

ENTROPİ ve EATWOS YÖNTEMLERİ İLE TÜRKİYE KONTEYNER LİMANLARININ VERİMLİLİK ANALİZİ

Ercan YÜKSEKYILDIZ¹

ÖZET

Amaç: Uluslararası ticarete denizyolu taşımacılığının önemi oldukça fazladır. Dünya ticaretinin yaklaşık %90'ı denizyolu ile yapılmaktadır. Ülkemizde ise bu oran yaklaşık %86'dır. Ülke limanlarının etkin ve verimli bir şekilde çalışması ülke ekonomisini ve dış ticareti olumlu şekilde etkilemektedir. Günümüzde konteyner taşımacılığının giderek artması nedeniyle bu limanların etkin ve verimli işlev görmesi son derece önem arz etmektedir.

Yöntem: Bu çalışmada, Türkiye'de faaliyet gösteren konteyner limanlarının verimliliklerini irdelemek için Entropi ve EATWOS Yöntemlerinden oluşan hibrit bir verimlilik analizi yapılmıştır. Entropi Yöntemi ile girdi ve çıktı faktörlerinin ağırlık dereceleri belirlenmiş, EATWOS Yöntemi ile konteyner limanlarının verimlilik değerleri hesaplanmıştır.

Bulgular: Çalışmada elde edilen sonuçlara göre verimlilik değerleri yüksek çıkan limanların teknik ve operasyonel olarak diğer limanlardan daha iyi limanlar olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte yük elleçleme miktarı yüksek olan limanların verimlilik değerlerinin diğer limanlara oranla daha yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Özgünlük: Literatürde, limanlarla ilgili bu yöntemle yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan çalışmanın literatürdeki bu eksikliği dolduracağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Konteyner Limanları, Entropi Yöntemi, EATWOS Yöntemi, Çok Kriterli Karar Verme, Verimlilik Analizi.

PRODUCTIVITY ANALYSIS of TURKEY CONTAINER PORTS with ENTROPY and EATWOS METHODS

ABSTRACT

Purpose: The importance of international trade in maritime transport is very high. Approximately 90% of the world trade is carried out by sea. In our country, this rate is around 86%. The effective and efficient operation of the country ports, positively affects the national economy and foreign trade. Today, due to the increasing number of container transportation, it is of utmost importance that these ports function effectively and efficiently.

Methodology: In this study, to analyze the efficiency of container ports operating in Turkey, a hybrid analysis method consisting of Entropy and EATWOS methods are made. Weight values of input and output factors were determined by Entropy method and efficiency values of container ports were calculated by EATWOS method.

Findings: According to the results of the study, it has been observed that ports with high efficiency values are technically and operationally better ports than other ports. However, it has been understood that the efficiency values of ports with high cargo handling amount are higher than other ports.

Originality: In the literature, there has been no previous study about ports made with this method. It is predicted that this study will fill this gap in the literature.

Keywords: Container Ports, Entropy Method, EATWOS Method, Multi-Criteria Decision Making, Efficiency Analysis.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Samsun Üniversitesi, İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, ercan.yuksekyildiz@samsun.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7199-8267

1. GİRİŞ

Limanlar, ticarete konu olan malların ekonomiye giriş-çıkış yaptığı yerler olarak denizyolu taşımacılığının en önemli unsurunu oluşturmaktadır (Çetin ve Arabelen, 2012). Denizyolu taşımacılığında farklı birçok taşıma şekli bulunmaktadır. Konteyner taşımacılığı bu sistemlerden biri olup diğer sistemlere göre hızlı ve güvenilir bir taşımacılık sistemi olduğundan dolayı oldukça rağbet görmektedir (Ateş ve diğerleri, 2013a). Bir genelleme yapılacak olunursa konteyner elleçlemesinin, limanların işlem hacminde önemli bir yer edindiği görülmektedir. Deniz taşımacılığının %70'e yakın kısmı konteynerler ile yapılmaktadır (Notteboom, 2008).

Günümüzün rekabetçi liman endüstrisi koşullarında, liman verimliliğinin önemi giderek daha belirgin hale gelmektedir (Sağlam ve diğerleri, 2018). Liman verimliliğini belirlemek sadece limanı işletenler için değil bunun yanı sıra ulusal ve yerel bazda liman faaliyetlerinin planlanması açısından da oldukça önemlidir (Cullinane ve diğerleri, 2006). Küresel ekonomide önemli bir yere sahip olan konteyner taşımacılığında, konteyner limanlarının etkin ve verimli işlev görmesi son derece önemlidir (Ateş ve Esmer, 2014).

Konteyner limanlarının verimlilikleri irdelenirken birden çok girdi ve çıktı faktörü bulunmaktadır. Bu girdi ve çıktı faktörlerini birlikte düşünerek liman performansını incelemek oldukça zor bir işlemdir. Bu nedenle birden çok girdi ve çıktı değişkeninin bulunduğu karmaşık problemlerin çözümü için değişik Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri geliştirilmiştir. Bu metotların her birinin kendine özgü avantaj ve dezavantajları vardır. Farklı girdi ve çıktı değişkenlerini bir arada ele alarak verimlilik ölçümüne olanak sağlayan Girdi ve Çıktıların Tatminine Dayalı Etkinlik Analizi Tekniği (Efficiency Analysis Technique with Input Output Satisficing-EATWOS) bu yöntemlerden biridir (Özdağoğlu, 2018). EATWOS Yöntemi literatürde diğer ÇKKV yöntemlerine göre oldukça yeni sayılabilecek bir yöntemdir. Karar vericiler tarafından kolaylıkla kullanılabilmesi ve uygulama aşamasında bir yazılım veya programa gerek duyulmaması EATWOS Yönteminin avantajlı yönleri arasında görülmektedir (Görçün, 2019a). Yöntemin dezavantajı ise girdi ve çıktı faktörlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde yöntemin kullanılamamasıdır. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak amacıyla girdi ve çıktı faktörlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi, AHP, SWARA, MACBETH, Delphi Tekniği gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin birçoğu karar vericilerin tecrübelerine, kişisel yaklaşımları ile öznel yargılarına dayanan yaklaşımların kullanılmasını esas almaktadır. Bunların aksine Entropi Yöntemi, yeterli düzeyde sayısal verinin mevcut olması ve kişisel yargılardan etkilenmemesi nedeniyle tutarlı sonuçlar vermektedir (Görçün, 2019b). Araştırmacılar tarafından önerilen birçok kriter ağırlıklandırma yöntemi olmasına rağmen bu yöntemler arasında en fazla kullanılan yöntemlerden biri Entropi Yöntemidir (Alp ve diğerleri, 2015).

Konteyner limanlarının ülke ve bölge ekonomilerine yaptığı katkı oldukça önemlidir. Rekabetçi bir ortamda faaliyetlerine devam eden limanların konteyner taşımacılığında etkin bir rol oynaması için verimli bir şekilde işletilmeleri gerekmektedir. Bu amaçla limanlar, yakın çevresinde ve rekabet bölgesindeki diğer limanlar ile kıyaslanmalı, eksik ve düzeltilmesi gereken yönler tespit edilmelidir. Bu çalışmada, Türkiye'de faaliyet gösteren konteyner terminallerinin verimlilikleri hesap edilmiştir. Bu nedenle yapılan çalışmada Entropi ve EATWOS yöntemlerinin bir arada kullanıldığı hibrit bir yöntem kullanılmıştır. Seçilen yöntemde konteyner limanlarının girdi ve çıktı faktörlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi Yöntemi kullanılmış, elde edilen bu ağırlıklar EATWOS Yönteminde kullanılarak limanların verimlilik analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda verimlilik düzeyleri düşük çıkan limanlarda gözden geçirilmesi gereken noktalar tespit edilmiş ve verimliliklerinin artırılması için yapılması gerekli çalışmaların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Konteyner limanlarının verimliliklerini irdelemek için yapılan bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde amaç ve konunun kapsamı anlatılmış, ikinci bölümde ise ilgili literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümde çalışmanın yöntemini oluşturan metotlar hakkında bilgi verilmiş ve uygulama adımları gösterilmiştir. Dördüncü bölümde konteyner limanlarının verimlilikleri seçilen yöntemlerle gerçekleştirilmiş ve sayısal analizi yapılmıştır. Beşinci bölümde ise elde edilen verimlilik değerlerine göre limanların performansları değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR

Literatürde, konteyner limanlarının verimliliklerini ölçmek amacıyla yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda genellikle Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Stokastik Sınır Analizi (SFA) yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Liman etkinlikleri ile ilgili ilk çalışma Roll ve Hayuth tarafından 1993 yılında yapılmıştır. Bu çalışmada, uygulamadan ziyade daha çok teorik olarak etkinlik değerlendirmesi yapılmıştır. Sonrasında ise Tongzon (1995), Poitras ve diğerleri (1996) ve Martinez-Budria ve diğerleri (1999), VZA Yöntemini kullanarak liman etkinliklerini belirlemeye çalışmışlardır. 2000 yılından itibaren ise liman etkinliği ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı artmaya başlamıştır.

Tongzon (2001) VZA-CCR ve BCC modellerini kullanarak yaptığı çalışmada, Rotterdam, Yokohama, Melbourne ve Osaka limanlarının diğer limanlara göre daha etkin olduğunu hesap etmiştir. Yapılan çalışmada, yanaşma yeri sayısı, kreyn sayısı, römorkör sayısı, çalışan sayısı ve bekleme süresi girdi değişkeni olarak alınmış, elleçlenen konteyner miktarı ve gemi operasyon hızı çıktı değişkeni olarak belirlenmiştir.

İspanya'da faaliyet gösteren 27 limanın etkinliklerini belirlemek amacıyla Coto-Milan ve Banos (2000) tarafından yapılan çalışmada, VZA Yöntemi kullanılmış ve küçük ölçekli limanların daha etkin olduğu görüşü savunulmuştur.

Valentine ve Gray (2001), yaptıkları çalışmada, VZA-CCR Yöntemi ile Kuzey Amerika'da ve Avrupa'da bulunan 31 limanın etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Toplam rıhtım uzunluğu ve konteyner rıhtım uzunluğunun girdi değişkeni olarak kullanıldığı çalışmada elleçlenen konteyner sayısı ve elleçlenen toplam yük miktarı çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

Itoh (2002), Japonya'daki konteyner limanlarının 1990-1999 yılları arasındaki etkinliğini ölçmek için VZA kullanmıştır. Çalışma sonucu liman etkinliklerinin ölçümünde VZA'nın etkin bir yöntem olduğuna değinilerek, Tokyo ve Nogoya limanlarının etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Toplam rıhtım uzunluğu ve konteyner rıhtım uzunluğu değişkenlerinin girdi olarak belirlendiği çalışmada, çıktı olarak elleçlenen konteyner miktarı kullanılmıştır.

Wang ve diğerlerinin (2003), dünyadaki 57 konteyner terminalinin etkinliğini ölçmek için yaptığı çalışmada, girdi yönelimli CCR ve BCC Yöntemi kullanılmıştır. 5 girdi (rıhtım uzunluğu, terminal alanı, rıhtımdaki vinç sayısı, sahadaki vinç sayısı ve sahil kreyn sayısı) ve 1 çıktı (elleçlenen konteyner miktarı) değişkeni kullanılarak yapılan çalışmada elde edilen etkinlik skorlarına göre CCR Modeli ile 9, BCC Modeli ile 23 terminalin etkin olduğu sonucuna varılmıştır.

Barros (2003), Portekiz'de bulunan konteyner terminaleri için VZA ile yaptığı etkinlik ölçümü ile elde edilen sonuçlara dayanarak, liman kurallarının yeniden gözden geçirilmesinin liman verimliliğini olumlu yönde etkileyebileceğini söylemiştir.

Barros ve Athanassious (2004), Yunanistan ve Portekiz limanlarının etkinliklerini ölçmek için VZA Yöntemi ile girdi ve çıktıya yönelik çalışma yapmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, limanların girdi yönelimli analizde %87, çıktı yönelimli analizde ise %90 düzeyinde etkin olarak çalıştığı hesap edilmiş ve limanların verimliliğinin artırılabilmesi için özelleştirmenin iyi bir çözüm olabileceği vurgulanmıştır.

Al-Eraqi ve diğerleri (2008), Orta Doğu ve Doğu Afrika'da bulunan 22 büyük konteyner terminalinin etkinliğini irdelemiş ve fiziki açıdan büyük olan limanların daha etkin olduğunu öne sürmüştür. Rıhtım uzunluğu, stok alanı ve elleçleme ekipmanları sayısının girdi değişkenleri olarak kullanıldığı çalışmada, rıhtıma yanaşan gemi sayısı ve elleçlenen konteyner miktarı çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

Bichou (2013) yaptığı çalışmada 420 konteyner terminalinin etkinlik ölçümünü gerçekleştirmiştir. Etkinlik ölçümü için; terminal alanı, draft, rıhtım uzunluğu, rıhtım kreyn endeksi, saha istif endeksi, kamyon, araç ve kapı sayıları girdi değişkeni olarak kullanılmıştır. Elleçlenen konteyner miktarı ise çıktı değişkeni

olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada limanların etkinlikleri ile yatırım harcamaları, terminal alanı ve yük elleçleme araçlarının arasında bir ilişkinin var olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre büyük ölçekli ve otomasyon sistemlerle donatılmış modernize limanların daha etkin oldukları belirlenmiştir.

Yuen ve diğerleri (2013) tarafından Çin'de bulunan 21 konteyner limanının 2003-2007 yılları arası etkinlik ölçümü yapılmıştır. VZA, tobit ve regresyon modellerinin kullanıldığı çalışmada, diğer iki yöntemin aksine VZA sonuçları belirgin şekilde bir farklılık göstermiştir. Bunun nedeni olarak VZA'da kullanılan değişkenler ile diğer yöntemlerde kullanılan değişkenlerin aynı olmaması gösterilmiştir. Çalışmada yanaşma yeri sayısı, toplam rıhtım uzunluğu, liman alanı, rıhtımda ve sahada bulunan kreyn sayıları girdi değişkeni olarak belirlenirken, çıktı değişkeni olarak elleçlenen konteyner miktarı kullanılmıştır. VZA sonucunda elde edilen bulgular ışığında üç limanın tüm yıllar boyunca etkin olduğu hesaplanmıştır.

Schoyen ve Odeck (2013), VZA Yöntemini kullanarak Norveç konteyner limanlarının 2002-2008 yılları arası etkinliklerini ölçmüşlerdir. Çalışmada altı tanesi Norveç'e ait, toplam 24 adet olmak üzere İskandinav ve İngiliz konteyner limanları analize dahil edilmiştir. Hesaplanan etkinlik skorları ile Norveç limanları ve diğer limanlar arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Rıhtım uzunluğu, terminal alanı, saha ve rıhtım kreyn sayıları ve römorkör sayısının girdi değişkeni olarak kullanıldığı çalışmada elleçlenen konteyner miktarı çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre Norveç limanlarının etkinliklerinin diğer limanlara oranla iyi durumda olduğu sonucuna varılmış ve bu limanların daha etkin olabilmeleri için fiziksel olarak daha büyük olmaları gerektiği görüşü savunulmuştur.

Rajasekar ve Deo (2014), yaptıkları çalışmada Hindistan'da bulunan 8 limanın 1993-2011 yılları arasındaki etkinliklerini belirlemek amacıyla VZA Yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, girdi değişkeni olarak rıhtım sayısı, rıhtım uzunluğu, ekipman ve çalışan sayısı, çıktı değişkeni olarak ise elleçlenen konteyner sayısı ve toplam gemi trafiği sayıları kullanılmıştır. Elde edilen etkinlik skorlarına göre fiziksel açıdan büyük limanların daha etkin olduğu belirlenmiştir. Etkin olmayan limanların ise alt ve üst yapı modernizasyonu ile daha etkin çalışabilecekleri sonucuna varılmıştır.

Literatürde liman verimliliği ile ilgili yapılmış birçok yayın bulunmaktadır. Bu yayınlara ait bilgiler (yazarlar, yayın yılı, kullanılan yöntem, girdi ve çıktı değişkenleri) Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Literatürdeki Liman Verimlilik ve Etkinlik Ölçümleri (Çağlar ve Oral, 2011)

Yazarlar	Yöntem	Girdiler	Çıktılar
Notteboom ve diğerleri (2000)	SFA	Rıhtım uzunluğu Terminal genişliği Kreyn sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Cullinane ve diğerleri (2002)	SFA	Terminal rıhtım uzunluğu Terminal alanı Kargo elleçleme ekipman sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Estache ve diğerleri (2002)	VZA-Malmquist	Çalışan sayısı Terminal alanı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Wiegmans ve diğerleri (2004)	VZA	Terminal genişliği Kapı sayısı İstifleme ekipman sayısı Yükleme hattı uzunluğu	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Cullinane ve diğerleri (2005)	VZA-CCR VZA-BCC FDH	Terminal uzunluğu Terminal alanı Rıhtım kreyn sayısı Saha kreyn sayısı Straddle taşıyıcı sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Tongzon ve Heng (2005)	SFA	Terminal rıhtım uzunluğu Terminal alanı Rıhtım kreyn sayısı Liman genişliği	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)

Çizelge 1. (Devamı)

Yazarlar	Yöntem	Girdiler	Çıktılar
Liu ve diğerleri (2005)	VZA-Malmquist	Yanaşma yeri sayısı Kreyn sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Lin ve Tseng (2005)	VZA-CCR VZA-BCC FDH	Terminal uzunluğu Terminal alanı Saha kreyn sayısı İstifleme ekipmanları	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Cullinane ve diğerleri (2006)	VZA SFA	Straddle taşıyıcı sayısı Saha kreyn sayısı Terminal uzunluğu Terminal alanı Rihtim kreyn sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Rios ve Maçada (2006)	VZA	Kreyn sayısı Yanaşma yeri sayısı İşgücü sayısı Terminal alanı Saha ekipman sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU) Ortalama elleçlenen konteyner sayısı
Fung Ng ve Lee (2007)	VZA	Terminal uzunluğu Terminal alanı Rihtim kreyn sayısı Gemi sayısı Saha kreyn sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Cheon (2007)	Malmquist	Yanaşma yeri uzunluğu Terminal alanı Kreyn sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Panayides ve diğerleri (2008)	VZA	Terminal uzunluğu Terminal alanı Kreyn kapasitesi	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Tongzon ve diğerleri (2008)	VZA	Liman çalışan sayısı Konteyner vinç sayısı Yanaşma yeri sayısı Yanaşma yeri uzunluğu Terminal alanı Draft	Gemi sayısı Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Cheon ve diğerleri (2009)	Malmquist	Yanaşma yeri uzunluğu Konteyner vinci sayısı Terminal alanı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Wu ve Goh (2010)	VZA	Terminal alanı Yanaşma yeri uzunluğu Ekipman sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Cullinane ve Wang (2010)	VZA	Rihtim kreyni Saha vinci sayısı Straddle taşıyıcı sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU) Terminal uzunluğu Terminal alanı
Hung ve diğerleri (2010)	VZA	Terminal alanı Kreyn sayısı Yanaşma yeri uzunluğu Terminal uzunluğu	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Trujillo ve diğerleri (2013)	VZA	Yanaşma yeri uzunluğu Toplam alan Kreyn sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Munisamy ve Jun (2013)	VZA	Terminal alanı Rihtim uzunluğu Rihtim kreyn sayısı Saha kreyn sayısı Sahadaki taşıyıcı sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)

Çizelge 1. (Devamı)

Yazarlar	Yöntem	Girdiler	Çıktılar
Song ve Cui (2014)	VZA-Malmquist	Rihtim uzunluğu İş gücü sayısı Saha vinci sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Almawsheki ve Shah (2015)	VZA	Terminal alanı Rihtim uzunluğu Kreyn sayısı Saha ekipman sayısı Draft	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Kutin ve diğerleri (2017)	VZA	Terminal alanı Rihtim uzunluğu Draft Rihtim kreyn sayısı İstifleme ekipman sayısı Sahadaki taşıyıcı sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Kammoun (2018)	DEA SFA	Terminal alanı İstifleme ekipman sayısı Çalışan sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Hlali (2018)	DEA SFA	Terminal alanı Rihtim uzunluğu Draft Konteyner depolama kapasitesi	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Birafane ve El Abdi (2019)	VZA	Terminal alanı Rihtim uzunluğu İstifleme ekipman sayısı	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)
Kalgora ve diğerleri (2019)	VZA	Terminal alanı Rihtim uzunluğu Rihtim kreyn sayısı Saha kreyn sayısı İstifleme ekipman sayısı Draft Konteyner elleçleme kapasitesi	Elleçlenen konteyner miktarı (TEU)

Türkiye'deki çalışmalara bakılacak olunursa, Bayar (2005) tarafından yapılan çalışmada, VZA Yöntemi kullanılarak Türkiye'deki konteyner terminallerinin verimlilikleri hesaplanmıştır. Girdi ve çıktı yönelimli VZA modelleri kullanılan çalışmada; rihtim uzunluğu, terminaldeki vinç sayısı değerleri girdi değişkeni olarak, elleçlenen konteyner miktarı da çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda verimli olmayan limanlar için potansiyel iyileştirme önerileri ortaya konulmuştur.

Ateş (2010), 13 konteyner terminalinin verimliliklerini VZA Yöntemi ile belirlemiştir. Çalışmada dört adet girdi (yanaşma yeri uzunluğu, konteyner vinç sayısı, yanaşma yeri sayısı ve konteyner stok alanı) ve bir adet çıktı değişkeni (Elleçlenen konteyner miktarı) kullanılmıştır. Limanların 2005 ve 2009 yılları arası verimlilikleri hesaplanmış, İzmir ve Mersin limanlarının verimli, Alport (Trabzon) ve Akport (Tekirdağ) limanlarının görece olarak daha verimsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

2009 Küresel Finans Krizi'nin limanlar üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla Ateş ve Esmer (2013) tarafından yapılan çalışmada, limanların verimlilikleri VZA ile ölçülmüş ve bu değerlerin dönem içindeki değişimleri ise Malmquist Toplam Faktör Verimlilik (TFV) Endeksi kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan çalışmada; rihtim uzunluğu, rihtim vinç sayısı, draft ve stok alanı girdi değişkeni olarak kullanılırken, elleçlenen konteyner miktarı ise çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

Ateş ve Esmer (2014), konteyner limanlarının verimliliğini, Serbest Atılabilir Zarf Modeli (FDH) ve Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemlerini kullanarak hesaplamışlardır. Stok alanı, rihtim vinç sayıları, konteyner rihtim uzunluğu ve draft girdi değişkenleri olarak belirlenirken, 2012 yılı toplam elleçleme miktarı çıktı değişkeni olarak belirlenmiştir.

Güner (2015) tarafından yapılan çalışmada, 2010 yılı verileri göz önüne alınarak 13 limanda VZA kullanılarak üç temel etkinlik analiz edilmiştir. Limanların operasyonel etkinliğini ölçmek amacıyla beş girdi ve iki çıktı kullanılmıştır. Bu modelin girdileri; terminal alanı, rıhtım uzunluğu, vinç sayısı, forklift sayısı ve iş gücü iken, çıktıları ise elleçlenen yük miktarı ve hizmet verilen gemi sayısıdır. Finansal etkinlik ise iki girdi ve bir çıktı ile ölçülmüştür. Bir önceki aşamanın çıktıları olan elleçlenen yük miktarı ve hizmet verilen gemi sayısı, bu aşamanın girdisini teşkil ederken, limanların elde ettikleri toplam gelir de bu sürecin çıktısını oluşturmuştur. Genel etkinlik modeli ise terminal alanı, rıhtım uzunluğu, vinç, forklift ve iş gücü girdilerinden ve toplam gelir çıktısından oluşturulmuştur.

Akgül ve diğerleri (2015) tarafından konteyner limanlarının rekabetçilikleri “BCG Portföy Analizi”, etkinlikleri de VZA kullanılarak tespit edilmiştir. Etkinlik seviyelerinin belirlenmesine yönelik olarak; rıhtım vinçlerinin sayısı, terminal sahası, rıhtım uzunluğu ve su derinliği “girdi” olarak; 2013 yılı sonu itibarı ile TEU bazında yapılan toplam elleçleme miktarı ise “çıkıtı” olarak dikkate alınmıştır.

Acer ve Timor (2017) yaptıkları çalışmada, 20 konteyner terminalinin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla VZA Yöntemini uygulamıştır. Çıkıtı yönelimli CCR Modeli ile elde edilen sonuçlara göre üç konteyner terminalinin etkin çıktığı görülmüştür. Daha sonrasında ise birbirine benzer konteyner terminallerini tespit edebilmek amacıyla kümeleme analizi yöntemi uygulanmış ve 16 konteyner terminalinden oluşan yeni bir küme grubu elde etmiştir. Elde edilen bu küme grubuna yeniden VZA Yöntemi uygulanarak elde edilen etkinlik sonuçları tekrar değerlendirildiğinde; ilk modelde orta etkin olan altı konteyner terminalinin etkin duruma geldiği görülmüştür.

Yüksekyıldız ve Tunçel (2020), bulanık VZA ile Türkiye’de faaliyet gösteren konteyner terminallerinin verimliliklerini hesaplamıştır. Rıhtım uzunluğu, terminal alanı, draft ve elleçleme kapasitesi girdi değişkeni olarak belirlenmiş, elleçlenen konteyner miktarı da çıkıtı değişkeni olarak kullanılmıştır. Yapılan çalışmada, değeri kesin olarak bilinmeyen değişkenlerin farklı alfa kesim düzeylerinde alt ve üst limitleri belirlenmiştir. Farklı alfa düzeylerinde elde edilen verimlilik değerleri minimax pişmanlık yaklaşımı yöntemiyle sıralanmıştır.

Daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında liman verimliliklerini ölçebilmek amacıyla EATWOS Yönteminin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yapılan bu çalışmanın, literatürde yer alan bu boşluğun giderilmesine yönelik katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. EATWOS Yöntemi ilk olarak Peters ve Zelewski (2006) tarafından ileri sürülmüş olup yapılan çalışmada uygulama adımları gösterilmiş ve çıkıtı faktörleri göz önüne alınarak etkinlik analizi gerçekleştirilmiştir. Sonrasında ise Peters ve diğerleri (2012) tarafından girdi faktörleri dikkate alınarak EATWOS Yöntemi ile etkinlik analizi gerçekleştirilmiştir. Bansal ve diğerleri (2014) tarafından içme suyu üretim, dağıtım ve paketleme işleri yapan bir firmanın şişe üretim maliyetlerini azaltmak amacıyla şişe üretimi yapan 12 farklı tedarikçinin performans değerlendirmesi EATWOS Yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Özbek (2015a), bireysel emeklilik şirketlerinin verimlilik değerlerinin hesaplanmasında EATWOS Yöntemini kullanmıştır. Özbek (2015b), EATWOS Yöntemini kullanarak sivil toplum örgütlerinin performanslarını belirlemiştir. Türk Kızılay Teşkilatı’nın 2012-2014 yılları arasındaki performans değerlerinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada (Özbek, 2015c) OCRA ve EATWOS Yöntemi kullanılmıştır. Özbek (2016) altın madeni firmalarının 2008-2015 yıllarındaki verimliliklerini finansal tablolar yardımıyla EATWOS Yöntemi kullanarak değerlendirmiştir.

Peters ve Zelewski (2016), EATWOS Yönteminde girdi ve çıkıtılar için tatmin seviyelerinin belirlenmesinin avantajları ve dezavantajlarını ortaya koymuşlardır. Bu amaçla şirketin sosyal sorumluluğa bakış açısından etkinlik analizi gerçekleştirmişlerdir.

Kumar ve diğerleri (2016) tarafından yapılan çalışmada, Hindistan birinci liginde oynamakta olan 21 oyuncunun performans ölçüm değerleri EATWOS Yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Özbek (2017), hayır işlerinde faaliyet gösteren bir sivil toplum kuruluşunun 2005-2014 yılları arasındaki verimliliğini EATWOS Yöntemiyle hesap etmiştir. Yapılan çalışmada girdi ve çıktı faktörlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde puanlama tekniği kullanılmıştır.

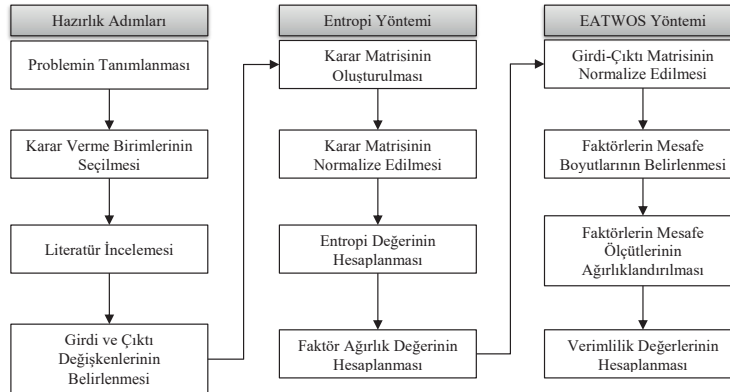
Kundakçı (2019), tedarikçilerin verimliliklerini değerlendirmek amacıyla EATWOS ve OCRA yöntemlerinden yararlanmıştır. Elde edilen verimlilik skorlarına göre tedarikçilerin sıralaması belirlenmiş ve her iki yöntemle elde edilen sonuçların aynı olduğu belirlenmiştir.

Arslan ve diğerleri (2019), jeotermal kaynakların değerlendirilmesi amacıyla analitik olarak dizayn edilen güç santralinin tasarım modellemelerinin etkinlik değerlerini EATWOS Yöntemiyle hesaplamıştır.

Literatürdeki yapılan çalışmalara bakıldığında girdi ve çıktı faktörlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde farklı yöntemlerden yararlanıldığı görülmektedir (AHP, SWARA vb.). Faktörlerin ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi yönteminin kullanıldığı çalışmalara bakıldığında; Özdağoğlu (2018), Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren 152 sigorta şirketinin finansal performans analizini gri Entropi ve EATWOS Yöntemi ile gerçekleştirmiştir. Yine Borsa İstanbul'da altı sigorta şirketinin 2014-2018 yılları arasındaki satış performansları dikkate alınarak yapılan verimlilik analizinde Entropi ve EATWOS Yöntemi kullanılmıştır (Bulğurcu, 2019). Görçün (2019b) tarafından Avrupa'daki tramvay ve hafif raylı sistemlerin verimlilik düzeylerini belirlemek için yapılan çalışmada Entropi ve EATWOS yöntemlerinden oluşan bütünlük bir model uygulanmıştır. Orta Asya Türk Cumhuriyetlerinin lojistik ve taşımacılık performanslarının belirlenmesi için yapılan çalışmada Entropi ve EATWOS yöntemleri birlikte kullanılmıştır (Görçün, 2019a).

3. MATERYAL ve METOT

Konteyner limanlarının verimlilik analizi için Entropi ve EATWOS yöntemlerinin hibrit olarak kullanıldığı yöntemin işlem adımları Şekil 1'de gösterilmiştir. Kullanılan hibrit yöntemi sekiz aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamaların ilk dört adımında Entropi Yöntemi kullanılarak faktörlerin ağırlık dereceleri belirlenmiştir. Son dört aşamada ise EATWOS Yöntemi ile karar verme birimlerinin verimlilik ve performans değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 1. Entropi ve EATWOS Hibrit Yönteminin İşlem Adımları

Adım 1. Karar Matrislerinin Oluşturulması (Shemshadi ve diğerleri, 2011): Entropi Yönteminin ilk aşamasında karar verme birimlerine ait matrisler oluşturulmaktadır. Bu aşamada girdilerden meydana gelen X matrisi ve çıktılardan oluşan Y matrisi elde edilir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} & \dots & x_{1K} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} & \dots & x_{2K} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ik} & \dots & x_{iK} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{l1} & x_{l2} & \dots & x_{lk} & \dots & x_{lK} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1j} & \dots & y_{1J} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2j} & \dots & y_{2J} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \dots & \vdots \\ y_{i1} & y_{i2} & \dots & y_{ij} & \dots & y_{iJ} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{l1} & y_{l2} & \dots & y_{lj} & \dots & y_{lJ} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\forall i=1,2,\dots,l; \forall k=1,2,\dots,K; \forall j=1,2,\dots,J \quad (3)$$

Adım 2. Karar Matrislerinin Normalize Edilmesi: İkinci adımda karar matrisi ortak bir birime dönüştürülmek amacıyla Eşitlik 4 ve 5 yardımıyla normalize edilmekte ve normalize matrisler elde edilmektedir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (4)$$

$$y_{ij}^* = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}} \quad (5)$$

Bunun için matrislerin her bir elamanı kendi sütun toplamına bölünerek Eşitlik 6'da gösterilen normalize matris X^* ile Eşitlik 7'de gösterilen normalize matris Y^* elde edilmektedir.

$$X^* = \begin{bmatrix} x_{11}^* & x_{12}^* & \dots & x_{1k}^* & \dots & x_{1K}^* \\ x_{21}^* & x_{22}^* & \dots & x_{2k}^* & \dots & x_{2K}^* \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{i1}^* & x_{i2}^* & \dots & x_{ik}^* & \dots & x_{iK}^* \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{l1}^* & x_{l2}^* & \dots & x_{lk}^* & \dots & x_{lK}^* \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$Y^* = \begin{bmatrix} y_{11}^* & y_{12}^* & \dots & y_{1j}^* & \dots & y_{1J}^* \\ y_{21}^* & y_{22}^* & \dots & y_{2j}^* & \dots & y_{2J}^* \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \dots & \vdots \\ y_{i1}^* & y_{i2}^* & \dots & y_{ij}^* & \dots & y_{iJ}^* \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{l1}^* & y_{l2}^* & \dots & y_{lj}^* & \dots & y_{lJ}^* \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$\forall i=1,2,\dots,l; \forall k=1,2,\dots,K; \forall j=1,2,\dots,J \quad (8)$$

Adım 3. Entropi Değerlerinin Hesaplanması: Bu aşamada Entropi değerleri Eşitlik 9 ve 10 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$e_{ij}^* = x_{ij}^* \cdot ((\ln)x_{ij}^*) \quad (9)$$

$$e_{ij}^- = y_{ij}^* \cdot ((\ln)y_{ij}^*) \quad (10)$$

Tüm girdi ve çıktı değerleri için Entropi değeri hesaplandıktan sonra Entropi değerlerini gösteren E^* ve E^- matrisleri oluşturulur.

$$E^* = \begin{bmatrix} e^*_{11} & e^*_{12} & \dots & e^*_{1k} & \dots & e^*_{1K} \\ e^*_{21} & e^*_{22} & \dots & e^*_{2k} & \dots & e^*_{2K} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \dots & \vdots \\ e^*_{i1} & e^*_{i2} & \dots & e^*_{ik} & \dots & e^*_{iK} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e^*_{l1} & e^*_{l2} & \dots & e^*_{lk} & \dots & e^*_{lK} \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$E^- = \begin{bmatrix} e^-_{11} & e^-_{12} & \dots & e^-_{1j} & \dots & e^-_{1J} \\ e^-_{21} & e^-_{22} & \dots & e^-_{2j} & \dots & e^-_{2J} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \dots & \vdots \\ e^-_{i1} & e^-_{i2} & \dots & e^-_{ij} & \dots & e^-_{iJ} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e^-_{l1} & e^-_{l2} & \dots & e^-_{lj} & \dots & e^-_{lJ} \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\forall i=1,2,\dots,l; \forall k=1,2,\dots,K \forall j=1,2,\dots,J \quad (13)$$

Her bir girdi ve çıktı elemanı için Entropi değeri hesaplandıktan sonra her faktör için Entropi değeri, “m” alternatif sayısı olmak üzere Eşitlik 14 ve 15 yardımı ile hesaplanabilir.

$$E^*_{ij} = \left(\frac{-1}{\ln(m)} \right) \cdot \sum_{i=1}^m [x^*_{ij} \cdot \ln x^*_{ij}]; \forall j \quad (14)$$

$$E^-_{ij} = \left(\frac{-1}{\ln(m)} \right) \cdot \sum_{i=1}^m [y^*_{ij} \cdot \ln y^*_{ij}]; \forall j \quad (15)$$

Entropi değerlerinin hesabından sonra belirsizlikleri gösteren ve d_j olarak da tanımlanan bilginin farklılaşma derecesi Eşitlik 16 ve 17 kullanılarak elde edilir.

$$d^*_{ij} = 1 - E^*_{ij}; \forall j \quad (16)$$

$$d^-_{ij} = 1 - E^-_{ij}; \forall j \quad (17)$$

Bu aşamada elde edilen d_j değerlerinin yüksek olması kriterlere ilişkin alternatif değerleri arasında uzaklığın diğer bir deyişle farklılığın fazla olduğunu göstermektedir.

Adım 4. Faktör Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması: Bu aşamada her bir faktörün ağırlık değeri Eşitlik 18 ve 19 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$w^*_{ij} = \frac{d^*_{ij}}{\sum_{i=1}^m d^*_{ij}}; \forall j \quad (18)$$

$$w^-_{ij} = \frac{d^-_{ij}}{\sum_{i=1}^m d^-_{ij}}; \forall j \quad (19)$$

Adım 5. Girdi ve Çıktı Matrislerinin Normalize Edilmesi (Peters ve Zelewski, 2006): Bu adım hibrit olarak önerilen modeldeki EATWOS Yönteminin başlangıcıdır. Bu aşamada modelin birinci aşamasında oluşturulan karar matrisleri Eşitlik 20 ve 21 kullanılarak normalize edilir. KVB'lere ait değerlerin normalize edilmesi sonucunda, girdi değerlerine ait S matrisi ve çıktı değerlerine ait R matrisi oluşturulur.

$$s_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (20)$$

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m y_{ij}^2}} \quad (21)$$

$$\forall i = 1, 2, \dots, l; \forall j = 1, 2, \dots, J \quad (22)$$

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1j} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{l1} & s_{l2} & \dots & s_{lj} \end{bmatrix} \quad (23)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{l1} & r_{l2} & \dots & r_{lj} \end{bmatrix} \quad (24)$$

Adım 6. Faktörlerin Mesafe Ölçütlerinin Belirlenmesi: Her bir faktörün ideale ne kadar yakın veya uzak olduğunu gösteren mesafe ölçümlerinin belirlenmesi için girdi ve çıktı faktörlerine ait iki farklı uygulama söz konusudur. Girdi faktörleri için öncelikli olarak girdi matrisinin her bir sütununun en küçük değeri belirlenmektedir. Sonrasında Eşitlik 26 yardımıyla girdi faktörleri için mesafe boyutları hesap edilmektedir.

$$s_k^* = \min\{\bar{r}_j\}; \forall j = 1, 2, \dots, J \quad (25)$$

$$ip_{ik} = 1 + (s_{ik} - s_k^*); \forall i = 1, 2, \dots, l \forall k = 1, 2, \dots, K \quad (26)$$

Çıktılar için her bir sütun için en büyük çıktı miktarı belirlenir. Ardından Eşitlik 28 kullanılarak çıktı mesafe boyutları hesap edilir.

$$r_{ij} = \max\{\bar{s}_k\}; \forall k = 1, 2, \dots, K \quad (27)$$

$$op_k = 1 - (r_j^* - r_{ij}); \forall i = 1, 2, \dots, l \forall j = 1, 2, \dots, J \quad (28)$$

Adım 7. Mesafe Ölçütlerinin Ağırlıklandırılması: Bu adımda Entropi Yöntemi kullanılarak belirlenen faktör ağırlıkları ile mesafe boyut değerleri ayrı ayrı çarpılır ve mesafe boyutları ağırlıklandırılır. Bunun için Eşitlik 29 ve Eşitlik 30 kullanılmıştır.

$$ip_{ja} = ip_{ik} \cdot w_{ij}^* \quad (29)$$

$$op_{ka} = op_k \cdot w_{ij}^- \quad (30)$$

Adım 8. Verimlilik Değerlerinin Hesaplanması: Verimlilik değerlerinin elde edilebilmesi için Eşitlik 31 kullanılarak, faktörlerin her bir karar alternatifine ait girdi faktörü için elde edilen ağırlıklı mesafe ölçüsü toplamı aynı alternatifin çıktılar için elde edilen ağırlıklı mesafe ölçüsü toplamına bölünür.

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^J op_{ka}}{\sum_{k=1}^K ip_{ja}} \quad (31)$$

Hesaplamalar sonucunda herhangi bir KVB için elde edilen E_i değerinin yüksek olması o KVB'nin performansının ve verimlilik düzeyinin yüksek, düşük olması sonucunda ise görece olarak düşük performansa sahip olduğu söylenebilir. Tüm KVB'lerin verimlilik değerleri hesaplandıktan sonra verimlilik skorlarına göre sıralandırılabilirler.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, Entropi ve EATWOS yöntemleri birleşik olarak kullanılarak Türkiye'de faaliyet gösteren 22 konteyner limanının 2015-2017 yılları arasındaki verimlilikleri analiz edilmiştir. Verimlilik analizi için seçilen karar verme birimlerinin operasyonel ve teknik olarak benzer özellikleri taşıyor olmaları en önemli noktalardan biridir. Uç noktalarda yer alan KVB'lerin uygulamaya dahil edilmemesi sonuçların daha anlamlı olabilmesi için tercih nedenidir. Bu nedenle yapılan çalışmada yıllık 10000 TEU ve üzeri konteyner elleçlemesi yapan limanlar karar verme birimleri olarak seçilmiştir.

Verimlilik analizi için önemli hususlardan bir diğeri de girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesidir. Yapılan çalışmada girdi ve çıktı değişkenleri belirlenirken, literatürde liman verimliliği ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiş ve en sık kullanılan değişkenlerin kullanılması amaçlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre terminal rıhtım uzunluğu, terminal alanı, maksimum draft ve elleçleme kapasitesi (TEU) girdi değişkeni olarak seçilmiştir. Limanların yıllık olarak elleçledikleri konteyner miktarı da (TEU) çıktı değişkeni olarak saptanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çalışmada Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Girdiler		Çıktı	
G_1	Terminal rıhtım uzunluğu (m) - TRU	Ç	Elleçlenen konteyner sayısı (TEU)
G_2	Terminal alanı (m ²) - TA		
G_3	Maksimum draft (m) - MD		
G_4	Konteyner elleçleme kapasitesi (TEU) - KEK		

Çalışma kapsamında incelenen limanların isimleri kısaltma kullanılarak verilmiştir. Konteyner limanları "KL" ile başlayan ve 1, 2, 3 (KL₁, KL₂, KL₃ vb.) ile devam eden kısaltmalarla gösterilmiştir. Yapılan çalışmada girdi ve çıktı değişkeni olarak kullanılan veriler, resmi kaynaklardan (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Türkiye Liman İşletmecileri Derneği) ve konteyner limanlarının internet sitelerinde yer alan bilgilerden derlenerek elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan konteyner limanlarının girdi ve çıktı değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler Çizelge 3'te görülmektedir.

Çizelge 3. Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler

Girdi – Çıktı Değişkenleri	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma	En Küçük	En Büyük
TRU	1666,2	197,5	926,5	405	3413
TA	424543,5	65681,4	308072,8	90000	1200000
MD	17,2	1,4	6,51	10	36
KEK	931590,9	165133,6	774545	150000	2600000
2015 yılı (TEU)	369221,5	96742,2	453761,2	2077	1576611
2016 yılı (TEU)	395558,9	98376,9	461428,5	11463	1844015
2017 yılı (TEU)	440978,5	100685,8	472258,4	11419	1709047

Entropi Yöntemi kullanılarak Eşitlik 1-19 yardımıyla girdi ve çıktı faktörleri için ağırlık değerleri hesaplanmıştır.

$$w_{ij}^* = \begin{bmatrix} G1 & G2 & G3 & G4 \\ 0,200945 & 0,304536 & 0,084451 & 0,4100679 \end{bmatrix} \quad (32)$$

$$w_{ij}^- = \begin{bmatrix} 2015 & 2016 & 2017 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (33)$$

Girdi faktörlerinin ağırlık değerlerine bakıldığında; G_4 : Konteyner elleçleme kapasitesi (TEU) değerinin ilk sırada, G_2 : Terminal alanı (m^2) değerinin ikinci, G_1 : Terminal rıhtım uzunluğu (m) değerinin üçüncü sırada ve G_3 : Maksimum draft (m) değerinin ise son sırada yer aldığı görülmektedir. Verimlilik analizi yapılan her bir yıl için sadece bir çıktı değeri olduğundan, çıktı faktörleri için hesaplanan ağırlık değerleri 1 olarak hesaplanmıştır.

Sonrasında ise Entropi Yönteminde girdi ve çıktılar ağırlık faktörleri için elde ağırlık değerleri EATWOS Yönteminde yerine konulmuş ve Eşitlik 20-31 yardımıyla her bir KVB için verimlilik değerleri hesaplanmıştır. Üç yıl için hesap edilen verimlilik değerleri Çizelge 4, 5 ve 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4. 2015 Yılı Verimlilik Değerleri

Limanlar	Girdiler	Çıktılar	Verimlilik	Sıra
KL ₁	1,027100	0,450784	0,438890	13
KL ₂	1,096802	0,424266	0,386821	20
KL ₃	1,242470	0,465129	0,374358	21
KL ₄	1,120270	0,538798	0,480954	9
KL ₅	1,106659	0,639701	0,578048	4
KL ₆	1,237712	0,551589	0,445652	12
KL ₇	1,235659	0,841569	0,681069	3
KL ₈	1,027036	0,424253	0,413085	16
KL ₉	1,192478	0,468308	0,392719	19
KL ₁₀	1,021227	0,422307	0,413529	15
KL ₁₁	1,252278	1,000000	0,798545	1
KL ₁₂	1,378862	0,944549	0,685021	2
KL ₁₃	1,051412	0,510375	0,485418	8
KL ₁₄	1,037471	0,450210	0,433949	14
KL ₁₅	1,084060	0,437576	0,403646	18
KL ₁₆	1,136421	0,554539	0,487969	7
KL ₁₇	1,185360	0,657145	0,554384	5
KL ₁₈	1,138326	0,462339	0,406157	17
KL ₁₉	1,102472	0,538966	0,488870	6
KL ₂₀	1,061506	0,500354	0,471363	10
KL ₂₁	1,147496	0,418156	0,364407	22

Çizelge 5. 2016 Yılı Verimlilik Değerleri

Limanlar	Girdiler	Çıktılar	Verimlilik	Sıra
KL ₁	1,027100	0,391012	0,380696	12
KL ₂	1,096802	0,348564	0,317801	20
KL ₃	1,242470	0,586299	0,471882	5
KL ₄	1,120270	0,473794	0,422928	8
KL ₅	1,106659	0,587561	0,530933	3
KL ₆	1,237712	0,458265	0,370251	13
KL ₇	1,235659	0,576334	0,466418	6
KL ₈	1,027036	0,349482	0,340282	17
KL ₉	1,192478	0,431247	0,361639	14
KL ₁₀	1,021227	0,349318	0,342057	16
KL ₁₁	1,252278	1,000000	0,798545	1
KL ₁₂	1,378862	0,842250	0,610830	2
KL ₁₃	1,051412	0,440404	0,418869	9
KL ₁₄	1,037471	0,374734	0,361200	15
KL ₁₅	1,084060	0,363012	0,334863	19
KL ₁₆	1,136421	0,484449	0,426293	7
KL ₁₇	1,185360	0,586036	0,494394	4
KL ₁₈	1,138326	0,383477	0,336878	18
KL ₁₉	1,102472	0,444867	0,403518	11
KL ₂₀	1,061506	0,432480	0,407421	10
KL ₂₁	1,147496	0,363042	0,316378	21
KL ₂₂	1,070411	0,405631	0,378949	22

Çizelge 6. 2017 Yılı Verimlilik Değerleri

Limanlar	Girdiler	Çıktılar	Verimlilik	Sıra
KL ₁	1,027100	0,490876	0,477924	12
KL ₂	1,096802	0,438736	0,400014	22
KL ₃	1,242470	0,741904	0,597121	4
KL ₄	1,120270	0,523030	0,466879	13
KL ₅	1,106659	0,552519	0,499268	9
KL ₆	1,237712	0,557313	0,450277	15
KL ₇	1,235659	0,781141	0,632165	3
KL ₈	1,027036	0,432918	0,421521	19
KL ₉	1,192478	0,516677	0,433280	17
KL ₁₀	1,021227	0,433871	0,424853	18
KL ₁₁	1,252278	1,000000	0,798545	1
KL ₁₂	1,378862	0,947024	0,686816	2
KL ₁₃	1,051412	0,532840	0,506785	7
KL ₁₄	1,037471	0,458286	0,441733	16
KL ₁₅	1,084060	0,451112	0,416132	20
KL ₁₆	1,136421	0,594622	0,523241	6
KL ₁₇	1,185360	0,641980	0,541591	5
KL ₁₈	1,138326	0,457667	0,402052	21
KL ₁₉	1,102472	0,548598	0,497608	10
KL ₂₀	1,061506	0,509749	0,480213	11
KL ₂₁	1,147496	0,574350	0,500524	8
KL ₂₂	1,070411	0,495794	0,463181	14

Yapılan verimlilik analizi sonuçlarına göre KL_{11} limanının üç yıllık periyot döneminde en verimli çalışan liman olduğu görülmektedir. KL_{12} limanı ise analizi yapılan tüm yıllar için ikinci sırada yer almaktadır. KL_7 limanı 2015 ve 2017 yıllarında üçüncü sırada yer alırken, 2016 yılında verimliliğinde düşüş yaşamış olup altıncı sırada görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, KL_{11} limanının tüm yıllar süresince verimli çıkmasının en önemli nedeni çıktı değişkeni olarak belirlenen konteyner elleçleme miktarının diğer limanlara göre yüksek olması görülmektedir. Aynı şekilde KL_7 limanının da 2015 ve 2017 yıllarındaki konteyner elleçleme miktarı yüksek olmasına karşılık 2016 yılında önemli bir miktarda azaldığı görülmektedir. Bu nedenle KL_7 limanı iki yıl için verimli olarak görülmekte ancak 2016 yılındaki bu düşüş nedeniyle oldukça fazla bir verimlilik kaybı yaşadığı hesaplanmıştır.

Analizi yapılan yıllar itibarıyla sırasıyla KL_{21} , KL_{22} ve KL_2 limanları sırasıyla son sırada yer almış olup en düşük verimlilik değerlerine sahip limanlar olmuşlardır. Dikkat çekici bir nokta ise 2015 yılında faaliyetlerine başlayan KL_{21} limanının, ilk iki yıl için son sıralarda yer alırken, 2017 yılında verimliliğinde önemli bir artış göstererek sekizinci sıraya yerleşmiş olmasıdır. KL_{21} limanının verimlilik artışındaki en önemli neden ise iki yıl gibi kısa bir sürede hızla gelişerek konteyner elleçleme miktarını 2017 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık 8,3 kat artırmış olmasıdır. Yıllara göre limanların verimlilik sıralaması Çizelge 7’de gösterilmiştir.

Çizelge 7. Limanların Yıllara Göre Verimlilik Sıralaması

Limanlar	2015	2016	2017
KL_1	13	12	12
KL_2	20	20	22
KL_3	21	5	4
KL_4	9	8	13
KL_5	4	3	9
KL_6	12	13	15
KL_7	3	6	3
KL_8	16	17	19
KL_9	19	14	17
KL_{10}	15	16	18
KL_{11}	1	1	1
KL_{12}	2	2	2
KL_{13}	8	9	7
KL_{14}	14	15	16
KL_{15}	18	19	20
KL_{16}	7	7	6
KL_{17}	5	4	5
KL_{18}	17	18	21
KL_{19}	6	11	10
KL_{20}	10	10	11
KL_{21}	22	21	8
KL_{22}	11	22	14

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre verimlilik sıralamasında ön sıralarda yer alan limanların daha çok ekonomik ve sanayi olarak gelişmiş olan Marmara ve Ege Bölgesi’nde yoğunlaşmış olduğu ortaya çıkmıştır. Akdeniz ve Karadeniz Bölgesi’nde bulunan limanlar ise görece olarak bu limanlara göre daha düşük verimlilik oranlarına sahip oldukları anlaşılmıştır.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Konteyner limanları, dünya ticaretinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Ülkeler bu ticaret pastasından daha fazla pay alabilmek için sürekli bir rekabet içerisinde. Bu rekabette üstünlük sağlayabilmek için konteyner limanlarının, kendilerini sürekli yenilemeleri ve gelecek planlamaları yapmaları gerekmektedir. Liman verimliliklerinin hesaplanması bu nedenle oldukça önemlidir. Bu durum limanlara var olduğu bölgede aynı yük grubuna hizmet veren diğer limanlarla kendisini kıyaslama imkânı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra hangi alanlarda eksikliklerinin olduğunun farkına varacak, rekabette daha ön sıralarda yer alabilecektir.

Yapılan çalışmada, verimlilik değerleri yüksek çıkan limanların teknik ve operasyonel olarak diğer limanlardan daha iyi limanlar olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra yıllık elleçlenen yük miktarı yüksek olan limanların verimlilik değerlerinin diğer limanlara oranla daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Sonuçlara bakılacak olduğunda çıktı değişkeni olarak kullanılan konteyner elleçleme miktarındaki artış ve azalışların limanların verimliliklerini önemli derecede etkilediği görülmektedir. Çalışmada girdi olarak kullanılan değişkenlerin (rihtım uzunluğu, draft vb.) miktarının artırılması veya azaltılması gerçek hayatta oldukça zor olmaktadır. Bunun yerine limanlar var olan kaynaklarını daha etkin ve verimli kullanmanın yollarını aramalı ve böylelikle elleçlenen konteyner sayısını artırarak verimliliklerini yükseltmelidirler. Literatürde yapılan diğer çalışmalara bakıldığında konteyner elleçleme sayısındaki artışın liman verimliliklerini olumlu yönde etkilediği görülmektedir (Itoh, 2002; Wang ve diğerleri, 2003; Culliane ve diğerleri, 2004; Fung Ng ve Lee, 2007; Panayides ve diğerleri, 2008; Cheon ve diğerleri, 2009; Ateş, 2010).

Konteyner limanlarının verimliliklerinin artırılabilmesi için alt ve üstyapı özelliklerinin günün getirdiği çağdaş teknolojiye sahip olması, güçlü bir ard bölge bağlantısına sahip olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra limanların iyi bir şekilde yönetilmesi ve pazar paylarının ve yük potansiyellerinin artırılabilmesi için gerekli çalışmaların yapılması da oldukça önemlidir.

Daha küçük ölçekli olarak yük elleçleyen limanlarda ise verimlilik değerlerinin yükseltilmesi amacıyla limanların rekabet koşullarının yeniden gözden geçirilmesi ve daha fazla yük elleçlenebilmesi için gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu amaçla verimliliği düşük çıkan limanların fiziki ve yönetsel olarak yeniden yapılanmaya girmeleri önerilmektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlardan biri de verimlilikleri yüksek olan limanların büyük bir çoğunluğunun Marmara ve Ege Bölgesi'nde yoğunlaşmış olmasıdır. Sanayi ve iş gücünün diğer bölgelere oranla daha gelişmiş olduğu bu bölgelerde ekonomik anlamda yapılan faaliyetlerin fazlalığı nedeniyle limanlara olan talep de artmaktadır. Gerçekleşen talep artışı nedeniyle limanlarda yapılan elleçleme sayısında da artış yaşanmaktadır. Bu da limanların verimliliklerinin artışına neden olmaktadır. Sonuç olarak liman bölgesinde oluşan yük hareketlerinin artışı ve limanın ard bölgesiyle bağlantılarının güçlü olmasının liman verimliliğini olumlu yönde etkilediği anlaşılmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, liman faaliyetleri ve kentlerin ekonomik gelişmişlikleri arasında güçlü bir bağlantı olduğu ve bu bölgelerde bulunan limanların diğer limanlara göre daha verimli oldukları görülmektedir (Fujita ve Mori, 1996; Hoyle, 1998; Notteboom ve Rodrigue, 2005; Jung, 2011; Ferrari ve diğerleri, 2012; Dwarakish ve Salim, 2015).

Bu çalışmada, Türkiye'de faaliyet gösteren konteyner limanlarının verimlilikleri araştırılmıştır. Ancak bu çalışmada verimli çıkan limanların dünya çapında verimli olduğu sonucu çıkarılamaz. Türkiye limanları dünya coğrafyası açısından oldukça önemli bir noktada bulunmakta olmasına karşılık konteyner taşımacılığında yeterli payı alamamaktadır. Türkiye'deki konteyner limanları genelde ithal ve ihracat malların aktarıldığı limanlar olarak iş görmektedir. Bu nedenle yapılacak diğer çalışmalarda Türkiye'deki konteyner limanlarının dünya limanlarıyla birlikte değerlendirilmesi Türk konteyner limanlarının verimlilik durumunun daha iyi anlaşılabilmesi için oldukça önemlidir. Elde edilen sonuçlar ışığında limanlarımızın dünya çapında rekabet edebilmeleri için gerekli düzenlemelerin yapılması ve bir ana liman haline getirilebilmesi için eksikliklerinin giderilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, girdi ve çıktı değişkenlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi Metodu kullanılmıştır. Gelecekte konuyla ilgili yapılacak çalışmalarda girdi ve çıktıların ağırlıklarının belirlenmesinde AHP, SWARA ve MACBETH yöntemleri tercih edilebilir. Konteyner limanlarının verimliliklerini ölçmeye yönelik bu çalışmaya benzer olarak diğer alanlarda da (okul, üniversite, şirket vs.) verimlilik ölçümlerinde, Entropi ve EATWOS yöntemleri birlikte kullanılabilir. Konteyner limanları, işleyiş açısından oldukça karmaşık bir yapıya sahip olmalarından dolayı birçok değişken, verimliliklerini etkilemektedir. Bu nedenle gerçekleştirilen verimlilik analizlerinde girdi ve çıktı değişkeni olarak belirlenen birimlerin değiştirilerek yeniden verimliliklerinin hesaplanması da oldukça önemlidir. Böylelikle bölgesel farklılıklar ve limanların kendine has yapısal durumlarından meydana gelen verimlilik değişimleri de incelenebilecektir.

KAYNAKÇA

- ACER, A. ve TİMOR, M. (2017), **Kümeleme ve Veri Zarflama Analizi (VZA) İle Konteyner Terminal Etkinliklerinin Belirlenmesi**, Alphanumeric Journal, 5 (2), 339-352.
- AKGÜL, E. F., FIŞKIN, C. S., DÜZALAN, B., ERDOĞAN, T. ve ÇETİN, Ç. K. (2015), **Liman Rekabetçiliği ve Etkinlik: Türkiye'deki Konteyner Limanları Üzerine Bir Analiz**, 2. Ulusal Liman Kongresi, İzmir.
- AL-ERAQI, A. S., MUSTAFA, A., KHADER, A. T. ve 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.
- ALMAWSHEKI, E. S. ve 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.
- ALP, İ., ÖZTEL, A. ve KÖSE, M. S. (2015), **Entropi Tabanlı MAUT Yöntemi İle Kurumsal Sürdürülebilirlik Performansı Ölçümü: Bir Vaka Çalışması**, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11 (2), 65-81.
- ARSLAN, O., ARSLAN, A. E. ve ACAR, M. Ş. (2019), **O-Tipi ORC-Binary Jeotermal Güç Santral Optimizasyonu: EATWOS Analizi**, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6, 222-236.
- ATEŞ, A. (2010), **Türkiye Konteyner Terminallerinde Verimlilik Analizi**, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- ATEŞ, A. ve ESMER, S. (2013), **Türk Konteyner Terminaleri Üzerinde 2009 Yılı Küresel Finans Krizinin Etkileri**, Journal of Turkish Court of Accounts/Sayıştay Dergisi, 91, 105-125.
- ATEŞ, A. ve ESMER, S. (2014), **Farklı Yöntemler İle Türk Konteyner Limanlarının Verimliliği**, Verimlilik Dergisi, 1, 61-76.
- ATEŞ, A., ESMER, S., ÇAKIR, E. ve BALCI, K. (2013), **Karadeniz Konteyner Terminallerinin Göreceli Etkinlik Analizi**, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 5 (1), 1-22.
- BANSAL, A., SINGH, R. K., ISSAR, S. ve VARKEY, J. (2014), **Evaluation of Vendors Ranking by EATWOS Approach**, Journal of Advances in Management Research, 11 (3), 290-311.
- BARROS, C. P. (2003), **Measurement of Efficiency of Portuguese Seaport Authorities with DEA**, International Journal of Transport Economics, 30 (3), 335-354.
- BARROS, C. P. ve ATHANASIOUS, M. (2004), **Efficiency in European Seaports with DEA: Evidence for Greece and Portugal**, Maritime Economics & Logistics, 6 (2), 122-140.
- BAYAR, S. (2005), **Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Liman Verimliliğinin Ölçülmesi: Türk Limanlarından Bir Örnek**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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.
- BIRAFANE, M. ve EL ABDI, M. (2019), **Efficiency of Moroccan Seaports: Application of DEA Using Window Analysis**, Engineering, 11 (02), 107-118.
- BULĞURCU, B. (2019), **Sales Operation Evaluation of Insurance Companies: A Novel Integrated Model Based on Entropy- EATWOS**, Contemporary Challenges in Business Life Sciences, IJOPEC Publication, Londrina.
- CHEON, S. (2007), **Evaluating Impacts of Institutional Reforms on Port Efficiency Changes: Malmquist Productivity Index for World Container Ports**, 2nd Annual National Urban Freight Conference, Long Beach, California.
- CHEON, S., DOWALL, D. E. ve 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.
- COTO-MILAN, P. ve BANOS, P. J. RODRIGUEZ (2000), **Economic Efficiency in Spanish Ports: Some Empirical Evidence**, Maritime Policy and Management, 27 (2), 169-174.

- CULLINANE, K., SONG, D. W. ve 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.
- CULLIANE, K., SONG, D. W., JI, P. ve WANG, T. F. (2004), **An Application of DEA Window Analysis to Consider Port Production Efficiency**, Review of Network Economics, 3 (2), 186-208.
- CULLINANE, K., SONG, D. W. ve WANG, T. (2005), **The Application of Mathematical Programming Approaches to Estimating Container Port Production Efficiency**, Journal of Productivity Analysis, 24 (1), 73-92.
- CULLINANE, K., WANG, T. F., SONG, D. W. ve 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.
- CULLINANE, K. ve WANG, T. (2010), **The Efficiency Analysis of Container Port Production Using DEA Panel Data Approaches**, OR Spectrum, 32 (3), 717-738.
- ÇAĞLAR, A. G. V. ve ORAL, E. Z. (2011), **Liman Verimlilik ve Etkinlik Ölçme Yöntemlerinin Analizi**, 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Trabzon, 665-676.
- ÇETİN, Ç. K. ve ARABELEN, G. (2012), **Türkiye’de Limancılık Eğitimi Üzerine Bir Değerlendirme**, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 4 (1), 75-81.
- DWARAKISH, G. S. ve SALİM, A. M. (2015), **Rewiev on the Role of Ports in the Development of a Nation**, Aquatic Procedia, 4 (1), 295-301.
- ESTACHE, A., GONZALEZ, M. ve TRUJILLO, L. (2002), **Efficiency Gains from Port Reform and the Potential for Yardstick Competition: Lessons from Mexico**, World Development, 30 (4), 545-560.
- FERRARI, C., MERK, O., BOTTASSO, A., CONTI, M. ve TEI, A. (2012), **Ports and Regional Development: A European Perspective**, OECD Regional Development Working Papers, OECD Publishing.
- FUJITA, M. ve MORI, T. (1996), **The Role of Ports in the Making of Major Cities: Self-Agglomeration and Hub-Effect**, Journal of Development Economics, 49 (1), 93-120.
- FUNG NG, A. ve LEE, C. (2007), **Port Productivity Analysis by Using DEA: A Case Study in Malaysia**, Institute of Transport and Logistics Studies, University of Sydney, Australia, Working Paper ITLS-WP-07-1.
- GÖRÇÜN, Ö. F. (2019a), **Orta Asya Türk Cumhuriyetlerinin Lojistik ve Taşımacılık Performansları ve Verimliliklerinin Analizi İçin Hibrit Bir Çok Kriterli Karar Verme Modeli**, MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8 (3), 2775-2798.
- GÖRÇÜN, Ö. F. (2019b), **Kentsel Lojistikte Kullanılan Hafif Raylı Sistem Hatlarının Entegre Entropi ve EATWOS Yöntemleri Kullanılarak Analizi**, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 10 (1), 254-267.
- GÜNER, S. (2015), **Proposal of a Two-Stage Model for Measuring the Port Efficiency and an Implication on Turkish Ports**, Alphanumeric Journal, 3 (2), 99-106.
- HLALI, A. (2018), **Efficiency Analysis with Different Models: The Case of Container Ports**, Journal of Marine Science: Research & Development, 8 (2), 250.
- HOYLE, B. S. (1998), **Cities and Ports: Concepts and Issues**, Vegueta, 3, 263-278.
- HUNG, S. W., LU, W. M. ve WANG, T. P. (2010), **Benchmarking the Operating Efficiency of Asia Container Ports**, European Journal of Operational Research, 203 (3), 706-713.
- 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.
- JUNG, B. M. (2011), **Economic Contribution of Ports to the Local Economies in Korea**, The Asian Journal of Shipping and Logistics, 27 (1), 1-30.
- KALGORA, B., GOLI, S. Y., DAMIGOU, B., ABDOULKARIM, H. T. ve AMPONSEM, K. K. (2019), **Measuring West-Africa Ports Efficiency Using Data Envelopment Analysis**, Journal of Transportation Technologies, 9 (3), 287-308.

- 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.
- KUMAR, N., SINGH, A., VERMA, A. ve SONAL, T. (2016), **Measuring Efficiency of IPL Players Using EATWOS**, International Journal of Advanced Production and Industrial Engineering, 1 (2), 13-16.
- KUNDAKCI, N. (2019), **A Comparative Analyze Based on EATWOS and OCRA Methods for Supplier Evaluation**, Alphanumeric Journal, 7 (1), 103-112.
- KUTIN, N., NGUYEN, T. T. ve 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.
- LIU, B. L., LIU, W. L. ve CHENG, C. P. (2005), **Efficiency Analysis of Container Terminals in China: An Application of DEA Approach**, Unpublished manuscript, Nankai University/Soochow University, Taipei, Taiwan.
- LIN, L. C. ve TSENG, L. A. (2005), **Application of DEA and SFA on the Measurement of Operating Efficiencies for 27 International Container Ports**, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Bangkok Thailand, 5, 592-607.
- MARTINEZ-BUDRIA, E., DIAZ-ARMAS, R., NAVVARO-IBANEZ, M. ve 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.
- MUNISAMY, S. ve JUN, O. B. (2013), **Efficiency of Latin American Container Seaports Using DEA**, Proceedings of 3rd Asia-Pacific Business Research Conference 25-26 February 2013, Kuala Lumpur, Malaysia.
- NOTTEBOOM, T. (2008), **Bundling of Freight Flows and Hinterland Network Developments**, The Future of Intermodal Freight Transport, Operations, Technology, Design and Implementation, Edward Elgar, Cheltenham.
- NOTTEBOOM, T., COECK, C. ve 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.
- NOTTEBOOM, T. E. ve RODRIGUE, J. P. (2005), **Port Regionalization: Towards a New Phase in Port Development**, Maritime Policy & Management, 32 (3), 297-313.
- ÖZBEK, A. (2015a), **Analysis of Private Pension Companies in Turkey by EATWOS**, European Journal of Business and Management, 7 (26), 31-43.
- ÖZBEK, A. (2015b), **Efficiency Analysis of Non-Governmental Organizations Based in Turkey**, International Business Research, 8 (9), 95-104.
- ÖZBEK, A. (2015c), **Efficiency Analysis of the Turkish Red Crescent Between 2012 and 2014**, International Journal of Economics and Finance, 7 (9), 322-334.
- ÖZBEK, A. (2016), **Efficiency Analysis of Gold Mining Companies Through Financial Statements**, International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 6 (10), 273-290.
- ÖZBEK, A. (2017), **Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleriyle Hayırsever Kuruluşlarında Verimlilik Analizi**, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 18 (2), 99-114.
- ÖZDAĞOĞLU, A. (2018), **BIST Sınai İşletmelerinin Gri Entropi-EATWOS Bütünleşik Yaklaşımı İle Performans Değerlendirmesi**, Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 19 (2), 271-299.
- PANAYIDES, P. M., WANG, T. ve MAXOULIS, C. (2008), **Measuring Seaport Economic Efficiency: A Comparative DEA Study**, IAME Annual Conference, Dalian Maritime University, Dalian, China,
- PETERS, M. L. ve ZELEWSKI, S. (2006), **Efficiency Analysis Under Consideration of Satisficing Levels for Output Quantities**, Proceedings of the 17th Annual Conference of the Production and Operations Management Society (POMS).
- PETERS, M. L. ve ZELEWSKI, S. (2016), **Benefits and Risks of Satisficing Levels for Input and Output Quantities in Efficiency Analyses from a Corporate Social Responsibility Perspective**, International Journal of Management and Sustainability, 5 (12), 94-101.

- PETERS, M. L., ZELEWSKI, S. ve BRUNS, A. S. (2012), **Extended Version of EATWOS Concerning Satisficing Levels for Input Quantities**, Pioneering Supply Chain Design-A Comprehensive Insight into Emerging Trends, Technologies and Applications, Lohmar-Köln: Eul Verlag, 303-318.
- POITRAS, G., TONGZON, J. ve LI, H. (1996), **Measuring Port Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis**, Department of Economics and Statistics, National University of Singapore.
- RAJASEKAR, T. ve 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. ve MAÇADA, A. C. G. (2006), **Analysing The Relative Efficiency of Container Terminals of Mercosur Using DEA**, Maritime Economics & Logistics, 8 (4), 331-346.
- ROLL, Y. ve HAYUTH, Y. (1993), **Port Performance Comparison Applying Data Envelopment Analysis (DEA)**, Maritime Policy and Management, 20 (2), 153-161.
- SAĞLAM, B. B., AÇIK, A. ve ERTÜRK, E. (2018), **Evaluation of Investment Impact on Port Efficiency: Berthing Time Difference as a Performance Indicator**, Journal of ETA Maritime Science, 6 (1), 37-46.
- SCHØYEN, H. ve 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.
- SHEMSHADI, A., SHIRAZI, H., TOREIHI, M. ve TAROKH, M. J. (2011), **A Fuzzy VIKOR Method for Supplier Selection Based on Entropy Measure for Objective Weighting**, Expert Systems with Applications, 38 (10), 12160-12167.
- SONG, B. ve CUI, Y. (2014), **Productivity Changes in Chinese Container Terminals 2006–2011**, Transport Policy, 35, 377-384.
- TONGZON, J. L. (1995), **Determinants of Port Performance and Efficiency**, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 29 (3), 245-252.
- 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.
- TONGZON, J. ve 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.
- TONGZON, J., CHANG, Y. T. ve LEE, S. Y. (2008), **Efficiency Measurement of Selected Korean and Other International Ports Using Stepwise Data Envelopment Analysis (sDEA)**, IAME Annual Conference, Dalian, China.
- TRUJILLO, L., GONZÁLEZ, M. M. ve JIMÉNEZ, J. L. (2013), **An Overview on the Reform Process of African Ports**, Utilities Policy, 25, 12-22.
- VALENTINE, V. ve GRAY, R. (2001), **The Measurement of Port Efficiency Using Data Envelopment Analysis**, Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research, Seoul South Korea.
- WANG, T. F., SONG, D. W. ve 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.
- WIEGMANS, B. W., RIETVELD, P., PELS, E. ve VAN WOUDEBERG, S. (2004), **Container Terminals and Utilisation of Facilities**, International Journal of Transport Economics, 31, 313–339.
- WU, J. ve GOH, M. (2010), **Container Port Efficiency in Emerging and More Advanced Markets**, Transportation Research Part E, 46, 1030-1042.
- YUEN, A. C. L., ZHANG, A. ve 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.
- YÜKSEKYILDIZ, E. ve TUNÇEL, A. L. (2020), **Determining the Relative Efficiency of Container Terminals in Turkey Using Fuzzy Data Envelopment Analysis**, Marine Science and Technology Bulletin, 9 (2), 102-113.

Ek 1. Limanların Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Verileri

Limaneler	TRU	TA	MD	KEK	2015 Yılı (TEU)	2016 Yılı (TEU)	2017 Yılı (TEU)
KL ₁	680	128.280	19	250.000	90.374	130.874	184.923
KL ₂	2973	268.348	12	350.000	18.613	11.463	28.838
KL ₃	2010	300.000	19	2.500.000	129.192	680.234	936.407
KL ₄	1698	474.000	28	500.000	328.549	363.746	281.182
KL ₅	1626	265.000	16	855.000	601.604	683.785	369.461
KL ₆	2024	1.200.000	36	660.000	363.163	320.061	383.812
KL ₇	2174	468.909	16,5	2.100.000	1.147.880	652.202	1.053.866
KL ₈	870	90.000	12	350.000	18.577	14.045	11.419
KL ₉	920	1.000.000	15,5	1.000.000	137.796	244.058	262.163
KL ₁₀	405	120.000	20,4	250.000	13.311	13.583	14.273
KL ₁₁	1605	530.000	16,5	2.400.000	1.576.611	1.844.015	1.709.047
KL ₁₂	3370	1.120.000	15	2.600.000	1.426.555	1.400.249	1.550.458
KL ₁₃	840	160.000	17,5	500.000	251.632	269.818	310.548
KL ₁₄	1200	211.000	14,5	150.000	88.819	85.082	87.361
KL ₁₅	1756	445.000	12	250.000	54.632	52.106	65.885
KL ₁₆	1465	338.000	30	1.000.000	371.144	393.719	495.499
KL ₁₇	3386	525.000	10	1.025.000	648.807	679.493	637.272
KL ₁₈	3413	343.420	12	655.000	121.641	109.675	85.508
KL ₁₉	915	330.000	16,5	900.000	329.002	282.373	357.723
KL ₂₀	635	360.000	14,5	400.000	224.516	247.526	241.423
KL ₂₁	922	460.000	16	1.300.000	2.077	52.191	434.812
KL ₂₂	1769	203.000	10	500.000	178.377	171.997	199.646