



**T.C. İSTANBUL TİCARET
ÜNİVERSİTESİ**

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ŞANS KISITLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ÜLKELERİN LOJİSTİK
ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ**

Merve YILDIRIM

**Danışman
Doç. Dr. Berk AYVAZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İSTANBUL- 2019**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Merve YILDIRIM tarafından hazırlanan "**Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi İle Ülkelerin Lojistik Etkinlik Ölçümü**" adlı tez çalışması 27/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Doç. Dr. Berk AYVAZ
İstanbul Ticaret Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Osman YAZICIOĞLU
İstanbul Ticaret Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Nezir AYDIN
Yıldız Teknik Üniversitesi



Onay Tarihi : 09.07.2019



Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK
Enstitü Müdürü

AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Tarih: 24/05/2019

İmza

Merve YILDIRIM

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
3. PERFORMANS VE ETKİNLİK ANALİZİ.....	10
3.1. Performans Tanımı	10
3.2. Verimlilik.....	11
3.3. Etkinlik	12
3.4. Performans Etkinlik Ölçüm Yöntemleri	12
3.4.1. Oran analizi	12
3.4.2. Parametrik yöntemler.....	13
3.4.3. Parametrik olmayan yöntemler.....	13
4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ.....	15
4.1. Klasik Veri Zarflama Analizi	15
4.2. Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Bazı Temel Kavramlar	16
4.3. Veri Zarflama Analizi Uygulama Adımları	17
4.4. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı ve Modelleri.....	18
4.4.1. Veri zarflama analizinin matematiksel yapısı	18
4.4.2. Veri zarflama analizi modelleri	21
5. BELİRSİZLİK ALTINDA VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	28
5.1. Bulanık Veri Zarflama Analizi.....	28
5.1.1. BVZA Modelleri	29
5.2. Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi (Stokostik VZA)	35
6. ÜLKELERİN LOJİSTİK PERFORMANSLARININ KLASİK VE ŞANS KISITLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ÖLÇÜLMESİ	41
6.1. Lojistik Sektörünün Genel Durumu ve Önemi.....	41
6.2. Klasik ve Şans Kısıtlı VZA Uygulaması	42
6.2.1. Karar birimlerinin seçilmesi	42
6.2.2. Girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi ve verilerin toplanması.....	43
6.2.3. Modelin kurulması	49
6.4. Etkinlik Sonuçları	51
6.4.1. Klasik veri zarflama analizi sonuçları	51
6.4.2. Şans kısıtlı veri zarflama analizi sonuçları.....	54
6.5. Performans İyileştirme Çalışması	56
6.5.1. Referans setleri ve iyileştirme sonuçları.....	57
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	71

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞANS KISITLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ÜLKELERİN LOJİSTİK ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

Merve YILDIRIM

**İstanbul Ticaret Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Berk AYVAZ

2019, 71 sayfa

Bu tez çalışmasında, uluslararası ticaretin alt yapısını oluşturan lojistik sektörü için çalışma yapılmıştır. Küreselleşmenin etkisiyle önemi daha da artan lojistik sektörü, ülkeler için rekabet avantajı sağlayabilecekleri sektör konumuna gelmiştir. Rekabet avantajına ek olarak lojistik sektörü ülkeler için hem işgücü hem de sermaye yaratan sektör konumuna doğru ilerlemektedir. Bu nedenlerle ülkelerin bu sektör çerçevesinde hangi konumda olduğunu görebilmeleri, eksikliklerini belirleyip gerekli iyileştirmeleri yapabilmeleri için yol haritasını etkinlik ölçümü sunmaktadır. Bu çalışmada, seçilen 15 ülke için Klasik Veri Zarflama Analizi ve Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi kullanılarak lojistik etkinlik ölçümü yapılmıştır. Analiz sonucu Gams paket programı ile alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Etkinlik ölçümü, lojistik performans, şans kısıtlı veri zarflama analizi, veri zarflama analizi.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

LOGISTIC EFFICIENCY OF COUNTRIES WITH CHANCE CONSTRAINED DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Merve YILDIRIM

**İstanbul Commerce University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Industrial Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Berk AYVAZ

2019, 71 pages

In this study, logistics sector which is a vital part of the supply chain has enormous influence on the economy of a country. The logistics sector which sets more importance on the effect of globalization; has become a sector of competitive advantage for countries. In addition to competitive advantage, it also offers the precision of the road map for the countries to be able to determine the required shortages so that they can carry out necessary actions to correct position of the countries. Once correction has been done, it can bring more jobs and capital with in the country helping in boosting the economy. In this research; work has been conducted for the logistics sector which constitutes international trade infrastructure. Using Data Envelopment Analysis (DEA) and Chance-constrained Data Envelopment Analysis simultaneously, logistics activity measurement of 15 chosen countries has been performed. Analysis was conducted using GAMS software.

Keywords: Chance constrained data envelopment analysis, data envelopment analysis, efficiency measurement, logistic performance.

TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın hazırlanma aşamasında bana bilgi ve tecrübeleriyle katkı sağlayan aynı zamanda psikolojik desteğiyle her daim yardımcı olan idealist danıőmanım Sn. Doç. Dr. Berk AYVAZ'a, desteğini hiç esirgemeyen Enstitü M¼d¼r¼m¼z Sn. Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK'e ve değerli b¼y¼ę¼m sevgili Fen Bilimleri Enstit¼s¼ personeli G¼ksel KIBIŐ abime teőekk¼rlerimi sunarım.

Tez s¼recimde ve hayatım boyunca benden desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda hissettiğim baőta çok değerli Babam olmak üzere, can Annem'e ve arkadaő Abim'e teőekk¼rlerimi borç bilirim.

Merve YILDIRIM

İstanbul, 2019

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 4.1. CRS-VRS Etkinlik Sınırı	15
Şekil 4.2. VZA Uygulama Adımları	17
Şekil 4.3. Temel VZA Modelleri	21
Şekil 6.1. Lojistiğin Gelişmesindeki Tarihsel Aşamalar	41
Şekil 6.2. CCR-BCC Karşılaştırma Grafiği.....	53
Şekil 6.3. Referans Seti İçin Destek Matematiksel Model	57



TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 6.1. Lojistik Sektöründe Kullanılan Toplam Enerji Verileri	44
Tablo 6.2. Gümrük Prosedürleri Verileri	45
Tablo 6.3. Altyapı Verileri	46
Tablo 6.4. CO_2 Verileri	47
Tablo 6.4.1 CO_2 Hedefleri.	48
Tablo 6.5. LHK Verileri	48
Tablo 6.6. İşgücü Oranı Verileri	49
Tablo 6.7. Birleştirilmiş Girdi ve Çıktı Verileri.....	51
Tablo 6.8. CCR-BCC Analiz Sonuçları	51
Tablo 6.9. LHK Çıktısına Şans Kısıtı Eklendiğinde Elde Edilen Sonuçlar.....	54
Tablo 6.10. DEA-CCDEA Karşılaştırma	55
Tablo 6.11. Referans Kümesi ve Yoğunluk Değerleri	57
Tablo 6.12. Etkinsiz Ülkelerin Gümrük Girdisindeki PI Yüzdeleri	58
Tablo 6.13. Etkinsiz Ülkelerin Altyapı Girdisindeki PI Yüzdeleri	58
Tablo 6.14. Etkinsiz Ülkelerin Enerji Kullanımı Girdisindeki PI Yüzdeleri.....	59
Tablo 6.15. CO_2 Emisyonu Çıktısı İçin Oranlar	60
Tablo 6.16. LHK Çıktısı İçin Oranlar	60
Tablo 6.17. İşgücü Oranı Çıktısı İçin Oranlar	61
Tablo 6.18. Girdi ve Çıktılardaki Potansiyel İyileştirme Sonuçları.....	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

BCC	Banker-Charnes-Cooper
BVZA	Bulanık Veri Zarflama Analizi
CCR	Charnes- Cooper-Rhodes
CCDEA	Chance Constrained Data Envelopment Analysis-Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi
Cov	Kovaryans
CSCMP	Council of Supply Chain Management- Tedarik Zinciri Yönetimi Konseyi
CRS	Ölçeğe Göre Sabit Getiri- Constant Return to Scale
DEA	Data Envelopment Analysis- Veri Zarflama Analizi
DP	Doğrusal Programlama
DMU	Decision Making Unit- Karar Verme Birimi
FVÖK	Faiz, Vergi Öncesi Kar
GAMS	General Algebraic Modeling System- Genel Cebirsel Modelleme
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
KVB, kvb	Karar Verme Birimi
LHK	Lojistik Hizmet Kalitesi
LPI	Logistic Performance Index- Lojistik Performans Endeksi
Var	Varyans
PI	Potansiyel İyileştirme
SFA	Stochastic Frontier Analysis- Stokatik Sınır Yaklaşımı Analizi
SPSS	Statistical Packag for the Social Sciences- Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı
VZA	Veri Zarflama Analizi
VRS	Ölçeğe Göre Değişken Getiri- Variable Return to Scale

1. GİRİŞ

Ülkelerin gelişmişlik ve kalkınmışlık düzeylerini en iyi anlatan yapı taşı ülkelerin ekonomik göstergeleridir. Son 15 yıldır aktör ekonomilerin stratejilerini lojistik sektöründe kullanmaları, lojistiğin ülkelerin ekonomik yapısı içerisinde rol üstlendiği görülmektedir.

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 GSYİH'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). Küreselleşmenin etkisiyle dış ticaret faaliyetlerinin artması, lojistik sektörünün stratejik önemini de arttırmıştır.

Lojistik faaliyetler hem makro boyutta hem mikro boyutta etkilere sahiptir ve rekabet avantajı sağlamaktadır. Burada makro boyut ülkeleri, mikro boyut ise işletmeleri ifade etmektedir. Lojistiğin etkin bir şekilde yürütülmesi firmalar için maliyet minimizasyonuna, üretim kalite ve müşteri memnuniyetinde maksimuma ulaşmasına neden olacaktır. Bu olumlu etkiler de doğal olarak ülkeler açısından pazar büyüklüğünün artmasına ve rekabet avantajı sağlamalarına neden olacaktır (Erkan, 2019).

Bu noktada ülkelerin pazar paylarını yükseltmek ve rekabet avantajı sağlayabilmeleri için lojistik sektörü içerisindeki konumlarını belirleyebilmeleri, bulunan eksiklikler için iyileştirme yapmaları büyük derecede önem taşımaktadır. Bu yol haritasını ise sektör için yapılan performans ölçümü sunmaktadır.

Literatür incelendiğinde performans ölçümü için genellikle finansal oranlara dayanan oran ve regresyon analizi kullanılmaktadır. Regresyon analizi gibi yöntemler için çıktının tek boyuta indirgenmesi gerekmektedir. Bu kısıt performans ölçümü için gerekli bakış açısını sağlayamamakta ve farklı çıktı değişkenleri oranlayarak tek bir çıktı değişkeni elde ettiği için de değişkenler arasındaki ilişkileri sunmamaktadır (Çakır ve Perçin, 2013).

Performans ölçümü için kullanılan Parametrik olmayan yöntemleri içerisinde en çok kullanılan yöntem Veri Zarflama Analizidir. Veri Zarflama Analizi birden fazla girdi ve çıktıyla analiz yapabilen bir yöntemdir. Veri zarflama analizindeki etkinlik sınırını genişletmek için (Land ve ark. 1998) veri zarflama analizini geliştirerek Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizini literatüre eklemiştir.

Bu tez çalışması, ülkelerin lojistik etkinliğini ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Giriş ve literatür taramasıyla beraber üç bölümden oluşan tez çalışmasının birinci bölümünü performans ve etkinlik analizi, ikinci bölümünü veri zarflama analizi ve belirsiz altında veri zarflama analizi ve üçüncü bölümünü uygulama kısmı oluşturmaktadır. Birinci bölümde performans, etkinlik ve verimlilik tanımları yapılmıştır ve etkinlik ölçme yöntemleri incelenmiştir. İkinci bölümde Veri Zarflama Analizi ve belirsiz verilerle ölçüm yapabilmek için kullanılan Bulanık Veri Zarflama Analizi ve Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi ile ilgili bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde yer alan BVZA ile ilgili bilgiler, bilgi amaçlı hazırlanmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksi'nde yer alan 15 ülke seçilerek veri zarflama analizi ve şans kısıtlı veri zarflama analizi yöntemini kullanarak lojistik etkinlik ölçümü yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre etkisiz ülkeler için Performans İyileştirme çalışmaları gerçekleştirilerek yorumlamaya çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu tez çalışmasının literatür taraması lojistik ve lojistik performans, veri zarflama analizi ve şans kısıtlı veri zarflama analizi için ayrı başlıklar halinde hazırlanmıştır.

Lojistik ve Lojistik Performans İçin Literatür Çalışması

Akdoğan, M. ve Durak, A., (2016) çalışmasında Almanya ve Türkiye’de faaliyet gösteren 153 lojistik firmasının lojistik performansları ve pazarlama performanslarını ölçerek karşılaştırmıştır. Lojistik performans sistemi oluştururken, şirketlerin hedefleri ve gerçekleştirdikleri noktalar arasındaki farkları, pazarlama performans sistemi oluştururken, pazarlama departmanının performansını etkileyen faktörler, kullanılabilir performans ölçüm yöntemi gibi kriterleri işletme performansı üzerinde değerlendirmiştir. Daha sonra bu ölçütlerle iki ülke arasında kıyaslama yapmıştır.

Aydın, D., (2018) çalışmasında Malatya 1. Ve 2. Organize Sanayi Bölgelerinde faaliyet gösteren 93 imalat işletmesinde anket tekniği kullanarak işletme performansını değerlendirmiştir. Uygulamadaki hipotezler beş bölüme ayrılmıştır. Birinci bölüm hipotezleri; bölümler arası koordinasyonun işletme performansını ölçmeye yönelik üç hipotezden, ikinci bölüm hipotezleri; lojistik performansın işletme performansıyla ilişkisini incelemek için dört hipotezden, üçüncü bölüm hipotezleri; pazarlama performansının işletme performansıyla ilişkisini incelemeye yönelik beş hipotezden, dördüncü bölüm hipotezleri; üretim performanslarının işletme performansıyla ilişkisini ölçmek için beş hipotezden ve beşinci bölüm hipotezleri; işletme performansları ile rekabet gücü arasındaki ilişkiyi inceleyen dört hipotezden oluşmaktadır.

Bayraktutan, Y. ve Özbilgin, M. (2015) çalışmasında temel göstergeleri faktör koşulları, iktisadi koşullar ve dış çevre koşulları olmak üzere üç gruba ayırarak; ülkelerin ve bölgelerin lojistik performansında etkili olan parametreleri sınıflandırarak tartışmıştır.

Binokay, H., (2018) çalışmasında Lojistik Regresyon yöntemi ile diğer yöntemlerin farklı örnek büyüklüğü, prevelans, açıklayıcı değişken tipi ve tanımlayıcılık katsayısı durumunda etkileşim terimleri bulduran ve buldurmeyen 2 farklı model ile veri setleri oluşturularak sınıflama modellerini karşılaştırmıştır. Aynı zamanda literatürden alınan 12 gerçek veri seti için de performans karşılaştırması yapmıştır.

Boztepe, H., (2018) çalışmasında güneş panelleri ile elektrik üretimi yapan solar depolar için solar kriterler ve önem dereceleri belirleyerek bu kriterleri depo seçim

kriterleri ile birleştirerek depo yeri seçimi kararlarını ne şekilde etkilediğini incelemiştir. Yeşil lojistik kapsamında kriterler belirlenmiş ve yer alternatifleri arasından Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Analitik Ağ Süreci (AAS) ve TOPSIS yöntemleri ile seçim yapılmıştır.

Ener, T. (2010) çalışmasında Mersin ilindeki 65 lojistik firmasına anket çalışması yaparak performans değerlendirmesi yapmıştır. Çalışma içinde lojistik altyapı olanaklarını, sipariş süreçlerini, lojistik yönetim faaliyetlerinin fiziksel ve teknolojik altyapılarını, gümrük mevzuatlarının lojistik performansı etkileyip etkilemediğini incelemiştir. Sonuç olarak, Mersin'deki lojistik firmalarının performans ortalamalarının, Dünya Bankası 2010 raporunda yer alan Türkiye'nin lojistik performansından yüksek olduğunu belirlemiştir.

Kara, M. vd., (2009) çalışmasında Türkiye'nin lojistik üst olma performansını incelemiştir. Çalışmada LPI (Logistic Performance Index) verileri ve ilgili kısıtlı ikincil veriler kullanılmıştır. Türkiye'nin lojistik üs olabilmesini, coğrafi avantajını kullanabilmesine, fiziksel ve kurumsal altyapısındaki iyileştirmelere bağlamaktadır.

Önder, B., (2018) çalışmasında betimsel bir araştırma yöntemi izlemiş, alanyazın incelemesi ve içerik analizi yapılmak suretiyle elde edilen bilgileri yorumlamıştır. Çalışmanın örneklemini, Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksi'nde Türkiye'den daha yüksek puan alan ülkeler (Almanya, Lüksemburg, İsveç, Hollanda, Belçika, Avusturya, İngiltere, İsviçre, Finlandiya, Fransa) oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda, Türkiye'nin gümrük, altyapı ve hizmet kalitesine ait mevcut durumunun daha etkin bir konuma getirilebilmesi için yeniden yapılandırmaya ihtiyaç bulunduğunu düşünmektedir.

Özbek ve Demirkol, (2018) çalışmasında müşteri odaklı işletmelerde en önemli rolü üstlenen lojistik faaliyetlerin, şirketlerin rekabet gücündeki önemine değinmiştir. Bu nedenle, lojistik firmaların müşteri kaybına uğramadan, ekonomik yapılarını önceden analiz edebilmeleri için 2017 yılı Fortune 500 listesinde yer alan 8 lojistik firmasını, belirlenen sekiz ölçüte göre SWARA ve GİA yöntemi ile değerlendirmiştir. Belirlenen sekiz ölçüt şu şekildedir; Net Satış, Net Satış Değişimi, Faiz Vergi Öncesi Kar, FVÖK Değişim, Aktif Toplam, Özkaynak, İhracat ve Çalışan Sayısıdır.

Sezgin, T., (2008) çalışmasında 21. yüzyılın şekillenmesine ön ayak olacak üç temel bilim dalından olan lojistik bilimini genel hatlarıyla açıklamıştır. Daha sonra lojistik kavramını, tarihsel gelişimini, Dünya ve Türkiye'deki ticaret yapısını ve e-lojistik kavramını detaylıca aktarmıştır.

Sürücü, E., (2015) çalışmasında beş farklı lojistik firmasını ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla inceleyerek sürdürülebilir performans ölçümü yapmıştır. Çalışmada beş ekonomik, altı çevresel ve yedi sosyal gösterge kullanılmıştır.

Belirlenen on sekiz gösterge, AHP ve TOPSİS yöntemleriyle analiz edilip yorumlanmıştır.

Tekin, M. vd., (2005) çalışmasında lojistik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin bilişim teknolojileri kullanmalarının performanslarına etkisini araştırmıştır. Uygulama kısmında, Konya ilinde lojistik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin teknoloji kullanma düzeyleri ve bu amaçlara ulaşma düzeyleri incelenmiştir.

Terzi, B., (2016) çalışmasında intermodal taşımacılık hizmeti sağlayan bir şirketin performansını, beş boyutta (Finansal Perspektif, Müşteri Perspektifi, İç Süreçler Perspektifi, Öğrenme ve Gelişme Perspektifi, Çevresel Perspektif) skorkart performans ölçüm yöntemi ile değerlendirme yapmıştır.

Topal, Y., (2013) çalışmasında e-lojistik uygulamalarının işletmelere olan etkileri arasındaki farklılıkları incelemiştir. İncelemeyi anket yöntemiyle, sektörde faaliyet gösteren çeşitli işletmelerden e-lojistik kullanımları ve olası etkilerini anlamaya dair bilgiler toplamıştır. Toplanan bilgileri SPSS 11.5 analiz programında değerlendirmiştir. Çalışmanın sonucunda, işletmelerin e-lojistik faaliyetlerini kendi demografik özelliklerine göre kullanmaları gerektiğini savunmuştur.

Töral, T. (2018) çalışmasında İstanbul'da faaliyet gösteren 65 firma ile anket çalışması yapmıştır. Analiz içindeki sahip oldukları lojistik imkânları (araç miktarı, istifleme kapasiteleri vb.), ürün sipariş etme aşamaları, lojistik ile ilgili süreçlerin tamamı, sahip oldukları fiziksel ve bilişim altyapıları ve gümrük süreçlerinin lojistik performans kriteri olup olmadıkları ve lojistik performansa etkilerini incelemiştir.

Yapraklı, T. ve Ünalın, 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.

Veri Zarflama Analizi İçin Literatür Taraması

Ablai, (2015) çalışmasında alışveriş merkezi ve cadde üzerinde yer alan 180 mağazanın verimlilik açısından kıyaslamak için veri zarflama analizini kullanmıştır. Analiz için seçilen girdiler; satılan ürün çeşitliliği, toplam haftalık çalışan süresi, mağaza stok adedi ve genel giderlerdir. Çıktılar ise satış adedi, ciro, stok devir hızı ve kâr marjıdır.

Aydemir, (2002) çalışmasında Türkiye'de illerin katma değer üretim süreçlerinde sahip oldukları kaynakları ne derece verimli kullanabildiklerinin karşılaştırmasını yapmıştır. Uygulamayı veri zarflama analizi kullanarak 77 il bazında

gerçekleştirmiştir. Analizde girdi odaklı CCR ve BCC modelleri 8 girdi ve 1 çıktı kullanılmıştır.

Hladik, (2019) çalışmasında veri zarflama analizine yeni bakış açısı katarak, tüm verilerin aynı anda ve bağımsız olarak değişebilmesini ve karar birimlerinin daha yüksek puan almasını sağlayan bir yöntem sunmaktadır. Sunduğu çalışmada verimlilik puanlarının verimsizliğe olan mesafesinin vermesiyle, karar birimlerinin istikrarı açısından ek bilgi sunmaktadır. Aynı zamanda etkinsiz karar birimlerinin aksine etkin karar birimleri için de kıyaslamak için sıralama sunmaktadır.

Liu ve Wang, (2018) çalışmasında karar birimlerini hem en iyi hem de en kötü karar birimine göre karşılaştırabilmek için iki tane veri zarflama analizi modeli sunmaktadır. Referans karar birimi olarak hem en iyi hem en kötü karar birimlerini ve normalize edilmiş verimliliği sunmaktadır. Daha sonra bütün karar birimlerini sıralamak için aralık verimliliği adı altında bir değerlendirme yaparak performans ölçümü yapmıştır.

Mahmoudi vd., (2018) çalışmasında son yirmi yıldır ulaştırma problemlerinde sıkça uygulanan Veri Zarflama Analizi için literatür taraması ve sınıflandırması sunmuştur. 2007-2018 yılları arasında ulaştırma problemlerinde veri zarflama analizi yöntemi kullanan 40 makaleyi sınıflandırarak incelemiştir. Makalelerde kullanılan girdi-çıkıtı değişkenlerini bildirmiştir. Çalışmanın sonucunda veri zarflama uygulamalarının taşımacılık sistemlerini değerlendirmede en faydalı yaklaşım olduğunu belirtmiştir.

Motroi, 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, (2013) çalışmasında beş kargo şirketinin performanslarını veri zarflama analiziyle ölçmüştür. Girdi olarak personel sayısı, şube sayısı, araç sayısı çıktı olarak da müşteri sayısı kullanılmıştır. Çalışmanın sonucu Frontier Analyst programı ile alınarak yorumlanmıştır.

Özbek, (2007) çalışmasında Türk sigorta sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin görece etkinliklerini 2004 yılı verilerini kullanarak Veri Zarflama Analizi ile ölçmüştür. Çalışmada girdileri dört ana başlıkta; kazanç elde eden girdiler, idari işgücü, sabit varlıklar ve sermaye şeklinde; çıktılarını ise alınan primler, teknik karlılık ve mali karlılık şeklinde tanımlamıştır.

Özden, (2008) çalışmasında Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin görece toplam, teknik ve ölçek etkinliklerini girdi ve çıktı yönelimli CCR ve BCC modelleri kullanılarak hesaplanmıştır. Aynı zamanda süper etkinlik modellerinden faydalanarak etkinlik sıralaması yapmıştır. Çalışmasında toplam giderler, akademik personel, öğrenci sayıları olmak üzere 3 girdi ve önlisans-lisans öğrenci sayısı, lisansüstü öğrenci sayısı, yayın sayısı, eğitim-öğretim gelirleri ve diğer gelirler olmak üzere 5 çıktı kullanmıştır.

Sarı, (2015) çalışmasında 2012 yılına ait veriler veri zarflama analizi yöntemiyle kullanılarak Hacettepe Erişkin Hastanesine bağlı 20 polikliniğin performansını incelemiştir. Etkin olmayan poliklinikler için etkinliğine ulaşmasını sağlayacak iyileştirmeler yapmıştır. Veri zarflama analizinin sonuçlarını EMS paket programını kullanarak bulmuştur.

Tezsürücü, (2013) çalışmasında beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçi seçim ve değerlendirme sürecini incelemiştir. İncelemede kullanılacak kriterler; kalite, teslimat, fiyat, üretim yeterliliği ve kapasite, teknik yeterlilik, prosedürlere uyum, faaliyet kontrolü ve performans geçmişi kriterlerini AHS yöntemi kullanarak belirlemiş ve bu kriterlere göre tedarikçilerin performansını VZA tekniği ile ölçmüştür. Çalışma sonucunda firma tedarikçilerinin %35'inin etkin performans gösterdiğini belirlemiştir.

Tran vd., (2019) çalışmasında veri zarflama analizinde, verimlilik değişimini ölçmek için kullanılan yenilikçi bir bakış açısı olan dinamik veri zarflama analizini (SBM) eş zamanlı, tek aşamalı bir yaklaşımla entegre ederek karar birimlerinin verimlilik ve süper verimlilik puanlarını hesaplamıştır. Bu yaklaşımın büyük ölçekle hesaplama yapılırken zaman tasarrufu sağlayacağını savunmaktadır. Önerilen model, geleneksel modellerle karşılaştırılmış ve doğruluk payının yüksek olduğu belirtilmiştir.

Yazgan, (2012) çalışmasında Türkiye'de bulunan 37 havalimanının etkinliklerini 2008-2011 yılları verileriyle veri zarflama analizi yöntemi kullanarak hesaplamıştır. Daha sonra analiz içindeki değişkenlerin etkilerini belirlemek amacıyla, VZA sonuçlarını bağımlı değişken kabul ederek Tobit modeli kullanmış ve sonuçlarını yorumlamıştır. Çalışmada girdi değişkenleri; çalışan sayısı, işletme giderleri, terminal alanı, pist sayısı ve apron sayısı çıktı değişkenleri olarak yolcu trafiği, işletme geliri, uçak trafiği ve yük trafiği kullanılmıştır.

Yıldız, (2013) çalışmasında Korhonen ve Siitari tarafından önerilen parçalama algoritmasını geliştirerek büyük çaplı veri zarflama modellerinin çözümünü hızlandırmak ve daha etkin sonuç alabilmek için yeni bir yaklaşım önermiştir. Üç aşamadan oluşan model, veri setlerinin parçalanarak ikili kombinasyonlar için eğitim hesabıyla etkin karar birimlerinin kümede toplanmasıyla başlamaktadır. Daha sonra veri setine göre ideal karar birimi belirlenerek diğer karar birimlerin bu ideal karar birimine uzaklıklarına göre etkinlik tahmini yapılmaktadır. En yakınlardan bir grup

karar birimi, etkin karar birimleri ile birleştirilerek süper küme oluşturulur. Daha sonra süper küme klasik yöntemle çözülmektedir.

Belirsizlik Altında Veri Zarflama Analizi İçin Literatür Taraması

Bu başlık altında belirsizlik altında etkinlik çözümü yapılırken kullanılabilen Bulanık Veri Zarflama ve Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi için literatür taraması yapılmıştır.

Aydemir, (2015) çalışmasında Türkiye'deki Büyükşehir Belediyelerinin etkinlikleri sabit ve değişken getiri varsayımları altında göreceli mali etkinlikleri bulanık ve klasik veri zarflama analizleri ile ölçülmüştür. Çalışmada 2011-2013 verileriyle 3 girdi; cari harcamalar değişkeni, yatırım harcamaları değişkeni, nüfus değişkeni 3 çıktı; vergi gelirleri değişkeni, teşebbüs ve mülkiyet gelirleri değişkeni, diğer gelirler değişkeni kullanılarak 16 büyükşehir belediyesinin verimliliği ölçülmüştür. Bulanık veri zarflama analizi modelinde 0.25, 0.50 ve 0.75 α -kesim kümelerini kullanmıştır.

Çakır, (2015) çalışmasında Borsa İstanbul'a kote olmuş ve teknoloji/bilişim sektöründe faaliyet gösteren 16 firmanın 2010-2013 yılları arasındaki verileri BVZA'da kullanarak bulanık etkinliklerini ölçmüştür. Girdi çıktı değişkenleri seçiminde subjektiflikten kaçınmak için Bulanık Shannon Entropi yöntemini önermiştir.

Demireli ve Özdemir, (2013) çalışmasında 13 Avrupa ülkesinin makroekonomik performanslarının etkinliğini hesaplamak için Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizini kullanarak hesaplamış ve Klasik Veri Zarflama Analizi ile karşılaştırmıştır. 2005-2011 yılları verileriyle toplam devlet harcamaları, GSYH ve istihdam oranını girdi olarak, ihracat/ihtalat oranını çıktı olarak kullanmıştır. CCDEA'da 0.1, 0.2 ve 0.3 sabit sayılarıyla çözüm almıştır. Veri Zarflama Analizinde EMS, Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizinde Lingo paket programı kullanmıştır.

Deniz, (2009) çalışmasında Türkiye'deki 77 ilin rekabet edilebilirlik açısından kaynak etkinliğini klasik ve bulanık veri zarflama ölçmüştür. Modelleri EMS 1.3 paket programında çözerek her bir ile ait etkinlik değerleri, yopunluk değerleri, artık ve aylak değişkenler tespit edilmiştir.

Gedik, (2010) çalışmasında VZA ve Toplamsal Modelde CCDEA yöntemlerini kullanarak demir çelik sektöründe bir analiz yapmıştır. Girdi değişkenleri olarak; imalat girdisi, istihdam girdi, diğer girdi ve yakıt girdisini çıktı değişkenleri olarak ise imalat çıktısı, diğer çıktı ve ihracat çıktısını kullanmıştır.

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.

Oruç, (2008) çalışmasında verilerin bulanık olduğu durumlarda işletmelerin görelî etkinliğini ölçen BVZA ile Türkiye'deki üniversiteleri inceleyen bir uygulama yapmıştır. Çalışmada 10 farklı BVZA modeli Türkiye'deki 24 üniversite için, 2006 yılı verileriyle kullanılmıştır. Bu çalışmada 6 adet girdi ve 7 adet çıktı kullanılmıştır.

Turgutlu, (2006) çalışmasında tam bilgi ve belirsizlik varsayımları altında Türk sigortacılık endüstrisinde 1990-2004 yıllarını kapsayan bir etkinlik analizi yapmıştır. Etkinlik sonuçlarının tutarlılıklarını ölçmek amacıyla SFA yöntemini de kullanmıştır.



3. PERFORMANS VE ETKİNLİK ANALİZİ

3.1. Performans Tanımı

Yaşamın her alanında karşımıza çıkan 'performans' kelimesinin; çok boyutlu olmasından ve çeşitli faktörlerden etkilenmesinden dolayı ortak bir tanımı bulunmamaktadır. Tarihsel gelişimine bakıldığında performans çeşitli şekillerde ölçülmüştür. Eskiden ürün/hizmetin maliyetlerine dayalı olan performans ölçüm sistemi daha sonra müşteri ilişkileri, rekabet güçleri gibi finansal ölçütlere doğru evrilmiştir (Zerenler, 2015).

Gelenek performans ölçüm sistemleri maliyet, kar, kısa dönem odaklı oryantasyon, standartlarla karşılaştırma, standartlaşma gibi kriterlere odaklanırken günümüzde performans ölçüm sistemi değer odaklı, müşteri merkezli, değerlendirme ve iyileştirme odaklı hale dönüşmüştür (Tezsürücü, 2013).

Kelimenin kökeni İngilizce 'performance' gelmektedir. Türkçe karşılığını ise Türk Dil Kurumu 'başarım' olarak tanımlamıştır. Etkinlik, verimlilik gibi ölçüm yöntemleri performansla ilgili olduğu sıkça karıştırılmakta ve ikame olarak kullanılmaktadırlar. Etkinlik ve verimlilik, performans ile yakın anlamlar ifade etse de aynı değildir (Yazgan, 2012).

Performansı genel olarak ifade edersek; 'minimum hata payı ile iç bileşenler arasında uyumluluk bozulmadan, belirlenen amaçlara ulaşma derecesi' şeklinde nitelendirebiliriz (Önsoy, 2013).

Demirkaya,2000 çalışmasına göre performans ölçümünün yararları aşağıdaki gibidir;

Çıktıya ilişkin kararlar alabilmek, güncelleştirmeler ve iyileştirmeler için atılacak adımların geliştirilmesine yol açar.

Önceden belirlenen hedefler ve yaklaşımlar, planları ve faaliyetleri başlatır.

Performans göstergeleri (girdi, çıktı, sonuç, verimlilik, etkinlik, etkililik ve kalite) aracılığıyla yapılan ölçümün amacı hizmet kalitesini arttırmaktır.

Ölçüm ve sonuçları performans yönetimi ve aşamalarına kaynaklık etmektedir.

3.2.Verimlilik

Kavram olarak 'verimlilik' Fransızca 'produire' (üretmek) fiilinden türetilmiştir. Genel olarak dar-geniş verimlilikle ifade edilen verimlilik kavramında 'dar' girdi-çıkıtı arasındaki fiziksel ilişki, 'geniş' ise ekonomik hedeflere ulaşma becerisi olarak atfedilen soyut bir kavramı ifade etmektedir. Kavramsal olarak çok eski bir tarihe dayanan verimlilik kavramı ilk olarak 1776'da Quesnay'ın makalesinde kullanılmıştır. Daha sonra Littre (1883) verimliliği üretim gücü ve becerisi olarak tanımlamıştır (Motroi, 2018). Verimlilik en genel ifadeyle; bir üretim aşamasında girdi olarak kullanılan kaynaklar ile elde edilen çıktı arasındaki ilişkidir. Yani verimlilik üretimde kullanılan girdilerin etkin kullanımınıdır (Ablai, 2015). Buradan üç amaç ortaya çıkmaktadır:

1. Aynı düzeyde girdi kullanarak daha fazla çıktı sağlamak,
2. Aynı düzeydeki çıktıyı, daha az girdi ile sağlamak,
3. Çıktının girdiye göre daha fazla artış göstermesidir (Kubalı, 1999).

Bir işletmenin sürdürülebilirliğine en büyük etkiyi maliyetler yapmaktadır. İşletmelerin entropiye (şirketlerin yok olma durumu) yaklaşmalarını için performans ölçümlerini buna bağlı olarak da verimlilik ölçümlerini çok dikkatli bir şekilde yapmaları gerekmektedir. Garwin (1993)'te "Ölçemezsen yönetemezsin" cümlesini kullanarak performans ölçümünün önemini ortaya koymuştur (Tezsürücü, 2013).

Verimlilik türleri üçe ayrılmaktadır. Bunlar Kısmi Verimlilik, Çoklu Faktör Verimliliği ve Toplam Verimliliğidir.

Kısmi Verimlilik: Çıktının, 'tek bir' girdiye oranıdır. Faktörlerin birbiriyle ilişkisini ölçmek için kısmi verimlilik kullanılmaktadır. İktisattaki kaynakların (üretim faktörleri) ortalama verimliliğini göstermektedir. Örneğin iş gücünün verimliliği ölçülürken, iş gücü tek bir girdi olarak verimlilik hesabına dâhil edilmelidir.

Çoklu Faktör Verimliliği: Çıktının 'birden fazla' girdiye oranıdır. Birden fazla iktisat kaynağının verimliliğini ifade etmektedir. Örnek olarak çıktının, işgücü +makine oranıdır.

Toplam Verimlilik: İşletmenin genel performansını ölçmek için bütün iktisat kaynaklarının, belirli ağırlıklarla hesaplanarak çıktıyla oranlanmasını ifade etmektedir. Örnek olarak çıktının, işgücü+ makine+ sermaye+ hammadde+ enerji oranıdır (Yükçü ve Atağan, 2009).

3.3.Etkinlik

Etkinlik, nihai mal/hizmet üretmek için kullanılan girdi kaynaklarının ne kadar iyi kullanıldığı ve kaynak kullanımı performansının ölçüsünü vermektedir ve işletmelerin bu durumda kendilerini nasıl konumlandığını göstermektedir. Temel olarak etkinlik kaynakların kullanılma şekliyle gerçekleşen hedeflerin, planlanan hedeflere ne derecede yaklaştığını göstermektedir. Ölçüsü ise aşağıdaki gibidir:

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{Gerçekleşen Çıktı}}{\text{Planlanan Çıktı}}$$
 şeklindedir. Etkinlik değerinin 1'e ulaşması beklenmektedir.

Etkinlik değeri > 1 ise hedef üstü performans, etkinlik değeri < 1 ise düşük performans olduğu düşünülmektedir (Özbek, 2007).

Mirzapour (2014) çalışmasında; bir üretim sınırı belirlemekle beraber, bu üretim sınırındaki karar verme birimlerini etkin, üretim sınırının altındaki karar verme birimlerinin etkin değil olarak nitelendirmiştir. Bir karar verme birimi diğerine göre daha verimli olabilir lakin üretim sınırın altında kalıyor ise etkinsizdir. Buradaki önemli nokta karar verme biriminin üretim sınırına ne kadar yaklaştığıdır.

3.4. Performans Etkinlik Ölçüm Yöntemleri

Performans ölçümü iki temel amacı içinde barındırmaktadır. Bunlardan ilki işletmenin mevcut durumunu belirlemek ve faaliyetlerin planlanması, ikincisi ise şirket bünyesindeki bütün elemanlara performans değerlendirmesi yapılması ve performansa dayalı ödüllerin belirlenmesidir. Performans ölçütleri finansal ve finansal olmayan ölçütler olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Finansal ölçütler, stratejilerin işletmenin karlılığına katkısı bulunup bulunmadığını, finansal olmayan ölçütler ise finansal ölçütleri tamamlayan yenilik, iyileştirme faaliyetleri, müşteri tatmini gibi ölçütleri ele almaktadır (Tezsürücü, 2013). Performans ölçüm yöntemleri; Oran Analizi, Parametrel Yöntemler, Parametrik Olmayan Yöntemlerdir.

3.4.1. Oran analizi

Performans ölçüm yöntemleri içerisinde en yaygın kullanılan yöntemin uygulanması çok kolaydır ve yöntem çok az bilgiye ihtiyaç duymaktadır. Analiz tek girdi ve çıktı ile sınırlıdır. Fazla sayıda girdi ve çıktıyla makul sonuçlar doğurmamaktadır. Bu yöntemde oran ölçeği kullanılmaktadır. Göreceli olsa da en iyi duruma göre değil, var olan duruma oranlama ile değerlendirme yapılmaktadır.

Bu neden iyileştirme imkânı sunmamakta sadece durum analizi yapmaktadır (Özbek, 2007).

3.4.2. Parametrik yöntemler

Performans ölçümünde genel olarak regresyon analizinden yararlanılan parametrik yöntemler, basit ve çoklu olmak üzere kullanılan regresyon modellerinden ve etkinlik hesabında sebep-sonuç ilişkisine dayanan matematiksel modellerden oluşmaktadır.

Parametrik yöntemler, oran analizinin aksine tek girdi ile değil birden fazla girdi ile çıktı arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Ve çoklu regresyon yöntemi ile çözmektedir. Parametrik yöntemlerde genel olarak bir gözlem kümesi ve küme içinde etkinlik sınırı belirlenmektedir. Bu sınır üzerindeki gözlemler etkin, sınırdan sapma gösteren gözlemler etkisiz olarak nitelendirilmektedir (Kıran, 2008).

Parametrik yöntemlerin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar;

- i. Bir fonksiyonu kullanan birden fazla değişken olduğundan sadece bir bağımlı değişkenin analizi yapılmaktadır.
- ii. Optimal performansı değil ortalama performansa göre göreceli performansı ölçmektedir.
- iii. Verimsiz birimleri tanımlayamamaktadır (Önsoy, 2013).

3.4.3. Parametrik olmayan yöntemler

Genelde doğrusal programlama kökenli teknikler (kısıt altında optimizasyon) kullanan bu yöntemler geleneksel yöntemlerin dezavantajlarından kurtulmak için geliştirilen yeni bir yaklaşımdır. Bu yöntemler etkinlik sınırına olan uzaklığı ölçmeye çalışırlar ve üretim biriminin yapısıyla ilgili davranışsal varsayımlara girmek zorunda değildirler.

Parametrik olmayan yöntemler, her bir kvb (karar verme birimi) için göreceli etkinliği ölçerken, o karar verme birimine ait amaç fonksiyonunu da optimize etmektedir. Etkin olan ve etkin olmayan şeklinde iki gözlem kümesine ayrılır ve etkin olmayan karar birimlerini etkinleştirmek için bilgiler üretmektedir. Böyle yöntem değerlendirme-iyileştirme imkânı sağlamaktadır (Özbek, 2007).

Parametrik olmayan yöntemler;

- i. Tek Girdi-Tek Çıktı Üretim Ortamındaki Parametrik Olmayan Etkinlik Ölçümü
- ii. İki Girdi-Tek Çıktı Üretim Ortamındaki Parametrik Olmayan Etkinlik Ölçümü
- iii. Tek Girdi -İki Çıktı Üretim Ortamındaki Parametrik Olmayan Etkinlik Ölçümüdür.

Lakin Yöntemin iki temel analiz yaklaşımı;

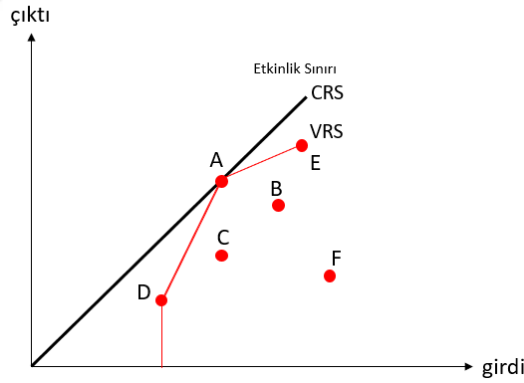
- i. Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis) ve
- ii. Serbest Düzenleme Zarf Modeli (Free Disposal Hull) şeklindedir (Önsoy, 2013).

4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

4.1.Klasik Veri Zarflama Analizi

İkinci Dünya Savaşı ile beraber önem kazanan verimlilik kavramı, bugünkü anlamına yakın olarak ilk kez 16. yy'da Georgius Agricola (George Bauer) tarafından yazılan 'De re Agricola' (1526) adlı kitapta kullanılmıştır. Ülkemizde ise ilk olarak 1923 İzmir İktisat Kongresi'nde verimlilik kavramı kullanılmıştır (Motro, 2018).

Veri Zarflama Analizi (VZA), önemine çok eski zamanlarda değinilen verimlilik kavramının ölçümünde kullanılan parametrik olmayan bir metottur. VZA, benzer veya farklı birimlere sahip (Ablai, 2015), çok sayıda girdi ve çıktıyı kullanabilen; girdinin çıktıya dönüştürülmesindeki sorumlu birimler (işletme veya ekonomik kuruluşlar) olarak adlandırılan Karar Verme Birimleri'nin (KVB) göreceli verimliliğini(etkinliğini) ölçmek için Charnes ve arkadaşları tarafından geliştirilen, doğrusal programlama tabanlı bir ölçme yöntemidir (Mirzapour, 2014).



Şekil 4.1 CRS-VRS Etkinlik Sınırı

Şekil 4.1 CRS-VRS etkinlik sınırını göstermektedir. Görüldüğü üzere A, B, C, D, E, F karar verme birimleri olup etkinlik sınırının çerçevesinde kalmakta, zarflanmakta (envelop) ve etkinlik sınırının üzerinde veya altında yer almaktadır. Yöntem ismini buradan almaktadır. Etkinlik sınırının üzerindeki A noktası en etkin, sınıra en uzak F noktası en etkinsiz karar verme birimidir (Aydemir, 2015).

VZA, regresyon mantığındaki analizler gibi merkezi eğilimli bir yapıya göre değil, sınır yaklaşımına dayanan bir yöntemle ölçüm yapmaktadır. KVB'leri çevreleyen bir etkin sınır belirlenmekte ve sınırın üzerindeki KVB'ler etkin, diğerleri etkinsiz olarak ifade

edilmektedir. VZA, her kvb için bir skor belirlemekte ve bu etkinlik skorunu ağırlıklandırılmış girdi/ ağırlıklandırılmış çıktı ile bulmakta ve sonuç binary özellik (0 ve 1 arasında) göstermektedir. Yöntemin en önemli özelliklerinden birisi, KVB'deki etkinsizlik seviyesini ve kaynağını tanımlayabilmesidir (Özbek, 2007).

Etkinlik ölçümü yapılırken, sürece dahil olan bütün girdi ve çıktıların ölçüme dahil edilmesi mümkün değildir. Optimal sonuç için belirli kurallar çerçevesinde seçilen birden fazla girdi ve çıktının kullanılması gerekmektedir (Aydemir, 2015).

Veri zarflama analizinde göreceli etkinlik ölçümü iki aşamalı bir işlemdir.

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

Temeli doğrusal programlamaya dayandığı için doğrusal programlama için geçerli olan 5 varsayım (kesinlik, toplanabilirlik, bölünebilirlik, oransallık ve negatif olmama), veri zarflama analizi için de geçerlidir. VZA'nın sahip olduğu diğer varsayımlar ise; KVB'lerin homojen bir yapıda olması, benzer girdileri kullanarak benzer çıktıları üretmesidir. Veri zarflama analizinde en iyi sonucu alabilmek için denetim altında olan KVB'ye ait girdi ve çıktı sayısının mümkün olduğunca çok olması beklenmektedir. Buradaki önemli nokta ise, seçilen girdi ve çıktıların bütün KVB'ler için kullanılabilir olmasıdır (Oruç, 2008).

4.2. Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Bazı Temel Kavramlar

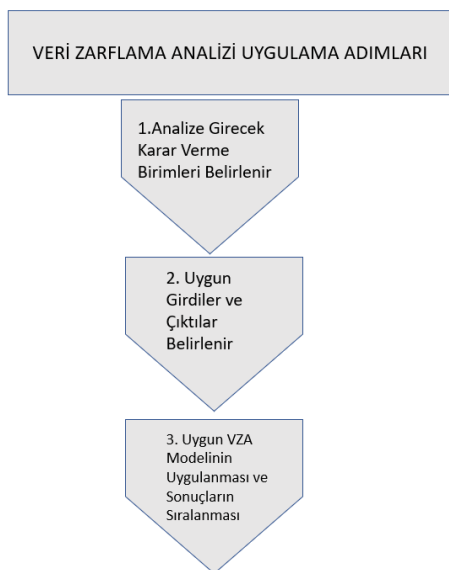
Yazgan, (2012) çalışmasından alınan bazı temel kavramlar şu şekilde açıklanmıştır:

- Toplam Etkinlik (Aggregate Efficiency): Etkinliğin ölçüsünü tanımlayan terimdir. Sonuç CCR modelden gelmektedir.
- Teknik Etkinlik (Technical Efficiency): Fiyat ve maliyetlerden bağımsız olarak teknik etkinlik üretim veya değişim süreci verimliliğidir. Denetim altındaki birim için kullanılan girdi maksimum çıktı üretebiliyorsa teknik olarak verimlidir. Sonuç BCC modelinden gelmektedir.
- Maliyet Etkinliği (Cost Efficiency): Maliyet verimliliği (ekonomik verimlilik) minimum maliyetin gerçek (gözlemlenmiş) maliyete oranıdır.
- Tahsisli Etkinlik (Allocative Efficiency): Maliyet etkinliği/teknik etkinlik oranıyla hesaplanan tahsisli etkinlik üretim süreçlerinin verimliliğini ifade etmektedir.

- Ölçek Etkinliği (Scale Efficiency): Toplam Verimlilik/Teknik verimlilik oranıyla hesaplanmaktadır. Ölçek etkinliği, bir birim operasyon büyüklüğü optimal olduğu zaman ölçek olarak verimlidir. Eğer operasyon büyüklüğü azaltılır ya da arttırılırsa verimliliği düşmektedir.
- Ölçeğe Göre Sabit Getiri (Constant Returns to Scale): Eğer bir karar biriminin girdisindeki artış çıktısında eşit bir artışa denk geliyorsa bu ölçeğe göre sabit getiridir. Bu demektir ki karar biriminin ölçeği ne olursa olsun verimliliği değişmez.
- Etkin/Etkinlik Sınırı (Efficient/Efficiency Frontier): Etkinlik sınırı, en iyi performansı temsil eden, girdi ve çıktıları en verimli şekilde birbirine dönüştüren veri kümesindeki karar birimlerinden oluşan sınırdır. Sınırı belirleyen karar birimleri %100 verimliliğe sahiptirler. Sınırdaki olmayan herhangi bir karar birimi %100'ün altında bir verimliliğe sahiptir.
- Etkinlik Değeri (Efficiency Score): Her karar verme birimi için belirlenen skordur. 0-1 arasında değer almaktadır.
- Etkin Birim (Efficient Unit): Etkin birim, analizlerdeki diğer karar birimleri tarafından başarıları gerçek performansla karşılaştırıldığında, aynı çıktıları daha az girdilerle üretebilen ya da daha yüksek seviyedeki çıktıları aynı miktardaki girdilerle üretebilen karar birimi olarak tanımlanmaktadır.

4.3. Veri Zarflama Analizi Uygulama Adımları

Golany ve Roll (1989)'e göre, VZA üç temel aşamadan oluşmaktadır. Bu üç temel aşama (Tezsürücü, 2013) ve (Montroi, 2018) iki ayrı çalışmadan esinlenerek aşağıdaki gibi aktarılmıştır.



1.adım olan KVB'lerin belirlenmesi, analiz sonucunun doğruluğu için en önemli noktadır. Sonucun başarılı olabilmesi için KVB'lerin homojen bir grup olması gerekmektedir. Aksi takdirde, VZA karşılaştırmalı bir metot olduğu için yanlış seçilen KVB bütün sonucu etkilemektedir. (Tezsürücü,2013)

KVB'ler benzer amaçlarla aynı görevi yerine getirmeli ve aynı şartlarda çalışmalıdır. Aynı zamanda KVB'lerin sayısına da çok dikkat edilmelidir. Girdi sayısı m , ve çıktı sayısı n olmak üzere, KVB sayısı en az $(m+n+1)$ olmalıdır. (Montroi, 2018)

Şekil 4.2 Veri Zarflama Analizi Uygulama Adımları

4.4. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı ve Modelleri

4.4.1. Veri zarflama analizinin matematiksel yapısı

Isbell ve Marlow tarafından 1956 yılında uygulamaya konulan kesirli programlamanın genel algoritması Charnes ve Cooper tarafından 1962 yılında doğrusal kesirli programlama yapısında geliştirilmesiyle literatüre kazandırılmıştır. Yöneylem araştırmasına bağlı olarak kaynak aktarımı, ulaştırma, üretim, stokastik süreçler, finans gibi çok çeşitli uygulama alanları bulunmaktadır (Dinçer, 2006).

Parametrik olmayan veri zarflama analizi yönteminin yaklaşımı, temel olarak kesirli programlamaya dayanmaktadır. Literatürde veri zarflama analizi formülasyonları, doğrusal programlama formunda bulunmaktadır. Çalışmamızda veri zarflama analizinin doğrusal programlama yapısı incelenmeden kesirli programlama yapısına değinilmiştir.

Kesirli Programlama ile Veri Zarflama Analizi

Veri zarflama analizinin matematiğinin temelini, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen kesirli programlama modeli oluşturmaktadır. Kesirli programlama modeli toplam ağırlıklandırılmış çıktılar/ toplam ağırlıklandırılmış girdiler oranına dayandırılmıştır ve model etkinlik ölçüm sonucu vermektedir. VZA için literatür araştırması yapıldığında verilen formülasyonların doğrusal formda olduğu görülmektedir. Veri zarflama analizinin tam olarak anlaşılması için çalışmamızda kesirli programlama modeli çerçevesinde VZA yaklaşımı incelenecektir. Kesirli programlama çerçevesinde ölçüm modeli aşağıdaki gibidir (Yazgan, 2012).

k : Denetim altındaki karar birimi

Y_{rk} : Karar biriminin ürettiği çıktı miktarı $r = 1, 2, \dots, s$

X_{ik} : Karar biriminin ürettiği girdi miktarı $i = 1, 2, \dots, m$

u_{rk} : Çıktılara verilen ağırlıklar $r = 1, 2, \dots, s$

v_{ik} : Girdilere verilen ağırlıklar $i = 1, 2, \dots, m$

e_k : Karar biriminin etkinliği

Y_{rj} : j . karar verme biriminin ürettiği r . çıktı miktarı

X_{ij} : i . karar biriminin ürettiği i . girdi miktarı

Y_{rk} : Karar biriminin ürettiği çıktı miktarı $r = 1, 2, \dots, s$

N : Karar birimi sayısı

s : Çıktı sayısı

m : Girdi sayısı olmak üzere;

Amaç Fonksiyonu:

(4.1)

$$Maxe_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}}$$

$$\text{Kısıtlar: } 0 \leq \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}} \leq 1 \quad j=1, 2, \dots, N$$

$$u_{rk} \geq 0 \quad v_{ik} \geq 0$$

şeklindedir.

Amaç fonksiyonun hedefi, denetim altındaki karar verme biriminin etkinliğini maksimize edecek u ve v ağırlıklar setini bulmaktır. Kısıtlar ise her karar verme birimi için ağırlıklı çıktı/girdi oranının 1'den büyük (etkinlik skorunun sınırsız değer almasını engellemek için) ve 0'dan küçük olmasını engellemektir. Bunun anlamı ise etkinlik skorunun $[0,1]$ arasında değer alacağıdır.

Kesirli programlama, doğrusal programlama ile eşdeğerdir ve DP gibi simpleks algoritması ile çözülebilen başka bir model bulunmamaktadır Kesirli programlama çözüm aşamasında engeller yarattığı için formülün paydası 1'e eşit olması varsayımı ile DP (Doğrusal Programlama) formuna dönüştürülmekte ve daha kolay çözüm veren model oluşturulmaktadır. Böylece bütün model için optimizasyon yerine her kvb için optimizasyon yapılmakta ve bireysel değerlendirmeye imkân sağlamaktadır. (Özbek,2007)

Doğrusal Programlama ile Veri Zarflama Analizi

Doğrusal programlama modelinin geliştirilmiş hali olan veri zarflama analizinde, doğrusal programlama modeli varsayımları

Kesinlik (Modelin tüm katsayılarının kesinlikle bilindiği)

Orantı (Hem amaç fonksiyonunda hem de kısıtlarda bir orantı olduğu)

Toplanabilirlik (Tüm ürünlerin birbirinden bağımsız olduğu)

Bölünebilirlik (Çözüm değerlerinin tam sayı olmasının gerekmediği)

Negatif Olmama (Tüm değişkenlerin sıfır ya da pozitif olduğu) olan varsayımlar geçerlidir (Kurşun, 2006).

Veri zarflama analizi yöntemi kullanılırken bir dönüşüm sınırı oluşturularak her karar verme birimi için ayrı ayrı doğrusal programlama hesaplaması yapılmaktadır. VZA'nın temeli olan doğrusal programlamada, amaç fonksiyonun kısıtlar altında optimize edilmesi gerekmektedir. Eşitlik ve eşitsizlikten oluşan kısıtlar amaç fonksiyonun değerini sınırlamaktadır. Veri zarflama analizinde kısıtlı kaynaklarla etkin bir sonuç oluşması istendiğinden yukarıda belirtmiş olduğumuz varsayımların geçerli olması gerekmektedir (Yazgan, 2012).

Literatürde kesirli programlamanın doğrusal forma dönüştürülmesi için Charnes ve Cooper'ın dönüştürme mekanizması kullanılmıştır. Bu dönüştürme amaç fonksiyonun paydasını 1'e eşitleyerek yapılmaktadır. Dönüştürme fonksiyonun matematiksel formülasyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Özbek, 2007).

Amaç Fonksiyonu:

$$Maxe_k = \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} \quad (4.2)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$$
$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} \leq 0 \quad j: 1, 2, \dots, N$$

$$u_{rk} \geq 0 \quad r: 1, 2, \dots, s$$
$$v_{ik} \geq 0 \quad i: 1, 2, \dots, m$$

4.4.2. Veri Zarflama Analizi Modelleri

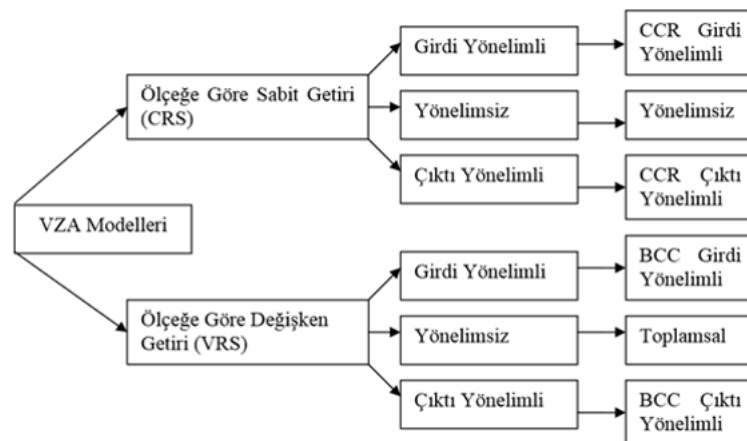
Veri Zarflama Analizinde araştırmanın kapsamına ve çeşitli varsayımlar altında kullanılmak üzere pek çok model geliştirilmiştir. Bunlar;

CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Modeli, BCC (Banker-Charnes-Cooper) Modeli, CRS Varsayımı Altındaki Model, VRS Varsayımı Altındaki Model, DRS (Ölçeğe Göre Azalan Getiri) Varsayımı Altındaki Model, IRS (Ölçeğe Göre Artan Getiri) Varsayımı Altındaki Model, Toplamsal Model, SBM (Aylak Tabanlı Ölçüm) Model ve SupSBM (Süper Aylak Tabanlı) Model'dir (Kıran, 2008).

VZA'nın temeli doğrusal programlama modeline dayanmaktadır. Modeller çeşitli kısıtlar altında, amaç fonksiyonu maksimizasyon veya minimizasyon şeklinde değişmektedir (Sarı, 2015).

Modeller içerisindeki en temel modeller CCR ve BCC modelleridir. Modeller zarflama şekillerine göre; ölçeğe göre sabit getiri (CRS) ve ölçeğe göre değişken getiri (VRS) olarak iki ana grupta toplanmaktadır. Aynı zamanda modeller içerisinde girdi yönelimli veya çıktı yönelimli hesaplamalar da yapılabilmektedir. Girdi yönelimli modelde, belirli bir çıktı miktarında kullanılacak optimal girdi miktarını ve girdi miktarlarında meydana gelebilecek değişimler; çıktı yönelimli modelde ise girdi miktarları sabit tutularak çıktı miktarlarındaki değişimler hesaplanmaktadır. Girdi yönemli veya çıktı yönelimli olduğu söylenemeyen modeller için de toplamsal model, aylak tabanlı model ve süper aylak tabanlı model bulunmaktadır (Topçuoğlu, 2015).

Temel VZA modelleri şekil 4.3'te verilmiştir.



şekil 4.3 Temel VZA Modelleri (Yeşilyurt, 2003)

CCR (Charnes- Cooper- Rhodes) MODELİ

CCR,1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen, CRS varsayımı altında karar verme birimlerinin toplam etkinliği ölçen ilk VZA modelidir. Diğer modellerin temelini oluşturmaktadır. Toplam etkinliği, teknik ve ölçek etkinliği çarparak bulmaktadır ve kaynakları belirleyerek etkinsiz karar birimlerini belirlemektedir (Kocakalay, 2003). Zarflama modeline göre girdi odaklı ve çıktı odaklı çözülebilir. İki yönelimde de aynı zarflama düzeyi aynıdır fakat etkinsiz karar birimlerinin sınır üzerinde farklı izdüşümleri alınmaktadır (Behdioğlu ve Özcan, 2009).

CCR model;

- En az gözlemlenmiş çıktıyı karşılayabilecek şekilde girdileri minimize etmeyi amaçlayan girdi odaklı model,
- Girdileri sabit tutarak en fazla çıktı üretmeyi hedefleyen çıktı odaklı model olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır (Yazgan, 2012).

Girdi Odaklı CCR Modeli:

Temelde en az girdi miktarıyla, en fazla çıktı seviyesini en etkin şekilde elde edecek girdi bileşenini bulmaya odaklanmaktadır. Bu noktada ağırlıkların bilinmesi önemlidir. Çünkü model aynı zamanda girdi bileşeninin ne kadar azaltılması gerektiğini de araştırmaktadır (Aydemir, 2015).

Literatürde primal model: ağırlıklandırılmış dual model ise zarflama olarak geçmektedir.

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 r. çıktı miktarı, olmak üzere girdi-odaklı primal ve dual matematiksel modeller sırasıyla (4.3) ve (4.4) denklemleri ile verilmiştir.

Girdiye Yönelik Primal CCR Model;

Amaç Fonksiyonu

$$\text{maks} \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$$

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad i = 1, \dots, m$$

(4.3)

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

Girdi odaklı CCR model, CRS varsayımı altında toplam etkinliği ölçen kesirli bir programlama modelidir (Yazgan,2012). Primal olarak belirttiğimiz ağırlıklı model, kesirli programlama modeline $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$ kısıtının eklenmesiyle doğrusal programlama modeline dönüştürülmüş şeklidir (Tezsürücü, 2013).

Temeli doğrusal programlamaya dayanan VZA modelleri, DP modellerindeki gibi primal ve dual olmak üzere iki farklı formda kullanılabilir. Dual modeller daha az kısıt içerdiği aynı zamanda λ ve θ gibi önemli yönetsel bilgiler içerdiği için daha çok tercih edilmektedir. Kuram gereği primal modelin tersi olarak amaç fonksiyonu minimizasyonu amaçlamaktadır. Bu nedenle 1'den büyük çıkmamalıdır. O halde, θ^* = Etkinlik Skoru olmak üzere;

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

$\theta^* < 1$ ise karar birimi etkin değildir (Özden,2008). Girdi odaklı dual CCR model (4.4) numaralı denklemde verilmiştir.

Girdiye Yönelik Dual CCR Model;

Amaç Fonksiyonu

$$\min z_k = \theta$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{ik} - \theta x_{ik} \leq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{rk} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, s$$

(4.4)

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 (Aydemir, 2015).

Çıktı odaklı modeli, girdi odaklı VZA modelin tersi şeklinde ifade edebiliriz.

Çıktı Odaklı Primal CCR Model	Çıktı Odaklı Dual CRR Model
<p>Amaç Fonksiyonu</p> $\min \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}$ <p>Kısıtlar</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad i = 1, \dots, m \quad (4.5)$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$ $u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$	<p>Amaç Fonksiyonu</p> $\text{maks } z_k = \theta$ <p>Kısıtlar</p> $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{ik} \leq x_{ik} \quad i = 1, \dots, m \quad (4.6)$ $\theta y_{rk} \leq \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_{jk} \quad r = 1, \dots, s$ $\lambda_{jk} \geq 0 \quad j = 1, \dots, s$

θ^* =Etkinlik Skoru olmak üzere;

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

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

BCC MODELİ (Banker-Charnes- Rhodes)

Banker-Charnes-Rhodes tarafından 1984 yılında geliştirilen VRS (ölçeğe göre değişken getiri) varsayımı altında benzer ölçekteki birimleri birbiriyle kıyaslayarak teknik etkinliği ölçmektedir. CCR'dan türeyen BCC modelini ayıran özellik gözlem altındaki karar birimlerinin konveks zarf tarafından kısıtlanmasıdır. Yani zarflama formuna $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \forall j \text{ için } \lambda_j \geq 0$ konvekslik kısıtının eklenmesidir (Kurşun, 2016).

Girdi odaklı ve çıktı BCC modeli (Aydemir, 2015) isimli çalışmadan alınmıştır.

Girdi Odaklı BCC Modeli

Girdi odaklı BCC modeli, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında girdileri minimize etmeye çalışmaktadır. Bu doğrultuda primal ve dual model formülasyonları denklem (4.7) ve (4.8) 'de verilmiştir.

Girdi Odaklı Primal BCC Model	Girdi Odaklı Dual BCC Model
<p>Amaç Fonksiyonu</p> $\text{maks} \left(\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - u_k \right)$ <p>Kısıtlar</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad i = 1, \dots, m \quad (4.7)$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$ $u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$	<p>Amaç Fonksiyonu</p> $\text{min } \theta$ <p>Kısıtlar</p> $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{jk} \leq x_{ik} \quad (4.8)$ $\theta y_{rk} \leq \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_{jk}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1$ $\lambda_{jk} \geq 0 \quad j = 1, \dots, s$ $i = 1, \dots, m \quad r = 1, \dots, s$

θ^* = Etkinlik Skoru olmak üzere;

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

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

Çıktı Odaklı BCC Modeli

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

Çıktı Odaklı Primal BCC Model	Çıktı Odaklı Dual BCC Model
<p>Amaç Fonksiyonu</p> $\min \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - v_k \quad (4.9)$	<p>Amaç Fonksiyonu</p> $\text{maks} \theta \quad (4.10)$
<p>Kısıtlar</p> $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m x_{ij} v_i - v_k$ $\sum_{i=1}^m u_r y_{rk} = 1$ $u_r, v_i \geq \varepsilon \quad j = 1, \dots, s$ $i = 1, \dots, m \quad r = 1, \dots, s$	<p>Kısıtlar</p> $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - x_{ik} \leq 0 \quad i = 1, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \theta y_{rk} \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ $\lambda_i \geq 0$

θ^* = Etkinlik Skoru olmak üzere;

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

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

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). Toplamsal model, primal ve dual modeli sırasıyla (4.11) ve (4.12) numaralı denklemlerde verilmiştir.

Toplamsal Primal Model	Toplamsal Dual Model
<p>Amaç Fonksiyonu</p> $\min \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + u_k$ <p>Kısıtlar (4.11)</p> $\sum_{i=1}^m x_{ik} v_i - \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} + u_k \geq 0$ $u_r, v_i \geq 0 \quad j = 1, \dots, s$ $i = 1, \dots, m \quad r = 1, \dots, s$	<p>Amaç Fonksiyonu</p> $\max \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$ <p>Kısıtlar (4.12)</p> $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_i + s_i^- - x_{ik} = 0$ $y_{rk} - \sum_{j=1}^n \lambda_i y_{rj} + s_r^+ = 0$ $\lambda_i, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$ $j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, s$

Burada;

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 r. çıktı miktarı,

s_i^- = Fazla kullanılan girdilere ilişkin aylak değişken (girdi fazlalığı)

s_r^+ = Eksik üretilen çıktılara ilişkin aylak değişken (çıktı eksikliği)'ni ifade etmektedir.

5. BELİRSİZLİK ALTINDA VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Klasik VZA modelleri deterministik bir çerçeveyi varsayar. Belirsizlik yoktur. Girdi çıktı değerlerinin tahmininde hataların hesaba katılmaması somut uygulamalar için sıkıntılı görünebilir. Şans kısıtlı VZA verilerdeki gürültü varyasyonlarını içerir. Belirsizlikle ilgili problemleri çözmeye çalışan bir tekniktir (Riccardi ve Toninelli, 2011).

5.1. Bulanık Veri Zarflama Analizi

Klasik veri zarflama analizi (VZA) modellerinin ölçüm hatalarına karşı aşırı duyarlı olması girdi ve çıktı değişkenlerinin hiç değişmeyen, belirli (kesin) değerler almasını gerektirmektedir. Ancak bazı üretim süreçlerinde gözlenen girdi ve çıktı değerleri belirsiz ve değişken olabilmektedir (Marbini ve diğ., 2011). Geleneksel VZA modelleri bu çeşit belirsiz ve dilsel değişkenlerin yer aldığı üretim süreçlerinin etkinlik ölçümünde yetersiz kaldığından bazı araştırmacılar tarafından BVZA teknikleri geliştirilmiştir (Çakır, 2015).

Bulanık veri zarflama analizi (BVZA) teknikleri gerçek hayat problemlerini klasik VZA yöntemlerine göre daha rasyonel biçimde modellemekte ve bulanık kavramlarla ifade edilen dilsel değişkenlerin kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Lertworasirikul ve diğ., 2003).

Gerçek hayatta, verilerin kesin olarak bilinemediği durumlarda, etkinlik ölçümü için bulanık veri zarflama analizi modelleri kullanılabilir. BVZA'da kullanılan veriler;

- 1) Aralıklı Veriler: Alt ve üst sınır değerleri belirlenmiş veya üyelik fonksiyonu değeri bilinen bulanık sayılar,
- 2) Sıralı Veriler: Karar verme birimlerinin herhangi bir k. girdi veya l. çıktıları arasında "büyük-orta-küçük" gibi sıralı ilişkilerden oluşan veriler,
- 3) Hiçbir şekilde elde edilmesi mümkün olmayan veriler ve
- 4) Kesin değeri bilinen veriler olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır (Oruç, 2008).

5.1.1. BVZA modelleri

Bilgi amaçlı olmak üzere; bulanık veri zarflama analizi modellerinden iki tanesi aşağıda verilmiştir.

KAO-LIU modeli

Bu modeldeki temel amaç, bulanık VZA modellerinin klasik VZA modellerine dönüştürürken, α -kesimleri ile genişleme ilkesinin kullanılmasıdır. Modelde yalnızca sınırlandırılmış ve kesin değeri bilinen veriler kullanılabilir. (Aksoy,2014)

X_{ij} ve Y_{rj} girdi ve çıktılarının α -kesimi alınarak $\mu \geq \alpha$ üyelik derecesindeki alt ve üst sınırları:

$$(X_{ij})_{\alpha} = [(X_{ij})_{\alpha}^L, (X_{ij})_{\alpha}^U] \quad (Y_{rj})_{\alpha} = [(Y_{rj})_{\alpha}^L, (Y_{rj})_{\alpha}^U]$$

şeklinde ifade edilmektedir (Oruç,2008).

α -kesimleri alınan bulanık girdi (X_{ij}) ve çıktılarının Y_{rj} kesin aralıkları aşağıdaki gibidir.

$$(\tilde{X}_{ij})_{\alpha} = \left[\min_{X_{ij}} \{x_{ij} \in S(\tilde{X}_{ij}) \mid \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\}, \max_{X_{ij}} \{x_{ij} \in S(\tilde{X}_{ij}) \mid \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\} \right] \quad (5.1.1)$$

$$(\tilde{Y}_{ik})_{\alpha} = \left[\min_{Y_{ik}} \{y_{ik} \in S(\tilde{Y}_{ik}) \mid \mu_{\tilde{Y}_{ik}}(y_{ik}) \geq \alpha\}, \max_{Y_{ik}} \{y_{ik} \in S(\tilde{Y}_{ik}) \mid \mu_{\tilde{Y}_{ik}}(y_{ik}) \geq \alpha\} \right] \quad (5.1.2)$$

(Öksüzkaya,2017)

Genişleme ilkesine göre m.KVB'nin etkinlik değerinin üyelik fonksiyonu aşağıdaki

$$\mu_{\tilde{E}_m}(z) = \sup_{x,y} \min \{ \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}), \mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj}), \Pi_{i,j,r} \mid z = E_m(x,y) \}$$

gibidir.

m.KVB'nin üyelik fonksiyonunun $[\mu_{\tilde{E}_m(z)}]$, α -kesiminden türetilmesi için $[\mu_{\tilde{E}_m(z)}]=\alpha$ oluşturulması yani $\min |\mu_{\tilde{x}_{ij}}(x_{ij}), \mu_{\tilde{y}_{rj}}(y_{rj})| = \alpha$ sağlanması gerekmektedir. Buna göre $\mu_{\tilde{E}_m}$ üyelik fonksiyonunun α -kesimine göre alt ve üst sınırları aşağıdaki gibidir. (Oruç, 2008)

$$(E_m)_\alpha^L \quad (5.1.3)$$

$$= \min_{\substack{(X_{ij})_\alpha^L \leq X_{ij} \leq (X_{ij})_\alpha^U \\ (Y_{ik})_\alpha^L \leq Y_{ik} \leq (Y_{ik})_\alpha^U}} \begin{cases} E_m = \max \left(\frac{\sum_{k=1}^t \mu_k y_{mk}}{\sum_{j=1}^s v_j x_{mj}} \right) \\ \text{Kısıtlar: } \left(\frac{\sum_{k=1}^t \mu_k y_{ik}}{\sum_{j=1}^s v_j x_{ij}} \right) \leq 1 \quad i = 1, \dots, n \\ \mu_k, v_j \geq \forall > 0 \end{cases}$$

$$(E_m)_\alpha^U \quad (5.1.4)$$

$$= \max_{\substack{(X_{ij})_\alpha^L \leq X_{ij} \leq (X_{ij})_\alpha^U \\ (Y_{ik})_\alpha^L \leq Y_{ik} \leq (Y_{ik})_\alpha^U}} \begin{cases} E_m = \max \left(\frac{\sum_{k=1}^t \mu_k y_{mk}}{\sum_{j=1}^s v_j x_{mj}} \right) \\ \text{Kısıtlar: } \left(\frac{\sum_{k=1}^t \mu_k y_{ik}}{\sum_{j=1}^s v_j x_{ij}} \right) \leq 1 \quad i = 1, \dots, n \\ \mu_k, v_j \geq \forall > 0 \end{cases}$$

α -kesimindeki etkinlik değerinin alt sınırı; ilgili karar verme biriminin çıktı düzeyini minimize, girdi düzeyini maksimize eden fonksiyon değerlerinin kullanılmasıyla ve üst sınırı; çıktı düzeyini maksimize eden, girdi düzeyini minimize eden fonksiyon değerlerinin kullanılması ile oluşturulur. Buna göre m. Karar verme biriminin etkinlik değerinin alt sınırı aşağıdaki gibidir (Gölcüklü, 2017).

$$(E_m)_\alpha^L \quad (5.1.5)$$

$$= \max \left(\frac{\sum_{k=1}^t \mu_k (Y_{mk})_\alpha^L}{\sum_{j=1}^s v_j (X_{mj})_\alpha^U} \right)$$

Kısıtlar:

$$\left(\frac{\sum_{k=1}^t \mu_k (Y_{mk})_\alpha^L}{\sum_{j=1}^s v_j (X_{mj})_\alpha^U} \right) \leq 1$$

$$\left(\frac{\sum_{k=1}^t \mu_k (Y_{ik})_\alpha^U}{\sum_{j=1}^s v_j (X_{ij})_\alpha^L} \right) \leq 1$$

$$i = 1, \dots, n \quad i \neq m \quad \mu_k, v_j \geq \forall > 0$$

m. karar verme biriminin etkinlik değerinin üst sınırı ise aşağıdaki gibidir (Oruç, 2008).

$$(E_m)_\alpha^U = maks \left(\frac{\sum_{k=1}^t \mu_k (Y_{mk})_\alpha^U}{\sum_{j=1}^s v_j (X_{mj})_\alpha^L} \right) \quad (5.1.6)$$

Kısıtlar:

$$\left(\frac{\sum_{k=1}^t \mu_k (Y_{mk})_\alpha^U}{\sum_{j=1}^s v_j (X_{mj})_\alpha^L} \right) \leq 1$$

$$\left(\frac{\sum_{k=1}^t \mu_k (Y_{ik})_\alpha^L}{\sum_{j=1}^s v_j (X_{ij})_\alpha^U} \right) \leq 1$$

$$i = 1, \dots, n \quad i \neq m \quad \mu_k, v_j \geq \forall > 0$$

SAATI-MEMORIONI-JAHANSHAHLOO modeli

Modelin ana fikri, α -kesim kümelerinden faydalanarak bulanık CCR modelini, DP (doğrusal programlama) modeline dönüştürmektir. Bu model sınırlandırılmış ve kesin değerli verilere uygulanabilmektedir (Yeşilaydın, 2015).

Model iki aşamadan oluşmaktadır.

Birinci Aşama:

Model uygulanırken ilk olarak, üçgensel bulanık sayı olan girdi ve çıktıların α -kesimine bağlı olarak alt ve üst sınırları belirlenir.

$\mu \geq \alpha$ 'daki girdi ve çıktıların alt-üst sınırları;

Girdiler: $\tilde{X}_{ij} = (\tilde{x}_{ij}^L, \tilde{x}_{ij}^M, \tilde{x}_{ij}^U)$ ve çıktılar: $\tilde{Y}_{rj} = (\tilde{y}_{rj}^L, \tilde{y}_{rj}^M, \tilde{y}_{rj}^U)$ için α -kesim kümeleri;

$$\begin{aligned} \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha &= \begin{cases} \frac{x_{ij} - x_{ij}^L}{x_{ij}^M - x_{ij}^L} \geq \alpha \\ \frac{x_{ij}^U - x_{ij}}{x_{ij}^U - x_{ij}^M} \geq \alpha \end{cases} & (5.1.7) \\ &\Rightarrow ax_{ij}^M + (1-a)x_{ij}^L \\ &\leq x_{ij} \\ &\leq ax_{ij}^M + (1-a)x_{ij}^U \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha &= \begin{cases} \frac{y_{rj} - y_{rj}^L}{y_{rj}^M - y_{rj}^L} \geq \alpha \\ \frac{y_{rj}^U - y_{rj}}{y_{rj}^U - y_{rj}^M} \geq \alpha \end{cases} & (5.1.8) \\ &\Rightarrow ay_{rj}^M + (1-a)y_{rj}^L \\ &\leq y_{rj} \\ &\leq ay_{rj}^M + (1-a)y_{rj}^U \end{aligned}$$

\tilde{X}_{ij} ve \tilde{Y}_{rj} 'nin alt-üst sınırlarının α -kesimiyle ifadesi:

$$\tilde{X}_{ij} = [ax_{ij}^M + (1-a)x_{ij}^L, x_{ij}, \quad ax_{ij}^M + (1-a)x_{ij}^U] \quad (5.1.9)$$

$$\tilde{Y}_{rj} = [ay_{rj}^M + (1-a)y_{rj}^L, y_{rj}, y_{rj} \leq ay_{rj}^M + (1-a)y_{rj}^U] \quad (5.1.10)$$

şeklinde olacaktır (Öksüzkaya,2017).

Buradan m. KVB için girdiye yönelik CCR modeli aşağıdaki gibidir.

Amaç Fonksiyonu:

$$(E_m)_a = maks \sum_{r=1}^s u_r y_{rm} \quad (5.1.11)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{im} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$ax_{ij}^M + (1 - a)x_{ij}^L \leq x_{ij} \leq ax_{ij}^M + (1 - a)x_{ij}^U \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$ay_{rj}^M + (1 - a)y_{rj}^L \leq y_{rj} \leq ay_{rj}^M + (1 - a)y_{rj}^U \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$V_i, u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

İkinci Aşama:

Bu aşamada doğrusal olmayan VZA modeli, değişken dönüşümü yapılarak doğrusal forma çevrilir (Oruç, 2008).

Değişken dönüşümü: $\bar{y}_{rj} = u_r y_{rj}$ ve $\bar{x}_{ij} = v_i x_{ij}$ değişkenleri ile m.KVB için girdiye yönelik CCR modeli:

Amaç Fonksiyonu:

(5.1.12)

$$(E_m)_a = maks \sum_{r=1}^s \bar{y}_{rm}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m \bar{X}_{im} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s \bar{y}_{rj} - \sum_{i=1}^m \bar{x}_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_i [ax_{ij}^M + (1-a)x_{ij}^L] \leq x_{ij} \leq v_i [ax_{ij}^M + (1-a)x_{ij}^U]$$

$$u_r [ay_{rj}^M + (1-a)y_{rj}^L] \leq y_{rj} \leq u_r [ay_{rj}^M + (1-a)y_{rj}^U]$$

$$V_i, u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Yukarıda detaylıca anlatılan modelde α -kesim değerlerinin uç noktaları yerine, α -değerlerinin içinden bir nokta kullanılmaktadır. İçeriden bir değer kullanılması modeli diğer BVZA modellerine göre esnetmiştir. Bu sebeplerden dolayı KVB'lerin etkinlik skorları yüksek çıkmakta ve birkaç KVB sınırda kalmaktadır. Bu durum da yapılan sıralamayı güçlendirmektedir (Altın, 2014).

5.2.Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi (Stokastik VZA)

Çalışmamızda deterministik veri zarflama analizi ve belirsizlik altında etkinlik çözümü yapılırken kullanılacak metotlardan biri olan bulanık veri zarflama analizi anlatılmıştır. Bu bölümde belirsizlik altında etkinlik analizi bulunurken kullanılabilen diğer bir yöntem: Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi (Chance Constrained Data Envelopment Analysis) konusu anlatılacaktır.

Şans kısıtlı veri zarflama analizin temelleri Charnes ve Cooper tarafından 1963 yılında atılmıştır. Land ve arkadaşları (1988) tarafından geliştirilmiştir. Klasik veri zarflama analizi girdi ve çıktılarıyla yani tümüyle deterministik bir yapıdadır. Analizde kullanılan her türlü bilginin tam ve doğru olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu durum etkin olan karar verme birimine rassal bir değişken eklendiğinde etkinsiz kabul edilebilir. Stokastik modelde, istatistiksel hatalar dikkate alınır ve hataların etkinsizlikten ayrıştırılması sağlanır (Gedik, 2010).

Standart etkinlik analizlerinden VZA ve Stokastik Sınır Yaklaşımı Analizi, çözüm yaparken bazı belirsizlikleri dikkate almamaktadır. Bu belirsizlikleri Sengupta, 2005 çalışmasında;

1.Piyasayla İlgili Belirsizlik

2.Teknolojik Belirsizlik şeklinde,

Kuosmanen ve Post, (2001) çalışmasında,

1.Veri Belirsizliği

2.Ekonomik Belirsizlik şeklinde tanımlamıştır. Geleneksel etkinlik analizleri bu belirsizlikleri tam anlamıyla içermemekte ve etkilerini sonuca yansıtamamaktadır.

Veri zarflama analizinde belirsizlikle oluşan bu probleme çözüm için geleneksel modellere şans kısıtlı programlama formülleri eklenerek [Charnes vd.] tarafından geliştirilmiştir. 20 yy. sonlarına doğru VZA, performans ölçmek için çok sık kullanılan matematiksel bir metottur. Veri zarflama analizine şans kısıtı ilk olarak Land ve ark. Tarafından 1993 yılında hazırlanan çalışmayla eklenmiştir. Bu çalışmada etkinlik

kavramının, karar verme birimlerinin belirsizlik altındaki durumuna göre incelenmesi gerektiği savunulmuştur. Böylece etkinlik analizinde kullanılan veri zarflama analizi belirsizlik eklenerek dönüştürülmüştür ve Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi (Chance Constrained Data Envelopment Analysis (CCDEA)) yöntemi ortaya çıkmıştır (Turgutlu, 2006).

CCDEA da ilk başlarda LTT ve OP modelleri geliştirilmiştir. Şans kısıtlı LTT modeli, Olesen ve Petersen (1995) tarafından geliştirilmiştir. Karar verme birimlerinin aktivite vektörleri arasındaki kovaryans bu modelde açıkça dahil edilmektedir. Aynı zamanda LTT modelinde aktivite vektörlerin çıktıları, girdileri, girdi-çıkıtı arasındaki kovaryans göz ardı edilmektedir. Şans kısıtlı OP modelinde ise, LTT modelinde dâhil edilen aktivite vektörleri arasındaki kovaryans göz ardı edilmektedir. Olesen (2006) bu iki modeli birlikte ele alıp geliştirmiştir (Gedik, 2010).

Stokastik veri zarflama analizinde KVB etkinlikleri, deterministik yapıdaki (önceden belirlenen) girdi ve stokastik yapıdaki (rassal seçilen) çıktı verilerinin kullanıldığı varsayılarak hesaplama yapılmaktadır. Yani $X_{mi}, i = 1, \dots, M$ girdilerine bağlı $Y_{ni}, n = 1, \dots, N$ çıktılarının normal dağıldığı varsayılmaktadır.

Bu normal dağılım varsayımı Gauss-Markov teoremine dayanmaktadır (Demireli ve Özdemir,2013).

Ross, Kuzu ve Li (2015) çalışmasında şans kısıtlı veri zarflama modellerini aşağıdaki gibi tanımlamıştır.

$i, j = 1, \dots, I$	=Karar Alma Birimleri
$m = 1, \dots, M$	=Girdi Faktörleri
$n = 1, \dots, N$	=Çıktı Faktörleri
$X = [X_{mi}]$	=M*I Boyutundaki Girdi Matrisi
$Y = [Y_{ni}]$	=N*I Boyutundaki Çıktı Matrisi
X^m	=X Satır Vektörü
Y^n	=Y Satır Vektörü

X_{mo}	=Denetim Altındaki KVB'nin Girdi Faktörü
Y_{no}	= Denetim Altındaki KVB'nin Çıktı Faktörü
$X_o = [X_{mo}]$	= Denetim Altındaki KVB'nin Girdilerine Ait Sutün Vektörü
$Y_o = [Y_{no}]$	= Denetim Altındaki KVB'nin Çıktılarına Ait Sutün Vektörü
θ	=Radyal Girdi, Daralma Faktörü, KVB'nin Etkinlik Skoru
$\lambda = [\lambda_i], i = 1, \dots, I$	=KVB'lerin Ağırlık Vektörleri

Şans kısıtlı veri zarflama analizi sonuçların bir sınır etrafında stokastik olarak yerleşmesine ve büyük bir kısmının o sınırın sadece bir tarafında kalmasına izin vermektedir. Bu analizde girdilere, θ =optimal radyal faktörü uygulanmaktadır. Denetim altındaki KVB için (X_o, Y_o) girdi-çıktı vektöründen en çok daralan $\theta * X_o$ girdisine sahip $\theta * X_o, Y_o$ vektörü elde edilmektedir (Land vd., 1993).

MODEL 0 (5.2.1)

Amaç Fonksiyonu: Min θ

$$\text{Kısıtlar: Prob}(Y^n \lambda \leq y_{no}) \leq p, \quad n = 1, \dots, N \quad (1)$$

$$\theta x_{mo} \geq X^m \lambda, \quad m = 1, \dots, M \quad (2)$$

θ kısıtlanmamış, $\lambda \geq 0$

*Model O'da kullanılan girdiler deterministik yapıdadır. İkinci kısıta 'p-seviyesi' eklenerek stokastik şekle dönüştürülebilir. $\text{Prob}(\theta x_{mo} \leq X^m \lambda) \leq p$

Bu model girdilerin önceden belirlenmiş, çıktıların rastgele seçildiğini varsaymaktadır. Model O'da iki kısıt altında, optimal büzülme faktörü Theta (θ) minimize edilerek, karar birimlerinin verimlilikleri farklı p olasılık seviyelerinde (0.3,0.4,0.5,0.7,1 vb.) çözüm yapılmaktadır.

Modeldeki birinci denklem seti şans kısıtıdır ve gözlemlenen çıktı düzeylerinin en iyi uygulama noktasını sıklıkla geçmemesi için konulmuştur. Diğer bir ifadeyle bu kısıtla

beraber, gözlenen çıktılarından 'p-seviyesi' kadarı en iyi uygulama noktasını aşabilecektir. İkinci denklem seti ise girdilere uygulanmaktadır ve en iyi sonuç veren karar verme birimlerinin $\theta * X_o$ 'dan daha fazla girdi kullanmadığını göstermektedir.

MODEL 1 (5.2.2)

Amaç Fonksiyonu: Min θ

Kısıtlar: $E(Y^n \lambda - y_{no}) - F^{-1}(1 - p)\sigma \geq 0, n = 1, \dots, N$

$(\theta x_{mo} - X^m \lambda) \geq 0, m = 1, \dots, M$

θ kısıtlanmamış, $\lambda \geq 0$

Model 0 (5.2.1) kesinlik eşdeğerlerine dönüştürüldüğünde Model 1 (5.2.2) oluşur.

Modelde E: Beklenen Değeri, σ :Standart Sapmayı ve $F^{-1}(1 - p)$ ifadesi de standart normal dağılımda p için z değerini göstermektedir. (Örneğin=0,05 için z:1,645) p değeri değiştiğinde z değeri de değişmelidir.

Formülasyonda $(Y^n \lambda - y_{no})$ standart sapmasını ifade eden σ aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\sigma = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^I \mu_i \mu_j \text{Cov}(y_{ni}, y_{nj}) \right)}$$

Burada Cov kovaryans vektörüdür ve $\mu_i = \begin{cases} \lambda_i, & i \neq 0 \\ (\lambda_0 - 1), & i = 0 \end{cases}$

Land ve arkadaşları (1993) çalışmasında, herhangi bir KVB için model 1 çözüldüğünde daralma faktörü θ 'nın (etkinlik skorunun) alabileceği üç olasılıktan bahsetmiştir.

1. $\theta^* < 1$ veya optimumda bazı kısıtlar aylak kalırsa ve $\theta^*=1$ ise denetim altındaki KVB etkisiz veya eksik-etkin (subefficient)'dir. Bu tip gözlemler sınırın altında yer almaktadır.

2. $\theta^* = 1$ ve optimumda aylak değişkenler bulunmuyorsa denetim altındaki KVB etkindir.

3. $\theta^* > 1$ ise denetim altındaki KVB aşırı(hiper) etkindir. Bu sonuç etkin sınırın üstünde çıkan değerlerde oluşmaktadır. Hiper-etkinlik, stokastik gözlemlere olanak tanıdığı için meydana gelmekte bu nedenle seyrek olarak gözlemlenmektedir.

Model2 (5.2.3)

Amaç Fonksiyonu: $\min z = \theta - \varepsilon(e.s^+ + e.s^-)$

Kısıtlar: $(Y^n\lambda - y_{no}) - F^{-1}(1-p)\sigma_n - s_n^+ = 0, n = 1, \dots, N$

$\theta x_{mo} - X^m\lambda - s_m^- = 0, m = 1, \dots, M$

θ kısıtlanmamış, $s_n^+, s_m^- \geq 0, n = 1, \dots, N, m = 1, \dots, M$

Modelde yer alan $s^+ = [s_n^+]$ ve $s^- = [s_m^-]$ girdi ve çıktı değişkenlerinin sütun vektöründeki aylak değişkenleridir. e sıra vektörüdür. $\varepsilon \geq 0$ Arşimet olmayan sonsuz küçük sayıdır. (örnek: 10^{-5}) Model 2'ye göre etkin kvb için $\theta^* = 1$ ve $s^{+*} = s^{-*} = 0$ koşulları sağlanmalıdır.

Land ve arkadaşları (1993) çalışmasında Charnes ve arkadaşları (1981) yılında devlet okullarının verimlilikleri ile ilgili yaptıkları çalışmadaki verileri kullanarak şans kısıtlı veri zarflama analizi yöntemi ile çözmüştür ve aşağıdaki kısıtları eklemiştir:

$$E(y_{ni}) = y_{ni}$$

$$Cov(y_{ni}y_{nj}) = 0, \text{ tüm } n \text{ ve } i \neq j \text{ için}$$

$$Var(y_{ni}) = c^2$$

Bu varsayımlar eklenerek aşağıdaki CCDEA modeline ulaşılmıştır.

$$\text{Amaç Fonksiyonu: } \min \theta \quad (5.2.4)$$

Kısıtlar:

$$Y^n \lambda - y_{no} - 1.645\sigma \geq 0 \quad n=1,2,\dots,N$$

$$\theta X_{mo} - X^m \lambda \geq 0 \quad m=1,2,\dots,M \quad \lambda \geq 0$$

$$\sigma = c \left(\sum_i \lambda_i^2 - 2\lambda_0 + 1 \right)^{0.5}$$

Standart sapma formülünde (σ) yer alan c sabiti, her çıktı değişkeninin ortalama seviyesinin her karar birimi içindeki standart sapmasıdır. Land ve ark.,1993 bu değer 1 'den küçük olması gerektiğini belirtmiş ve çeşitli c değerleri için CCDEA modeliyle etkinlik hesaplaması yapmıştır. Sonuçlara göre c sabiti büyüdükçe, yani 1 'e yaklaştıkça çıktıların stokastik değişkenliği arttığından çıktılar için sınırın dışında yer alınabilecek alan da genişlemektedir. Bu nedenle de etkinlik skorları da artmakta ve 1 'e yaklaşmaktadır. Yapılan çalışma sonuçları ayrıca c değeri sabit kaldığında, şans kısıtları için tolerans düzeyini gösteren ve modelde $0,05$ olarak belirlenen değer azaltılması durumunda da etkinlik skorlarının 1 'e yaklaştığı belirlenmiştir. Tüm bu sonuçların yanı sıra CCDEA modeliyle elde edilen etkinlik skorlarının deterministik veri zarflama analizi modelleriyle elde edilen skordardan daha yüksek olduğu da gözlenmiştir. Bu da CCDEA modeliyle çıktı değerlerinin sınırı aşmasına sıklıkla olmasa da izin verildiğinden deterministik modellerdekenden daha yumuşak ya da aşılabilir bir sınır belirlenmesinden kaynaklanmaktadır (Demireli ve Özdemir, 2013).

6. ÜLKELERİN LOJİSTİK PERFORMANSLARININ KLASİK VE ŞANS KISITLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ÖLÇÜLMESİ

6.1. Lojistik Sektörünün Genel Durumu ve Önemi

Sözlük anlamı “mantıki istatistik” olan lojistik kavramı Latin dilinden; logic (mantık) ve statics (istatistik) kavramlarının birleşmesinden meydana gelmektedir. En büyük lojistik organizasyonlarından CSCMP lojistiği; “Müşterinin ihtiyaçları doğrultusunda hizmetler de dahil olmak üzere tüm ürünlerin ve bilgi akışının başlangıç noktasından tüketim noktasına kadar etkili ve verimli bir biçimde taşınması ve depolanması için gerekli prosedürleri planlama, uygulama ve denetleme sürecidir. Bu tanım gelen, giden, iç ve dış hareketleri içerir.” Şeklinde tanımlamıştır (Akiş, 2016).

Lojistiğin ilk uygulamaları askeri alanlarda olmuştur. Bu nedenle lojistik temelde askeri bir terimdir. 2. Dünya savaşı sırasında, başarılı bir harekât için, gerekli malzemelere sahip olmanın yanında malzemelerin sürekli faal tutulmasının yani lojistik destek sağlamanın da anlaşılması üzerine önem kazanmıştır. Bununla beraber birçok işletme 2. Dünya Savaşı sonrasında lojistiğin önemini fark etti ve lojistik hizmetlerden faydalanmaya başladı. Dünya’da lojistiğin gelişiminin tarihsel aşamaları Şekil 6.1 ‘de verilmiştir (İş Sağlığı ve Güvenliği, Şubat 2014-Dünya Ekonomisinde Lojistiğin Yeri ve Önemi).

LOJİSTİĞİN GELİŞİMİ	
1940-1960 Yılları Arası	Lojistik aşamasını kurma
1960-1970 Yılları Arası	Lojistik fikrinin yerleşmesi ve itibar kazanması
1970-1980 Yılları Arası	Önceliklerin ve modellerin değişme çağı
1980-Günümüz	Ekonomik ve teknik değişimin yeni çağı

Şekil 6.1 Lojistiğin Gelişimindeki Tarihsel Aşamalar

1960-1970 yıllarının lojistik için test aşaması olduğu söylenilebilmektedir. 1970-1960 yılları lojistiğin çok sayıda özel ve kamu girişimleri ile kurumsallaştığı 28 dönem olmuştur. 1980-1990 yılları iletişim teknolojinin geliştiği, bilgisayar teknolojisinin kullanılmaya ve politik değişimlerin yaşandığı bir dönemdir. 21. Yüzyıla doğru lojistik küreselleşme ile entegre olmaya başlamış ve günümüzde malların, kişilerin ve bilginin akışının optimizasyonu olarak kabul edilmiştir (mehmetakif.edu, 2019).

Ülkeler büyüme öngörülerini ile ticari faaliyetlerine yön vermekte ve ekonomileri geliştirmeye odaklanmaktadır. Bugün yeni oluşan ekonomik düzende ülkeler uluslararası düzeyde güçlü konuma gelmeleri için gelişen pazarlara ayak uydurmak zorundadırlar ki ekonomileri için sürdürülebilir bir büyüme elde edebilsinler. Son 30 yıldır aktör konumundaki ekonomiler rekabet avantajı sağlamanın stratejiler olduğunun farkına varmıştır ve son 15 yıldır stratejileri içinde öne çıkan planlarından birini de lojistik ve tedarik zinciri yönetimine vermiştir (İş Sağlığı ve Güvenliği, Şubat 2014-Dünya Ekonomisinde Lojistiğin Yeri ve Önemi).

İş Sağlığı ve Güvenliği blogunda Şubat 2014 tarihinde yayınlanan “Dünya Ekonomisinde Lojistiğin Yeri ve Önemi” adlı yazına göre lojistik sektörünün dünyada ve ülkemizdeki durumu özetlenmiştir.

Lojistik sektörünün ticaret hacmine oranı yaklaşık %40’tır.

Küresel lojistik pazarlar, birbirine eşit pazar büyüklüğüne sahip Amerika, Avrupa ve Asya Pasifik olmak üzere üç bölgeden oluşmaktadır.

Lojistik kapasite GSYİH içerisinde; gelişmiş ülkelerde ortalama %10-12, gelişmekte olan ülkelerde ise %0,2-0.5’lik bir orana sahiptir.

Lojistiğe yatırım payı, gelişmekte olan ülkelerde %15-40 arasında değişirken gelişmekte olan ülkelerde %2-5 arasında değişmektedir.

Lojistik sektöründe büyüme oranları gelişmiş ülkelerde %5-12, gelişmekte olan ülkelerde ise %15-20’dir.

Küresel pazarda faaliyet gösteren 10 lojistik firma toplam pazarın %27’sine sahiptir.

6.2.Klasik ve Şans Kısıtlı VZA Uygulaması

6.2.1. Karar birimlerinin seçilmesi

Veri zarflama analizi uygulanırken karar birimleri homojen yapıdaki, aynı girdi ve çıktıları kullanan birimler olması gerekmektedir. Karar birimi sayısı(n) için literatürde çeşitli varsayımlar bulunmaktadır. Buna göre s çıktı sayısı, m girdi sayısı olmak üzere Aydemir (2015) çalışmasında, karar birimi sayısının en az $n=(m+s+1)$ ve $n \geq (2.(m+s))$ şeklinde iki varsayıma değinmiştir.

Çalışmamızda Dünya Bankası’nın Lojistik Performans Endeksi’nden seçilen 15 ülke karar birimi olarak seçilmiştir. Bu ülkeler Türkiye, Belçika, Kanada, Danimarka, Fransa, Almanya, Yunanistan, İtalya, Japonya, Hollanda, Macaristan, İspanya, Avustralya, Birleşik Krallık, Rusya’dır. Girdi sayısı $m=3$ ve çıktı sayısı $s=3$ olmak üzere 15 karar birimi yukarıda ifade edilen iki varsayımı da sağlamaktadır.

6.2.2. Girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi ve verilerin toplanması

Çalışmanın sonucunun güvenli ve anlamlı olabilmesi için girdi ve çıktı değişkenleri literatür araştırmaları sonucunda dikkatlice seçilmiştir. Buna göre bu tez çalışmasında kullanılan girdiler enerji kullanımı, gümrük prosedürleri ve altyapı, çıktılar ise CO_2 Emisyonu, Lojistik Hizmet Kalitesi ve İşgücü Oranı şeklinde düzenlenmiştir.

1.Enerji Kullanımı: Birleşmiş Milletlerin, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden Hedef 7 Enerji Verimliliği, yenilebilir enerji ve enerji servislerine küresel çapta odaklanmaktadır. AB ülkeleri istatistiklerine göre, taşımacılık sektöründe kullanılan enerji, toplam enerji tüketiminin %33'ünü oluşturmaktadır. (AB enerji verileri) bu bilgiler ışığında girdilerden biri enerji kullanımı seçilmiştir. Enerji kullanımına ilişkin veriler Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2016 yılına ait raporundan elde edilmiştir. Kullanılan yakıtlar arasında doğalgaz, petrol ürünleri, biyoyakıtlar ve elektrik enerjisi bulunmaktadır. Biyoyakıtlar ve elektrik enerjisi diğer enerji kaynaklarına göre nispeten temizdir. Buna rağmen üretim süreçlerinde daha zararlı enerji kaynakları kullanıldığında çevre üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı olarak olumsuz etkileri bulunmaktadır (Hellmann ve Verburg, 2010).

Lojistik sektörü sadece taşımacılık faaliyetleri ile sınırlı değildir. Depolama destek faaliyetleri de önemli ölçüde enerji tüketmektedir. Depolama ve destek faaliyetlerinin lojistik sektöründe yaklaşık ¼ enerji kullandığı düşünülmektedir. (Rüdiger vd.,2016) Bu nedenle çalışmada kullanılan enerji miktarların,0,25'lik depolama ve destek faaliyetleri enerji kullanımı da eklenerek hesaplanmıştır.

Enerji kullanımı verileri ve toplam enerji hesaplaması Tablo 6.1' de verilmiştir.

Tablo 6.1 Lojistik Sektöründe Kullanılan Toplam Enerji (Uluslararası Enerji Ajansı 2016 Raporu)

ÜLKELER	Taşımacılık Faaliyetlerinde Kullanılan Enerji Miktarı					X0,25	Depolama ve Destek Faaliyetlerinde Kullanılan	Lojistik Sektörü
	Doğalgaz (kt)	Petrol Ürünler (kt)	Biyoyakıt (kt)	Elektrik (kt)	Kullanılan Enerji		Kullanılan Enerji	Toplam Enerji
Türkiye	326	25.951	106	99	26.482		6620,5	33.103
Belçika	38	8.457	441	140	9.076		2269	11.345
Kanada	3.627	55.178	1.712	594	61.111		15277,75	76.389
Danimarka	3	3.885	236	36	4.160		1040	5200
Fransa	68	39.728	3.106	927	43.829		10957,25	54.786
Almanya	446	52.820	2.572	1.009	56.847		14211,75	71.059
Yunanistan	19	5.713	154	16	5.902		1475,5	7.378
İtalya	1.106	32.708	1.041	960	35.815		8953,75	44.769
Japonya	62	69.604	388	1.514	71.568		17892	89.460
Hollanda	43	9.963	242	161	10.409		2602,25	13.011
İspanya	345	28.727	1.094	463	30.629		7657,25	38.386
Avustralya	285	31.934	161	540	39.920		8230	41.150
Birleşik K.	0	39.670	946	401	41.017		10254,25	51.271
Rusya	29.569	57.624	0	7.100	94.923		23573,25	117.866
Macaristan	48	3.989	187	101	4.325		1081,25	5.406

2.Gümrük Prosedürleri: Çalışmada gümrük prosedürleri olarak kullanılan girdi değişkeni: Lojistik Performans Endeksi'nde Gümrük ve Sınır İşlemleri Verimliliğini ifade etmektedir. Ticaret işlemlerinin tamamlanma süresi, lojistik performans ölçümünde önemli kriterlerden biridir. Bu işlemlerin tamamlanması için gerekli işlemler teslim süreleri ve gümrük işlemleridir. Dünya'da teslim süreleri değişkenlik gösterirken, gümrük işlemleri benzer hale gelmektedir. Sınır yönetiminde ticaretin tamamlanma süresini etkileyen tek kurum gümrükler değildir. İşlemler ülkeler arasında benzer hale gelse de ülkede tedarik zinciri performansı sınırda bulunan gümrük dışı diğer kurumlar tarafından kısıtlanmaktadır. Bu neden gümrük ve sınır işlemleri verimliliği için, sınır yönetimi idarelerinin bir noktada uzlaşmaları çok önemlidir. (TC. GTB, Lojistik Performans Endeksi 2016) Çalışmada gümrük işlemleri için verilerin toplanması mümkün olmayacağından, Lojistik Performans Endeksi verileri kullanılmıştır ve Tablo 6.2 verilmiştir.

Tablo 6.2 Gümrük Prosedürleri Verileri (World Bank LPI-2016)

ÜLKELER	GÜMRÜK PROSEDÜRLERİ
Türkiye	3,18
Belçika	3,83
Kanada	3,95
Danimarka	3,82
Fransa	3,71
Almanya	4,12
Yunanistan	2,85
İtalya	3,45
Japonya	3,85
Hollanda	4,12
İspanya	3,48
Avustralya	3,54
Birleşik Krallık	3,98
RUSYA	2,01
Macaristan	3,02

3.Altyapı: Lojistik sistemin etkin ve verimli çalışması için ulaştırma hizmetleri önemli rol oynamaktadır. Ulaştırma hizmetlerinin alt bileşenlerinden biri de taşımanın hangi türde (Karayolu, Denizyolu vb.) yapılacağıdır. Müşteri olan göndericiler tercihlerini, istedikleri taşıma türü ve daha sonra o türde ulaşımı sağlayan taşıyıcılar arasında yapmaktadır (Şahin vd., 2013). Ülkeler bazında taşıma türünün çeşitliliği ve verimliliği performans ölçmede kısıt olarak kullanılmalıdır. Çalışmada kullanılan altyapı verileri ülkelerin taşıma türü çeşitlerinin kapasitelerinin toplamı olarak belirlenmiştir. Altyapı verileri Tablo 6.3'te mevcuttur.

Tablo 6.3 Altyapı Verileri (Key Transport Statistics/2016-2017 Data)

ÜLKELER	Demiryolu	Karayolu	Denizyolu	TOTAL	TOTAL/1000
	Toplam Kapasite (milyonT-km)	Toplam Kapasite (milyonT-km)	Toplam Kapasite (milyonT-km)		
Türkiye	11424	262739	-	274.163	274,163
Belçika	16610	20566	-	37.176	37,176
Kanada	407879	-	-	407.879	407,879
Danimarka	2574	15956	-	18.530	18,53
Fransa	32597	150928	103	183.628	183,628
Almanya	116165	-	42287	158.452	158,452
Yunanistan	252	15736	-	15.988	15,988
İtalya	19781	83279	-	103.060	103,06
Japonya	21229	152519	-	173.748	173,748
Hollanda	4923	67961	49572	122.456	122,456
İspanya	6562	216992	-	223.554	223,554
Avustralya	-	219083	-	219.083	219,083
Birleşik K.	17053	-	-	17.053	17,053
Rusya	2344087	234469	101.919	2.680.475	2680,475
Macaristan	12243	39902	1.975	54.120	54,12

4. *CO₂Emisyonu*: Karbon emisyonu, nüfusun hızlı artışı, sanayileşme, yeşil alanların azalması gibi çeşitli nedenlerden dolayı ortaya çıkmıştır.

Küresel ısınma ve sera gazı etkisi gibi çeşitli etkileri bulunmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı 2050 yılına kadar karbon salınımı miktarının %130 artmasını beklemektedir. Karbon salınımının ortaya çıkmasının diğer bir sebebi de taşımacılık sektöründe kullanılan enerji miktarıdır. Bu nedenle ülkeler için karbon salınımını azaltmak hedefler arasında girmiştir. Çalışmamızda, karbon emisyonu çıktısı çevresel faktör olarak işlenmiştir. Ve mümkün olduğunda az olması istenilmektedir. Gaz emisyonları verileri OECD veri tabanından taşımacılık sektörü için belirlenen kısımdan alınmıştır. Bununla beraber verileri çalışmaya uyarlamak için Kyoto Protokolü'ne göre azaltılması gereken miktarlar belirlenmiştir ve hedef miktarlar doğrultusunda bir çıktı oluşturulmuştur. Gaz emisyonu verileri Tablo 6.4'te verilmektedir.

Tablo 6.4 Karbon Emisyonu Verileri (OECD Greenhouse Gas Emissions/Transport)

ÜLKELER	CO2 EMİSYONU (ton/CO2)	Azaltılması Gereken Oran	Azaltması Gereken Miktar	SONUÇ
Türkiye	81841	5%	4092,06	77749,14
Belçika	26390	7,5%	1979,26	24410,81
Kanada	174337	6%	10460,23	163877,00
Danimarka	13249	8%	1059,92	12189,04
Fransa	134143	8%	10731,40	123411,11
Almanya	166815	21%	35031,05	131783,49
Yunanistan	17439	8%	1395,08	16043,44
İtalya	104505	6,5%	6792,86	97712,63
Japonya	208796	6%	12527,78	196268,61
Hollanda	30509	6%	1830,52	28678,21
Macaristan	12480	6%	748,80	11731,20
İspanya	86131	15%	12919,61	73211,12
Avustralya	97463	8%	7797,01	89665,60
Birleşik Krallık	124463	12%	14935,54	109527,32
Rusya	256126	5%	12806,32	243320,02

*Çalışmanın uygulama kısmında, etkinlik analizi azaltması gereken miktarlarla, potansiyel iyileştirmeler gerçek değerlerle yapılmıştır.

Kyoto Protokolü: Protokolün kabul edilmesi için karbon emisyon miktarının en az %55'inden sorumlu 55 ülkenin protokolü imzalaması gerekmektedir. Kyoto Protokolü 16.02.2005 yılında Rusya'nın da kabul etmesiyle yürürlüğe girmiştir. Protokolün amacı, sanayileşmiş ülkelerin karbon emisyon oranlarını 2008-2012 yılları arasında %5 oranında azaltmasıdır. Protokolde yer alan her ülkenin ayrı hedefleri bulunmaktadır. AB ülkelerinin %8, Japonya'nın %5, Avusturya'nın %13 vb. oranlarda karbon emisyonlarını azaltması gerekmektedir. Bazı ülkelerin de karbon emisyon oranlarını arttırmalarına izin verilmektedir. Tablo 6.4.1 ülkelerin karbon emisyonu miktarını azaltmaları için belirledikleri hedefler ve arttırılmasına izin verilen ülkeler bulunmaktadır.

Çalışmamızda oranların hedeflerin altında kalması sağlanacak şekilde etkinlik analizi yapılmıştır. Arttırılmasına izin verilen ve hedefi 0 olan ülkelerde genel bir azaltma yapılmıştır. Örneğin Danimarka ve Yunanistan genel AB ülkelerinde düşürülmesi istenilen %8 lik oranda azaltılmıştır. Norveç'te ise %5 lik azaltma yapılmıştır (gazbir.org.tr -Karbon Emisyonu).

Tablo 6.4.1 Karbon Salınımını Azaltmak İçin Ülke Hedefleri

ÜLKELER	HEDEFLER
Avustralya	8%
Belçika	7,5%
Kanada	6%
Danimarka	21% (+)
Fransa	0%
Almanya	21%
Yunanistan	25% (+)
İtalya	6,5%
Japonya	6%
Hollanda	6%
Macaristan	6%
İspanya	15%
Türkiye	0%
Birleşik Krallık	12%
RUSYA	0%

(+) Karbon Emisyonu miktarının arttırılmasına izin verilen ülkeler

5.Lojistik Hizmet Kalitesi (LHK): Temel lojistik servis sağlayıcılarının kalitesi ve yeterliliği ülke performansı için belirleyici kriterlerden biridir. Uluslararası para fonuna göre lojistik hizmetlerin büyüklüğü dünya GSYH %29' una denk gelmektedir. Lojistik performans endeksinin (LPI) ifadesine göre lojistik hizmet kalitesi; lojistik şirketler, gümrük müşavirleri vb. konuları içermektedir. Çalışmada kullanılan LHK çıktısının verileri Dünya Bankası'nın Lojistik Performans Endeksinden alınmıştır ve Tablo 6.5'da verilmiştir.

Tablo 6.5 LHK Verileri (Worl Bank LPI 2016)

ÜLKELER	LOJİSTİK HİZMET KALİTESİ
Türkiye	3,31
Belçika	4,07
Kanada	3,90
Danimarka	4,01
Fransa	3,82
Almanya	4,28
Yunanistan	2,91
İtalya	3,77
Japonya	3,99
Hollanda	4,12
İspanya	3,73
Avustralya	3,87
Birleşik Krallık	4,05
RUSYA	2,76
Macaristan	3,35

6. *İşgücü Oranı*: Bu çıktı çalışmanın sosyal kriteridir. Bir ülkenin toplam iş gücünün, lojistik endüstrisinde çalışan iş gücüne oranını ifade etmektedir. Bu kriteri belirlemedeki en sağlam kriter GSYIH'dır. Çalışma verileri (Rashidi ve Cullinane, 2019 /The Rate of Job Creation(%of total)) isimli yayından esinlenerek hazırlanmıştır. Referas yayında mevcut olmayan ülkeler için oran GSYH miktarına göre oranlanarak hesaplanmıştır. İşgücü oranı verileri Tablo 6.6'de verilmiştir.

Tablo 6.6 İşgücü Oranları

ÜLKELER	İŞ GÜCÜ ORANI(%TOPLAM İŞGÜCÜ)
Türkiye	0,0308
Belçika	0,0398
Kanada	0,0393
*Danimarka	0,0261
Fransa	0,0382
Almanya	0,0402
Yunanistan	0,0202
İtalya	0,0354
*Japonya	0,0572
Hollanda	0,0388
İspanya	0,0281
Avustralya	0,0409
Birleşik Krallık	0,0266
*Rusya	0,0155
Macaristan	0,0388
*: Tahmin Edilmiş Değer	

6.2.3. Modelin kurulması

Çalışmada Klasik Veri Zarflama Analizi ve Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır. Hazırlanan matematiksel model Gams paket programında çözülmüştür. Klasik Veri Zarflama Analizinin iki modeli, CRS varsayımı altında toplam etkinliği ölçen CCR ve VRS varsayımı altında göreceli etkinliği ölçen BCC modeli, iki yönelimli (Girdi Odaklı ve Çıktı Odaklı) olarak çözülmüştür. Çalışmada, girdi olan Gümrük Prosedürleri ve çıktı olan Lojistik Hizmet Kalitesi verilerinin endeksten alınan anket sonucu olması nedeniyle belirsizlik varsayımı altında Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi ile üç sabitte (0.1,0.3,0.4) tekrar çözüm alınmıştır. Daha sonra deterministik ve stokastik yapıdaki iki farklı veri zarflama analizi türü karşılaştırılmıştır.

CCR -Girdi odaklı model örnek matematiksel formülasyon;

Amaç Fonksiyonu: $\min \theta$

Girdi Kısıtları: Her bir girdi için aşağıdaki örnek tekrarlanır.

Birinci karar birimi birinci girdi için;

$$(3.18*\lambda_1) + (3.83*\lambda_2) + (3.95*\lambda_3) + (3.82*\lambda_4) + (3.71*\lambda_5) + (4.12*\lambda_6) + (2.85*\lambda_7) + (3.45*\lambda_8) + (3.85*\lambda_9) + (4.12*\lambda_{10}) + (3.02*\lambda_{11}) + (3.48*\lambda_{12}) + (3.54*\lambda_{13}) + (3.98*\lambda_{14}) + (2.01*\lambda_{15}) \leq \theta*3.18$$

Çıktı Kısıtları: Her bir çıktı için aşağıdaki örnek tekrarlanır.

Birinci karar birimi ikinci çıktı için;

$$((3.31*\lambda_1) + (4.07*\lambda_2) + (3.90*\lambda_3) + (4.01*\lambda_4) + (3.82*\lambda_5) + (4.28*\lambda_6) + (2.91*\lambda_7) + (3.77*\lambda_8) + (3.99*\lambda_9) + (4.12*\lambda_{10}) + (3.35*\lambda_{11}) + (3.73*\lambda_{12}) + (3.87*\lambda_{13}) + (4.05*\lambda_{14}) + (2.76*\lambda_{15})) \geq 3.31$$

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7, \lambda_8, \lambda_9, \lambda_{10}, \lambda_{11}, \lambda_{12}, \lambda_{13}, \lambda_{14}, \lambda_{15} \geq 0$$

BCC -Çıktı odaklı model örnek matematiksel formülasyon;

Amaç Fonksiyonu: $\max \theta$

Birinci karar birimi birinci girdi için;

$$(3.18*\lambda_1) + (3.83*\lambda_2) + (3.95*\lambda_3) + (3.82*\lambda_4) + (3.71*\lambda_5) + (4.12*\lambda_6) + (2.85*\lambda_7) + (3.45*\lambda_8) + (3.85*\lambda_9) + (4.12*\lambda_{10}) + (3.02*\lambda_{11}) + (3.48*\lambda_{12}) + (3.54*\lambda_{13}) + (3.98*\lambda_{14}) + (2.01*\lambda_{15}) \leq 3.18$$

Birinci karar birimi ikinci çıktı için;

$$((3.31*\lambda_1) + (4.07*\lambda_2) + (3.90*\lambda_3) + (4.01*\lambda_4) + (3.82*\lambda_5) + (4.28*\lambda_6) + (2.91*\lambda_7) + (3.77*\lambda_8) + (3.99*\lambda_9) + (4.12*\lambda_{10}) + (3.35*\lambda_{11}) + (3.73*\lambda_{12}) + (3.87*\lambda_{13}) + (4.05*\lambda_{14}) + (2.76*\lambda_{15})) \geq \theta*3.31$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 + \lambda_7 + \lambda_8 + \lambda_9 + \lambda_{10} + \lambda_{11} + \lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14} + \lambda_{15} = 1$$

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7, \lambda_8, \lambda_9, \lambda_{10}, \lambda_{11}, \lambda_{12}, \lambda_{13}, \lambda_{14}, \lambda_{15} \geq 0$$

Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi için örnek formülasyon;

$$\text{Girdi veya çıktıya eklenebilen şans kısıtı (kvb1 için); } -(1.645*c*(\sqrt{(\lambda_1^{**2})+(\lambda_2^{**2})+(\lambda_3^{**2})+(\lambda_4^{**2})+(\lambda_5^{**2})+(\lambda_6^{**2})+(\lambda_7^{**2})+(\lambda_8^{**2})+(\lambda_9^{**2})+(\lambda_{10}^{**2})+(\lambda_{11}^{**2})+(\lambda_{12}^{**2})+(\lambda_{13}^{**2})+(\lambda_{14}^{**2})+(\lambda_{15}^{**2}))})-(15*(2*\lambda_1)+15)$$

6.4. Etkinlik Sonuçları

Analizde kullanılan girdi ve çıktıların birleştirilmiş şekli Tablo 6.8’de verilmiştir.

Tablo 6.7 Birleştirilmiş Girdi ve Çıktı verileri

KVB	ÜLKELER	GİRDİLER			ÇIKTILAR		
		GÜMRÜK	ALTYAPI	ENERJİ KULLANIMI	CO2 EMİSYONU	LHK	İŞ GÜCÜ ORANI
K1	Türkiye	3,18	274,163	33103	4092,06	3,31	0,0308
K2	Belçika	3,83	37,176	11345	1979,255	4,07	0,0398
K3	Kanada	3,95	407,879	76389	10460,23	3,90	0,0393
K4	Danimarka	3,82	18,53	5200	1059,917	4,01	0,0261
K5	Fransa	3,71	183,628	54786	10731,4	3,82	0,0382
K6	Almanya	4,12	158,452	71059	35031,05	4,28	0,0402
K7	Yunanistan	2,85	15,988	7378	1395,082	2,91	0,0202
K8	İtalya	3,45	103,06	44769	6792,857	3,77	0,0354
K9	Japonya	3,85	173,748	89460	12527,78	3,99	0,0572
K10	Hollanda	4,12	122,456	13011	1830,524	4,12	0,0388
K11	Macaristan	3,02	54,12	5406	748,8	3,35	0,0388
K12	İspanya	3,48	223,554	38286	12919,61	3,73	0,0281
K13	Avustralya	3,54	219,083	41150	7797,009	3,87	0,0409
K14	Birleşik K.	3,98	17,053	51271	14935,54	4,05	0,0266
K15	Rusya	2,01	2680,475	117866	12806,32	2,76	0,0155

6.4.1. Klasik (deterministik) veri zarflama analizi sonuçları

Analizde uygulanan deterministik veri zarflama analizinin CCR-BBC modellerine göre sonuçları Tablo 6.8’de verilmiştir.

Tablo 6.8 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 K.	K14	1	1	1	1
Rusya	K15	1	1	1	1

Çalışmada Dünya Bankası LPI raporu baz alınarak Türkiye, Belçika, Kanada, Danimarka, Fransa, Almanya, Yunanistan, İtalya, Japonya, Hollanda, Macaristan, İspanya, Avustralya, Birleşik Krallık ve Rusya ülkeleri karar birimi olarak seçilmiştir. CCR modeli göreceli etkinliği, CCR modelleri teknik etkinliği ölçmek için uygulanmıştır.

Deterministik Veri Zarflama Analizi CCR Model sonuçlarına göre,

Girdi yönelimli CCR-Model çözümü yapıldığında elde edilen sonuçlar şu şekildedir;

Seçilen 15 ülkeden; 9 ülke Türkiye, Kanada, Fransa, Almanya, Yunanistan, İtalya, Hollanda, İspanya ve Avustralya'nın lojistik performans etkinlik sonucu etkinlik skoru θ^* olmak üzere $\theta^* < 1$ olduğu için etkinsiz çıkmıştır.

Diğer 6 ülke Belçika, Danimarka, Japonya, Macaristan, Birleşik Krallık ve Rusya için lojistik performans etkinlik sonucu etkinlik skoru θ^* olmak üzere $\theta^* = 1$ sonucuna göre etkin çıkmıştır.

Etkinsiz ülkeler en düşük skorlarına göre sırasıyla; Kanada 0,87, Hollanda 0,89, Fransa 0,922, Türkiye 0,927, Almanya 0,933, İspanya 0,95, Avustralya 0,97, İtalya 0,982 şeklindedir. Görüldüğü üzere, Kanada 0,87 puanla gözlem altındaki ülkelere göre en düşük puanı almıştır. Bunun yanında İspanya, Avustralya ve İtalya etkinsiz çıkmalarına rağmen, etkinlik sınırı olan 1'e çok yakın puanlar almışlardır.

Çıktı Yönelimli CCR-Model çözümü yapıldığında elde edilen sonuçlar şu şekildedir;

Gözlem altındaki 15 ülkeden 9 ülke etkinlik skoru θ^* olmak üzere $\theta^* > 1$ olduğu için etkinsiz çıkmıştır. Diğer 6 ülke $\theta^* = 1$ sonucuyla etkin çıkmıştır.

Etkinsiz ülkeler en yüksek skorlara göre sırasıyla; Kanada 1,141, Hollanda 1,111, Fransa 1,08, Türkiye 1,079, Almanya 1,072, İspanya 1,044, Yunanistan 1,031, Avustralya 1,023 ve İtalya 1,017 şeklindedir. Çıktı yönlü CCR modeline göre en etkinsiz ülke, en yüksek puanla Kanada'dır.

Çıktı yönelimli ve girdi yönelimli veri zarflama analizi, ayrı noktalara odaklanmaktadır. Girdi yönelimli modeller; en az girdiyle maksimum çıktı üretmeye, çıktı yönelimli modeller ise aynı girdi miktarıyla maksimum çıktı üretmeye odaklanmaktadır. Çalışmamızda yapılan iki ayrı modele göre de etkinsiz ülkelerin model gereği skorları farklı olsa da sıralamaları aynı çıkmıştır.

Girdi Yönelimli BCC-Model sonuçları şu şekildedir;

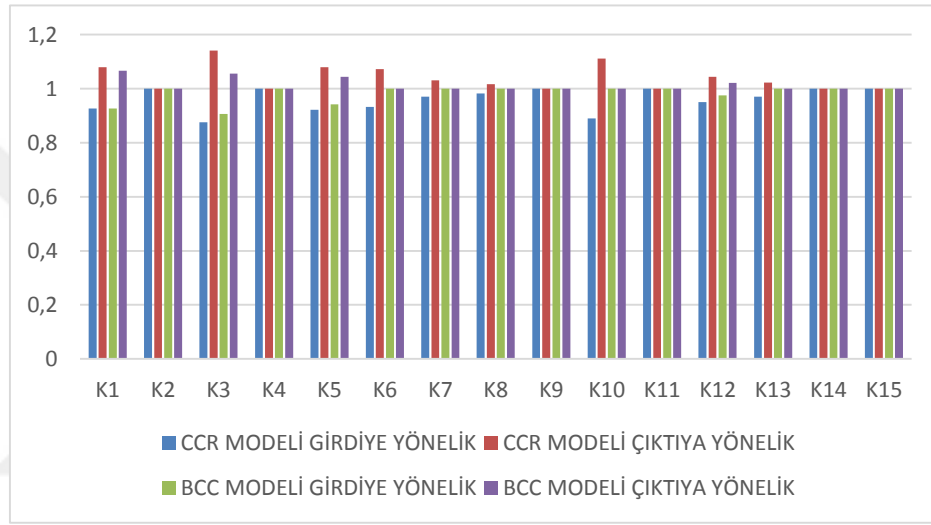
Gözetim altındaki 15 ülkeden 11 tanesi etkinlik skoru θ^* olmak üzere $\theta^* = 1$ olduğu için etkin çıkmıştır. Diğer 4 ülke $\theta^* < 1$ sonucuyla etkin çıkmıştır. Etkinsiz

ülkeler sırasıyla; 0,907 puanla Kanada, 0,927 puanla Türkiye, 0,942 puanla Fransa ve 0,975 puanla İspanya'dır. En etkinsiz ülke 0,907 puanla Kanada çıkmıştır.

Çıktı yönelimli BCC-Model sonuçları şu şekildedir;

Gözetim altındaki 15 ülkeden 11 tanesi etkinlik skoru θ^* olmak üzere $\theta^* = 1$ olduğu için etkin çıkmıştır. Diğer 4 ülke $\theta^* > 1$ sonucuyla etkin çıkmıştır. Etkinsiz ülkeler sırasıyla; 1,067 puanla Türkiye, 1,0506 puanla Kanada, 1,044 puanla Fransa ve 1,022 puanla İspanya'dır. En etkinsiz ülke 1,067 puanla Türkiye çıkmıştır.

Şekil 3.2'ye göre modeller arasında çok büyük farklar gözükmemektedir. Sadece yönelim farklılığından dolayı sonuçlarda değişiklikler çıkmıştır.



Şekil 6.2 CCR-BCC Karşılaştırma Grafiği

Temel olarak BCC VZA modeli, CCR zarflama modeline $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0$ konvekslik kısıntısının eklenmesiyle elde edilmektedir. (Kurşun,2016) Grafik incelendiğinde BCC modelin etkinlik oranları CCR modeline göre daha yüksektir. BCC modeli değişken getiri altında analiz yaptığı için daha esnek yapıdadır. Bu nedenle BCC skorları daha yüksek çıkmaktadır hatta CCR skoruna göre etkin olmayan ülkeler BCC skoruna göre etkin kategorisinde yer almaktadır. CCR modelinde 9, BCC modelinde 11 ülkenin etkin çıkmasının nedeni budur. BCC ve CCR skorlarının her ikisi de 1 ise karar birimi tam etkindir. (Kutlar ve Babacan, 2008) Buna göre tam etkin karar birimleri K2, K4, K9, K11, K14 ve K15'tir.

Kutlar ve Babacan,2008 'a göre karar birimlerin etkinsiz olmasının iki nedeni vardır.

- 1.Karar biriminin etkinsiz bir şekilde işletilmesidir.
- 2.Karar biriminin bulunduğu şartlarda dezavantajlı bir durumun olmasıdır.

6.4.2.Şans kısıtlı veri zarflama analizi sonuçları

Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi (5.2.4) numaralı denklem kullanılarak yapılmıştır. Denklemdeki şans kısıtı çalışmanın çıktısına eklenmiştir. LHK çıktısına şans kısıtı eklendiğinde elde edilen sonuçlar Tablo 6.9’da verilmiştir. (5.2.4) numaralı denklemde yer alan c sabiti için üç farklı değerde uygulama yapılmıştır.

Tablo 6.9 LHK Çıktısına Şans Kısıtı Eklendiğinde Elde Edilen Sonuçlar

KVB	ÜLKELER	0.1	0.2	0.3
K1	Türkiye	0,989	1	1
K2	Belçika	1	1	1
K3	Kanada	0,929	0,976	1
K4	Danimarka	1	1	1
K5	Fransa	0,98	1	1
K6	Almanya	0,988	1	1
K7	Yunanistan	1	1	1
K8	İtalya	1	1	1
K9	Japonya	1	1	1
K10	Hollanda	0,957	1	1
K11	Macaristan	1	1	1
K12	İspanya	1	1	1
K13	Avustralya	1	1	1
K14	Birleşik Krallık	0,99	1	1
K15	Rusya	1	1	1

Demireli ve Özdemir,2013 çalışmasında belirttiği üzere c sabiti 1’e yaklaştıkça stokastik sınır genişlemekte dolayısıyla karar birimlerinin etkinlik puanları yükselmektedir. Land ve ark.,1993 çalışmasında belirttiği üzere; sonucun 1’den büyük olmasını Hiper-etkinlik olarak tanımlamak ve stokastik gözlemlere olanak tanıdığı için meydana gelmekte bu nedenle seyrek olarak gözlemlendiğini belirtmektedir.

Bu bilgiler ışığında; Şekil 3.10 ‘da görüldüğü üzere c sabiti büyüdükçe etkinsiz karar birimi sayısı azalmıştır ve c=0.3 olduğunda karar birimleri içerisinde etkinsiz sonuç veren olmamıştır.

$c=0.1$ için; Gözlem altındaki 15 ülkeden 6 tanesi etkinsiz çıkmıştır. Etkinsiz ülkeler arasında en düşük etkinlik skorunu alan 0,929 puanla Kanada'dır. Kanada'dan sonra sırasıyla en etkinsiz ülkeler Hollanda, Fransa, Almanya, Türkiye ve Birleşik Krallık'tır.

$c=0.2$ olarak alındığında stokastik sınırın artmasıyla, $c=0.1$ için etkinsiz olan 6 ülkeden 5 tanesi etkin puana ulaşmıştır. Etkinsiz ülke sadece 0,976 puanla Kanada'dır.

$c=0.3$ olarak alındığında bütün ülkeler etkin konuma gelmiştir.

Tablo 6.10 DEA-CCDEA Karşılaştırması

ÜLKELER	CCR MODELİ		BCC MODELİ		CCDEA
	GİRDİYE YÖNELİK	ÇIKTIYA YÖNELİK	GİRDİYE YÖNELİK	ÇIKTIYA YÖNELİK	
Türkiye	0,927	1,079	0,927	1,067	0,989
Belçika	1	1	1	1	1
Kanada	0,876	1,141	0,907	1,056	0,929
Danimarka	1	1	1	1	1
Fransa	0,922	1,08	0,942	1,044	0,98
Almanya	0,933	1,072	1	1	0,988
Yunanistan	0,97	1,031	1	1	1
İtalya	0,982	1,017	1	1	1
Japonya	1	1	1	1	1
Hollanda	0,89	1,111	1	1	0,957
Macaristan	1	1	1	1	1
İspanya	0,95	1,044	0,975	1,022	1
Avustralya	0,97	1,023	1	1	1
Birleşik K.	1	1	1	1	0,99
Rusya	1	1	1	1	1

Stokastik Veri Zarflama Analizi sonuçlarıyla Deterministik Veri Zarflama Analizi sonuçları karşılaştırıldığında Yunanistan, İtalya, İspanya ve Avustralya deterministik sonuca göre etkinsiz çıkarken, stokastik sonuca göre etkin çıkmışlardır.

Her iki analizde de etkinsiz çıkan ülkelerin, stokastik çözümde etkinlik puanları artmıştır.

6.5. Performans (Potansiyel) İyileştirme Çalışması

Potansiyel iyileştirme için literatür (Özden, 2008) çalışmasından referansla hazırlanmıştır. Potansiyel iyileştirme, etkin karar birimlerin, etkinsiz karar birimleri için örnek teşkil etmesini ifade, referans karar birimlerinin girdi ve çıktı düzeylerini hedef almasını ifade etmektedir. Daha açık bir ifadeyle ise etkinsiz karar birimlerinin etkin hale gelmesi için referans karar birimlerine göre etkinsiz karar birimlerinin girdileri veya çıktılarında yapılması gereken iyileştirmeleri ifade etmektedir.

Hem girdi yönelimli hem de çıktı yönelimli CCR modelleriyle görece etkinlikler ölçülebilmektedir. Lakin görece etkinlik için tek bir yönelimle yapılan hesaplamalar yeterlidir. Çünkü iki yönelimin de etkinlik sonuçları birbirine eşittir. Etkinlik sonuçları aynı çıksa da potansiyel iyileştirme sonuçları farklılık gösterebilmektedir.

Potansiyel iyileştirme sonuçları karar birimlerinin hangi kaynakları israf ettiğini ya da olması gerekenden az kullandığını göstermektedir. Potansiyel iyileştirme yüzdesini PI ile ifade edersek, $PI < 0$ ise mevcut değişken PI oranında azaltılmalı, $PI > 0$ ise mevcut değişken PI oranında arttırılmalıdır. $PI = 0$ ise herhangi bir iyileştirme yapmaya gerek yoktur (Babacan ve ark., 2007).

Potansiyel iyileştirme yüzdesi şu formülle hesaplanmaktadır:

$$\text{Potansiyel İyileştirme Yüzdesi} = \quad (6.1)$$

$$\frac{\text{Hedef Değer} - \text{Gerçekleşen Değer}}{\text{Gerçekleşen Değer}} \times 100$$

Hedef değerler referans setinin yoğunluk değerinin tüm girdi ve çıktı değerleri ile çarpılarak hesaplanmaktadır. Referans setlerinin belirlenmesinde destek sağlayan dual model ise aşağıdaki gibidir.

<p>Amaç Fonksiyonu</p> $\min \theta$ <p>Kısıtlar</p> $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{ij} - \theta x_{io} \leq 0 \quad i = 1, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{ro} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$ $\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, s$	<p>Bu modelde λ dual değişkeni etkin referans setlerini belirlemede kullanılır.</p> <p>Gözlem altındaki karar biriminin primal modelinde pozitif değer verilen karar birimleri etkindir.</p>
---	---

Şekil 6.3 Referans Seti İçin Destek Matematiksel model

6.5.1. Referans setleri ve iyileştirme sonuçları

Bu yazında performans iyileştirme çalışması yukarıda belirtilen destek matematiksel model ile belirlenen referans setleri ve yoğunluk değerleri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Destek modelin çözümüyle elde edilen referans kümeleri ve yoğunluk değerleri Tablo 6.11 verilmiştir.

Tablo 6.11 Etkinsiz Ülkeler İçin Referans Setleri ve Yoğunluk Değerleri

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)

Bulunan referans setleri ve yoğunluk değerleri uygulamanın üç girdisi; Gümrük, Altyapı ve Enerji Kullanımı için kullanılmış ve etkinsiz ülkelerin azaltmaları gereken oranlar sırasıyla Tablo 6.12, Tablo 6.13 ve Tablo 6.14 'da verilmiştir.

Tablo 6.12 Etkinsiz Ülkelerin Gümrük Girdisindeki PI Yüzdeleri

ÜLKELER	GUMRUK PROSEDÜRLERİ			
	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	3,7	-0,42	-10,1942
İspanya	3,48	3,33	-0,15	-4,31034
Avustralya	3,54	3,46	-0,08	-2,25989

Tablo 6.12’te görüldüğü üzere etkinsiz ülkelerin, etkin konuma gelebilmeleri için gümrük prosedürlerinde azaltmaları gereken en yüksek oranlar sırasıyla, Kanada %12,4, Hollanda %10,2, Fransa %7,55, Türkiye %7,23, Almanya %6,80, İspanya %4,31, Yunanistan %2,81, Avustralya %2,26 ve İtalya %1,74’tür. Etkinsiz ülkeler gümrük prosedürleri girdisinde belirtilen oranlarda iyileştirme yaparlarsa etkin konuma gelecektir.

Tablo 6.13 Etkinsiz Ülkelerin Altyapı Çalışmalarındaki PI Yüzdeleri

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 6.13’de görüldüğü üzere etkinsiz ülkeler altyapı çeşitliliğindeki çalışmalarını hesaplanan potansiyel iyileştirme oranlarında düşürmeleri gerekmektedir. Temel olarak bu kısıtımız, altyapı çeşitliliği ve verimliliğini ifade ettiğini arttırılması gereken girdi olarak anlamlandırılabilir. Genel olarak bütün ülkelerde karayolu taşımacılığı için altyapı daha yüksek seviyededir. Sektörün SWOT analizi

incelendiğinde; karayolu taşımacılığının ağırlıkta olması diğer modların alternatif sunamadığı ve demiryolları yan sanayinin yeterince gelişmemiş olması bilgileri elde edilmiştir (tobb.org.tr). Bu kısıtta azaltılması gereken oranın, altyapı çeşitliliğinin dengeli dağılmamasına bağlayabiliriz.

Etkinsiz ülkelerin altyapı verileri incelendiğinde (Tablo 6.3), karayolları ağırlıkları fazladır. Bu noktada iyileştirme oranları en yüksekten sırasıyla; Kanada %12, Hollanda %9, Fransa %7,5, Türkiye %7,4, Almanya %6,4, İspanya %4,7, Yunanistan %2,8, İtalya %2,5 ve Avustralya %1,7'dir. Ülkeler coğrafi, ekonomik koşulları da dikkate alınarak karayolları taşımacılığındaki odaklanmayı azaltarak, müşteriye çeşitlilik sunarak verimliliklerini arttırabilir.

Tablo 6.14 Etkinsiz Ülkelerin Enerji Kullanımı Girdisindeki PI Yüzdeleri

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

Bugün Dünya'da gelişmiş ülkeler daha az enerji tüketimine ve yenilebilir enerji kaynaklarına odaklanmaktadır. Çalışmanın üst kısımlarında belirtildiği üzere taşımacılık sektörü toplam enerjinin yaklaşık %33'ünü kullanmaktadır. Ülkeler lojistik sektöründe verimliliği yakalayabilmeleri için kullandıkları enerji miktarını düşürmeleri gerekmektedir. Yukarıdaki tabloda etkin ülkeler referans alınarak, etkinsiz ülkelerin enerji kullanımlarında azaltmaları gereken oranlar bulunmaktadır. Bunlar en yüksekten sırasıyla; Almanya %85, İtalya %82, Fransa %80, Kanada %75, Avustralya %68, İspanya %67, Türkiye %57, Yunanistan %42 ve Hollanda %34 şeklindedir.

Bulunan referans setleri ve yoğunluk değerleri uygulamanın üç çıktısı; Karbon Emisyonu, Lojistik Hizmet Kalitesi (LHK) ve İşgücü Oranı için etkinsiz ülkelerin arttırmaları ve azaltmaları gereken oranlar sırasıyla Tablo 6.15, Tablo 6.16 ve Tablo 6.17 'de verilmiştir.

Tablo 6.15 Karbon Emisyonu Çıktısı İçin Oranlar

ÜLKELER	KARBON EMİSYONU			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Türkiye	81.841,00	29343,68	-52.497,32	-64,1455
Kanada	174.337,00	39827,69	-134.509,31	-77,1548
Fransa	134.143,00	22962,56	-111.180,44	-82,882
Almanya	166.815,00	21998,79	-144.816,21	-86,8125
Yunanistan	17.439,00	9694,596	-7.744,40	-44,4085
İtalya	104.505,00	18401,58	-86.103,42	-82,3917
Hollanda	30.509,00	18401,58	-12.107,42	-39,6848
İspanya	86.131,00	26606,29	-59.524,71	-69,1095
Avustralya	97.463,00	27110,73	-70.352,27	-72,1836

Karbon emisyonu çıktısı çalışmamıza çevresel faktör olarak dahil edilmiştir. Mümkün olduğunca az olması istenilen çıktı için modelde kısıt değişikliği yapılmıştır ve bu doğrultuda potansiyel iyileştirme oranları hesaplanmıştır. Lojistik sektöründe Türkiye'nin verimliliğini arttırabilmesi için ener kullanımını yaklaşık %64 azaltması gerekmektedir. Aynı şekilde Kanada %77, Fransa %82, Yunanistan %44 oranında azaltma yapması gerekmektedir. Diğer ülkeler için oranlar yukarıdaki tabloda mevcuttur.

Tablo 6.16 Lojistik Hizmet Kalitesi Çıktısı İçin Oranlar

ÜLKELER	LHK			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Türkiye	3,31	3,30851	0,00	0
Kanada	3,90	3,70436	-0,20	-5,02
Fransa	3,82	3,82	0,00	0
Almanya	4,28	4,28	0,00	0
Yunanistan	2,91	2,91	0,00	0
İtalya	3,77	3,77	0,00	0
Hollanda	4,12	4,12	0,00	0
İspanya	3,73	3,73	0,00	0
Avustralya	3,87	3,87	0,00	0

Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksi'nden alınan lojistik hizmet kalitesi verileri için etkinsiz ülkelerin genelinde iyileştirme yapmalarına gerek bulunmamaktadır.

Tablo 6.17 İşgücü Oranı Çıktısı İçin Oranlar

ÜLKELER	İŞGÜCÜ ORANI			
	Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI(%)
Türkiye	0,0308	0,0308	0,0000	0
Kanada	0,0393	0,0433	0,0040	10,17812
Fransa	0,0382	0,0436	0,0054	14,13613
Almanya	0,0402	0,0491	0,0089	22,1393
Yunanistan	0,0202	0,0197	-0,0005	-2,47525
İtalya	0,0354	0,0434	0,0080	22,59887
Hollanda	0,0388	0,05	0,0086	22,16495
İspanya	0,0281	0,0422	0,0141	50,17794
Avustralya	0,0409	0,0439	0,0030	7,334963

Modelimizin sosyal kriteri, işgücü oranı çıktısıdır. Yazında belirtildiği üzere işgücü oranı; lojistik sektöründe çalışan gücün toplam işgücü içerisindeki oranı ifade etmektedir. Ülkelerin GSYİH miktarları baz alınarak hesaplanan işgücü oranı etkisiz ülkelerin genelinde artırılması gereken çıktı olarak bulunmuştur. İş gücü oranı sonuçlarına göre Türkiye'nin bir iyileştirme yapmasına gerek gözükmemektedir. Almanya'nın iyileştirme oranı yaklaşık %22'dir ve iş gücü oranının bu oranda artırılması gerekmektedir. Yunanistan yaklaşık-%2'lik oran ile lojistik sektöründeki çalışan sayısında azaltma yapabilmektedir

Performans iyileştirme sonuçları Tablo 6.18'de birleştirilerek sunulmuştur. Ülkelerin arttırması veya azaltması girdiler/çıktılar bütün olarak verilmiştir.

Tablo 6.18 Girdi ve Çıktılardaki Potansiyel İyileştirme Yüzdeleri

ÜLKELER	GİRDİLER			ÇIKTILAR		
	GUMRUK	ALTYAPI	ENERJİ K.	KARBON EMİSYONU	LHK	İŞ GÜCÜ
Türkiye	-7,2327044	-7,434628	-57,802643	-64,1454998	0	0
Kanada	-12,405063	-12,17248	-75,132137	-77,15477	-5,02	10,17812
Fransa	-7,5471698	-7,524996	-80,256068	-82,8820295	0	14,13613
Almanya	-6,7961165	-6,451165	-85,491287	-86,8124604	0	22,1393
Yunanistan	-2,8070175	-2,802102	-42,974585	-44,4085311	0	-2,475248
İtalya	-1,7391304	-2,542208	-82,610928	-82,3916755	0	22,59887
Hollanda	-10,194175	-9,046515	-34,076895	-39,6847503	0	22,16495
İspanya	-4,3103448	-4,671802	-67,106651	-69,1095086	0	50,17794
Avustralya	-2,259887	-1,667405	-68,830887	-72,1835663	0	7,334963

Tablo 3.18'e göre Türkiye'nin lojistik sektöründe etkin ülkeler arasında yer alabilmesi için gümrük prosedürlerinde %7, altyapıda %7, enerji kullanımında %57,

karbon emisyonu miktarında %64'lük bir azaltma yapması gerekirken; işgücü oranında ve lojistik hizmet kalitesinde iyileştirme yapmasına gerek yoktur.

Yunanistan gümrük prosedürlerinde yaklaşık %2, altyapıda %2 enerji kullanımında %42 ve karbon emisyonu miktarında %44 oranında azaltma yapması gerekmektedir. Lojistik hizmet kalitesinde iyileştirmeye gerek duymayan ülke, iş gücü oranında da %2'lik bir azaltmaya gidebilir. Diğer ülkeler için yorumlar aynı şekilde devam etmektedir.



7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Küreselleşme süreci; sınırları ortadan kaldırarak ülkeler arasındaki ilişkilerin artmasına, teknolojik ilerlemenin her geçen gün yeni boyutlar kazanmasına, ticaretin önündeki sınırlamaların ortadan kalkmasına etki sağlamıştır. Lojistik sektörü, bu gelişmelerden pozitif etkilenecek önemini her geçen gün arttırmıştır ve arttırmaya da devam edecektir.

Lojistik sektörünün temeli zaman kısıtı altında, en düşük maliyetle en kaliteli hizmeti sunmaktır. Ülkeler için lojistik sektörünün önemi rekabet avantajı sağlamadaki temel sektörlerden olmasıdır. Ülkeler ekonomik potansiyellerini güçlendirmek için tedarik zinciri yönetimine ve lojistik sektöründeki başarıya odaklanmaktadır. Bu noktada ülkelerin lojistik performanslarının ölçümü, bu sektördeki yerlerini belirlemeleri ve gerekli iyileştirmelerin yapılabilmesi için gerekli bir çalışmadır.

Performans, verimlilik, etkinlik gibi ölçümler için literatürde en çok kullanılan parametrik olmayan metod Veri Zarflama Analizidir. Deterministik veriler için Charnes ve ark. tarafından literatüre katılan yöntem, belirsiz veriler için de çözülebilmesi için geliştirilmiştir. Deterministik VZA için kullanılan veriler gerçek değerler olması gerekirken, Stokastik (CCDEA) VZA için tahmin edilen, belirsiz değerler de kullanılabilir. CCDEA yöntemi, belirsiz veriler için tahmin edilen, belirsiz değerler de kullanılabilir.

Bu tez çalışmasında ülkelerin lojistik etkinlikleri klasik VZA ve stokastik VZA yöntemleriyle çözümlenerek değerlendirilmiştir. Gözetim altına alınan her ülke farklı coğrafi ve ekonomik koşullara sahiptir. Veriler ülkelere ait genelleme yapılmadan hazırlanmıştır. Uygulama kısmının, CCDEA çözümünde gümrük prosedürleri, lojistik hizmet kalitesi ve işgücü oranı verileri belirsiz varsayılarak çözülmüştür. Bunun nedeni gümrük prosedürleri ve lojistik hizmet kalitesi verilerinin LPI'den alınması ve endekste bu verilerin anket yöntemiyle hesaplanmasıdır. İşgücü oranı çıktısının belirsiz varsayılmasının nedeni ise toplam işgücü içindeki oranı ifade etmesinden kaynaklanmaktadır.

Literatürdeki lojistik performans ölçüm kriterleri genellikle maliyet minimizasyonuna, ekonomik kriterlere, teknoloji kullanım düzeylerine, fiziksel altyapı koşulları gibi çeşitlilik göstermektedir. Ülkeler açısından lojistik performans değerlendirmedeki en önemli rapor Dünya Bankası Lojistik Performans Endeksi raporudur. Lojistik performans ölçüm çalışmaları genel olarak ülke veya işletme bazında ekonomik güce dayanmaktadır.

Sürdürülebilir kavramı resmi olarak ilk kez Dünya Çevre Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan Brundtland Raporunda kullanılmıştır. Bu kavram için çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır. Bu raporda sürdürülebilirlik kavramı "hâlihazırda"

insan ihtiyaçlarının, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneğini riske atmadan, yani gelecek nesillerin yaşamlarından almadan bugünkü ihtiyaçlarımızı karşılayabilmek” şeklinde tanımlanmıştır (Aydın ve Tufan, 2018).

Sürdürülebilirliğin üç boyutu bulunmaktadır. Bunlar ekonomik boyut, çevresel boyutu ve sosyal boyutudur. Ekonomik boyut temel olarak sermayenin korunmasını ve bozulmasının engellenmesini ifade etmektedir. Çevresel boyut ise insanların doğal çevresini ve doğal çevreden sağlanan varlıkları korumasını ifade etmektedir. Sosyal boyut, toplumdaki bireylerin temel ihtiyaçlarının karşılanmasına vurgu yapmaktadır (Bilgili, 2017). Çalışmanın genel amacı ülkelerin lojistik performanslarına sürdürülebilir bir bakış açısı katarak analiz yapmaktır. Bu nedenle çevresel faktör olarak CO₂ Emisyonu, sosyal boyut olarak da işgücü oranı verileri dâhil edilmiştir.

Yapılan analizler ve bulguların sonucunda, bulduğumuz veriler doğrultusunda gelişmiş Avrupa lkeleri arasında yer alan Almanya, Fransa, Hollanda, İspanya, İtalya ve Yunanistan, gelişmekte olan Asya lkesi Türkiye, gelişmiş Kuzey Amerika lkesi Kanada ve Avustralya VZA CCR modele göre etkinsiz ülke olarak bulunmuştur. BCC modele göre ise Türkiye, Kanada, Fransa ve İspanya etkinsiz çıkmıştır.

Stokastik Veri Zarflama Analizi sonuçlarıyla Deterministik Veri Zarflama Analizi sonuçları karşılaştırıldığında Yunanistan, İtalya, İspanya ve Avustralya deterministik sonuca göre etkinsiz çıkarken, stokastik sonuca göre etkin çıkmışlardır.

Her iki analizde de etkinsiz çıkan ülkelerin, stokastik çözümde etkinlik puanları artmıştır.

Bu çalışmanın sonucuna ülkelerin lojistik performanslarını en çok etkiyen ltler CO₂ emisyonu miktarı ve işgücü oranı olarak belirlenmiştir. Buna göre ülkelerin lojistik performanslarını yükseltmek için yapmaları gerekenler;

- Ülkelerin gümrük prosedürlerinin azaltılarak, gümrük işlemleri sırasında kısıtlamaların mümkün olduğunda kaldırılması gerekmektedir. Bu azaltmanın, gümrük işlemleri sırasında oluşan atıl zamanı ortadan kaldırmasını, işlemlerin tamamlanma sürelerini kısaltması beklenilmektedir.
- Lojistik performans için altyapı çalışmaları çok önemli düzeydedir. Altyapı çalışmalarının tek bir modda yükselmesi, diğer seçeneklerin performansını düşürmektedir. Daha verimli altyapı hizmeti için çeşitliliğin arttırılması, kombine taşımacılığın gelişmesi müşteri tatmini açısından etkili olabilir. (İstediği taşıma türünü seçebilmek vb.)

- Taşımacılık sekt6r6nde enerji kullanımının ve karbon emisyonu miktarının çok y6ksek olması verimsizliğe neden olmaktadır. Enerji kullanımındaki çeşitli dağılım yenilenebilir enerji kaynaklarına y6nlendirilerek verimlilik artışı sağlanabilmektedir.
- Lojistik sekt6r6nde verimlilik artışını etkileyecek diğer bir unsur ise işg6c6 oranıdır. 6lkeler GSYIH miktarlarına ve sekt6r b6y6kl6ę6ne oranla; sekt6rde gerekli istihdamı sağlarsa performans artışı sağlayacakları d6ř6n6lmektedir.



KAYNAKLAR

- Ablai, İ.,2015, Tekstil Sektöründe Mağaza Performans Verimliliklerinin Ölçülmesi: Bir Veri Zarflama Analizi Çalışması, Bahçeşehir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 42, İstanbul.
- Aydın, S., Tufan, F, 2018.Sürdürülebilirlik ve Yeşil Kavramları Bağlamında Y Kuşağının Satın Alma Davranışları. Selçuk İletişim Dergisi, C.11, s.397-420.
- Akdoğan, M., Durak, A.,2016. Logistic and Marketing Performance of Logistics Companies: A Comparison Between Germany and Turkey. Procedia-Social and Behavioral Sciences, C.235, s.576-586.
- Akiş, E., Türkiye’de Lojistik Sektörü ve Rekabet Gücüne Etkisi. 2. Üretim Ekonomisi Kongresi, 11-12 04 2016.
- Aksoy, İ.,2014. Klasik ve Bulanık Veri Zarflama Analizi Yardımı İle Ülkelerin Sağlık Etkinliklerinin Karşılaştırılması ve Verilerin Bulanıklaştırılmasına Aleternatif Yöntem Arayışı. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Yüksek Lisans, 110, Muğla.
- Aydın, D., 2018. Lojistik, Pazarlama ve Üretim Birimleri Arasındaki Koordinasyonun İşletme Performansına Etkisinin Araştırılması: Malatya İlinde Bir Uygulama. İnönü Üniversitesi, Yüksek Lisan Tezi, 166, Malatya.
- Altın, F., 2014. İşletmelerin Finansal Kriz Öncesi ve Sonrası Performanslarının Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Doktora Tezi,383, Isparta.
- Aydemir, M., 2015. Veri Zarflama Analizi İle Türkiye’deki Büyükşehir Belediyelerinin Mali Etkinliğinin Ölçülmesi. Uludağ Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi,84, Bursa.
- Aydemir, Z., 2002. Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması. Devlet Planlama Teşkilatı, Uzmanlık Tezi, 137.
- Aydın, S., Tufan, F, 2018.Sürdürülebilirlik ve Yeşil Kavramları Bağlamında Y Kuşağının Satın Alma Davranışları. Selçuk İletişim Dergisi, C.11, s.397-420.
- Babacan, A.,2007. Cumhuriyet Üniversitesi’nin Etkinliğinin Kamu Üniversiteleri ile Karşılaştırılması: Bir VZA Tekniği Uygulaması. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, C.8, S.2.
- Bayraktutan, Y., Özbilgin, M., 2015.Lojistik Maliyetler ve Lojistik Performans Ölçütleri. Maliye Araştırmaları Dergisi, C.1, S.2.

- Behdioğlu, S., Özcan, G.,2009. Veri Zarflama Analizi ve Bankcılık Sektöründe Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İBBF Dergisi, C.14, S.3, s.201-326.
- Bilgili, M.,2017. Ekonomik Ekolojik ve Sosyal Boyutlarıyla Sürdürülebilir Kalkınma. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, C.10, S.49.
- Binokay, H., 2018. Lojistik Regresyon ve Farklı Sınıflama Modellerinin Performanslarının Karşılaştırılması. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi,130, Adana.
- Boztepe, H., 2018. Yeşil Lojistikte Depo Seçimi. İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi, 268, İstanbul.
- Çakır, S.,2015. Bütünleşik Bulanık Shannon Entropi- Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Teknoloji Firmalarında Etkinlik Ölçümü. Karadeniz Teknik Üniversitesi,189, Trabzon.
- Demireli, E., Özdemir, A., 2013. Seçilmiş Avrupa Ülkelerinde Makroekonomik Performans Ölçümü: Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi İle Bir Uygulama. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, S.37.
- Demirkaya, H.,2000. Performans Ölçüm Rehberi. Sayıştay Yayınları Araştırma İnceleme ve Çeviri Dizisi No:7, Ankara.
- Deniz, N.,2009. Türkiye'deki İllerin Kaynak Kullanımlarına Göre Göreli Etkinliklerinin Klasik ve Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemleri İle Belirlenmesi.Anadolu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 146, Eskişehir.
- Ener, T., 2010.Küresel Lojistik Performans İndeksi: Mersin'de Faaliyet Gösteren Lojistik Firmaların Sektörel Performanslarının İncelenmesi. Mersin Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 111, Mersin.
- Eroğlu, H., 2007. Bankacılıkta Veri Zarflama Analizi Uygulaması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 132, İstanbul.
- Gedik, H., 2010. Demir Çelik ve Demir Alaşımları İmalatı Sektöründe Stokastik Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümü. Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi, 101, Ankara.
- Hladik, M., 2019.Universal Efficiency Scores In Data Envelopment Analysis Based On a Robust Approach. Expert Systems With Applications, s.242-252.
- Kara, M., Tayfur, L., Basık, H., 2009.Küresel Ticarete Lojistik Üslerin Önemi ve Türkiye. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, C.6, s.69-84.
- Kıran, B., 2008.Kalkınmada Öncelikli İllerin Ekonomik Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, 113, İstanbul.

- Kocakalay, Ş., (2003), Veri Zarflama Analizi Ve Uygulamasına Yönelik Bir Araştırma, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 52s.
- Kurşun, S., 2016. Veri Zarflama Analizi İle Performans Değerlendirme: Katılım Bankacılığı Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 110, İstanbul.
- Liu, W., Wang, Y.,2018. Ranking DMUs by Using The Upper And Lower Bounds Of Normalized Efficiency In Data Envelopment Analysis. Computers and Industrial Engineering, s.135-143.
- Kubalı, D., 1999.Performans Denetimi.Amme İdaresi Dergisi, C.32, S.1.
- Land, C., Lovell, C., Thore, S.,1993. Chance-Constrained Data Envelopment Analysis Managerial and Decision Economics, Vol.14, 541-554.
- Lertworasirikul, S., Fang, S., Joines, J., Nuttle, H.,2003. Fuzzy Data Envelopment Analysis: A Possibility Approach, Fuzzy Sets And Systems, s.379-394.
- Mahmoudi, R., Emrouznejad, A., Boushehri, N., Boushehri, S., Hejazi, S.,2018. The Origins Development And Future Directions Of Data Envelopment Analysis Approach In Transportation Systems. Socio Economic Planning Sciences.
- Marbini, A., Emrouznejad, A., Tavana, M.,2011, A Taxonomy and Review Of The Fuzzy Data Envelopment Analysis Literature: Rwo Decades In The Making. European Journal Of Operation Research, s. 457-472.
- Mirzapour, A., 2014.Verı Zarflama Analızinde Karar Destek Sistemi. Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi, 84, Ankara.
- Motroi, A.,2018. İmalat İşletmelerinde Veri Zarflama Analizi İle Verimlilik Ölçümü. Bankacılık ve Finansal Araştırmalar Dergisi, C.5, S.1.
- Oruç, K.,2008. Veri Zarflama Analizi İle Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitede Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi, Doktora Tezi, 194, Isparta.
- Önder, B., 2018.Türkiye'nin Lojistik Performansının Yükseltilmesinde Lojistik Köylerin Etkisinin İncelenmesi. İstanbul Haliç Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 62, İstanbul.
- Önsoy, E.,2013. Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Kargo Şirketlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 65, Ankara.
- Özbek, S.,2007. Sigorta Şirketlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle İncelenmesi. Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 93, İstanbul.

- Öksüzkaya, M., 2017.Bulanık Veri Zarflama Yöntemi İle Türk Bankacılık Sektöründe Verimlilik Analizi. Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi, 176, Ankara.
- Özbek, A., Demirkol, İ., 2018. Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin SWARA ve GİA Yöntemleri İle Analizi. Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, C.8, s. 71-86.
- Özden, Ü.,2008. Veri Zarflama Analizi İle Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, C.37, S.2, s.167-185.
- Rashidi, K. Ve Cullinane, K., 2019.Evaluating the sustainability of national logistics performance use Data Envelopment Analysis. Transport Policy, C.74,35-46.
- Sarı, Z.,2015. Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama. Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 72, Ankara.
- Sezgin, T., 2008.Lojistik Kavramı ve Türkiye’deki Uygulamaları. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 131, İstanbul.
- Sürücü, E., 2015. Lojistik Sektöründe Sürdürülebilir Performans İçin AHP ve TOPSIS Yöntemlerinin Kullanılması: Lojistik Firmaları Üzerine Bir Uygulama. Celal Bayar Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 115, Manisa.
- Terzi, B., 2016.Yeşil Lojistik Yönetiminde Dengelenmiş Skorkart İle Lojistik Performans Ölçümü: İntermodal Lojistik Sektöründe Bir Uygulama. Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 132, Ankara.
- Tekin, M., Zerenler, M., Bilge,2005. Bilişim Teknolojileri Kullanımının İşletme Performansına Etkileri: Lojistik Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, C.8, S.115-129.
- Tezsürücü, D.,2013. Tedarikçilerin Performans Etkinliğinin Ölçümünde Veri Zarflama Analizinden Yararlanma ve Bir Sanayi Uygulaması. Celal Bayar Üniversitesi, Doktora Tezi, 202, Manisa.
- Topal, Y., 2013. Lojistik Yönetiminde E-Lojistik Kullanımının Önemi, Değişen Pazar Şartlarında E-Lojistik Kullanan Şirketler Üzerinde Bir İnceleme. Deniz Harp Okulu, Yüksek Lisans Tezi, 141, İstanbul.
- Töral, T., 2018. Küresel Lojistik Performans İndeksi: İstanbul’da Faaliyet Gösteren Lojistik Firmaların Sektörel Performanslarının İncelenmesi. İstanbul Arel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi,126, İstanbul.
- Tran, T., Mao, Y., Nathanail, P., Siebers, P., Siebers, O., Robinson, D.,2018. Integrating Slacks-Based Measure Of Efficiency And Super Efficiency İn Data Envelopment Analysis. Omega, 85, s.156-165.

- Turgutlu, E., 2006. Tam Bilgi ve Belirsizlik Altında Etkinlik Analizi: Türk Sigortacılık Endüstrisi Örneği, Dokuz Eylül Üniversitesi, Doktora Tezi, 237, İzmir.
- Yazgan, A., 2012. Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümleri ve Havacılık Sektöründe Bir Uygulama. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Doktora Tezi, 228, Tokat.
- Yeşilaydın, G., 2013. OECD Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Belirlenmesi, Anadolu Üniversitesi, Doktora Tezi, 176, Eskişehir.
- Yeşilyurt, C., 2003. Matematik Programlamam Tabanlı Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinden Veri Zarflama Analizi ile Orta Öğretimde Etkinlik Ölçümü. Cumhuriyet Üniversitesi, Doktora Tezi, Sivas.
- Yıldız, G., 2013. Büyük Çaplı Veri Zarflama Analizi Modelleri İçin Yeni Yaklaşımlar. Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 46, Kayseri.
- Yükçü, S., Atağan, G., 2009. Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık. Atatürk Üniversitesi İBBF Dergisi, C.23, S.4.
- Zerenler, M., 2005. Performans Ölçüm Sistemleri Tasarımı ve Üretim Sistemlerinin Performansının Ölçümüne Yönelik Bir Araştırma. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, (1), 1-36.
- TC. Gümrük Ticaret Bakanlığı, Lojistik Performans Endeksi-2016.
- gazbir.org.tr- Karbon Emisyonu Raporu.
- World Bank- Logistics Performance Index.
- <https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2014/ulastirma2014.pdf> TOBB. Türkiye Ulaştırma ve Lojistik Meclisi Sektör Raporu, 2014 Erişim: 14.04.2019.
- https://abs.mehmetakif.edu.tr/upload/1454_2028_dosya.pdf Erişim: 15.05.2019.
- <http://isguvenliksaglik.blogspot.com/2014/02/dunya-ekonomisinde-lojistigin-yeri-ve.html> Erişim: 15.04.2019.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Merve YILDIRIM
Doğum Yeri ve Yılı : SAMSUN, 11/09/1994
Medeni Hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : yyildirimerve@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Samsun Final Okulları, 2013
Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, 2017
Yüksek Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği, 2019

Yayınları

Yıldırım, M. ve Ayvaz B., 2019. Ülkelerin Lojistik Performanslarının Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, Bahar (Kabul Edildi).