in Asia: assessing the influence of administrative and ownership structures. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 36(8), 743-762. doi: [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(01\)00035-0](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(01)00035-0)

Cullinane, K. & Wang, T. (2010). The efficiency analysis of container port production using dea panel data approaches. *OR Spectrum*, 32(3), 717-738. doi: <https://doi.org/10.1007/s00291-010-0202-7>

Cullinane, K., Wang, T. F., Song, D. W. & Ji, P. (2006). The technical efficiency of container ports: comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(4), 354-374. Retrieved from [https://www.academia.edu/51806499/The\\_technical\\_efficiency\\_%20of\\_%20container\\_ports\\_Comparing\\_data\\_envelopment\\_analysis\\_and\\_stochastic\\_frontier\\_analysis](https://www.academia.edu/51806499/The_technical_efficiency_%20of_%20container_ports_Comparing_data_envelopment_analysis_and_stochastic_frontier_analysis)

Çetin, O. (2009). Denizcilik sektöründe mukayeseli bir model. *Güvenlik Stratejileri Dergisi*, 5(10), 30-55. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/guvenlikstrjtj/issue/7533/99198>

Demirci, F. (2017). Entropi tabanlı TOPSIS yöntemiyle Borsa İstanbul'da uygulama gören futbol kulüplerinin sportif, itibar ve değeri fair play performanslarının karşılaştırmalı analizi (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://acikerisim.bartın.edu.tr/handle/11772/331?show=full>

Dumanoğlu, S. ve Ergül, N. (2010). İMKB'de işlem gören teknoloji şirketlerinin mali performans ölçümü. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 48, 101-111. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mufad/issue/35627/396007>

Ece, N. (2019). Holding şirketlerinin finansal performans sıralamasının entropi tabanlı TOPSIS yöntemleri ile incelenmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 63-73. doi: <https://doi.org/10.29106/fesa.522709>

Ecer, F. (2020). Çok kriterli karar verme geçmişten günümüze kapsamlı bir yaklaşım. Seçkin Yayıncılık.

Ekin, E. ve Cesur, İ. G. (2022). Entropi tabanlı TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile bankaların finansal performanslarının değerlendirilmesine ilişkin bir uygulama. *Journal of Turkish Operations Management*, 6(2), 1327-1344. doi: <https://doi.org/10.56554/jtom.1038025>

Emecen, G., E. (2004). *Marmara Bölgesi limanlarının çok kanallı kuyruk teorisiyle talep ve işletme yönetim modelinin geliştirilmesi* (Doktora Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=ripouKv7MSfSJZvTKNogw&no=6Xx1-tVndvmqBGBdnqRARQ>

Erdoğan, B. (2022). BİST'e Kayıtlı Bankaların Finansal Performansının AHP-SD Tabanlı PIV Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Pamukkale Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 52, 93-109. Erişim adresi: <https://doi.org/10.30794/pausbed.1059473>

Eren, K. ve Soba, M. (2011). TOPSIS yöntemini kullanarak finansal ve finansal olmayan oranlara göre performans değerlendirilmesi, şehirlerarası otobüs sektöründe bir uygulama. *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 11(21), 23-40. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/susead/issue/28414/302372>

Erkayman, B., Kocadağıstan, M. ve Albayrak, Ö. (2020). Belediyelerde performans ölçümü için D-ANP temelli bir kurumsal performans kartı uygulaması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(4), 1491-1511. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1181674>

Ersoy, N. (2018). Entropy tabanlı bütünlük ÇKKV yaklaşımı ile kurumsal sürdürülebilirlik performans ölçümü. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 18(3), 367-385. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eab/issue/41358/499959>

Esmer, S. ve Çetin, Ç. K. (2013). *Liman işletme yönetimi*. Cerit, A. G., Deveci, A., Esmer, S. (Ed.), *Denizcilik işletmeleri yönetimi* (379-415), Beta Yayınları.

Estache, A., Gonzalez, M. & Trujillo, L. (2002), Efficiency gains from port reform and the potential for yardstick competition: lessons from Mexico. *World Development*, 30(4), 545-560. doi: [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00129-2](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00129-2)

- Gezen, A. (2019). Türkiye’de faaliyet gösteren katılım bankalarının entropi ve WASPAS yöntemleri ile performans analizi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 84, 213-232. doi: <https://doi.org/10.25095/mufad.625812>
- Han, C. H. (2018). Assessing The impacts of port supply chain integration on port performance. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 34(2), 129-135. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2018.06.009>
- Hlali, A. (2018). Efficiency analysis with different models: the case of container ports. *Journal of Marine Science: Research & Development*, 8(2), 250. doi: <https://doi.org/10.4172/2155-9910.1000250>
- Hung, S. W., Lu, W. M. & Wang, T. P. (2010). Benchmarking the operating efficiency of Asia container ports. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 706-713. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.09.005>
- Itoh, H. (2002). Efficiency changes at major container ports in Japan: a window application of data envelopment analysis. *Review of Urban & Regional Development Studies*, 14(2), 133-152. doi: <https://doi.org/10.1111/1467-940X.00052>
- Kalgora, B., Goli, S. Y., Damigou, B., Abdoulkarim, H. T. & Amponsem, K. K. (2019). Measuring West-Africa ports efficiency using data envelopment analysis. *Journal of Transportation Technologies*, 9(3), 287-308. doi: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=92775>
- Kallo, Z. (2015). *Katılım bankalarının performanslarının değerlendirilmesi: TOPSIS ve PROMETHEE yöntemi ile uluslararası karşılaştırma* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://avesis.deu.edu.tr/yonetilen-tez/d071a1db-d3d2-474e-a0a7-fdeb60834ea/katilim-bankalarinin-performanslarinin-degerlendirilmesi-topsi%20s-ve-promethee-yontemi-ile-uluslararasi-karsilastirma>
- Kammoun, R. (2018). The technical efficiency of Tunisian Ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis scores. *Logistics & Sustainable Transport*, 9(2), 73-84. doi: <https://doi.org/10.2478/jlst-2018-0011>
- Karaođlan, S. (2016). *BİST kimya petrol plastik endeksi’ndeki (XKMYA) işletmelerinin finansal performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri ile ölçümü* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: [https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=w6rBDWh4Ns3LxW3bbkLy8w&no=ysMfuSvFxrRbE\\_QfW63fD3A](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=w6rBDWh4Ns3LxW3bbkLy8w&no=ysMfuSvFxrRbE_QfW63fD3A)
- Kıracı, K. ve Asker, V. (2019). Hava aracı leasing şirketlerinin performans analizi: entropi temelli TOPSIS uygulaması. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 24, 17-28. doi: <https://doi.org/10.18092/ulikidince.580420>
- Kısa, A. C., Çelik, P. ve Peker, İ. (2022). Entropi tabanlı TOPSIS ve aras yaklaşımı ile özelleştirilmiş limanların performans değerlendirmesi. *Benchmarking: An International Journal*, 29(1), 118-135.
- Kumru, M. (2012). kurumsal performans değerlendirmenin önemi, gelişimi ve uygulama örnekleri. *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği* 32. *Ulusal Kongresi-YAEM*, İstanbul, Türkiye, 20-22 Haziran 2012. Erişim adresi: <https://kutuphane.dogus.edu.tr/mvt/pdf.php?pdf=0014788&lng=0>
- Kutin, N., Nguyen, T. T. & Vallee, T. (2017). Relative efficiencies of ASEAN container ports based on data envelopment analysis. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(2), 67-77. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2017.06.004>
- Martinez-Budria, E., Diaz-Armas, R., Navvaro-Ibanez, M. & Ravelo-Mesa, T. (1999). A study of the efficiency of Spanish port authorities using data envelopment analysis. *International Journal of Transport Economics*, 26(2), 237-253. Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/publication/276204733\\_A\\_Study\\_of\\_the\\_Efficiency\\_of\\_Spanish\\_Port\\_Authorities\\_Using\\_Data\\_Envelopment\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/276204733_A_Study_of_the_Efficiency_of_Spanish_Port_Authorities_Using_Data_Envelopment_Analysis)
- Metin, S., Yaman, S. ve Korkmaz, T. (2017). Finansal performansın TOPSIS ve MOORA yöntemleri ile belirlenmesi: BİST enerji firmaları üzerine karşılaştırmalı bir uygulama. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 371-394. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/ksusbd/issue/31599/319321>



- Musso, E. & Sciomachen, A. (2020). Impact of megaships on the performance of port container terminals. *Maritime Economics & Logistics*, 22, 432-445. doi: <https://link.springer.com/article/10.1057/s41278-019-00120-y>
- Notteboom, T., Coeck, C. & Van Den Broeck, J. (2000). Measuring and explaining the relative efficiency of container terminals by means of bayesian stochastic frontier models. *International Journal of Maritime Economics*, 2(2), 83-106. doi: <https://link.springer.com/article/10.1057/ijme.2000.9>
- Öznel, A. ve Yavuz, H. (2019). Entropi tabanlı TOPSIS yöntemi ile finansal performans analizi: mobilya ve ağaç işleri sektörlerinde bir uygulama. 5. *Uluslararası Ekonomi Yönetimi ve Pazar Araştırmaları Kongresi*, 175-182, İstanbul.
- Park, R. K. & De, P. (2015). An alternative approach to efficiency measurement of seaports. in port management. *Maritime Economics & Logistics*, 6(1), 273-292. doi: <https://link.springer.com/article/10.1057/palgrave.mel.9100094>
- Rajasekar, T. & Deo, M. (2014). Does size influence the operational efficiency of the major ports of India?-a study. *IUP Journal of Operations Management*, 13(1), 20-39.
- Rios, L. R. & Maçada, A. C. G. (2006). Analysing the relative efficiency of container terminals of mercosur using DEA. *Maritime Economics & Logistics*, 8(4), 331-346. Erişim adresi: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkozje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2460521](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkozje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2460521)
- Roll, Y. & Hayuth, Y. (1993). Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA). *Maritime Policy and Management*, 20(2), 153-161. doi: <https://doi.org/10.1080/03088839300000025>
- Santos, B. M., Godoy, L. P. & Campos, L. M. S. (2019). Performance Evaluation of Green Suppliers Using Entropy-TOPSIS-F. *Journal of Cleaner Production*, 207, 498-509.
- Schøyen, H. & Odeck, J. (2013). The technical efficiency of Norwegian container ports: a comparison to some Nordic and UK container ports using data envelopment analysis (DEA). *Maritime Economics & Logistics*, 15(2), 197-221. doi: <https://link.springer.com/article/10.1057/mel.2013.3>
- Şen, E., Tama, Ö. (2015). The Effect of Communication Centers on Efficiency in Local Governance: The Case Study of Municipality of Başakşehir. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 1-41. Erişim adresi: <https://doi.org/10.17336/igusbd.41127>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423. doi: <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Song, B. & Cui, Y. (2014). productivity changes in Chinese container terminals 2006–2011. *Transport Policy*, 35, 377-384. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.04.011>
- Song, D-W. & Han, C-H. (2004). An Econometric approach to performance determinants of Asian Container Terminals. *International Journal of Transport Economics*, 31(1), 39-53. Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/publication/267752735\\_An\\_Econometric\\_Approach\\_to\\_Performance\\_Determinants\\_of\\_Asian\\_Container\\_Terminals](https://www.researchgate.net/publication/267752735_An_Econometric_Approach_to_Performance_Determinants_of_Asian_Container_Terminals)
- Suárez-Alemán, A., Sarriera, J. M., Serebrisky, T. & Trujillo, L. (2016). When it comes to container port efficiency, are all developing regions equal?. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 86, 56-77. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.01.018>
- Sun, F. & Yu, J. (2021). Improved energy performance evaluating and ranking approach for office buildings using simple-normalization, entropy-based topsis and k-means method. *Energy Reports*, 7, 1560-1570. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.03.007>
- Süral, S. (2016). The opinions of primary teacher candidates towards evaluation performances of instructors. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 3(1), 23-39. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijate/issue/22371/239556>

- Şahin, İ. E. ve Karacan, K. B. (2019). BİST'DA işlem gören inşaat işletmelerinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile finansal performans ölçümü. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 3(2), 162-172. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/pub/ijmsit/issue/50263/654582>
- Temür, A. (2022). Borsa İstanbul Turizm Endeksi (XTRZM) Firmalarının entropi temelli ARAS, COPRAS ve TOPSIS yöntemleri ile finansal performans analizi. *Journal of Productivity*, 2, 183-212. doi: <https://doi.org/10.51551/verimlilik.907897>
- Tongzon, J. (2001). Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(2), 107-122. doi: [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(99\)00049-X](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(99)00049-X)
- Tongzon, J. & Heng, W. (2005). Port privatization, efficiency and competitiveness: some empirical evidence from container ports (terminals). *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(5), 405-424. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2005.02.001>
- Toprak, M. S. ve Çanakçıoğlu, M. (2019). Banka performansının entropi ve copras yöntemi ile değerlendirilmesi: Türk bankacılık sektörü üzerine bir araştırma. *Mali Çözüm Dergisi*, 29(154), 107-132. Erişim adresi: <http://academicrepository.khas.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12469/3206>
- Tunca, M. Z., Ömürbek, N., Cömert, H. G. ve Aksoy, E. (2016). OPEC ülkelerinin performanslarının çok kriterli karar verme yöntemlerinden entropi ve MAUT ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*. 7(14), 1-12. doi: <https://doi.org/10.21076/vizyoner.245987>
- Tunç, S. (2020). *Borsa İstanbul (BİST)'da işlem gören otomotiv şirketlerinin finansal performans analizi: entropi, TOPSIS ve gri metodları* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://acikerisim.gumushane.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12440/2537>
- Tümiş, O. (2008). *Konteyner limanı operasyon yönetimi*, Erdal M. (Ed.) *Konteyner deniz ve liman işletmeciliği* (1st ed.) (96). Beta Basım Yayım A.Ş.
- TÜRKLİM. (2022). Türkiye limancılık sektörü 2022 raporu, *Türkiye Liman İşletmecileri Derneği*, 87-90. Erişim adresi: <https://www.turklim.org/sector-raporu-2022/>
- Trujillo, L., González, M. M. & Jiménez, J. L. (2013). An overview on the reform process of African Ports. *Utilities Policy*, 25, 12-22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2013.01.002>
- Wang, T. F., Song, D. W. & Cullinane, K. (2003). Container port production efficiency: a comparative study of DEA and FDH approaches. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5(10), 698-713. Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/publication/255991329\\_Container\\_Port\\_Production\\_Efficiency\\_a\\_Comparative\\_Study\\_of\\_DEA\\_and\\_FDH\\_Approaches](https://www.researchgate.net/publication/255991329_Container_Port_Production_Efficiency_a_Comparative_Study_of_DEA_and_FDH_Approaches)
- Wanke, P. F. (2013). Physical infrastructure and shipment consolidation efficiency drivers in Brazilian port a two-stage network- DEA approach. *Transport Policy*, 29, 145-153. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.05.004>
- Wiegmans, B. W., Rietveld, P., Pels, E. & Van Woudenberg, S. (2004). Container terminals and utilisation of facilities. *International Journal of Transport Economics*, 31, 313-339. Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/publication/46670759\\_Container\\_terminals\\_and\\_utilisation\\_of\\_facilities](https://www.researchgate.net/publication/46670759_Container_terminals_and_utilisation_of_facilities)
- Wu, J. & Goh, M. (2010). Container port efficiency in emerging and more advanced markets. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2010.01.002>
- Yılmaz, A. (2020). *Borsa İstanbul (BİST)'da işlem gören gıda şirketlerinin finansal performans analizi: entropi, TOPSIS ve VIKOR metodları* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://acikerisim.gumushane.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12440/2537>

Yoon, K. P. & Hwang, C. L. (1995). *Multiple attribute decision making: an introduction*. doi: <https://methods.sagepub.com/book/multiple-attribute-decision-making>

Yuen, A. C. L., Zhang, A. & Cheung, W. (2013). Foreign participation and competition: a way to improve the container port efficiency in China?. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 49, 220-231. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.01.026>

Yurdakul, M. ve İç, Y. (2013). Türk otomotiv firmalarının performans ölçümü ve analizine yönelik TOPSIS yöntemini kullanan bir örnek çalışma. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1-18. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/76376>

Zelvi, A. (2019). *Türkiye'deki özel bankaların finansal performanslarının ölçümü: TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile bir uygulama* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: [https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=c6nTNIJPP8SGDtHqQ\\_gtGg&no=GGpLQws9fGBcGbow0aVyRg](https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=c6nTNIJPP8SGDtHqQ_gtGg&no=GGpLQws9fGBcGbow0aVyRg)