



# Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/pub/aruibfdergisi>



## Marmara Bölgesi'ndeki konteyner limanlarının etkinlik ölçümü ve potansiyel iyileştirme önerileri

*Efficiency measurement and potential improvement suggestions for container ports in the Marmara Region*

Emrah Akdamar<sup>a\*</sup>, Eda Eren<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Balıkesir, Türkiye, eakdamar@bandirma.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5136-3587

<sup>b</sup> Lisans Öğrencisi, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Balıkesir, Türkiye, ereneeda@gmail.com, ORCID: 0000-00026679-7759

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makale geçmişi:

Başvuru: 17 Ağustos 2021

Kabul: 30 Ağustos 2021

#### Anahtar kelimeler:

Konteyner Limanları,

Etkinlik Ölçümü,

Veri Zarflama Analizi

#### Makale türü:

Araştırma makalesi

### ÖZET

Uluslararası denizyolu taşımacılığında önemli geçiş noktası olan Marmara Bölgesi, çok sayıda limana ev sahipliği yapmaktadır. Bölgedeki limanların yoğun rekabet ortamı içerisinde tutunabilmeleri için kaynaklarını etkin kullanabilmeleri oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı, Marmara Bölgesindeki konteyner limanlarının etkinliklerini ölçmek, etkin olmayan limanlar için potansiyel iyileştirme öneriler sunmaktır. Bu amaçla, Marmara Bölgesinde faaliyet gösteren 15 adet konteyner limanı değerlendirilmiştir. Veri Zarflama Analizi ile gerçekleşen etkinlik ölçümünde literatürdeki çalışmalar göz önüne alınarak, dört adet girdi ve bir adet çıktı göstergesi kullanılmıştır. Etkinlik ölçümü sonucunda beş liman etkin olarak bulunmuştur. Etkin olmayan diğer on liman için hem girdi göstergelerinde hem de çıktı göstergesinde gerçekleştirilebilecek potansiyel iyileştirmeler sunulmuştur. Limanların ortalama etkinsizlik kaynağı olarak maksimum derinlik ve toplam liman sahasının kullanımındaki israflar ilk sırada yer alırken, onları ekipman ve rıhtım uzunluğu kullanımındaki israflar takip etmektedir. Buradan hareketle, Marmara Bölgesindeki konteyner limanlarında rıhtım, saha ve ekipman kullanımını ile ilgili optimizasyon çalışmalarına ağırlık verilmesi, böylece etkinsizlik kaynaklarının azaltılması önerilmektedir.

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: 17 August 2021

Accepted: 30 August 2021

#### Keywords:

Container Ports,

Efficiency Measurement,

Data Envelopment Analysis

#### Article type:

Research article

### ABSTRACT

Marmara Region, which is an important transit point in international maritime transport, is home to many ports. It is very important for the ports in the region to use their resources effectively in the intense competition. The aim of this study is to measure the efficiency of container ports in the Marmara Region and to offer potential improvement suggestions for inactive ports. For this purpose, 15 container ports operating in the Marmara Region were evaluated. Considering the studies in the literature, four input and one output indicators were used in the measurement of efficiency with Data Envelopment Analysis. As a result of the efficiency measurement, five ports were found to be effective. Potential improvements in output and input indicators for the other ten inactive ports are presented. As the average source of inefficiency of ports, the maximum depth and waste in the use of the total port area are in the first place, followed by the waste in the use of equipment and berth length. From this point of view, it is recommended to focus on optimization studies related to the use of berths, fields and equipment in container ports in the Marmara Region, thus reducing the sources of inefficiency.

\* Sorumlu yazar / Corresponding author

E-posta / E-mail: emrahakdamar1@gmail.com

Atf / Citation: Akdamar, E. ve Eren, E. (2021). Marmara Bölgesi'ndeki konteyner limanlarının etkinlik ölçümü ve potansiyel iyileştirme önerileri. *Ardahan Üniversitesi İİBF Dergisi*, 3(2), 150-156.

## 1. Giriş

Deniz taşımacılığı çok eski zamanlara dayanan bir taşımacılık türüdür. Arz ve talebin artması sonucunda deniz ticaretinde meydana gelen en önemli teknolojik gelişmelerden biri konteyner taşımacılığıdır (Ateş, Karadeniz ve Esmer, 2010). Uluslararası ticaretin %90'ı konteyner taşımacılığından oluşmaktadır (Haralambides, 2007). Taşınan yük miktarı arttıkça taşıma maliyeti azalmaktadır. Bu nedenle, konteyner taşımacılığı giderek artmaya devam etmektedir (Ece, 2020). Diğer taşımacılık türleri incelendiğinde konteyner taşımacılığının mesafe, fazla yük kapasitesi, yüksek güvenlik ve uygun maliyet gibi avantajları bulunmaktadır (Çalışkan ve Öztürkçüoğlu, 2020). Konteyner taşımacılığı küresel ticaretin önemli bir bileşenidir (Brooks, 1995). Üretilen ürünler, hammaddeler ve yarı mamüller, gerekli koşulda ve uygun maliyetle kıtalararası kolayca taşınabilmektedir (Glave ve Saxon, 2014). Denizyolu taşımacılığında konteyner kullanımıyla birlikte dünya ticaretinde yeni bir çağ başlamıştır. Deniz ticaretinde konteyner taşımacılığının hızlı ve büyük gelişim göstermesinin nedenleri ise konteynerin kolay elleçlenmesi, depolanması ve taşınmasıdır (Özdemir, Güneroğlu, Köse ve Demirel, 2015). Dünyada konteyner ticaret hacminin artması ile Türkiye'deki pazar payı da artmaktadır (Çolak, Keskin, Esen ve Bektaş, 2018).

Türkiye'de özellikle Marmara Bölgesi ihracat ve ithalat kapısı olarak görülmektedir. Marmara Bölgesi uluslararası denizyolu taşımacılığının önemli bağlantı ve geçiş noktalarından biridir (Koldemir, 2008). Nüfus yoğunluğu, gelişmiş sanayi, İstanbul ve Çanakkale boğazlarının yarattığı jeopolitik konumu, Marmara Bölgesi'ni uluslararası düzeyde deniz ticaret yolu haline getirmektedir. Türkiye'de elleçlenen konteynerin önemli bir bölümü Marmara Bölgesi'nde elleçlenmektedir (Yaşar, 2013). Ekonomik gelişmişlik düzeyi, denizyolu taşımacılığına uygun coğrafi konumu ve önemli limanlar ile bölge değer kazanmaktadır (Koldemir ve Kahraman, 2020). Bölgedeki endüstriyel ilerleme ve yatırım olanakları arz ve talebi geliştirerek deniz ticaretinin gelişmesine neden olmaktadır. Yerli ve yabancı gemilerin uğrak noktaları olan önemli limanlar Marmara Bölgesi'nde yer almaktadır (Eroğlu, 2016). Yük akışı ve giriş çıkışı bölgede oldukça fazladır. Bölgede bulunan limanlar yoğun sanayi nedeniyle yük akışına cevap vermeli, çevresindeki hinterlanda ve aynı zamanda Türkiye ve uluslararası taşımacılığa yeterli düzeyde hizmet vermelidir (Koldemir ve Durdağ, 2014).

Bölgedeki limanların performanslarını belirli aralıklarda ölçmek, benzerleriyle kıyaslamak ve böylece gelişmeye açık yönlerini belirlemek yoğun rekabet ortamında oldukça önemlidir. Bu anlayıştan hareketle bu çalışmada, Marmara Bölgesindeki konteyner limanlarının etkinliğini belirlemek ve etkin olmayan limanların gelişmeye açık yönlerini tespit etmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, etkinlik ölçümü için Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılmıştır. Araştırma yöntemi olarak VZA'nın adımları izlenmiş, öncelikle etkinliği ölçülecek limanlar belirlenmiştir. Daha sonra sırasıyla performans göstergeleri (girdi ve çıktı göstergeleri) belirlenmiş ve uygun VZA modeli ile etkinlik ölçümü gerçekleştirilmiştir.

## 2. Literatür Taraması

Literatürde, limanlarda performans ölçümüyle ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. VZA ile etkinlik ölçümü gerçekleştirilmeden önce bu çalışmalarda kullanılan girdilerin ve çıktıların incelenmesi oldukça önemlidir. Çünkü VZA'da girdiler ve çıktılar araştırmacının inisiyatifinde yani subjektif olarak belirlenir. Dolayısıyla bu aşamada, girdi ve çıktıların belirlenmesinde önceki çalışmalar dikkatle gözden geçirilmiştir.

Liu (1995) çalışmasında, alternatif sahiplik biçimleri altında limanların verimliliğini üretim işlevine göre tanımlayıp ölçmektedir. Performans göstergesi olarak sahiplik, yer, liman boyutu, sermaye yoğunluğu ve mülkiyet gibi kavramlar belirlemiştir. Kamu limanları ile özel limanlar arasındaki verimliliği test ederken girdi olarak sermaye ve işçi, çıktı olarak ise ciroyu gösterge olarak belirlenmiştir. Budria ve diğerleri (1999), liman tesislerinin kira gelirini, toplam yük miktarını, amortisman bedellerini ve işgücü harcamalarını gösterge olarak kullanılmıştır. Tongzon (2001), çalışmada iki çıktı ve altı girdi belirlemiştir. Çıktılar, kargo hacmi ve gemi operasyon hızı, girdiler ise kreyn ve römorkör sayısı, liman bölgesi, bekleme süresi, işgücü, taşıma ücreti, rıhtım ve gemi sayısı olarak değerlendirilmektedir. Itoh (2002), 1990-1999 arasındaki dönem için Japonya'daki sekiz büyük konteyner limanının verimliliğini analiz etmiştir. Çalışmada kullanılan çıktılar, ihracat ve ithalat hacimleri, girdiler ise vinç sayısı, konteyner terminal alanı, konteyner rıhtım sayısı ve işgücüdür. Wu ve Liang (2003), girdi ve çıktı değişkenlerinin gerçek hedefleri ve konteyner limanı üretim sürecini olabildiğince doğru bir şekilde yansıtması gerektiğini ifade etmektedir. Çalışmada 77 dünya konteyner limanının performanslarını değerlendirmiş ve dört girdi, bir çıktı ile analiz gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılan çıktı göstergesi konteyner elleçleme hızı iken; girdi göstergeleri ise elleçleme ekipmanlarının kapasitesi, yanaşma yeri sayısı, terminal alanı ve depolama kapasitesidir. Çağlar (2012), elleçleme kapasitesi, gemi kabul kapasitesi, yük elleçleme kapasitesi, depolama alanı ve personel sayısını girdi olarak, yük hacmini ise çıktı olarak tanımlamaktadır. Rajasekar ve Deo (2012), girdi değişkenlerini rıhtım sayısı ve uzunluğu, ekipman sayısı ve çalışan sayısı, çıktı değişkenlerini ise üretilen iş hacmi ve kargo trafiği olarak belirtmektedir.

Çıktı göstergeleri arasında elleçleme miktarı kullanan çalışmalardan Baysal, Uygur ve Toklu (2004), çıktı olarak elleçlenen yük miktarı ve yıllık gelir göstergelerini, girdi olarak ise personel sayısı ve yük elleçleme kapasitesi göstergelerini kullanmıştır. Wiegman ve diğerleri (2004), elleçlenen konteyner miktarı göstergesini çıktı olarak, terminal genişliği, kapı sayısı, estifleme ekipman sayısı ve yükleme hattının uzunluğu göstergelerini ise girdi olarak ele almıştır. Cullinane, Ji ve Wang (2005) çalışmasında girdiler terminal uzunluğu, terminal alanı, rıhtım köprüsü, tersane köprüsü ve istifçi sayısı olarak belirlenirken çıktı ise konteyner çıkışı olarak belirlenmiştir. Bichou (2006), çalışmada terminal alanı, maksimum draft, rıhtım uzunluğu, rıhtım vinç indeksi, saha istifleme indeksi ve kapılar girdi değişkeni olarak belirlenirken konteyner elleçleme miktarı ise çıktı olarak belirlenmiştir. Ateş ve Esmer (2014), yapmış oldukları çalışmada bir çıktı ve beş girdi ile analiz gerçekleştirmiştir. Girdiler, rıhtım uzunluğu, stok alanı, toplam rıhtım vinç sayısı, draft ve istif ekipmanıdır. Çıktı ise elleçleme miktarıdır. Analizde 16 liman değerlendirilmektedir. Akgül ve diğerleri (2015), yaptıkları çalışmada rıhtım vinçlerinin sayısı, terminal sahası, rıhtım uzunluğu, su derinliği ve toplam elleçleme gibi performans göstergeleri kullanmıştır. Okursoy ve Bircan (2013), limanların çalışma süreleri üzerinde etkili olduğu ifade edilen elleçleme ekipmanlarından STS, MCH ile rıhtım uzunluğu ve alan girdi değişkeni iken elleçleme miktarı ise çıktı olarak değerlendirilir. Bu çalışmada, Türkiye'de önemli 13 limanın etkinlikleri analiz edilmiştir. Notteboom, Coeck ve Broeck (2000), Avrupa ve Uzak Doğu limanlarına ilişkin verileri kullanarak verimlilik analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmada, çıktı olarak elleçlenen konteyner miktarı girdi olarak ise işçi sayısı, rıhtım uzunluğu ve vinç sayısı ele alınmıştır. Roll ve Hayuth (2006), çalışmada dört girdi ve üç çıktı kullanmaktadır. Çıktılar, insan gücü, sermaye ve yük türü, girdiler ise, elleçlenen yük miktarı, geminin limanda kaldığı süre (servis süresi), liman kullanıcı memnuniyeti ve gemi sayısı sayıdır.

Valentine ve Gray (2001), girdi olarak toplam rıhtım uzunluğu ile konteyner rıhtım uzunluğu, çıktı olarak ise konteyner elleçlemesi ile yük elleçlemesini kullanmıştır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, limanlara ilişkin performans ölçümünde farklı göstergelerin kullanıldığı görülmektedir. Ancak, bazı göstergeler ortak olarak birçok çalışmada kullanılmaktadır. Özellikle elleçleme kapasitesi, toplam liman sahası, rıhtım uzunluğu ve ekipman sayısı göstergeleri literatürde sıklıkla kullanılan göstergelerdir. Ayrıca bu göstergelere ilişkin verilere de ulaşmak mümkün olduğundan, bu çalışmada limanlara ilişkin etkinlik ölçümü bu göstergeler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

### 3. Yöntem ve Veri

Bu çalışmada, Marmara bölgesindeki konteyner limanlarının etkinlik skorlarını hesaplamak ve belirlenen göstergelere ilişkin potansiyel iyileştirme önerileri sunmak amacıyla Veri Zarflama Analizi'nden (VZA) yararlanılmıştır.

#### 3.1. Veri Zarflama Analizi

VZA, Farrell (1957) tarafından çeşitli birimlerin çok sayıda girdi ve tek çıktı olması durumunda etkinlik ölçümü için geliştirilen doğrusal programlama modelinin Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından çoklu girdi ve çoklu çıktıya uyarlanmış halidir. Bu yöntemde, etkinliği ölçülmek istenen ve aynı çoklu girdi-çıkıtı kombinasyonunu kullanan organizasyonlar karar verme birimi (KVB) olarak adlandırılmıştır. VZA'nın ortaya çıkışından sonra pek çok alanda uygulandığı görülmektedir. Bu uygulamalarda ülkeler, kentler, üniversiteler, hastaneler, limanlar sıklıkla karar verme birimleri olarak ele alınmıştır (Akdamar, 2018). VZA ile KVB'lerin etkinlik skorları hesaplanırken, en yüksek etkinlik skoruna sahip KVB veya KVB'ler referans alınır ve diğer KVB'ler bu referans KVB'lere göre sıralanır.

VZA'nın değişkenlere ilişkin herhangi bir dağılım varsayımı gerektirmemesi (Cooper, Seiford ve Tone, 2000) ve farklı ölçüm birimlerine sahip değişkenleri aynı anda analiz edebilmesi (Blose, Tankersley ve Flynn, 2005) bu yöntemin önemli avantajlarından. Cooper ve diğerleri (2001), analize girdi ve çıktı toplamının en az 3 katı kadar KVB dâhil edilmesini önermektedir. Bu çalışmada 4 girdi ve 1 çıktı ile 15 adet KVB (limanlar) kullanıldığından, karar verme birimi sayısının yeterli olduğu görülmektedir.

VZA'da homojen KVB'lerin etkinliği, çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına oranlanmasıyla bulunur (Talluri, 2000). VZA modelleri temel olarak, ölçeğe göre sabit getiri ve ölçeğe göre değişken getiri altında, girdi yönelimli, çıktı yönelimli ve yönelimsiz modeller olarak sınıflandırılır (Charnes, Cooper, Lewin ve Seiford, 1995). Girdi yönelimli modeller, karar vericinin girdi üzerinde bir kontrolü olduğu durumlarda kullanılır. Bu modellerde, etkin olmayan karar verme birimlerinin mevcut çıktıyı elde edebilmek için girdilerini ne ölçüde azaltması gerektiği belirlenir ve girdi minimizasyonu amaçlanır. Çıktı yönelimli modellerde ise karar vericinin çıktı üzerinde bir kontrolü bulunur. Bu modellerde, etkin olmayan karar verme birimlerinin mevcut girdiler ile çıktılarını ne ölçüde arttırması gerektiğini belirlenir ve çıktı maksimizasyonu amaçlanır (Murat, 2020).

Literatürde, Charnes ve diğerleri (1978), tarafından geliştirilen ve Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) olarak adlandırılan model, ölçeğe göre sabit getiri altında girdi ve çıktı yönelimli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Banker, Charnes ve Cooper (1984), tarafından geliştirilen ve Banker-

Charnes-Cooper (BCC) olarak adlandırılan model ise ölçeğe göre değişken getiri altında yine aynı şekilde girdi ve çıktı yönelimli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. CCR'den farklı olarak BCC modeline konvekslik kısıtı eklenmektedir (Cooper, Seiford ve Tone, 2006). Söz konusu modellerin primal formları Tablo 1'deki gibidir. Burada, m girdi sayısını, s çıktı sayısını, n karar verme birimi sayısını,  $y_{rj}$  j. karar verme biriminin r. çıktı miktarını,  $x_{ij}$ , j. karar verme biriminin i. girdi miktarını,  $u_r$ , çıktı değişkenine atanan ağırlıkları,  $v_i$  ise girdi değişkenine atanan ağırlıkları ifade etmektedir. Burada amaç fonksiyonu, çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına oranlanmasıyla ifade edilmektedir. Karar verme birimi, amaç fonksiyonunu max. yapacak ağırlıkları seçmektedir. Kısıtlar, ağırlıkların ( $u_r$  ve  $v_i$ ) pozitif veya sıfır olmasını, amaç fonksiyonunun ise 0 ile 1 arasında bir değer almasını sağlamaktadır.

Tablo 1. VZA modelleri

Girdi yönelimli CCR	Çıktı yönelimli CCR
$\begin{aligned} \text{Max}z &= \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0} \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\ \mu_r, v_i &\geq 0 \end{aligned}$	$\begin{aligned} \text{Min}q &= \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} &\geq 0 \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0} &= 1 \\ \mu_r, v_i &\geq 0 \end{aligned}$
Girdi yönelimli BCC	Çıktı yönelimli BCC
$\begin{aligned} \text{Max}z &= \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - u_0 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_0 &\leq 0 \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\ u_r, v_i &\geq \epsilon; \end{aligned}$	$\begin{aligned} \text{Min}q &= \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} - v_0 \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - v_0 &\geq 0 \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0} &= 1 \\ \mu_r, v_i &\geq \epsilon; \end{aligned}$

Veri Zarflama Analizi dört temel aşamada uygulanmaktadır. İlk olarak etkinliği ölçülecek KVB'ler belirlenir. İkinci olarak etkinliği ölçülecek girdi-çıkıtı kombinasyonu belirlenir. Üçüncü olarak çalışmanın amacına uygun model seçilir ve son aşamada analiz sonuçları yorumlanır (Akdamar, 2018).

#### 3.2. Veri

VZA'nın aşamaları dikkate alındığında, ilk aşamada etkinliği ölçülecek KVB'lerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu noktada KVB'lerin benzer girdileri ve çıktıları kullanan homojen birimler olması önem taşımaktadır. Bu anlayışla çalışmada, Marmara Bölgesi'nde faaliyet gösteren 15 konteyner limanı KVB olarak belirlenmiştir. Bu limanlar; Akçansa Limanı, Asyaport, Beldeport, Borusan Limanı, Çelebi Bandırma Limanı, Ceyport, DP World Yarımca Limanı, Evyaport, Gempport, Kumport, Limaş, Mardaş, Marport, Roda Limanı ve Yılıport'tur. Limanlardan beş tanesi Kocaeli, dört tanesi İstanbul, üç tanesi Bursa, iki tanesi Tekirdağ ve bir tanesi Balıkesir ilinde bulunmaktadır.

Bu çalışmada girdi-çıkıtı göstergeleri belirlenirken verilerine ulaşılabilen göstergeler seçilmeye çalışılmıştır. Buna göre; bu çalışmada limanların Elleçleme kapasitesi (TEU) çıktı göstergesi olarak belirlenmiştir. Girdi olarak ise Toplam Liman Sahası ( $m^2$ ), Rıhtım Uzunluğu (m), Maksimum Derinlik (m) ve Ekipman Sayısı (adet) olmak üzere 4 gösterge belirlenmiştir.

Bir limanın yıllık yükleme ve boşaltma miktarının ton olarak ifadesine yük elleçleme kapasitesi denir. Personel sayısı, rıhtım sayısı, rıhtım uzunluğu vinç sayısı ve kapasitesi elleçleme miktarını etkileyen unsurlardandır (Baysal, Uygun ve Toklu, 2004). Konteyner limanlarında ise

elleçleme kapasitesi TEU olarak ifade edilmektedir. Limanında 20 feet'lik bir konteyner 1 TEU'ya denk gelir. TEU bazında daha fazla konteyner elleçleyerek karı maksimize etmek konteyner limanının temel amacıdır (Acer ve Timor, 2017). Bu nedenle elleçleme kapasitesi çıktı göstergesi olarak belirlenmiştir.

Kullanılan girdi göstergelerinden birincisi toplam liman sahasıdır. Liman, giriş/çıkış yapan konteynerler ve gemiden boşaltılan/yüklenen konteynerlerin taşınması, elleçlenmesi, istiflenmesi için yeterli alana sahip olmalıdır.

Girdi olarak kullanılan göstergelerden ikincisi rıhtım uzunluğudur. Limanda yük elleçleme ekipmanları ile yükleme/boşaltma yapılabilen, kara ile gemiler arasındaki bağlantıyı sağlayan yapılara rıhtım denir. Günümüzde konteyner gemilerinin uzunlukları 400 metre civarındadır ve teknolojinin gelişmesi ile giderek artmaktadır. Bundan dolayı, konteyner limanlarının rıhtım uzunluğu önemli bir etkidir. Yanaşma alanının yetersiz kalması limanın diğer faktörlerini de etkileyerek verimliliği ve kapasiteyi düşürecektir (Alpcan, 2019). Taşıma kapasitesi fazla olan gemiler için uygun rıhtım uzunluğuna sahip limanlarda elleçleme yapılacak konteyner miktarı fazla olduğundan limanın elleçleme kapasitesi de artmaktadır. Böylelikle limanın TEU bazında elleçleme miktarı artmış olur.

Üçüncü girdi göstergesi ise maksimum derinliktir. Rıhtım derinliği limana yanaşabilecek gemi tipini etkilemektedir. Gemi kapasitesi arttıkça draftta artmaktadır. Gemilerin yanaşacakları limanın rıhtım derinliği geminin draftına uygun olmak zorundadır. Yeni nesil gemiler için limanların rıhtım derinliği genellikle yetersiz kalmaktadır (Çağlar, Esmer ve Bilgin, 2015).

Çalışmada kullanılan son girdi göstergesi ise ekipman sayısıdır. Teknolojinin gelişmesi ile vinç kapasiteleri artmakta ve vinç operatörlerinin performansı vincin verimli kullanılmasında etkili olmaktadır. Yük potansiyeli bulunan limanlarda elleçleme hızı rekabet üstünlüğü sağlamaktadır. Rekabet üstünlüğü sağlayan limanlar daha çok tercih edilmektedir ve daha fazla yüke hizmet vermektedir (Ateş ve Esmer, 2013).

Çalışmada kullanılan veriler Türkiye Liman İşletmecileri Derneği (Türklim) web sayfasından derlenmiştir (Türklim, 2021). Tablo 2'de çalışmada kullanılan veri seti verilmiştir.

**Tablo 2.** Çalışmada kullanılan veri seti

Konteyner Limanları	Elleçleme Kapasitesi (TEU): Çıktı	Toplam Liman Sahası (m <sup>2</sup> ): Girdi	Rıhtım Uzunluğu (m): Girdi	Maksimum Derinlik (m): Girdi	Ekipman Sayısı (adet): Girdi
Akçansa Ambarlı	45000	89750	930	12.5	4
Asyaport	2500000	300000	2.010	18	111
Beldeport	550000	149000	540	16.5	17
Borusan	450000	465000	1773	14.5	74
Çelebi Bandırma	350000	268348	2974	12	2
Ceyport	50000	152514	2310	12.5	8
DP World Yarımca	1300000	460000	922	16	90
Evyaport	855000	265000	928	16	35
Gempport	1200000	868000	2040	36	78
Kumport	2100000	477867	2226	16.5	64
Limaş	250000	120000	405	11.5	8
Mardaş	803000	197047	877	16.5	46

Marport	2300000	447431	2005	17	176
Roda Limanı	200000	211000	1200	14.5	42
Yılport	1000000	310337	1455	27	38

**Kaynak:** www.turklim.org (2021)

#### 4. Bulgular

KVB'lerin belirlenmesi ve girdi-çıkıtı göstergelerine ilişkin verilerin toplanmasının ardından VZA'nın üçüncü aşamasında, etkinlik ölçümü için uygun model belirlenmiş ve belirlenen model doğrultusunda Marmara bölgesindeki konteyner limanlarının etkinlik skorları hesaplanmıştır. Çalışmada, karar vericinin hem girdi üzerinde etkisi olabileceği hem de çıktı üzerinde etkisi olabileceği düşünülerek, ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında girdi yönelimli CCR ve çıktı yönelimli CCR modeli tercih edilmiştir. Bu modeller kullanılarak hem limanların etkinlik skorları belirlenmiş hem de etkin olmayan limanların etkin hale gelebilmesi için göstergeler bazında potansiyel iyileştirme oranları hesaplanmıştır. Belirlenen KVB'ler, göstergeler ve modeller doğrultusunda elde edilen etkinlik skorları Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Marmara bölgesindeki konteyner limanlarının CCR etkinlik skoru

Konteyner Limanları	Etkinlik Skoru
Asyaport	1
Beldeport	1
Çelebi Bandırma	1
DP WORLD Yarımca	1
Kumport	1
Marport	0.9741
Limaş	0.9093
Evyaport	0.8667
Yılport	0.7636
Mardaş	0.7520
Gempport	0.5499
Borusan	0.2326
Akçansa Ambarlı	0.2267
Roda Limanı	0.1729
Ceyport	0.1363

Tablo 3'teki bulgulara göre Asyaport, Beldeport, Çelebi Bandırma, DP World Yarımca ve Kumport etkin limanlar olurken, Ceyport etkinlik sınırına en uzak liman olarak görülmektedir. Belirlenen göstergeler doğrultusunda etkin çalıştığı belirlenen beş limanın aynı zamanda en rekabetçi limanlar olduğu da söylenebilir. Çünkü bu limanlar diğer limanlara göre kaynaklarını daha etkin kullanmaktadır. Bu durum, sürdürülebilirlik anlamında önemli bir avantajdır. Diğer taraftan, Marport ve Limaş limanları 0.90'in üzerindeki etkinlik skoruyla etkin sınıra oldukça yakındır. Bu limanların etkin hale gelebilmesi daha düşük etkinlik skorlarına sahip limanlara göre daha kolaydır.

Bu bağlamda etkin olmayan limanların etkin hale gelebilmeleri için potansiyel iyileştirme önerileri sunulmuştur. Tablo 4'te etkin olmayan limanların referans kümeleri verilmiştir.

**Tablo 4.** Etkin olmayan limanlar için referans limanlar

Konteyner Limanları	Etkinlik Skoru	Referans Küme
Marport	0.9741	Asyaport
Limaş	0.9093	Çelebi Bandırma, Kumport
Evyaport	0.8667	Asyaport, Beldeport, Kumport
Yılport	0.7636	Çelebi Bandırma, Kumport
Mardaş	0.7520	Asyaport, Beldeport
Gempport	0.5499	Asyaport, Beldeport, Kumport
Borusan	0.2326	Asyaport, Beldeport, Kumport
Akçansa Ambarlı	0.2267	Çelebi Bandırma, Kumport
Roda Limanı	0.1729	Asyaport, Kumport
Ceyport	0.1363	Çelebi Bandırma, Kumport

Etkin olmayan konteyner limanları, etkinlik düzeyini arttırabilmek için kendi referans kümesindeki etkin konteyner limanlarını örnek almalıdır. Örneğin Tablo 4.'de Marport için Asyaport referans liman olma özelliği taşımaktadır. Diğer taraftan Evyaport için Asyaport, Beldeport ve Kumport limanlarının her üçü de referans liman niteliğindedir. Buna göre etkin limanlardan Kumport'un 8 kez, Asyaport'un ise 6 kez referans liman olduğu Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 5'te, etkin olmayan limanların etkin hale gelebilmeleri için girdilerinde gerçekleştirmeleri önerilen potansiyel iyileştirmeler verilmiştir. Önerilen iyileştirme oranları, elleçleme kapasitesi çıktısının sabit kalması durumunda geçerlidir.

**Tablo 5:** Girdi göstergelerine ilişkin potansiyel iyileştirme oranları

Konteyner Limanları	Toplam Liman Sahası (m <sup>2</sup> )	Rıhtım Uzunluğu (m)	Maksimum Derinlik (m)	Ekipman Sayısı (adet)
Marport	-%38	-%8	-%3	-%42
Limaş	-%47	-%10	-%80	-%10
Evyaport	-%33	-%14	-%14	-%14
Yılport	-%25	-%21	-%70	-%21
Mardaş	-%46	-%25	-%54	-%25
Gempport	-%72	-%45	-%45	-%45
Borusan	-%84	-%77	-%77	-%77
Akçansa Ambarlı	-%77	-%80	-%93	-%78
Roda Limanı	-%83	-%84	-%90	-%83
Ceyport	-%93	-%92	-%93	-%86
<b>Ortalama</b>	<b>-%60</b>	<b>-%46</b>	<b>-%62</b>	<b>-%48</b>

Tablo 5 yorumlanırken, limanların toplam liman sahalarını, rıhtım uzunluklarını, maksimum derinliklerini ve ekipman sayılarını azaltmaları gerektiğini söylemek rasyonel olmayacaktır. Tablo'daki negatif iyileştirme oranları, etkin olmayan limanların aynı miktarda çıktıyı yani elleçleme kapasitesini daha az girdiyle yakalayabileceğini ifade eder. Başka bir deyişle, bir limanın Tablo 5'te verilen potansiyel iyileştirme oranı mutlak değer olarak ne kadar yüksekse, o limanın mevcut durumda kaynak israfının o denli yüksek olduğu söylenebilir. Şu hâlde Ceyport limanının tüm girdiler bakımından en yüksek kaynak israfına sahip liman olduğu görülmektedir. Diğer taraftan Marport, etkin olmayan limanlar arasında en iyi performansa sahiptir. Mutlak değerce yüksek potansiyel iyileştirme

oranlarının israfı işaret ettiği anlayışından hareketle, girdi göstergeleri arasında en yüksek israf kaynağının ortalama olarak sırasıyla maksimum derinlik, toplam liman sahası, ekipman sayısı ve rıhtım uzunluğu olduğu görülmektedir. Bu bulgudan hareketle, limanların sahip olduğu derinliği elleçleme kapasitesi artışına yansıtamadıkları, toplam liman sahasını etkin kullanamadıkları söylenebilir. Bu göstergeleri takip edecek şekilde ekipman kullanımı ve rıhtım uzunluğundan yeterince etkin şekilde yararlanmada sorun yaşadıkları düşünülebilir.

Benzer bir değerlendirmeyi farklı bir açıdan, çıktı yönelimli model üzerinden gerçekleştirmek amacıyla Tablo 6'da etkin olmayan limanların etkin hale gelebilmeleri için çıktılarında gerçekleştirmeleri önerilen potansiyel iyileştirmeler verilmiştir. Burada önerilen iyileştirme oranları ise girdilerin sabit kalması durumunda geçerlidir.

**Tablo 6.** Çıktı göstergesine ilişkin potansiyel iyileştirme oranları

Konteyner Limanları	Elleçleme Kapasitesi (TEU)
Marport	%2.6
Limaş	%10
Evyaport	%15
Yılport	%26
Mardaş	%33
Gempport	%82
Borusan	%329
Akçansa Ambarlı	%341
Roda Limanı	%478
Ceyport	%633

Tablo 6'da etkin olmayan limanların girdileri mevcut halindeyken çıktılarının yani elleçleme kapasitelerinin hangi oranda arttırılmasıyla etkin hale gelebilecekleri görülmektedir. Başka bir ifadeyle, Tablo 6.'da verilen potansiyel iyileştirme oranları, limanların elleçleme kapasitesi bakımından kaçırdıkları fırsatın büyüklüğünü yansıtmaktadır. Örneğin bulgular, Marport limanının mevcut girdileri ile %2.6 daha fazla elleçleme kapasitesine ulaşabileceğini, bu durumda bu limanın etkin limanlar arasına girebileceğini ve kaynaklarını etkin kullanarak, sürdürülebilir rekabet içinde olabileceğini göstermektedir. Bunun yanında Ceyport limanı ise etkinlik sınırına ulaşabilmek için mevcut girdileri ile mevcut elleçleme kapasitesini %633 arttırmalıdır.

## 5. Sonuç

Uluslararası ticarete önemli bir yeri olan limanların, kaynaklarını etkin kullanmaları, kendilerini benzerleriyle ve sektördeki en iyi limanlarla karşılaştırmaları, uluslararası rekabet ortamında faaliyetlerini sürdürebilmeleri açısından oldukça önemlidir. Özellikle, uluslararası ticaretin önemli geçiş noktalarından biri olan Marmara Bölgesi'nde faaliyet gösteren limanlar için bu yönde yapılan bir araştırma önemli bulgular üretme potansiyeli taşımaktadır.

Bu anlayışla, Marmara Bölgesi'ndeki konteyner limanlarının etkinliklerinin ölçüldüğü bu çalışmada, öncelikle geçmişte gerçekleştirilen benzer çalışmalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Literatürde etkinlik ölçümünde kullanılan girdi ve çıktı göstergeleri arasından verilerine ulaşılabilen ve liman performansını en iyi şekilde yansıttığı düşünülen dört girdi ve bir çıktı göstergesi belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan girdiler; toplam liman sahası, rıhtım uzunluğu, maksimum derinlik ve ekipman

sayısıdır. Çıktı göstergesi ise çoğu çalışmada ortak olarak kullanılan elleçleme kapasitesi göstergesidir. Bu göstergelerden hareketle gerçekleştirilen etkinlik ölçümü sonucunda Asyaport, Beldeport, Çelebi Bandırma, DP World Yarımca ve Kumport olmak üzere beş liman etkin, diğer on liman ise etkin olmayan limanlar olarak belirlenmiştir. Bulgular, literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırıldığında bazı farklılıklar bulunması doğaldır. Çünkü veri zarflama analizi, sübjektif olarak belirlenen girdiler ve çıktılar üzerinden etkinlik skoru üretmektedir. Dolayısıyla analizde kullanılan göstergeler değiştiğinde, limanların etkin olup olmama durumları da değişkenlik göstermektedir.

Etkinlik skorlarının belirlenmesinin ardından, etkin olmayan on liman için referans kümeler belirlenmiştir. Buradaki amaç, etkin olmayan limanların örnek alabileceği limanları belirlemektir. Kumport limanı referans kümede en çok yer alan liman olmuştur. Nitekim literatürdeki Ateş ve Esmer (2011), Okursoy ve Bircan (2013), Ateş ve Esmer (2014), çalışmalarında da Kumport limanı etkin liman olarak bulunmuştur.

Etkin olmayan limanların etkin hale gelebilmeleri için girdi göstergelerinde gerçekleştirmeleri gereken potansiyel iyileştirmeler veya başka bir ifadeyle etkinsizlik kaynakları belirlenmiştir. Her bir göstergenin ortalamasına bakıldığında, en büyük potansiyel iyileşme ihtiyacı veya israf maksimum derinlik göstergesinde görülmüştür (ortalama %62). Limanlar, daha düşük derinliklere sahip olsa da aynı elleçleme kapasitesine ulaşabilirler. Diğer bir ifadeyle, eldeki mevcut derinlik elleçleme kapasitesine yansıtılmamaktadır. Bulgular, Eldeki derinlik seviyelerine uygun daha çok konteyner gemisinin limanlara çekilebileceğini göstermektedir. İkinci sıradaki potansiyel iyileşme ihtiyacı veya israf toplam liman sahası göstergesinde görülmüştür (ortalama %60). Bu bulgudan hareketle, liman sahalarının etkin kullanılmadığı, toplam saha büyüklüğünün elleçleme kapasitesine tam olarak hizmet edemediği söylenebilir. Bu iki etkinsizlik kaynağını takip eden ekipman sayısı (ortalama %48) ve rıhtım uzunluğu (ortalama %46) göstergeleri için de benzer yorumlar yapılabilir. Buradaki temel problem kaynak olarak nitelendirilebileceğimiz girdi göstergelerinin yeterince etkin kullanılmaması, israf edilmesi, atıl bırakılması, vb. sonucu limanların elleçleme kapasitelerinin düşük kalmasıdır. Nitekim, çıktı göstergesi olan elleçleme kapasitesindeki potansiyel iyileştirme oranları incelendiğinde bu durum daha net anlaşılmaktadır. Limanlar, elleçleme kapasitelerinde en düşük %2.6 ve en yüksek %633 olmak üzere potansiyel iyileştirme imkanı taşımaktadır. Bu limanlar, eldeki mevcut girdiler ile daha yüksek elleçleme kapasitesine sahip olabilirler.

Mevcut kaynakların optimum verimlilikte kullanılmasıyla çözülebilecek bu sorun, şu haliyle pazar ve prestij kaybına neden olabilir. Liman sahasının verimli kullanılmasıyla ilgili optimizasyon çalışmaları, rıhtımların ve ekipmanların etkin kullanımıyla ilgili atama modelleri uygulamaları etkinsizlik kaynaklarını azaltmada kullanılabilir. Diğer taraftan etkinlik ölçümleri periyodik aralıklarla sürdürülmeli ve limanların gelişimi aynı ve farklı göstergeler üzerinden izlenmelidir.

## Yazar Katkı Oranı Beyanı

Veri, Eda Eren tarafından toplanmıştır. Analiz, Emrah Akdamar ve Eda Eren tarafından ortak gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması, Emrah Akdamar ve Eda Eren tarafından ortak yapılmıştır. Sonuç ve tartışma bölümü de yazarlar tarafından ortak olarak yazılmıştır.

## Çatışma Beyanı

Çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

## Destek Beyanı

Bu çalışma için herhangi bir kurumdan destek alınmamıştır.

## Kaynaklar

- Acer, A., & Timor, M. (2017). Kümele ve veri zarflama analizi (VZA) ile konteyner terminal etkinliklerinin belirlenmesi. *Alphanumeric Journal*, 5(2), 339-352.
- Akdamar, E. (2018, March 28). *Investigation of ISO 37120 standard indicators regarding with smart cities with multivariate statistical techniques* (PhD Thesis). Bursa, Türkiye.
- Akgül, E. F., Fışkın, C. S., Düzalan, B., Erdoğan, T., & Çetin, Ç. K. (2015). *Liman rekabetçiliği ve etkinlik: Türkiye'de konteyner limanları üzerine bir analiz*. II. Ulusal Liman Kongresi.
- Alpcan, O. (2019). *Efficiency and competitiveness analysis of port of Izmir* (Master Thesis). World Maritime University Dissertations, Malmö.
- Ateş, A. & Esmer, S. (2011). *Veri zarflama analizi ile Türkiye'deki konteyner terminallerinin etkinlik ölçümü*. 12. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu, (s. 26-29).
- Ateş, A., & Esmer, S. (2013). Türk konteyner terminalleri üzerinde 2009 yılı küresel finans krizinin etkileri. *Sayıştay Dergisi* (91).
- Ateş, A., & Esmer, S. (2014). Farklı yöntemler ile Türk konteyner limanlarının verimliliği. *Verimlilik Dergisi*, (1), 61-76.
- Ateş, A., Karadeniz, Ş., & Esmer, S. (2010). Dünya konteyner taşımacılığı pazarında Türkiye'nin yeri. *Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 2(2), 83-98.
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Baysal, M. E., Uygur, M., & Toklu, B. (2004). Veri zarflama analizi ile TCDD limanlarında bir etkinlik ölçümü çalışması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(4), 437-442.
- Bichou, K. (2006). Review of port performance approaches and a supply chain framework to port performance benchmarking. *Research in Transportation Economics*, 17, 567-598.
- Blose, J., Tankersley, W., & Flynn, L. (2005). Managing service quality using data envelopment analysis. *Quality Management Journal*, 12(2).
- Brooks, M. R. (1995). Understanding the ocean container market—A seven country study. *Journal of the History of Economic Thought*, 22(1), 39-49.
- Budria, M., Armas, D., Ibanez, N., & Mesa, R. (1999). A study of the efficiency of spanish port authorities using data envelopment analysis. *International Journal of Transport Economics*, 237-253.
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., & Seiford, L. (1995). *Data envelopment analysis, theory, methodology and applications*. Norwell: Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W., Li, S., Seiford, L., Tone, K., Thrall, R., & Zhu, J. (2001). Sensitivity and stability analysis in DEA: Some recent developments, *Journal of Productivity Analysis*, 217-246.
- Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2000). *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, application references and DEA-Solver software*. Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses—with DEA-Solver software and references*. Newyork: Springer Science&Business Media.
- Cullinane, K., Ji, P., & Wang, T.-f. (2005). The relationship between privatization and dea estimates of efficiency in the container port industry. *Journal of Economics and Business*, 433-462.
- Çağlar, V. (2012). *Türk özel limanlarının etkinlik ve verimlilik analizi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çağlar, V., Esmer, S., & Bilgin, A. (2015). *Mega konteyner gemilerinin tedarik zinciri ve limanlar üzerindeki etkileri*. Ulusal Liman Kongresi Bildiriler Kitabı, İzmir.

- Çalışkan, A., & Öztürkoğlu, Y. (2020). Konteyner hatlarının finansal performanslarının operasyonel nitelikler üzerinden değerlendirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 123-134.
- Çolak, M., Keskin, G. A., Esen, H., & Bektaş, C. (2018). A simulation based approach for efficient yard planning in a container port. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, 22(3), 1157-1164.
- Ece, N. J. (2020). Covid-19 Salgınının Konteyner Taşımacılığı ve Limanlarına Etkisi. *Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 47-66.
- Eroğlu, İ. (2016). Tekirdağ Limanı'nın coğrafi özellikleri ve Türkiye limanları arasındaki yeri. *Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(7), 189-213.
- Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290.
- Glave, J. T., & Saxon, S. (2014). *The hidden opportunity in container shipping*. McKinsey & Company, 1-14.
- Haralambides, H. (2007). Structure and operations in the liner shipping industry. *Handbook of Transport Modelling*, 761-775.
- 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.
- Koldemir, B. (2008). Marmara bölgesi liman yeri seçiminde bölge ekonomisi, kıyı jeolojisi ve jeomorfolojisinin önemi: Silivri Limanı. *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, 7(1), 32-45.
- Koldemir, B., & Durdağ, C. (2014). *Limn Altyapısının tedarik zinciri etkinliği üzerine etkisi: Ambarlı ve Haydarpaşa Limanı kıyaslaması*. III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, (535-543).
- Koldemir, B., & Kahraman, C. (2020). Ulaşım ve ticaret coğrafyası açısından İstanbul limanları. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(76), 1931-1949.
- Liu, Z. (1995). The comparative performance of public and private enterprises the case of British Ports. *Journal of Transport Economics and Policy*, 263-274.
- Murat, D. (2020). The measurement of innovation performance in OECD countries. *Journal of Management and Economics Research*, 18(4), 209-226.
- Notteboom, T., Coeck, C., & Broeck, J. V. (2000). Measuring and explaining the relative efficiency of container terminals by means of bayesian stochastic frontier models. *International Journal Of Maritime Economics*, 83-106.
- Okursoy, A., & Bircan, K. (2013). *Konteyner limanlarının etkinlik ölçümlerinde veri zarflama analizinin kullanılması ve alternatif değişkenler için öneriler*. II. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, (s. 64-74).
- Özdemir, Ü., Güneroğlu, A., Köse, S., & Demirel, F. B. (2015). A survey of empty container flow balance in Turkish ports. *Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi*, 1(1), 18-29.
- Rajasekar, T., & Deo, M. (2012). The size effect of Indian major ports on its efficiency using dea-additive models. *International Journal of Advances in Management and Economics*, 12-18.
- Roll, Y., & Hayuth, Y. (2006). Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA). *Maritime Policy & Management: The Flagship Journal of International Shipping and Port Research*, 153-161.
- Talluri, S. (2000). Data envelopment analysis: Models and extensions. *Decision Line*, 31(3), 8-11.
- Tongzon, J. (2001). Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis. *Transportation Research Part A*, 107-122.
- Türklm. (2021). Erişim Adresi (06.06.2021) <http://www.turklm.org/>
- Valentine, V., & Gray, R. (2001). *The measurement of port efficiency using data envelopment analysis*. Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research, (s. 22-27).
- Wiegman, B. W., Rietveld, P., Pels, E., & Woudenberg, S. V. (2004). Container terminals and utilisation of facilities. *International Journal of Transport Economics*, 313-339.
- Wu, J., & Liang, L. (2003). Performances and benchmarks of container ports using data envelopment analysis. *Int. J. Shipping and Transport Logistics*, 295-310.
- Yaşar, O. (2013). Türkiye'de otomotiv ana ve yan sanayi ve Marmara Bölgesi'nde kümeleme. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 8(6), 779-805.