Istanbul Commerce University Journal of Science
İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18(35), Bahar 2019
http://dergipark.gov.tr/ticaretfbd

Araştırma Makalesi

ÜLKELERİN LOJİSTİK PERFORMANSLARININ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ÖLÇÜMÜ*

Merve YILDIRIM[1], Berk AYVAZ[2]

[1]İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye, yyildirimerve@gmail.com, orcid.org/0000-0001-9712-1922

[2]İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye, bayvaz@ticaret.edu.tr, orcid.org/0000-0002-8098-3611

Öz

Lojistik sektörü her geçen yıl GSYIH içinde daha fazla önem kazanmaktadır. Ülkelerin lojistik sektöründe etkinlik ölçümü yapmaları, bu sektördeki düzeylerini ölçebilmeleri ve gerekli iyileştirmeleri yapabilmeleri için yol haritası sunmaktadır. Bu çalışmada ülkelerin rekabet avantajı sağlamalarında etkin rol oynayan lojistik sektörünün ülkeler bazında performansları veri zarflama analizi kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada, seçilen 15 ülkenin 2016 yılına ait gümrük prosedürleri, altyapıları ve enerji kullanımları girdi olarak ele alınıp; CO_2 Emisyonu, Lojistik Hizmet Kalitesi ve İş gücü oranı çıktı olarak ele alınmıştır. Çalışmanın sonucuna göre 'etkin' ve 'etkinsiz' ülkeler belirlenmiş, 'etkinsiz' ülkeler için potansiyel iyileştirme çalışmaları yapılmıştır.

Anahtar Kelimler: Lojistik performans, veri zarflama analizi, BCC model, CCR model.

Research Article

MEASUREMENT OF LOGISTICS PERFORMANCE OF COUNTRIES WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Abstract

Logistic sector is gaining more importance in GDP every year. It provides a road map for countries to measure efficiency in the logistics sector to measure their level in this sector and make necessary improvements. In this study, the performance of the logistics sector which plays an effective role in ensuring competitive advantage of countries is calculated by using Data Envelopment Analysis (DEA). In the study, custom's procedures, infrastructures and energy consumption of 15 selected countries were considered as input. CO_2 Emission, Logistics Service Quality and Labor Force Ratio are considered as output. According to the results of the study, effective and inefficient countries are identified and some potential improvements have been suggested for inefficient countries.

Keywords: Logistic performance, data envelopment analysis, model BCC, model CCR.

* Bu çalışma, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yapılan "Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi İle Ülkelerin Lojistik Etkinlik Ölçümü" başlıklı yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

Received / Geliş tarihi: 14.05.2019 Accepted / Kabul tarihi: 23.05.2019
Corresponding Author/ Sorumlu Yazar : yyildirimerve@gmail.com

1.GİRİŞ

Lojistik kavramı hem makro hem de mikro bakış açısıyla kilit rol oynamaktadır. Mikro bakış açısıyla kaliteli hizmeti ile müşteri memnuniyeti sağlamaktadır. Lojistik hizmetin, lojistik performansın çok iyi olması da makro bakış açısıyla bir ülkenin ekonomik kalkınmasını yönlendirebilmektedir.

Dünya ticaretindeki gelişmeler lojistik sektörüne büyük oranda etki etmektedir. Çoğunlukla bütün sektörlerle entegre çalışan lojistik sektörü, uluslararası rekabet avantajı sağlamakta önemli iş alanlarından biridir. (Kara vd.,2009)

Lojistik sektörü ticaretten beslenmektedir. Küreselleşmenin sonucu ortadan kalkan sınırlar taşımacılık sektöründe mesafeleri uzatmış ve zamanında teslimatı zorlaştırmıştır. Bu zorluklar lojistik sektörünün önemini hem ülkeler hem de işletmeler açısından arttırmıştır. Ülkeler altyapı, gümrük prosedürleri vb. çalışmalarla katkı sağlarken işletmeler etkili lojistik ağları oluşturmaya çalışmaktadır. Sektörün hızla büyümesi, taşımacılık sektöründeki iş gücünün, toplam iş gücüne oranını arttırmıştır. Avrupa'da Rotterdam Limanı lojistik faaliyetleriyle tek başına GSYIH'nın %10'nuna denk gelen katma değer oluşturmakta ve Hollanda işgücünün %4'ünü karşılamaktadır. Lojistik sektörü Avrupa'da %7-9, Amerika'da %15 ve Asya'da %20 'lik büyüme oranıyla en hızlı büyüyen sektörler arasındadır. (İş Sağlığı ve Güvenliği, Şubat 2014-Dünya Ekonomisinde Lojistiğin Yeri ve Önemi)

Literatürde verimlilik ile ilgili en çok kullanılan yöntem veri zarflama analizidir. Çalışma literatür araştırmasıyla başlamıştır. Metodoloji kısmında uygulamada kullanılan veri zarflama analizi ve modelleri anlatılmıştır. Uygula kısmında, uygulanan modelin içeriğinden bahsedilerek bulgular kısmında program sonuç ve yorumları yer almıştır. Genel olarak çalışmada 15 ülkenin lojistik performansları, gümrük prosedürleri, altyapıları ve enerji kullanımları girdi olarak, lojistik hizmet kalitesi, karbon emisyonu ve iş gücü oranı çıktı olarak ele alınmıştır ve veri zarflama analizi ile çözülmüştür. Çalışma sonucunda etkinsiz ülkeler için performans iyileştirme yapılmıştır.

2.LİTERATÜR TARAMASI

Atmaca, E. ve diğ.,2012 çalışmasında Ankara ilinde bulunan 21 özel hastanenin 2011 yılı verilerini kullanarak Veri Zarflama Analizi ile etkinlik ölçümü yapmıştır. Çalışmasında 6 adet girdi ve 7 adet çıktı kullanmıştır. VZA çözümünde EMS Version 1.3 paket programı kullanmıştır.

Aydemir, M.,2015 çalışmasında birden fazla girdi ve çıktı ile etkinlik ölçmeye olanak sağlayan veri zarflama analizinin deterministik ve bulanık modellerini Türkiye Büyükşehir Belediyelerinin mali etkinliğini ölçmek için kullanmıştır. Çalışmada 3 girdi,2çıktı değişkeni 2013 verileri kullanılarak kalsik veri zarflamanın CRS veVRS varsayımı altında, bulanık veri zarflama da ise (0.25,0.50,0.75) α-kesim kümelerinde

ölçümler yapılmıştır. Buna göre CRS varsayımı altında8 belediye, VRS varsayımı 11, bulanık veri zarflama analizi ile de 11 belediye etkin bulunmuştur.

Bayazid,Y. ve diğ.,2019, çalışmasında Bangladeş'teki Taşkın ve Sukültürü Kurluşu(FPA)'nun verimliliğini ölçmektedir.Çalışmada 4 girdi ve bir çıktı kullanılmıştır. Beş bölgeden 15 FBA seçilerek verimlilik analizi yapılmıştır. Sonuçlara göre 15 FBA'dan 11 tanesi teknik olarak verimli çıkmıştır.

Erkan B.,2014 çalışmasında Küresel Rekabet Gücü Endeksi ve alt bileşenlerinin Lojistik Performans Endeksine etkisini regresyon analizi ile tespit etmiştir. Çalışmasında 133 ülkeye özellikle Türkiye'ye ilişkin verilerle rekabet gücünün lojistik performansa etkisini incelemiştir.

Kıran, B.,2008 çalışmasında 1995-2000 yılları arasındaki dönemde Kalkınmada Öncelikli Yöreler kapsamında bulunan illerin ekonomik etkinliğini incelemiştir. Etkinlik ölçümünde Veri Zarflama Analizini kullanmıştır. Analizde ise girdi olarak GSYIH, teşviklerle yaratılan istihdam, açılan iş yeri sayısını ve çıktı olarak ise dış ticaret dengesini kullanmıştır. Analizini DEA Solver Pro 4.1 paket programlama ile yapmıştır.

Kurşun, S.,2016 çalışmasında bankacılık sektöründe yaşanan rekabetin, bankaların kaynaklarını etkin bir şekilde kullanması gerektiğini savunarak Türkiye'de faaliyet gösteren bir katılım bankasının 135 şubesinin etkinliklerini Veri Zarflama Analizi BCC-CCR yöntemi kullanarak ölçmüştür. Elde ettiği bulgular sonucunda verimliliği düşük şubelerde iyileştirmeler yapmıştır.

Liu W. ve Wang y.,2018, çalışmasında verimlilik ölçümü yaparken referans karar birimlerini, en iyi ve en kötü karar birimlerini kullandığı iki aşamalı bir veri zarflama modeli önermiştir. En iyi ve en kötü karar birimlerini karşılaştırarak elde ettiği verimliliği 'normalize verimlilik' ve karar birimleri arasında sıralama yapmak için 'aralık verimliliği' olarak önermiştir. Çalışmasında iki örnek sunmuştur.

Motroı, A.,2018 çalışmasında ısıcam üretimi yapan bir firmanın 2014 yılı verilerini kullanarak, imalat işletmesi üzerinde veri zarflama analizi ile verimlilik ölçümü yapmıştır. Çalışmasında personel sayısı, makinenin enerji üretimi ve teknik üretim olmak üzere 3 adet girdi, ısıcam üretimi olmak üzere 1 adet çıktı kullanmıştır. Verimlilik analizini aylara göre yapmıştır ve sonuç olarak gözlem altındaki firma için en verimli ayları Şubat ve Ağustos ayları olarak bulmuştur.

Önsoy, E.,2013 çalışmasında Veri Zarflama Analizini belirlediği 5 kargo şirketinin performanslarını değerlendirmek için kullanmıştır. Analizi Frontier Analyst programı ile yapmıştır. Girdi olarak personel, şube ve araç sayısını çıktı olarak ise müşteri sayısını kullanmıştır.

Özbek A. Ve Demirkol İ.,2018 çalışmasında Fortune 500 listesinde yer alan 8 lojistik firmasının 2016 yılındaki ekonomik performansını 8 ölçüte göre değerlendirmiştir.

Kullanılan ölçütler: Net Satış, Net Satış Değişimi, Faiz Vergi Öncesi Kar, FVÖK Değişimi, Aktif Toplam, Öz kaynak, İhracat ve Çalışan sayısıdır. Bu ölçütler Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden, Step-Wise Weight Assesment Ratio Analysis (SWARA) ve Gri İlişkisel Analiz (GIA) yöntemlerinde kullanılarak performans ölçümü yapılmıştır.

Özden, Ü.,2008 çalışmasında Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin görece toplam,teknik ve ölçek etkinliklerini Veri Zarflama Analizi ile hesaplamıştır. Toplam etkinliklerini CCR modeliyle, teknik etkinliklerini BCC modelleri ile hesaplamıştır. Hesaplamalar sonucunda etkin olmayan üniversitelerin etkin olması için gerçekleştirmeleri gereken hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranlarını hesaplamıştır.

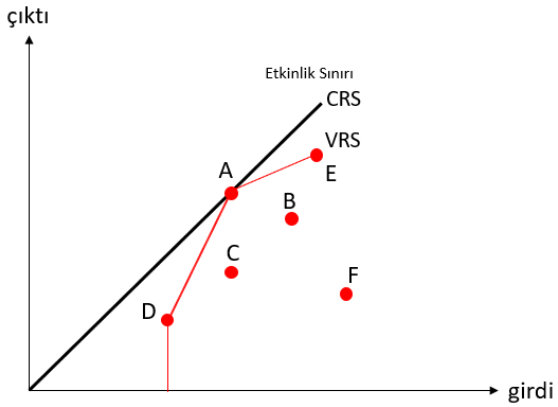
Tekin, M. ve diğ.,2005, çalışmasında Konya ilinde lojistik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin bilişim teknolojileri kullanım düzeylerini incelemiştir ve bilişim teknolojilerinin işletme performansına etkisini araştırmıştır.

Yapraklı,T. ve Ünalan, M.,2017,çalışmasında Dünya Bankası tarafından yayınlanan Lojistik Performans Endeksi (LPI) 2007,2010,2012,2014,2016 yılları verileri ele alınarak Türkiye'nin lojistik sektöründeki yerinin küresel boyuttaki durumu incelenmiştir.

3.METODOLOJİ: VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Veri Zarflama Analizi; girdinin sonuca dönüşmesinde sorumlu birimlerin (karar verme birimi) doğrudan bir sınıra bağlı olarak deterministik yapıdaki çoklu girdi ve çıktı setleri ile etkinliğini veya etkisizliğini ölçen, temelde doğrusal (lineer) programlama modelli yöntemdir. Farrel'in (1957) 'Üretken Verimlilik Ölçümü (The Measurement of Productive Efficiensy)' isimli çalışmasından esinlenilerek Charnes-Cooper- Rhodes (1978-1981) tarafından geliştirilmiştir. Çok sayıda girdi ve çıktı setleri Charnes ve arkadaşları tarafından VZA'ya dahil edilmiştir ve toplam faktör verimliliği göz önünde bulundurulmuştur (Sahin vd.,2016).

VZA, homojen yapıdaki karar verme birimlerinin karşılaştırmalı etkinliğini ölçmektedir. (Örnek olarak; bir bankanın şubeleri, okullar, hastaneler, il bazında verimlilik ölçümü, ülke bazında verimlilik ölçümü vb.) Bu yöntem, her bir karar verme birimini kuşatarak (zaflayarak) tüm gözlemin üzerinden geçen doğrusal yüzeyin elde edilmesine dayanmaktadır. Ve etkinlik skoru bu yüzeye göre belirlenmektedir (Turgutlu, 2006).



Şekil 1.CRS-VRS Etkinlik Sınırı (Aydemir,2015)

Şekilde görüldüğü üzere VZA, sınır yaklaşımına dayalı bir yöntemdir. Belirlenen etkinlik sınırının üzerindeki karar birimi etkin diğerleri etkinsiz sayılmaktadır. Etkinlik skoru 0-1 arasında bir değer almaktadır. (Özbek,2007)

Veri Zarflama Analizi'nin diğer geleneksel ekonometrik sınır yöntemlerine (örn:regresyon analizi) göre avantajı, önceden belirlenmiş bir analitik üretim fonksiyonuna ihtiyaç duymamasıdır. VZA, her karar birimini en iyi karar birimi ile kıyaslamaktadır. Veri zarflama analizindeki dezavantaj ise parametrik olmayan bir yöntem olduğu için ölçüme duyarlı bir yapıdadır. Karar birimine ait girdilerin veya çıktıların büyük/küçük olması etkinlik sınırının bozulmasına ve denetim altındaki karar biriminin aykırı değer almasına neden olabilir. Çünkü veri zarflama analizi tek bir karar birimine ait değil örneklemin tamamını dikkate alarak ölçüm yapmaktadır. (Sarı,2015)

Veri zarflama analizinde göreceli etkinlik ölçümü iki aşamalı bir işlemdir.

1. En az girdiyle en fazla çıktı üreten en iyi performans gösteren karar biriminin belirlenmesi. (Etkinlik sınırında olan/lar)
2. Örneklemdeki diğer karar birimleri için performans endeksi değerini belirlemektir. Bu değerler daha az verimli karar birimlerinin etkinlik sınırına olan uzaklığını temsil etmektedir. (Kılıç, 2011)

Veri zarflama analizin kullanım oranı arttıkça VZA modelleri çeşitlenmiştir. VZA modellerine (Aydemir,2015) çalışmasında aşağıdaki gibi değinmiştir.

1.CCR MODELİ (Charnes-Cooper-Rhodes): Veri zarflama analizinde geliştirilen ilk modeldir. CRS varsayımı (ölçeğe göre sabit getiri) altında toplam etkinliği

ölçmektedir. Daha sonra geliştirilen modellerin temeli CCR Modeli'dir. Girdi ve çıktı odalı olmak üzere iki yaklaşımı vardır.

a. Girdi Odaklı CCR Modeli: Sabit çıktı seviyesini en etkin şekilde elde edecek girdi bileşeninin, ne kadar azaltılması gerektiği sonucunu yani en az girdiyle maksimum çıktı üretmeye çalışmaktadır.

n= Karar birimi sayısı

s= Çıktı Sayısı

m= Girdi Sayısı

u_r= k. Karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık

v_i= k. Karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık

x_{ij}= j. Karar birimi tarafından kullanılan girdi miktarı

y_{rj}=j. Karar birimi tarafından üretilen çıktı miktarı

x_{ik} = k. Karar birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı

y_{rk}= k. Karar birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı, olmak üzere;

Girdiye Yönelik Primal Model	Girdiye Yönelik Dual Model
Amaç Fonksiyonu $maks \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk}$ Kısıtlar $\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} = 1 \;\; i = 1, \dots, m$ $\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0 \; j = 1, .., n$ $u_r, v_i \geq o \;\; r = 1, \dots, s$	Amaç Fonksiyonu $\min z_k = \theta$ Kısıtlar $\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \lambda_{ik} - \theta x_{ik} \leq 0 \;\; i = 1, \dots, m$ $\sum_{j=1}^{n} y_{rj} \lambda_j - y_{rk} \geq 0 \;\; r = 1, \dots, s$ $\lambda_j \geq 0 \qquad j = 1, \dots s$
Şekil:2 CCR Girdiye Yönelik Primal ve Dual Model Formulasyonları	

θ^*= Etkinlik Skoru olmak üzere;

$\theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfırsa karar birimi etkin

$\theta^* < 1$ ise karar birimi etkin değildir.

b. Çıktı Odaklı CCR Modeli: Sabit girdi seviyesinde elde edilebilecek en fazla çıktıyı elde etmeye odaklanmaktadır. Yani girdi düzeyi değişmeden çıktı bileşenini ne kadar artırılması gerektiğini araştırmaktadır.

Çıktı Odaklı Primal Model	Çıktı Odaklı Dual Model
Amaç Fonksiyonu $min \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik}$ Kısıtlar $\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} = 1 \;\; i = 1, \dots, m$ $\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0 \; j = 1, .., n$ $u_r, v_i \geq o \;\; r = 1, \dots, s$	Amaç Fonksiyonu $\text{maks}\, z_k = \theta$ Kısıtlar $\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \lambda_{ik} \leq x_{ik} \;\; i = 1, \dots, m$ $\theta y_{rk} \leq \sum_{j=1}^{n} y_{rj} \lambda_{jk} \;\; r = 1, \dots, s$ $\lambda_{jk} \geq 0 \qquad j = 1, \dots s$
Şekil:3 CCR Çıktıya Yönelik Primal ve Dual Model Formulasyonları	

θ^*=Etkinlik Skoru olmak üzere;

$\theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfırsa karar birimi etkin

$\theta^* > 1$ karar birimi etkin değildir. (Kıran,2008)

2.BCC MODELİ (Banker-Charnes- Rhodes)

1984 yılında Banker-Charnes-Rhodes tarafından geliştirilmiştir. VRS (ölçeğe göre değişken getiri) varsayımı altında benzer ölçekteki birimleri birbiriyle kıyaslayarak teknik etkinliği ölçmektedir. BCC modelini, CCR'dan ayıran özellik zarflama formunda $\sum_{j=1}^{n} \lambda_i = 1, \forall j \; için \; \lambda_i \geq 0$ konvekslik kısıtının bulunmasıdır. (Kurşun,2016)

a. Girdi Odaklı BCC Modeli

Girdi odaklı BCC modeli, ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında girdileri minimize etmeye çalışmaktadır. Bu doğrultuda primal ve dual model formulasyonları Şekil 4'teki gibidir.

Girdi Odaklı Primal Model	Girdi Odaklı Dual Model
Amaç Fonksiyonu $maks \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk}$ Kısıtlar $\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} = 1 \;\; i = 1, \dots, m$ $\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0 \; j = 1, .., n$ $u_r, v_i \geq o \;\; r = 1, \dots, s$	Amaç Fonksiyonu $\text{maks} \sum_{r=1}^{s} \mu_r y_{rk} - u_k$ Kısıtlar $\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^{m} x_{ij} v_i - u_k$ $\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} = 1$ $\lambda_{jk} \geq 0 \qquad j = 1, \dots s$ $i = 1, \dots, m \quad r = 1, \dots, s$
Şekil:4 BCC Girdiye Yönelik Primal ve Dual Model Formulasyonları	

θ^*= Etkinlik Skoru olmak üzere;

$\theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfırsa karar birimi etkin

$\theta^* < 1$ ise karar birimi etkin değildir.

b. Çıktı Odaklı BCC Modeli

Çıktı odaklı BCC modelinde, CCR modelinde olduğu gibi maksimum çıktı üretmeyi hedeflemektedir.

Çıktı Odaklı Primal Model	Çıktı Odaklı Dual Model
Amaç Fonksiyonu $maks\theta$ Kısıtlar $\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_i - x_{ik} \leq 0 \;\; i = 1, \dots, m$ $\sum_{j=1}^{n} \lambda_i y_{rj} - \theta\, y_{rk} \geq 0 \; j = 1, .., n$ $\sum_{j=1}^{n} \lambda_i = 1$ $\lambda_i \geq 0$	Amaç Fonksiyonu $\min \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} - v_k$ Kısıtlar $\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^{m} x_{ij} v_i - v_k$ $\sum_{i=1}^{m} u_r y_{rk} = 1$ $u_r, v_i \geq \varepsilon \qquad j = 1, \dots s$ $i = 1, \dots, m \quad r = 1, \dots, s$
Şekil:5 BCC Çıktıya Yönelik Primal ve Dual Model Formulasyonları	

θ^*= Etkinlik Skoru olmak üzere;

$\theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfırsa karar birimi etkin

$\theta^* > 1$ ise karar birimi etkin değildir.

3.TOPLAMSAL MODEL:

1985 yılında Charnes ve arkadaşları tarafından geliştirilen VZA modelidir. Diğer veri zarflama analizi modelleri (CCR, BCC) girdi ve çıktıya yönelik ayrı ayrı değerlendirme yapmaktadır. Toplamsal model ise iki tür yönelimi beraber kullanmaktadır. Toplamsal modelin çeşitli versiyonları bulunmaktadır. Ancak temel olanı doğrusal programlama tabanlıdır. (Kıran,2008)

4.UYGULAMA

Çalışmanın uygulama kısmında Dünya Bankası tarafından iki yılda bir yayınlanan Lojistik Performans Endeksi'nden (Logistic Performance Index (LPI)) belirlenen 15 ülkenin lojistik performanslarına dayalı etkinlik analizi, Veri Zarflama Analizi yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. LPI'de kullanılan girdiler Gümrük, Altyapı, Lojistik Hizmet Kalitesi ve çıktılar Zamanlama, Uluslarası Sevkiyatlar ve Takip-İzleme şeklindedir. Endeks, lojistik firmalarında çalışan üst düzey yöntecilerden, kendilerine yönlendirilen sorulara 1-5 arasında değer verilmesi istenilerek daha sonra

da cevapların ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanmıştır. (Yapraklı ve Ünalan,2017) Çalışmanın uygulama kısmında Lojistik Performans Endeksi'nden de yaralanarak çeşitli girdi ve çıktılarla belirlenen 15 ülkenin etkinlik analizi yapılmıştır.

Metodoloji doğrultusunda uygulanması gereken adımlar aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.

1.Karar Birimlerinin Belirlenmesi: Veri Zarflama Analizinde karar verme birimleri, amaca uygun olarak aynı girdi ve çıktıları kullanan homojen yapıdaki birimler olmalıdır. Aynı zamanda kullanılacak karar birimi sayısı, girdi sayısı m, çıktı sayısı n olmak üzere, KVB sayısı en az (m+n+1) olmalıdır. (Motroı,2018) Çalışmanın karar birimleri LPI'de bulunan 160 ülke içinden seçilen 15 ülkeyi kapsamaktadır.

2.Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Sonuçların güvenli ve anlamlı olması için VZA uygulamasında kullanılacak girdi ve çıktılar dikkatli seçilmelidir. Bu nedenle çalışmanın uygulama kısmında kullanılan girdi ve çıktılar literatür araştırmaları sonucu oluşturulmuştur.

Kullanılan Girdi Değişkenleri: 1.Gümrük Prosedürleri, 2.Altyapı: Ülkelerin Demiryolu,Karayolu ve Denizyolu toplam kapasitelerinin oranlanmasıyla bulunmuştur.3. Enerji Kullanımı: Uluslararası Enerji Raporu'na göre ülkelerin taşımacılık sektöründe kullandıkları enerji toplamını ifade etmektedir.

Kullanılan Çıktı Değişkenler: CO_2 Emisyonu: Ülkelerin taşımacılıkta ortaya çıkan karbon emisyon mikarını içermektedir. OECD verileri kullanılmıştır.Uygulama kısmında Kyoto Protokülü'ne göre ülkelerin hedef karbon emisyon miktarları hesaplanarak uygulanmıştır. İkinci çıktı İşgücü Oluşturma Oranı ve Lojistik Hizmet Kalitesi'dir.

3.Verilerin Toplanması

Veri Zarflama Analizinde etkinlikler görece hesaplandıkları için kullanılacak verilerin güvenilirliği analizin doğruluğu açısından önemlidir. Çalışmamızda veriler Dünya Bankası LPI, OECD Karbon Emisyonları Verileri, Uluslararası Enerji Raporu, (Rashidi veCullinane,2019) adlı çalışmadan, OECD Ulaştırma İstatistikleri gibi çeşitli uluslarası raporlardan ve akademik yayınlardan elde edilmiştir.

4.Modelin Kurulması

BCC-CCR modelleri Gams paket programında çözümlenmiştir.
CCR model örnek matematiksel formulasyon;
Amaç Fonksiyonu: minθ
Girdi Kısıtları: Her bir girdi için aşağıdaki örnek tekrarlanır.
Birinci karar birimi birinci girdi için;

(3.18*λ1) +(3.83*λ2) +(3.95*λ3) +(3.82*λ4) +(3.71*λ5) +(4.12*λ6) +(2.85*λ7) +(3.45* λ8) +(3.85* λ9) +(4.12* λ10) +(3.02* λ11) +(3.48* λ12) + (3.54*λ13) +(3.98*λ14) +(2.01* λ15)) $\leq \theta$*3.18

Çıktı Kısıtları: Her bir çıktı için aşağıdaki örnek tekrarlanır.

Birinci karar birimi ikinci çıktı için;

((3.31* λ1) +(4.07* λ2) +(3.90* λ3) +(4.01* λ4) +(3.82* λ5) +(4.28* λ6) + (2.91*λ7) +(3.77* λ8) + (3.99* λ9) + (4.12* λ10) + (3.35* λ11) +(3.73* λ12) +(3.87* λ13) + (4.05* λ14) +(2.76* λ15)) $\geq$3.31

5.Etkinlik Sıralaması

Gams paket programın sonuçlarına göre ülkeler arasında etkinlik sıralaması yapılmıştır. Sonuç bire eşitse etkin, birden küçükse etkinsiz gruba dahil edilmiştir.

6.Performans İyileştirme

Etkin olmayan karar birimlerinin etkin sınıra ulaşabilmeleri için girdilerini ne oranda azaltmaları gerektiğinin hesaplanmasıdır. Referans setinin yoğunluk değeri tüm girdi ve çıktı değerleri ile çarpıldığında hedef değerler elde edilmektedir.

$$\frac{Hedef\ Değer - Gerçekleşen\ Değer}{Gerçekleşen\ Değer} = Potansiyel\ \text{İyileştirme}\ Katsayısı \qquad (1)$$

Etkin referans setlerinin belirlenmesinde destek sağlayan dual model;

Amaç Fonksiyonu $min\theta$ Kısıtlar $\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_{ij} - \theta x_{io} \leq 0 \quad i = 1, \dots, m$ $\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_{j} - y_{ro} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$ $\lambda_j \geq 0 \qquad\qquad j = 1, \dots s$	Bu modelde λ dual değişkeni etkin referans setlerini belirlemede kullanılmaktadır. Denetim altındaki karar biriminin primal modelinde pozitif değer verilen karar birimleri etkindir. Etkin karar birimlerinin oluşturduğu sete 'Referans Seti' denilmektedir. Genelde denetim altındaki kvb verimli ise o zaman referans setindeki tek karar birimi kendisi olacaktır ve dual değişken $\lambda_j = 1.0$ olacaktır. (Özden,2008)
Şekil 6: Referans Setinin Belirlenmesinde Destek Sağlayan Dual Model	

5.BULGULAR

Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı verileri Tablo1'de verilmiştir.

Tablo 1: Kullanılan Girdi ve Çıktı Verileri

	GİRDİLER			ÇIKTILAR		
ÜLKELER	GÜMRÜK	ALTYAPI	ENERJİ KULLANIMI	CO2 EMİSYONU	LHK	İŞ GÜCÜ ORANI
Türkiye	3,18	274,163	33103	4092,06	3,31	0,0308
Belçika	3,83	37,176	11345	1979,255	4,07	0,0398
Kanada	3,95	407,879	76389	10460,23	3,90	0,0393
Danimarka	3,82	18,53	5200	1059,917	4,01	0,0261
Fransa	3,71	183,628	54786	10731,4	3,82	0,0382
Almanya	4,12	158,452	71059	35031,05	4,28	0,0402
Yunanistan	2,85	15,988	7378	1395,082	2,91	0,0202
İtalya	3,45	103,06	44769	6792,857	3,77	0,0354
Japonya	3,85	173,748	89460	12527,78	3,99	0,0572
Hollanda	4,12	122,456	13011	1830,524	4,12	0,0388
Macaristan	3,02	54,12	5406	748,8	3,35	0,0388
İspanya	3,48	223,554	38286	12919,61	3,73	0,0281
Avustralya	3,54	219,083	41150	7797,009	3,87	0,0409
Birleşik Krallık	3,98	17,053	51271	14935,54	4,05	0,0266
Rusya	2,01	2680,475	117866	12806,32	2,76	0,0155

Çalışmada 15 ülkenin CCR-BCC modelleriyle etkinlik çözümü yapılmıştır. Uygulama sonucunda CCR modelinde girdi yöntemli ve çıktı yöntemli olarak yapılan analizin sonucunda 15 ülkeden 6 tanesi etkin çıkmıştır. Girdi yönelimli model ele alındığında, bu ülkeler içerisinden Kanada 0,87'lik verimlilik puanı ile gözlem altındaki ülkeler içinden en düşük skoru elde etmiştir. Kanada'yı; 0,89 puanla Hollanda, 0,922 puanla Fransa, 0,927 puanla Türkiye ve 0,933 puanla Almanya takip etmiştir. İspanya 0,95, Avustralya 0,97 ve İtalya 0,982 puanla 'etkin' grubunda yer almasa da etkinliğe çok yakın bir skor elde etmişlerdir.

CCR çıktı yönelimli model ele alındığında, etkinlik skoru θ^* olmak üzere $\theta^* > 1$ sağlayan ülkeler 'etkinsiz' olarak nitelendirilmiştir. Bu ülkeler içerisinde 1,141'lik en yüksek puanla Kanada en etkinsiz ülke olmuştur. Kanada'dan sonra sırayla en yüksek puan alarak etkinsiz olan ülkeler; 1,111 puanla Hollanda, 1,08 puanla Fransa, 1,079 puanla Türkiye ve 1,072 puanla Almanya'dır.

CCR modelde kullanılan iki farklı yönelimin sonuçları aynı skorları vermese de aynı sıralamayı vermiştir.

BBC model ele alındığında gözlem altındaki 15 ülkeden '11 tanesi etkin' sonuç vermiştir. Girdi yönelimli modelde 0,907 puanla Kanada en düşük skoru elde ederken, Türkiye 0,927, Fransa 0,942 ve İspanya 0,975 puanla etkinsiz grubunda yer almıştır. Çalışmanın sonuçları ile ilgili detaylı bilgi Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2: CCR-BCC Analiz Sonuçları

ÜLKELER	KVB	CCR MODELİ		BCC MODELİ	
		GİRDİYE YÖNELİK	ÇIKTIYA YÖNELİK	GİRDİYE YÖNELİK	ÇIKTIYA YÖNELİK
Türkiye	K1	0,927	1,079	0,927	1,067
Belçika	K2	1	1	1	1
Kanada	K3	0,876	1,141	0,907	1,056
Danimarka	K4	1	1	1	1
Fransa	K5	0,922	1,08	0,942	1,044
Almanya	K6	0,933	1,072	1	1
Yunanistan	K7	0,97	1,031	1	1
İtalya	K8	0,982	1,017	1	1
Japonya	K9	1	1	1	1
Hollanda	K10	0,89	1,111	1	1
Macaristan	K11	1	1	1	1
İspanya	K12	0,95	1,044	0,975	1,022
Avustralya	K13	0,97	1,023	1	1
Birleşik Krallık	K14	1	1	1	1
Rusya	K15	1	1	1	1

Çalışmanın sonucunda CCR yöntemine göre etkinsiz çıkan ülkeler için potonsiyel iyileştirme yapılmıştır. Buna göre hedeflenen değerler bulunarak girdilerinde azaltmaları gereken miktarlar hesaplanmıştır.

Potansiyel İyileştirme Sonuçları

Potansiyel iyileştirme yapılırken, referans karar birimlerinin yoğunluk değeri tüm girdi ve çıktılarla çarpılarak hedef değerler ortaya çıkmaktadır. Daha sonra (1) numaralı formül uygulanarak potansiyel iyileştirme katsayısı bulunur.

Potansiyel iyileştirme katsayısının 100 ile çarpılmasıyla yüzde olarak potansiyel iyileştirme sonuçları çıkmaktadır. Çalışmada yapılacak potonsiyel iyileştirme uygulamasında kullanılan referans karar birimleri ve yoğunluk değerleri Tablo3 'te verilmiştir.

Tablo 3: Referans Karar Birimleri ve Yoğunluk

ÜLKELER	Referans Kümesindeki Karar Birimleri	Yoğunluk Değerleri
Türkiye	K11, K15	(0,925), (0,076)
Kanada	K11, K15	(1,072), (0,112)
Fransa	K11, K15	(1,107), (0,041)
Almanya	K11, K15	(1,253), (0,030)
Yunanistan	K2, K4, K11	(0,067), (0,640), (0,022)
İtalya	K11, K15	(1,113), (0,015)
Hollanda	K11, K15	(1,216), (0,017)
İspanya	K11, K15	(1,065), (0,058)
Avustralya	K11, K15	(1,108), (0,058)

Potansiyel iyileştirme sonuçlarına göre 'etkinsiz' ülkelerden olan Türkiye'nin 'etkin' olabilmesi için Gümrük Prosedürlerinde %7,23, Altyapı çalışmalarında %7,43 ve Enerji kullanımında yaklaşık %58'lik bir azaltma yapması gerekmektedir. Diğer ülkelerin girdilerinde azaltması gereken miktarlar, Gümrük: Tablo 4, Altyapı Tablo 5 ve Enerji Kullanımı Tablo 6 'da verilmiştir.

Tablo 4: Etkinsiz Ülkelerin Gümrük Prosedürlerinde Azaltması Gereken Miktarlar

ÜLKELER	GUMRUK			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Türkiye	3,18	2,95	-0,23	-7,2327
Kanada	3,95	3,46	-0,49	-12,4051
Fransa	3,71	3,43	-0,28	-7,54717
Almanya	4,12	3,84	-0,28	-6,79612
Yunanistan	2,85	2,77	-0,08	-2,80702
İtalya	3,45	3,39	-0,06	-1,73913
Hollanda	4,12	3,70	-0,42	-10,1942
İspanya	3,48	3,33	-0,15	-4,31034
Avustralya	3,54	3,46	-0,08	-2,25989

Tablo 5: Etkinsiz Ülkelerin Altyapı Çalışmalarında Azaltması Gereken Miktarlar

ÜLKELER	ALTYAPI			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Türkiye	274,163	253,78	-20,383	-7,43463
Kanada	407,879	358,23	-49,649	-12,1725
Fransa	183,628	169,81	-13,818	-7,525
Almanya	158,452	148,23	-10,222	-6,45117
Yunanistan	15,988	15,54	-0,448	-2,8021
İtalya	103,06	100,44	-2,62	-2,54221
Hollanda	122,456	111,378	-11,078	-9,04651
İspanya	223,554	213,11	-10,444	-4,6718
Avustralya	219,083	215,43	-3,653	-1,6674

Tablo 6: Etkinsiz Ülkelerin Enerji Kullanımında Azaltması Gereken Miktarlar

ÜLKELER	ENERJİ KULLANIMI			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Türkiye	33103	13968,38	-19134	-57,8026
Kanada	76389	18996,25	-57393	-75,1321
Fransa	54786	10816,96	-43969	-80,2561
Almanya	71059	10309,71	-60749	-85,4913
Yunanistan	7378	4207,05	-3170	-42,9746
İtalya	44769	7784,87	-36984	-82,6109
Hollanda	13011	8577,42	-4434	-34,0769
İspanya	38286	12593,63	-25693	-67,1067
Avustralya	41150	12826,09	-28324	-68,8309

6.SONUÇ

Küreselleşmenin etkisiyle ülkeler arasındaki sınırlar ortadan kalkmaktadır. İşletmelerin yanında ülkelerin de rekabet avantajı sağlayabilmeleri için kalite, maliyet ve yenilikçi yaklaşımlara önem vermeleri gerekmektedir. Bugün Dünya'da lojistik sektörü ve lojistik sektöründeki iş gücü yukarı yönlü hızlı bir ivme göstermektedir. Temelde doğru ürünün, doğru yere, zamanında ve hatasız teslimini ifade eden lojistik sektörü ülkeler için çeşitli girdiler içermektedir. Çeşitli literatür araştırmaları ve Dünya Bankası'nın ülkelerin lojistik performanslarını ölçmek için kullandığı girdiler baz alınarak bu çalışma yapılmıştır.

Çalışmada ilk olarak yerli-yabancı literatür araştırması yapılmıştır. Daha sonra veri güvenliği için resmi raporlardan veriler toplanarak metodoloji uygulanmıştır. Uygulama sonucunda etkinsiz çıkan ülkeler için CCR-Girdi Odaklı model sonuçlarına göre Potansiyel İyileştirme yapılmıştır. Potansiyel İyileştirme ile beraber etkinsiz ülkelerin girdilerinde azaltmaları gereken miktarlar hesaplanmıştır. Çalışmada girdi odaklı veri zarflama analizi (CCR) uygulandığında 15 ülkeden 6 ülkenin etkin, kalan 9 ülkenin ise etkinsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. BCC modelinin uygulanmasıyla etkin ülke sayısının 11 ülkeye çıktığı gözlenmiştir.

7.KAYNAKLAR

Aydemir, M.,(2015),"Veri Zarflama Analizi İle Türkiye'deki Büyükşehir Belediyelerinin Mali Etkinliğinin Ölçülmesi",Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilimdalı İstatistik Bilim Dalı,Yüksek Lisans Tezi.

Kılıç, M.,(2011),"Croos-Border Bank Acqusitions and Banking Sector Performance: An Empirical Study of Turkish Banking Sector",Procedia Social and BehavioralSciences, 24,946-959.

Kurşun, S.,(2016) Veri Zarflama Analizi İle Performans Değerlendirme: Katılım Bankacılığı Sektöründe Bir Uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Motroi, A.,(2018),"İmalat İşletmelerinde Veri Zarflama Analizi ile Verimlilik Ölçümü", Bankacılık ve Finansal Araştırmalar Dergisi,5,1.

Özbek, S., (2007),"Sigorta Şirketlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi", Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı İstatistik Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Özden, Ü.,(2008),"Veri Zarflama Analizi ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi,37,167-185.

Rashidi,K., Ve Cullinane,K., (2019),"Evaluating the sustainability of national logistics performance use Data Envelopment Analysis", Transport Policy,74,35-46.

Sahin, G., Gökdemir, L., Öztürk, D., (2016),"Global Crisis and Its Effect on Turkish Banking Sector: A Study with Data Envelopment Analysis", Procedia Economics and Finance,38,38-48.

Sarı, Z.,(2015),Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama, Hacettepe Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Turgutlu, E.,(2006),Tam Bilgi ve Belirsizlik Altında Etkinlik Analizi: Türk Sigortacılık Endüstrisi Örneği, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Doktora Tezi.

Yapraklı, T. Ve Ünalan, M., (2017),"Küresel Lojistik Performans Endeksi ve Türkiye'nin Lojistik Performansının Analizi", Atatürk Üniversitesi İBB Dergisi,31,3.