

Veri Zarflama Analizi İle 28 OECD Ülkесinin Çevre Performanslarının Karşılaştırılması

İrmak Temiz

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Mayıs 2018

Data Envelopment Analysis and Comparison on Environmental Performances of 28 OECD
Countries

Irmak Temiz

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Industrial Engineering

May 2018

Veri Zarflama Analizi İle 28 OECD Ülkesinin Çevre Performanslarının Karşılaştırılması

Irmak Temiz

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Endüstri Mühendisliği Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Doç. Dr. Ezgi Aktar Demirtaş

Mayıs 2018

ONAY

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Irmak Temiz’ in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Veri Zarflama Analizi İle 28 OECD Ülkesinin Çevre Performanslarının Karşılaştırılması” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oybirliği ile kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Ezgi Aktar Demirtaş

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Doç. Dr. Ezgi Aktar Demirtaş

Üye : Doç. Dr. Eftade Gaga

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Aykut Arapoğlu

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hürriyet ERŞAHAN

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Ezgi Aktar Demirtaş danışmanlığında hazırlamış olduğum “Veri Zarflama Analizi İle 28 OECD Ülkesinin Çevre Performanslarının Karşılaştırılması” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallarına göre sunduğumu beyan ederim. 21/05/2018

Irmak Temiz

ÖZET

Bir canlının var olduğu ortam ya da koşullar çevreyi oluştururken canlıların sağlıklı bir yaşam sürdürebilmesi sağlıklı bir çevrenin varlığı ile mümkün olmaktadır. Ancak toplumsal gelişim süreci ile birlikte hızlı nüfus artışı, sanayileşme, doğal kaynakların plansız ve yanlış kullanımı, üretim ve tüketimden kaynaklı atıkların doğrudan doğaya bırakılması çevre kirliliğini tetiklemekte ve tüm canlıların yaşam unsurlarının olumsuz yönde etkilemektedir. İnsanların daha sağlıklı ve güvenli bir çevrede yaşayabilmeleri çevrenin korunması ile mümkündür. Çevre ulusal düzeyde olduğu kadar uluslararası düzeyde de önemli bir yere sahip olup tüm dünyayı ilgilendiren ortak bir konudur. Bu nedenle, ülkelerin çevre performanslarının sürekli olarak ölçümü ve değerlendirmesi yapılmalıdır.

Bu çalışmada enerji tüketim miktarı ve işgücü sayısı, CO₂ emisyonu, yanabilir ve yenilenebilir atıklar, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi, gayri safi yurt içi hasıla, nitrojen oksit emisyonu, sülfür oksit emisyonu ve çevre vergisi bakımından, OECD ülkeleri ve Türkiye'nin çevre performansı VZA yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. OECD ülkelerinin zaman içindeki performansını değerlendirmek için pencere analizi ve zaman boyutundaki değişimin nedenlerini belirlemek için ise Malmquist TFV yöntemi kullanılmıştır. VZA ve Malmquist TFV analizleri için DEAP 2.1 ve pencere analizi ile süper etkinliği ölçmek için ise EMS 1.3 paket programları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarla ülkelerin çevre performans etkinlikleri ölçülmüş, birbirlerine göre konumları belirlenmiş ve ülkelerin etkin olabilmeleri için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Malmquist TFV Endeksi, Pencere Analizi, Etkinlik, Çevre Performansı

SUMMARY

While the environment means where the creatures exist or the circumstances, a healthy life can only be possible with the presence of a healthy environment. However, along with the social development process, rapid population growth, industrialization, unplanned and misuse of natural resources, leaving the wastes from production and consumption directly to nature trigger environmental pollution and affect the living elements of all living creatures negatively. It can only be possible to see healthier people with a proper environmental protection. Even the environmental protection culture is extremely important on the national scale, it is crucial on the international base too. It is a topic which effects whole world. After all these reasons, this is obvious, the environmental performances of countries need to be measured and checked continuously.

In this study, the energy consumption and labor force, CO₂ emission, combustible and renewable waste, electricity production from renewable resources, gross domestic product, the nitrogen oxide emission, sulfur oxide emission, the environmental performance of OECD countries and Turkey were evaluated in terms of environmental tax by using the DEA method. Window analysis was applied to assess OECD countries' performance over time, and also Malmquist TFP method was followed to determine the reasons for the change in time dimension. DEAP 2.1 for VZA and Malmquist TFP analyses, and EMS 1.3 package programs were used for window analysis and super activity measurement. After the results were obtained, the countries' environmental performance activities were measured, each country was compared with another in the big picture and suggestions were made so that the countries could be active in this platform.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Malmquist TFP Index, Window Analysis, Efficiency, Environmental Performance

TEŞEKKÜR

Tez hazırlama sürecinde elinden gelen desteği sağlayan ve yönlendiren değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Ezgi Aktar Demirtaş' a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmam boyunca yanımda olan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen değerli ailem ve eşim Ahmet Temiz' e sonsuz teşekkürler.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. ÇEVRE KAVRAMI.....	2
3. TEORİK BİLGİ	6
3.1. Veri Zarflama Analizine Giriş.....	6
3.2. VZA' nın Temel Kavramları.....	7
3.2.1. Girdi ve çıktı	7
3.2.2. Karar verme birimi	7
3.2.3. Verimlilik	7
3.2.4. Etkinlik.....	8
3.2.4.1. <u>Tek girdi ve tek çıktı durumunda etkinlik</u>	9
3.2.4.2. <u>İki girdi ve tek çıktı durumunda etkinlik</u>	12
3.2.4.3. <u>Tek girdi ve iki çıktı durumunda etkinlik</u>	13
3.2.4.4. <u>Çok girdi ve çok çıktı durumunda etkinlik</u>	15
3.2.5. Performans	15
3.3. VZA Uygulama Adımları.....	15
3.3.1. Karar verme birimlerinin seçimi	15
3.3.2. Girdi ve çıktıların seçimi.....	16
3.3.3. Verilerin elde edilmesi	17
3.3.4. Modelin seçimi.....	17
3.3.5. Etkinlik değerleri.....	18
3.3.6. Referans kümesinin belirlenmesi	18
3.3.7. Etkin olmayan KVB' ler için stratejilerin belirlenmesi	18
3.3.8. Sonuçların belirlenmesi.....	18

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.4. VZA Modelleri.....	19
3.4.1. CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) yöntemi.....	20
3.4.2. BCC (Banker-Charnes-Cooper) yöntemi	24
3.5. İstenmeyen Değişken	28
3.6. Süper Etkinlik Modeli	29
3.7. VZA' nın Avantaj ve Dezavantajları	30
3.8. VZA Kullanılarak Zaman Serileri Analizi ve Zaman İçerisindeki Etkinlik Değişimi	32
3.8.1. Pencere (Window) analizi	32
3.8.2. Malmquist TFV endeksi.....	35
4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	39
4.1. Çevresel Performans Ölçümü VZA Uygulamalarında Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri	40
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	44
5.1. Araştırmanın Amacı	44
5.2. Karar Verme Birimlerinin Seçimi	45
5.3. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Seçilmesi.....	45
5.4. VZA Sonuçları	48
5.4.1. Etkin olmayan KVB' ler için analizler	53
5.4.2. Süper etkinlik	60
5.5. Pencere (Window) Analizi Sonuçları.....	60
5.6. Malmquist TFV Endeksi Sonuçları.....	65
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	73
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	76
EK AÇIKLAMALAR.....	82
Ek Açıklama-A.1: 2012 Yılı Verileri	83
Ek Açıklama-A.2: 2013 Yılı Verileri	84
Ek Açıklama-A.3: 2014 Yılı Verileri	85
Ek Açıklama-B: Süper Etkinlik Değerleri	86
Ek Açıklama-C.1: 2012-2013 Pencere Analizi	87

İÇİNDEKİLER (devam)**Sayfa**

Ek Açıklama-C.2: 2013-2014 Pencere Analizi	89
Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı Yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları	91
Ek Açıklama-E: Malmquist.....	106



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sekil

Sayfa

3.1. Tek girdi ve tek çıktı durumunda etkinlik sınırı grafiksel gösterimi.....	10
3.2. İki girdi ve tek çıktı durumunda etkinlik sınırı grafiksel gösterimi.....	12
3.3. Etkinlik durumu grafiksel gösterimi	13
3.4. Tek girdi ve iki çıktı durumunda etkinlik sınırı grafiksel gösterimi	14
5.1. Ülkelerin CO ₂ emisyon verileri	50
5.2. Ülkelerin yanabilir ve yenilenebilir atık verileri	51
5.3. Ülkelerin yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretim verileri	52
5.4. Ülkelerin çevre ile ilgili vergi geliri verileri	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Cizelge

Sayfa

3.1. Tek girdi ve tek çıktı durumu veri seti.	9
3.2. İki girdi ve tek çıktı durumu veri seti.	12
3.3. İki girdi ve tek çıktı durumu veri seti.	14
3.4. Pencere analizi tablosu.	34
5.1. Karar verme birimleri.	45
5.2. Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri	46
5.3. Ülkelerin 2014 yılı verileri analiz sonuçları.	49
5.4. Etkin olmayan karar verme birimleri için sonuçlar	53
5.5. Ülkelerin çıktı yönelimli CCR modelinde çıktıların gerçekleşen ve hedef değerleri.	55
5.6. Ülkelerin çıktı yönelimli CCR modelinde çıktıların gerçekleşen ve hedef değerleri.	56
5.7. Ülkelerin çıktı yönelimli CCR modelinde çıktıların gerçekleşen ve hedef değerleri.	57
5.8. Türkiye’ nin İrlanda’ yı referans alması ile ulaşılan çıktı değişkenlerinin değerleri.	59
5.9. Etkin ülkeler ve referanslar	61
5.10. Etkin Ülkelerin CRS çıktı yönelimli sünger etkinlik modeli analizi sonuçları	62
5.11. Ülkelerin çıktı yönelimli Pencere (Window) analizi sonuçları	64
5.12. 2012-2013 dönemi Malmquist TFV endeksi sonuçları	67
5.13. 2013-2014 dönemi Malmquist TFV endeksi sonuçları	69
5.14. 2012-2014 dönemi ortalama Malmquist TFV endeksi sonuçları	71

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklama

u_r	k. KVB Tarafından r. Çıktıya Verilen Ağırlık
v_i	k. KVB Tarafından r. Girdiye Verilen Ağırlık
Y_{rk}	k. KVB Tarafından Üretilen r. Çıktı
X_{ik}	k. KVB Tarafından Kullanılan r. Girdi
Y_{rj}	j. KVB Tarafından Üretilen r. Çıktı
X_{ij}	j. KVB Tarafından Kullanılan r. Girdi
ε	Çok Küçük Pozitif Bir Sayı
α	Büzülme Katsayısı
λ_j	j. KVB' nin Aldığı Yoğunluk Değeri
S_i^-	k. KVB' nin i. Girdisine Ait Atıl Değer
S_r^+	k. KVB' nin r. Çıktısına Ait Atıl Değer
μ_0	Ölçeğe Göre Getirinin Yönüyle İlgili Değişken
β	Genişleme Katsayısı
i	Alternatifler (Karar Verme Birimlerinin Sayısı)
j	Kriterler – Amaçlar
x_n^t	Girdi Vektörü
y_n^t	Çıktı Vektörü
X_{kw}	Girdi Matrisi
Y_{kw}	Çıktı Matrisi
n	Girdi Değişkenleri + Çıktı Değişkenleri

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BCC	Banker, Charnes ve Cooper
CCR	Charnes, Cooper ve Rhoes
CO ₂	Karbon dioksit
CRS	Ölçeğe Göre Sabit Getiri
DEAP	Data Envelopment Analysis Program
ED	Etkinlik Değişimi
EMS	Efficiency Measurement System
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
KVB	Karar Verme Birimi
MAX	Maksimum
MIN	Minimum
MTFV	Malmquist Toplam Faktör Verimliliği
NO _x	Nitrojen oksit
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
ÖED	Ölçek Etkinliği Değişimi
SO _x	Sülfür oksit
SO ₂	Sülfür dioksit
STED	Saf Teknik Etkinlik Değişimi
TD	Teknolojik Değişim
TFV	Toplam Faktör Verimliliği
TFVD	Toplam Faktör Verimliliği Değişimi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)**Kısaltmalar****Açıklama**

VRS

Ölçeğe Göre Değişken Getiri

VZA

Veri Zarflama Analizi



1. GİRİŞ VE AMAÇ

İnsanlığın toplumsal gelişim süreci; ilkel toplum, tarım toplumu, sanayi toplumu ve devamında bilgi toplumu olarak gelişme göstermiştir (Savaş, 2012). Bu gelişme süreci üretim toplumundan tüketim toplumuna dönüşümü beraberinde getirmiştir. Tüketim toplumu, artan nüfusla birleşince doğal kaynakların aşırı tüketimi ve çevrenin zarar görmesi ile karşı karşıya kalınmıştır.

Çevrenin zarar görmesi ve beraberinde hızlı sanayileşme, sanayi atıklarının çevre üzerinde artan olumsuz etkileri, insan ve çevre sağlığını tehdit edici boyutlara ulaşmıştır. Küresel ısınma, kuraklık, iklim değişikliği, içme suyu kaynaklarının azalması, hava kirliliği gibi sorunlar ciddi boyutlara ulaşmış ve tüm insanlığı tehdit edici bir hal almıştır. Çevre sorunlarındaki bu ciddi artış, çevre ile ilgili tedbirlerin hemen alınması ve çevre koruma çalışmalarının başlatılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Bu çalışmanın amacı, OECD ülkelerinin çevre performanslarını analiz etmek, Türkiye'nin bu ülkeler arasındaki konumunu belirlemek ve mevcut durumuna göre performansını iyileştirmek için önerilerde bulunmaktır. Analizde birden çok çıktı ve girdi değişkenine yer verildiğinden dolayı performans etkinliklerinin belirlenmesinde, son dönemlerde üzerinde yoğun bir şekilde durulan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılmıştır. Bu kapsamda çalışma beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde; konuya kısa bir giriş yapılmış, çalışmanın amacı ve bölümleri açıklanmıştır. İkinci bölümde; VZA' ya giriş yapılmış, VZA ile ilgili temel kavramlara, VZA' nın uygulama adımlarına, temel VZA modellerine ve VZA' nın avantaj ve dezavantajlarına değinilmiştir. VZA kullanılarak zaman serileri analizi için Pencere (Window) Analizi ve zaman içerisindeki etkinlik değişimi için Malmquist TFVE' den bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde; literatürde çevresel performans ölçümünde VZA uygulamalarına yer verilmiştir. Dördüncü bölümde; OECD ülkelerinin çevre performansını değerlendirmek için kullanılan VZA uygulamasına yer verilmiştir. Son bölümde ise verilere dayalı olarak elde edilen sonuçlar yorumlanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

2. ÇEVRE KAVRAMI

İnsanların ve diğer canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde bulundukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortama çevre denir. Sağlıklı bir yaşamın sürdürülebilmesi ise ancak sağlıklı bir çevre ile mümkündür.

Çevrenin bozulması ve çevre sorunlarının ortaya çıkması genellikle insan kaynaklı etkenlerin doğal dengeleri bozması ile başlamıştır. İnsanın çevresiyle oluşturduğu doğal dengeyi meydana getiren zincirde meydana gelen kopmalar, zincirin tümünü etkileyerek dengenin bozulmasına sebep olmakta ve çevre sorunlarını oluşturmaktadır.

İnsanların çevre açısından karşılaştığı başlıca problemleri hava, su ve toprakların her geçen gün artan oranlarda kirlenmesi ve önemli bir kısmının kullanılamaz hale gelmesi, sanayi bölgelerinin yarattığı çevre kirliliği, küresel ısınma ve doğal kaynakların hızla tükenmesi olarak sıralamak mümkündür.

Çevre kirliliğine sebep olan etmenlerden bazıları şunlardır:

Nitrojen oksitler (NO_x) her türlü yanma prosesi sonucu oluşmaktadır. NO_x ' leri insan kaynaklı ve doğal kaynaklı olarak 2' ye ayırmak mümkündür. İnsana bağlı kaynaklar, taşıtlar, yakma tesisleri, ısınma amacı ile kullanılan fosil kökenli yakıtların yanması, enerji üretimi, azotlu gübrelerin kullanımı ve tarımda kullanılan araçlar, biyo-kütle yanması ve endüstriyel proseslerdir. Doğal kaynaklar ise topraktaki organik çürümeler ile mikrobiyolojik işlemler, orman yangınları ve yıldırımdır. Bu gazlar çevreyi ve insan sağlığını ciddi ölçüde etkilemektedir.

Çoğunlukla fosil yakıtların yanması sonucunda meydana gelen hava kirletici emisyonlardan sülfür oksit (SO_x) ise çeşitli kaynaklardan yayınlanarak atmosfere karışmaktadır. Bu emisyonların önemli bir bölümü elektrik üretmek amacıyla çok büyük miktarlarda kömürlü katı ve sıvı yakıtlar yakan termik santrallerden meydana gelmektedir.

Karbondioksit (CO₂) emisyonları ise esas olarak fosil yakıt kullanan elektrik üretimi, endüstriyel, yerleşim ve taşıma sektörü kaynaklıdır. Ancak atmosfere karışan CO₂'nin yaklaşık %80–85'i fosil yakıtların (petrol ve türevleri, kömürlerin ve doğal gazın) kullanılması sonucunda oluşmaktadır. Sanayi devrimi ile birlikte fosil yakıtların kullanımının ciddi bir şekilde artması atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun hızlı bir şekilde artmasına sebep olmuştur.

Sera gazı emisyonları ile ilişkili olan iklim değişikliği insanlığın karşılaştığı en büyük çevre sorunudur. Sera gazları arasında en çok salımı yapılan ve küresel ısınma ile iklim değişikliğine sebep olan CO₂ emisyonunun ise çok büyük bir bölümü fosil yakıtların yanmasından kaynaklanmaktadır. Gelişen sanayi, elektrik üretim sistemleri ve insani faaliyetler CO₂ emisyonunun doğa da birikmesine ve havanın ısınmasına sebep olmuştur.

Çevre kirliliği birçok sebepten kaynaklanmaktadır. Bunların en başındaki sebeplerden biri ise enerjidir. Enerji, pek çok farklı kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlar yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemez enerji kaynakları olarak gruplandırılabilir.

Dünyanın toplam enerji gereksiniminin önemli bir bölümü kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil yakıtlardan karşılanır. Tüm enerji kaynaklarının çevre üzerinde az veya çok olumsuz etkileri vardır. Ancak yenilenemez enerji kaynaklarından fosil yakıtlar, çevre açısından ciddi boyutta sorunlar yaratan kaynaklardır.

Çevre kirliliğini artıran bir başka etkendir gelirdir. Gelir azaldıkça gelişmemiş ülkelerde ısınma amaçlı kullanılan yakıtların kaliteleri düşmekte bu durumda çevre kirliliğini tetiklemektedir. Kişilerin ya da ülkelerin gelir seviyesi arttıkça çevreye karşı daha duyarlı ürünler üretilmekte ve tüketilmektedir.

Kişi başına düşen milli gelir ile çevre kirliliği arasındaki ilişki Çevresel Kuznet Eğrisi ile ifade edilmektedir. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezine göre, ekonomik büyümenin ilk yıllarında çevresel kirlilik artarken, büyümenin ilerleyen safhalarında kirlilik azalmaktadır. Hipoteze göre, gelişmekte olan ülkelerde genellikle tarıma dayalı üretim yapıldığından çevresel kirlenme görülmemekte olup ekonomik büyümenin ve sanayileşmenin başladığı ilk aşamalarda, üretim ve geliri artırmak öncelikli hedef

olduğundan bu aşamada doğal kaynakların hızla tüketilmesi ve temiz olmayan teknolojilerin kullanılması, üretim artışıyla birlikte çevre kirliliğini de artıracaktır. Ancak belli bir gelir seviyesine ulaşılmasıyla, insanların bilinçlenmesi ve çevresel kuruluşların faaliyetleri, temiz bir çevreye olan talebi artıracak ve böylece temiz teknoloji kullanımı yaygınlaşacaktır.

Çevre kirliliğine sebep olan bir diğer konu ise atıklardır. Atıkların çevreye kontrolsüzce verilmesi küresel ısınma ile birlikte çevre ve insan sağlığı sorunlarına yol açmakta ve önemli bir ekonomik kaybı da beraberinde getirmektedir. Atıktan enerji üretilmesi ise bu sorunların çözümüne katkı sağlamak açısından son derece önemlidir. Böylece artan sera gazları salımının azaltılması da sağlanabilecektir.

Artan atıkların oluşturduğu çevresel problemler, azalan primal enerji kaynakları ve artan enerji talebi problemi tüm Dünya' nın karşı karşıya olduğu önemli sorunlardır. Atıkların değerlendirilerek yenilenebilir enerji ve endüstriyel kimyasallara dönüştürülmesi; enerji ve kimyasal madde eldesi bakımından dışa bağımlılığı azaltmanın yanında önemli çevresel ve ekonomik kazanımlar da sağlayacaktır.

Artan çevre kirliliğinin önüne geçmek için yapılabilecek en önemli hamlenin CO₂ emisyonunu azaltmak üzere enerji verimliliğini artırmak, enerji tüketimini düşürmek, enerjinin daha az kullanımını sağlayacak teknolojik değişiklikler yapmak, yakıt karmasında değişime giderek yüksek karbon içeriği olan kömür yerine düşük karbon salınımına sahip doğalgaz gibi yakıtlara yönelmek ya da fosil yakıtlardan hidro ve nükleer enerji gibi fosil olmayan yakıtlara yönelmek olduğunu söyleyebiliriz.

Çevre kirliliğinin önlenmesinde çevre vergileri de önemli bir yere sahiptir. Çevre vergilerinin amacı, mal ve hizmetlerin maliyetini artırarak üretici ve tüketicileri çevreye zararlı olmayan faaliyetlere yönlendirmektir. Bunun olabilmesi için çevre sorunlarına yol açan ürünler için yüksek fiyatlar yaratılmakta ve böylece kişilerin davranışları yönlendirilerek üretim ve tüketim tercihlerinin değişmesi beklenmektedir. Bu anlamda çevreyi korumak için bireyin çevre tüketiminin maliyetine parasal olarak katkı sağlaması ancak çevresel vergiler ile sağlanabilmektedir. Çevre kirliliğini oluşturan ya da bu ürünü

reten firmaya maliyet oluşturarak üretim azaltılması şeklinde tanımlanan politika tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır.



3. TEORİK BİLGİ

3.1. Veri Zarflama Analizine Giriş

Bir matematiksel programlama modeli olan VZA, parametrik olmayan bir yöntem olup karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini değerlendirmeyi hedefleyen bir kesirli programlama modelidir. Özellikle birden fazla girdi ya da çıktının, ağırlıklı bir girdi ya da çıktı setine dönüştürülemediği durumlarda VZA etkin bir yaklaşım olarak kabul görmüştür (Ulucan, 2002). VZA, gözlenen KVB' lerin girdi ve çıktı miktarlarına göre en iyi bir üretim sınırı belirler. Daha sonra ise herhangi bir KVB' nin etkinliğini, belirlenen etkinlik sınırının altında ya da üstünde olmasına bağlı olarak diğer KVB' lere göre göreceli etkinliğini ölçen güçlü bir metodolojidir.

VZA ilk olarak Charnes vd., (1978) tarafından Amerika Birleşik Devletleri'ndeki devlet okullarının etkinliklerini ölçmede kullanılmıştır. Daha sonra, bilgisayar programlarının geliştirilmesi ile modellerin çözümü kolaylaşmış üniversitelerin, hastanelerin, bankaların, imalat sektörü kuruluşlarının etkinliklerinin değerlendirilmesinde, ülkelerin ve bölgelerin kaynak kullanım etkinliklerinin karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılır hale gelmiştir (Kurtlar ve Babacan, 2008). Bu alanlara ek olarak çevre konusunun öneminin artması ile de çevresel performans değerlendirmelerinde VZA kullanımı artmıştır.

VZA kullanılarak yapılan çevresel performans değerlendirmelerini, diğer metotlarla yapılanlara üstünlüğü kullanılan kaynaklar ve emisyonların ağırlıkları ile ilgili olarak subjektif yorum yapmayı gerektirmemesidir. Çünkü bu metotta, ağırlıklar modelin kendisi tarafından objektif olarak belirlenmektedir.

Çevresel performans değerlendirmesi yapılırken önemli bir nokta girdi ve çıktıların örgütün amaçları ile doğru orantılı olmalarıdır. VZA ile etkinlik analizi yapılırken değişken kümesi sadece girdi ve çıktılarından oluşmakta iken, çevresel performans değerlendirmesi yapılırken girdiler ve iki grup çıktı değişkeni vardır. Üretim sürecinde girdilerin kullanılması sonucunda “elde edilmesi amaçlanan” çıktılar, istenen çıktılar; çevreyi

kirleten çıktılar (havaya, suya ve toprağa salınan atıklar, emisyonlar vb.) ise istenmeyen çıktı olarak adlandırılmaktadır (Akıncı vd., 2008).

3.2. VZA' nın Temel Kavramları

3.2.1. Girdi ve çıktı

Karar verme birimlerinin etkinliğinin ölçülebilmesi için bu birimlere ait girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu noktada karar verme birimlerinin hedeflerine ulaşmak için kullandıkları kaynaklar girdiyi, bu kaynakların kullanılması sonucu üretilmek istenen ürün ve hizmet ise çıktıyı oluşturmaktadır.

3.2.2. Karar verme birimi

Aynı tür girdilerin kullanılarak aynı tür çıktıların üretildiği süreçlerde göreceli etkinliği incelemek istenen birimlere karar verme birimi (KVB) denir. Ülkeler, üniversiteler, şirketler, okullar, hastaneler karar verme birimine örnek olarak verilebilir.

3.2.3. Verimlilik

Verimlilik, bir mal ya da hizmete karşılık gelen çıktının bu mal ve hizmeti üretmekte kullandığı kaynak olan girdiye oranını ifade etmektedir. Bu oran en basit haliyle aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}} \quad (3.1)$$

Tek girdi ve tek çıktı olması halinde kolay hesaplanan bu oran, birden çok çıktı ve girdi olması halinde toplam faktör verimliliği kullanılarak tek bir endeks haline getirilmelidir. Çıktıların toplamının girdilerin toplamına oranlanmasına toplam faktör verimliliği denir. Bu durumda verimlilik aşağıdaki formül ile ifade edilir.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktıların Ağırlıklı Toplamı}}{\text{Girdilerin Ağırlıklı Toplamı}} \quad (3.2)$$

3.2.4. Etkinlik

Etkinlik, belirlenen amaçlara ulaşmak için gerçekleştirilen faaliyetler ile bu amaçlara ulaşma derecesini ifade eden bir performans göstergesidir. Esas olarak girdilerle ilgili bir kavram olup mevcut girdilerle ne derecede etkin bir üretim yapıldığını ölçmektedir. Etkinlik değeri aşağıdaki formül ile ifade edilir.

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{Gerçekleşen Çıktı}}{\text{Gerçek Kapasite}} \quad (3.3)$$

Etkinlik ölçme yöntemleri 3 ' e ayrılmaktadır. Bu yöntemler oran analizi, parametrelili yöntemler ve parametresiz yöntemlerdir.

Oran analizi tek bir girdi ve tek bir çıktının olduğu durumlarda kullanılan performans ölçüm yöntemlerinden biri olup birden fazla girdi ve çıktı olması durumunda yetersiz kalmaktadır. Oran analizinde var olan değerler birbiri ile oranlanarak durum tespiti yapılmaktadır. Bu nedenle de performans iyileştirmelerinde bu yöntem kullanılamaz. Ancak tek girdi ve tek çıktının olduğu durumlarda oldukça kullanışlı bir yöntemdir.

Parametrik yöntemler, oran analizine göre daha detaylı yöntemlerdir. Bu yöntemlerde bir üretim fonksiyonu temel alınarak fonksiyondaki parametreler tahmin edilmeye çalışılır. Ağırlıklı olarak regresyon analizinin kullanıldığı yöntemin regresyondan kaynaklı birtakım dezavantajları bulunmaktadır. Bu dezavantajlardan birincisi, eşitlik denkleminde dayanan bir fonksiyon olması sebebiyle birden fazla bağımsız değişkene karşılık bir bağımlı değişken analiz edilmektedir. İkinci dezavantajı, en iyi performansa göre analiz yerine ortalama performansa göre bir analiz yapmaktadır. Üçüncü dezavantajı ise regresyon analizinde girdi ve çıktılarına sabit katsayılar atanması ve farklı amaç kombinasyonlarına imkan vermemesidir.

Parametrik olmayan yöntemler, parametrik yöntemlere alternatif olup daha esnektir. Doğrusal programlama tabanlı olan bu yöntem diğer yöntemlerin aksine çok sayıda girdi ve çıktının varlığında performans ölçümü için uygun bir yapıya sahiptir. Ancak bu yöntemin dezavantajı ise veri tabanına karşı son derece duyarlı olmasıdır. Bu nedenle girdi ve çıktı verileri üretim dönüşümünü en iyi şekilde ifade etmelidir. Aksi takdirde yanlış ölçüm sonuçlarına ulaşılabilir. Parametrik olmayan yöntemlerde girdi ve çıktı değişkenlerinin farklı birimlerde olması etkinlik ölçümü için engel oluşturmamaktadır. Bu durum ölçümü yapılan birimin farklı boyutlarının aynı anda ölçülmesine imkan sağlamaktadır. Parametrik olmayan yöntemler arasında en yaygın kullanılan analiz yöntemi VZA' dır.

3.2.4.1. Tek girdi ve tek çıktı durumunda etkinlik

Bu durumu bir örnek ile açıklayacak olursak, 8 adet mağazamız olduğunu düşünelim ve bu mağazaların isimleri A, B, C, D, E, F, G ve H olsun.

Çizelge 3.1. Tek girdi ve tek çıktı durumu veri seti (Cooper vd., 2007)

Mağaza	Tip	A	B	C	D	E	F	G	H
Çalışan	Girdi	2	3	3	4	5	5	6	8
Satış	Çıktı	1	3	2	3	4	2	3	5
Satış/ Çalışan		0,5	1	0,667	0,75	0,8	0,4	0,5	0,625
Görelî Etkinlik		0,5	1	0,667	0,75	0,8	0,4	0,5	0,625

Çizelge 3.1' de ilk satır girdi değişkeni olan çalışan sayısını, ikinci satır çıktı değişkeni olan satış sayısı ve son satır ise çalışan başına düşen satış miktarını göstermektedir. Yukarıda da bahsettiğimiz gibi çıktı/ girdi oranı verimliliği vermektedir. Ancak bu oran aynı zamanda etkinliği de vermektedir. Son satıra baktığımızda en yüksek etkinlik değerine sahip karar birimi B mağazası iken etkinlik düzeyi en düşük olan karar biriminin ise F mağazası olduğunu görmekteyiz. Çizelge 3.1' i, bir grafik ile ifade edecek olursak çalışanlar x eksenini, satışlar ise y eksenini ifade etmektedir.

$$\text{Hedeflenen Girdi} = \text{Kullanılan Girdi} * (\text{Görelî Etkinlik} / 100) \quad (3.4)$$

C mağazası için;

$$\text{Hedeflenen Girdi} = 3 * 0.667 = 2.001$$

Bu durumda eğer C mağazası girdi olarak 2 çalışan kullanırsa ve 2 birim satış yaparsa B mağazası kadar etkinliğe sahip olur. Etkin olmayan mağazalar için girdi hedefi kullanılan girdiden daha az olur. Kullanılan girdi ve hedeflenen girdi arasındaki farka “girdi fazlalığı/eksikliği” denir (Aydemir, 2002).

$$\text{Girdi Fazlalığı/ Azlığı} = \text{Kullanılan (Gerçekleşen) Girdi} - \text{Hedeflenen Girdi} \quad (3.5)$$

$$\text{Girdi Fazlalığı} = 3 - 2.001 = 0.999$$

Girdi fazlalığı aynı zamanda yüzdeler olarak da ifade edilebilir.

$$\text{Girdi Fazlalığı Yüzdesi} = (\text{Girdi Fazlalığı} / \text{Gerçekleşen Girdi}) * 100 \quad (3.6)$$

C mağazası için;

$$\text{Girdi Fazlası Yüzdesi} = (0.999 / 3) * 100 = 33.3$$

Böylece C mağazası B mağazası kadar etkin olmak için aynı çıktıyı %33,3 daha az girdiyle üretmelidir.

Diğer mağazalar için girdi hedefleri ve fazlalıkları benzer şekilde hesaplanabilir. Aynı şekilde hedeflenen çıktılar ve çıktı fazlalıkları da hesaplanabilir.

$$\text{Hedeflenen Çıktı} = (\text{Gerçekleşen}) \text{Kullanılan Çıktı} / (\text{Görelî Etkinlik}/100) \quad (3.7)$$

$$\text{Çıktı Fazlalığı/ Azlığı} = \text{Hedeflenen Çıktı} - (\text{Gerçekleşen}) \text{Kullanılan Çıktı} \quad (3.8)$$

$$\text{Çıktı Fazlalığı/Azlığı Yüzdesi} = (\text{Çıktı Fazlalığı} / (\text{Gerçekleşen}) \text{Kullanılan Çıktı}) * 10 \quad (3.9)$$

C mağazası için;

$$\text{Hedeflenen Çıktı} = 2/0.667 = 2.999 \text{ br satış}$$

$$\text{Çıktı Azlığı} = 2.999 - 2 = 0.999$$

$$\text{Çıktı Azlığı Yüzdesi} = (0,999/2) * 100 = 49,95$$

C mağazası çıktısını 0,999 birim kadar veya %49,95 oranında arttırmalıdır. Böylece C mağazası aynı girdiyi kullanarak B mağazası ile aynı etkinliğe ulaşacaktır.

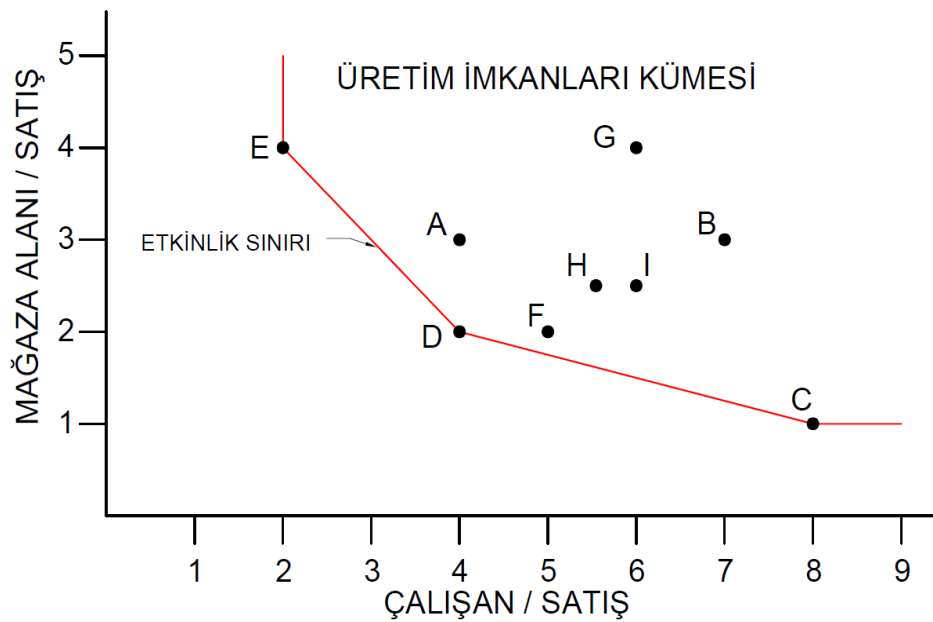
3.2.4.2. İki girdi ve tek çıktı durumunda etkinlik

İki girdi ve tek çıktı olması durumunu örnekleyecek olursak 9 adet mağazamız olsun.

Çizelge 3.2. İki girdi ve tek çıktı durumu veri seti (Cooper vd., 2007)

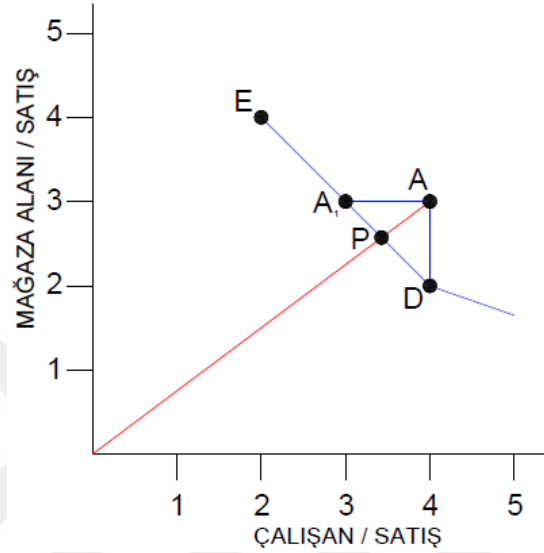
Mağaza	Tip	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Çalışan(x10)	Girdi1	4	7	8	4	2	5	6	5,5	6
Mağaza Alanı (1000m ²)	Girdi2	3	3	1	2	4	2	4	2,5	2,5
Satış (100.000\$)	Çıktı	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Girdi olarak çalışan sayısı ve mağaza alanı, çıktı olarak satış değişkenleri seçilmiştir. Çıktıların hepsi sabit getiri varsayımı altında 1 olarak alınmıştır. Şekil 3.2’ de görüldüğü gibi x eksenini çalışan/ satış, y eksenini ise mağaza alanı/ satışı temsil etmektedir.



Şekil 3.2. İki girdi ve tek çıktı durumunda etkinlik sınırı grafiksel gösterimi

Her karar birimi eşit miktarda çıktı üretmektedir. Bu noktada en az girdi kullanan karar birimi en etkin KVB olacaktır. Şekil 3.2’ den karar biriminin orijine ne kadar yakın olursa etkinliği de o kadar yüksek olacağını görmekteyiz. Örneğin A karar verme birimi etkin değildir. Çünkü 0’ dan A’ ya çizdiğimiz doğru üretim imkânları kümesini P noktasında kesmektedir.



Şekil 3.3. Etkinlik durumu grafiksel gösterimi

Burada P noktası etkinlik sınırı üzerinde olduğundan dolayı etkin bir KVB olacaktır. Ancak A noktası üretim sınırı dışında olduğundan dolayı etkin değildir. P noktası, E ve D noktalarının kombinasyonudur. Dolayısıyla bu durumda E ve D noktaları A noktasının referans kümesidir. Burada A karar verme biriminin etkin ve verimli olabilmesi kendisini D’ ye yaklaştırması yani çalışan sayısını ve satış miktarını sabit kalmak koşulu ile mağaza alanının azaltılmasıyla mümkün olabilir.

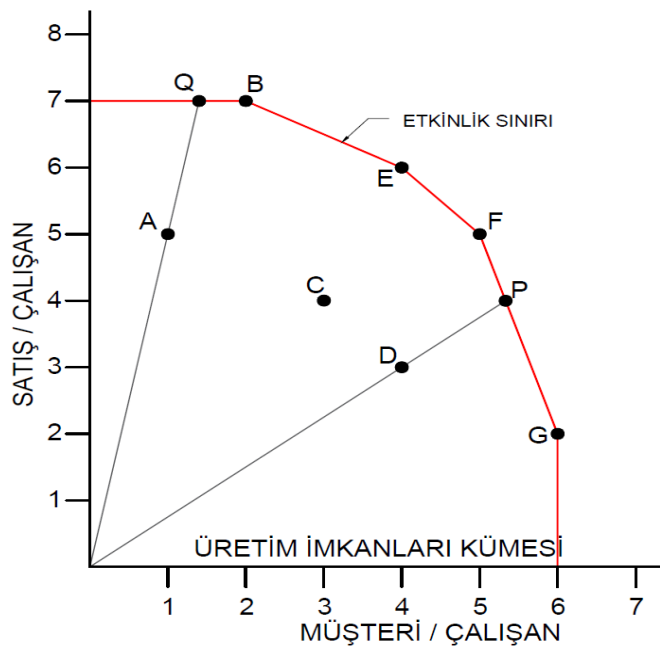
3.2.4.3. Tek girdi ve iki çıktı durumunda etkinlik

Tek girdi ve iki çıktı olması durumunda veri seti çizelge 1.4’ teki gibi olsun.

Çizelge 3.3. İki girdi ve tek çıktı durumu veri seti (Cooper vd., 2007)

Mağaza	Tip	A	B	C	D	E	F	G
Çalışan	Girdi	1	1	1	1	1	1	1
Müşteri (x10)	Çıktı1	1	2	3	4	4	5	6
Satış (100.000\$)	Çıktı2	5	7	4	3	6	5	2

“Satış / Çalışan” y eksenine ve “Müşteri/Çalışan / x eksenine yerleştirilerek Şekil 3.4’ teki üretim imkânları kümesi ve etkinlik sınırı elde edilir.



Şekil 3.4. Tek girdi ve iki çıktı durumunda etkinlik durumu grafiksel gösterimi

Burada A, C ve D mağazaları etkin olmayan mağazalardır. A, C ve D’ nin etkinliği etkinlik sınırı referans alınarak değerlendirildiğinde örneğin A mağazasının etkin olabilmesi için Q noktasına gelmesi gerekmektedir. A’ nin referans kümesi B’ dir. C mağazasının etkin olabilmesi için ise E ve F mağazalarını referans alması gerekmektedir. Benzer şekilde D mağazasının etkin olması ise F ve G mağazalarını referans alması ile mümkündür.

3.2.4.4. Çok girdi ve çok çıktı durumunda etkinlik

Çok girdi ve çok çıktı değişkeninin olduğu etkinlik ölçümünde VZA' nın temelini oluşturan lineer programlama modeli kullanılması gerektiğinden çalışmanın ilerleyen kısımlarında VZA detaylı olarak ele alınacaktır.

3.2.5. Performans

Amaca ulaşmak için planlanan herhangi bir etkinliğin nicel (miktar) ve nitel (kalite) değeri performans kavramını ifade etmektedir. Yani performans, herhangi bir karar verme biriminin amacına ne ölçüde ulaşabildiği ya da neyi gerçekleştirebildiğini göstermektedir.

3.3. VZA Uygulama Adımları

VZA uygulaması için gerekli olan adımlar aşağıdaki gibidir;

- Karar verme birimlerinin seçimi
- Girdi ve çıktıların seçimi
- Verilerin elde edilmesi
- Modelin seçimi
- Etkinlik değerlerinin hesaplanması
- Referans kümesinin belirlenmesi
- Etkin olmayan KVB' ler için stratejilerin belirlenmesi
- Sonuçların yorumlanması

3.3.1. Karar verme birimlerinin seçimi

VZA' da benzer girdiler kullanılarak benzer çıktıların üretildiği işletme, kurum, firma ya da şirket gibi homojen bir yapıya sahip olan ve etkinliği incelenen birimlere karar verme

birimi denir. KVB' lerin seçiminde sırasıyla iki faktör önemlidir. Birinci faktör KVB' lerin homojen birimler olması, ikinci faktör ise karar verme birimlerinin sayıdır.

Anlamli sonuçlar elde edilebilmesi açısından karar verme birimlerinin aynı amaca hizmet etmesi yani homojen birimler olması önemlidir. Ancak bu girdi ve çıktıların miktar veya büyüklük bakımından farklılık gösterebilir.

Analizde yeterli sayıda KVB' nin kullanılması anlamlı bir etkinlik sınırına ulaşmayı sağlamaktadır. KVB sayısının belirlenmesinde çeşitli görüşler ileri sürülmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır: Boussofiane, Dyson ve Thanassoulis' e (1991) göre, girdi sayısı m , çıktı sayısı da s ise en az $m+s+1$ tane karar birimi gereklidir. Ramanathan' a (2003) göre, KVB sayısı girdi ve çıktı sayısı toplamının en az 2 ya da 3 katı olmalıdır. Norman ve Stoker' e (1991) göre ise, kullanılacak girdi ve çıktı sayısına bağlı olmakla birlikte, KVB sayısı en az 20 olmalıdır.

VZA, her bir KVB' yi yalnızca en iyi KVB' lerle karşılaştırmaktadır. En iyi olarak belirlenen bu KVB' ler etkinlik sınırını oluştururken herhangi bir KVB' nin etkinliği bu sınıra göre ölçülmektedir.

3.3.2. Girdi ve çıktıların seçimi

VZA' da karar verme birimlerini karşılaştırmak ve etkinliğine karar vermek için kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerini belirlemek analizin doğru sonuçlar verebilmesi açısından önemlidir. Farklı girdi ve çıktı gruplarının kullanılması karar birimlerinin etkinlik değerinin değişmesine neden olmaktadır. Modelde önemli bir değişken atlanırsa bu değişkeni etkin olarak kullanan karar birimlerinin etkinlik değeri düşecektir. Bu sebeple analizde kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri büyük bir dikkat ve özenle seçilmelidir. Ayrıca modelde kullanılan girdi ve çıktı sayısının fazla olması analizin ayırım gücünü olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle çalışmanın amacına uygun şekilde girdi ve çıktı sayısına karar verilmelidir. Girdi ve çıktı sayısının artması halinde ise karar birimi sayısı da artırılmalıdır. Bir VZA modeli için seçilen girdi sayısı (m) ve çıktı sayısı (s) ise en az

$3*(m+s) + 1$ tane karar birimi araştırmanın güvenilirliği açısından gerekli bir kısıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Sherman'e (1984) göre karar birimi sayısı n =gözlem sayısı, m =girdi sayısı ve s =çıktı sayısı iken $n > m+s$ dir. Bu konudaki genel kabul ise karar birimi sayısının, girdi ve çıktı sayısının en az iki katı olması yönündedir.

3.3.3. Verilerin elde edilmesi

VZA' da analiz edilecek karar birimleri ve bu birimleri kıyaslamada kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri belirlendikten sonra sıra girdi ve çıktı olarak belirlenen verilerin elde edilmesine gelmektedir. Analiz aşamasında eksik veriye sahip KVB' ler çalışmadan çıkarılır. Ancak bu durum VZA' nın görece bir yöntem olması nedeniyle kalan karar birimlerini etkinliklerinin yanlış belirlenmesine sebep olabilir. Bu nedenle analiz aşamasında verilerine tam olarak ulaşılan ve amaca uygun girdi ve çıktı değişkenlerinin seçilmesine özen gösterilmelidir.

3.3.4. Modelin seçimi

VZA modeli, girdi yönlü ve çıktı yönlü olmak üzere ikiye ayrılır. Modelin seçimi girdi ya da çıktı değişkenlerinden hangisi kontrol edilmek isteniyorsa ona göre belirlenir. Model seçiminde girdiler kontrol edilemiyorsa çıktı yönlü, çıktılar kontrol edilemiyorsa girdi yönlü model seçilir. Girdi yönlü modelde amaç belirli düzeyde bir çıktıyı elde etmek için girdinin ne kadar azaltılabileceğini, çıktı yönlü modelde ise belirli düzeyde bir girdi kullanarak çıktının ne kadar artırılabilceğini araştırmaktır. Araştırmacı karar verme birimlerinin etkinlik durumunu incelerken etkinlik türü ve düzeyi ile ilgilenmiyorsa hangi modelin seçildiği önemli değildir. Model seçiminde bir diğer önemli husus ise KVB' lerin performansının ölçek ekonomisine bağlılığıdır. KVB' lerin etkinliği ölçek ekonomisine bağlı ise ölçeğe göre değişken getiri (Variable Return to Scale-VRS), değilse ölçeğe göre sabit getiri (Constant Return to Scale-CRS) varsayımı seçilir.

3.3.5. Etkinlik değerleri

Her bir KVB için seçilen VZA modeli çözülerek etkinlik değerleri, aylak değişken değerleri ve etkin olan KVB'lerden oluşan referans kümeye ulaşılır. Her KVB için etkinlik değeri 0 ile 1 arasında bir değer alır. Bunlardan etkinlik değeri 1 olan KVB'ler etkin olan KVB'lerdir. Diğer KVB'ler ise etkin olmayan KVB olarak belirlenir.

3.3.6. Referans kümesinin belirlenmesi

VZA analizinde karar verme birimleri etkin ve etkin olmayan karar birimi olarak belirlenir. Burada bir karşılaştırma söz konusundan etkin olmayan KVB'ler kendilerini etkin olan KVB'lere benzetmeye çalışır. Etkin olmayan KVB'lerin kendilerini benzetmeye çalıştığı etkin KVB'lerden oluşan bu küme referans küme olarak tanımlanır.

3.3.7. Etkin olmayan KVB'ler için stratejilerin belirlenmesi

VZA'da karşılaştırma gözlemlenen karar birimlerinin benzerliklerinden yola çıkar. Etkin olmayan KVB'ler etkin olabilmek için hedef belirlemelidir. Bu hedef ise genel olarak etkin olmayan KVB'nin referans kümesindeki etkin KVB'lerin ağırlıklı ortalamasıdır.

3.3.8. Sonuçların belirlenmesi

Girdi ve çıktı değişkenlerine bağlı olarak karar verme birimlerinin etkinlik değerleri hesaplanır. Etkinlik değeri 1 olan KVB'ler en iyi gözlem kümesini ve etkinlik sınırını temsil etmektedir. Etkin olmayan KVB'lerin etkinlik değerlerinin 1 değerinden sapmaları göreceli verimsizlik ölçüsünü vermektedir. Böylece etkinlik sınırının ait olduğu üretim süreci hakkında yorumlar yapılabilir. Etkin olmayanların hangi karar birimlerine göre etkin olmadıkları ve etkinliğe ulaşmak için girdi ve çıktı düzeyinde neler yapılması gerektiği sonuçları elde edilir.

3.4. VZA Modelleri

VZA, girdi ve çıktıya yönelik olmak üzere çift taraflı kullanılabilme özelliğine sahip bir yöntemdir. VZA’ da hem veri girdiyle en fazla çıktıyı elde etme hem de veri çıktıyı en az girdiyle elde etme yaklaşımlarına göre etkinlik ölçümü yapılabilmektedir. Bu yaklaşımlardan veri çıktıyı en az girdi kullanımıyla elde etme yaklaşımı, veri üretim miktarını azaltmaksızın üretimde kullanılan girdi miktarının oransal olarak ne kadar azaltılabileceğini belirlemeye yöneliktir. Veri girdi ile en fazla çıktıyı elde etme yaklaşımında ise veri girdi setini değiştirmeksizin üretim miktarının oransal olarak ne kadar artırılabilceği üzerinde durulmaktadır.

VZA, hem ölçeğe göre sabit getiri hem de değişken getiri varsayımı altında kullanılabilir. CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında toplam etkinliği ölçerken, BCC modeli ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında teknik etkinliği ölçmektedir. Toplam etkinlik= teknik etkinlik x ölçek etkinliği olduğundan dolayı ölçeğe göre sabit getiri olduğunda her iki ölçüm aynı sonucu vermektedir (Cingi ve Tarım, 2000).

Kullanım alanlarına ve varsayımlarına göre pek çok VZA modeli kurulabilir. Hangi modelin seçilebileceği ya da nasıl bir model kurulacağı girdi ve çıktıların kontrol edilip edilmediğine bağlıdır. Girdiler üzerinde kontrol azsa ya da yoksa çıktı yönelimli bir model, çıktılar üzerinde kontrol azsa ya da yoksa girdi yönelimli bir model kurulmalıdır. Eğer karar verici, karar noktalarını etkinlik durumuyla ilgileniyor ve etkinlik türünü önemsemiyorsa tüm modeller kullanılabilir. Ancak karar verici etkinlik türünü önemsemiyorsa toplamsal modeller kullanılmamalıdır. Çünkü bu modeller karma etkinliği vermekte ve etkinliklerin türlerine göre ayrışımını incelememektedir (Yolalan, 1993).

VZA’ da temel olarak iki yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler;

- Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Yöntemi
- Banker-Charnes-Cooper (BCC) Yöntemi

Benzer karar verme ünitelerinin göreceli etkinliğini ölçmeye yarayan çok faktörlü bir verimlilik ölçüm modeli olan VZA' da birden fazla girdi ve çıktı olması durumunda etkinlik skoru aşağıdaki şekilde olduğu gibi formüle edilmektedir (Cooper ve diğerleri, 2000).

$$\text{Etkinlik} = \frac{u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_n y_n}{v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_m x_m} \quad (3.10)$$

Formülde j karar noktası için n adet çıktı ve m adet girdi bulunmaktadır.

u_n : n. çıktının ağırlığı

y_n : n. çıktının miktarı

v_m : m. girdinin ağırlığı

x_m : m. girdinin miktarı

3.4.1. CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) yöntemi

VZA ile ilgili olarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes' un öne sürdüğü modeldir. Girdi ve çıktılarına ait bilinmeyen ağırlıklar doğrusal programlama kullanılarak belirlenmeye çalışılır. CCR, ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktadır. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında teknik etkinlik ve ölçek etkinliği aynı değerdir.

Yöntem, kamu kuruluşlarının teknik verimliliğini ölçmek ve karşılaştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Ayrıca bu yöntem, regresyon tekniğinin doğrudan uygulanamadığı çoklu girdi ve çoklu çıktılar içeren ve fiyatların belirsiz olduğu üretim ilişkilerinde, girdi ve çıktıların ağırlıklarını belirleyerek, etkinlik karşılaştırmaları yapılmasına olanak tanır. CCR modelleri, girdi yönelimli ve çıktı yönelimli olmak üzere ikiye ayrılır.

Girdi yönelimli CCR modelleri

Bu modelde amaç, belirli miktarda çıktı bileşimini üretmek için kullanılacak en uygun girdi bileşimini bulmaktır.

VZA' nın temelini oluşturan girdi yönelimli oransal CCR modeli aşağıdaki gibi formüle edilmiştir.

$$E_k = \max \frac{\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}}$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) / \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) \leq 1$$

$$u_r \geq \varepsilon \quad v_i \geq \varepsilon$$

$$j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, p \quad i = 1, \dots, m \quad (3.11)$$

Modelde;

u_r : k. karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık,

Y_{rk} : k. karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

v_i : k. karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık

X_{ik} : k. karar birimi tarafından kullanılan i. girdi,

Y_{rj} : j. karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

X_{ij} : j. karar birimi tarafından kullanılan i. girdi,

ε : çok küçük pozitif bir sayı (örneğin 0,0000001) olarak tanımlanmaktadır.

Modelin çözümü ile elde edilen değerler göreceli etkinlik değerleridir. Etkinlik değerinin 1'e eşit olması karar verme biriminin etkin olduğunu, 1'den küçük olması ise karar verme biriminin etkin olmadığını gösterir. Bu modelin doğrusal olmamasından kaynaklanan hesaplama zorluğundan kaynaklı olarak 1962 yılında Charnes ve Cooper tarafından doğrusal model önerilmiştir.

Doğrusal modelde amaç fonksiyonu kesirli olamayacağı için payda 1'e eşitlenir ve bu eşitlik modele kısıt olarak eklenir. Modelin formülasyonu aşağıdaki şekildedir.

$$\begin{aligned}
E_k &= \max \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) \\
(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}) &= 1 \\
\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) &\leq 0 \\
u_r &\geq \varepsilon \quad v_i \geq \varepsilon \\
j &= 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, p \quad i = 1, \dots, m
\end{aligned} \tag{3.12}$$

Bu modelde ise referans alınacak karar verme birimlerinin belirlenmesinin zor olması sebebiyle zarflama (dual) modeli önerilmiştir. Böylece karar verme birimlerinin girdi miktarlarındaki azlık ve çıktı miktarlarındaki fazlalık görülebilir. Ayrıca doğrusal modelin duali alınarak oluşturulan bu model ile referans kümeleri belirlemek daha kolay olmaktadır. Modelin formülasyonu ise aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
E_k &= \min \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+ \\
\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - \alpha X_{ik} &= 0 \\
\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_i^+ - Y_{rk} &= 0 \\
\lambda_j &\geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_r^+ \geq 0 \\
j &= 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, p \quad i = 1, \dots, m
\end{aligned} \tag{3.13}$$

Modeldeki;

α : Görelî etkinliği ölçülen k karar verme biriminin girdilerinin ne kadar azaltılabileceğini belirleyen büzölme katsayısı,

λ_j : j. karar verme biriminin aldığı yoğunluk değeri,

S_i^- : k. karar verme biriminin i. girdisine ait atıl değeri,

S_r^+ : k. karar verme biriminin r. çıktısına ait atıl değeri olarak tanımlanmaktadır.

Modelin çözümü ile elde edilen $E_k = 1$, $S^- = 0$ ve $S^+ = 0$ değerleri karar verme biriminin etkin olduğunu göstermektedir. $E_k < 1$, $S^- > 0$ ve $S^+ > 0$ ise karar verme birimi etkin değildir.

Çıktı yönelimli CCR modelleri

Çıktı yönelimli CCR modelleri ile belirli miktarda girdi ile en fazla ne kadar çıktı elde edilebileceği araştırılmaktadır. Bu model girdi yönelimli oransal CCR modelinin tersidir ve aşağıdaki gibi formüle edilmiştir.

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \frac{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}}{\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk}} \\
 \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) / \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) &\geq 1 \\
 u_r &\geq \varepsilon \quad v_i \geq \varepsilon \\
 j &= 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, p \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{3.14}$$

Modelin çözümü ile elde edilen değer 1'e eşit ise k karar verme birimi etkin, 1'den küçük ise k karar verme birimi etkin değildir.

Çıktı yönelimli oransal CCR modelin formülasyonu ise aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) \\
 \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) &= 1 \\
 \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) &\leq 0 \\
 u_r &\geq \varepsilon \quad v_i \geq \varepsilon \\
 j &= 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, p \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{3.15}$$

Çıktı yönelimli zarflama CCR modeli ise çıktı yönelimli doğrusal modelin duali alınarak elde edilmektedir. Bu modelle etkin olmayan karar verme birimlerinin hangi girdi ve çıktıları atıl bıraktığı bulunabilmektedir. Ayrıca etkin olmayan karar verme

birimlerinin etkin olabilmek için hangi karar verme birimini referans alması gerektiğini bulmak daha kolaydır. Model aşağıdaki gibi formüle edilmektedir.

$$\begin{aligned}
 E_k &= \max \beta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+ \\
 \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - X_{ik} &= 0 \quad i = 1, \dots, m \\
 \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_i^+ - \beta Y_{rk} &= 0 \\
 \lambda_j &\geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_r^+ \geq 0 \\
 j &= 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, p \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{3.16}$$

Modelde;

β : Göreli etkinliği ölçülen k karar biriminin çıktılarının ne kadar arttırılabileceğini belirleyen genişleme katsayısı,

λ_j : j . karar verme biriminin aldığı yoğunluk değeri,

S_i^- : k . karar verme biriminin i . girdisine ait atıl değer,

S_r^+ : k . karar verme biriminin r . çıktısına ait atıl değer olarak tanımlanmaktadır.

Modelin çözümü ile elde edilen değerler $E_k = 1$, $S^- = 0$ ve $S^+ = 0$ ise karar verme birimi etkin, $E_k < 1$, $S^- > 0$ ve $S^+ > 0$ ise karar birimi etkin değildir.

3.4.2. BCC (Banker-Charnes-Cooper) yöntemi

Banker, Charnes ve Cooper (BCC) tarafından 1984' de geliştirilen model ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanmaktadır. BCC modelinde CCR modelinden farklı olarak ağırlıklar toplamı 1 olan bir kısıt eklenerek etkinlik değeri hesaplanmaktadır.

BCC modeli, CCR modelinde olduğu gibi girdi yönlü ve çıktı yönlü BCC modeli olmak üzere 2' ye ayrılır.

Girdi yönelimli BCC modelleri

Girdi yönelimli BCC modelleri, elde edilmek istenen çıktı bileşeni için kullanılacak girdi bileşeninin ne olması gerektiğini gösteren modellerdir. Bu modelin formülasyonu aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 E_k &= \max \frac{\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} - \mu_0}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \\
 \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} - \mu_0 \right) / \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) &\leq 1 \\
 u_r &\geq \varepsilon \quad v_i \geq \varepsilon \\
 j &= 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, p \quad i = 1, \dots, m \quad \mu_0: \text{serbest} \quad (3.17)
 \end{aligned}$$

Modelin çözümü ile elde edilen amaç fonksiyonunun değeri 1 ise karar verme birimi etkin, 1' den küçük ise karar verme birimi etkin değildir.

Girdi yönelimli oransal BCC modelinin doğrusal programlamaya dönüştürülmesi sonucu elde edilen modelin formülasyonu aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 E_k &= \max \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) - \mu_0 \\
 \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) &= 1 \\
 \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) - \mu_0 &\leq 0 \\
 u_r &\geq \varepsilon \quad v_i \geq \varepsilon \\
 j &= 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, p \quad i = 1, \dots, m \quad \mu_0: \text{serbest} \quad (3.18)
 \end{aligned}$$

Model çözüldüğünde amaç fonksiyonu değeri 1 ise karar verme birimi etkin, 1' den küçük ise karar verme birimi etkin değildir.

Girdi yönelimli doğrusal modelin duali alınarak elde edilen girdi yönelimli zarflama BCC modeli formülasyonu ise aşağıda gösterildiği gibidir.

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+ \\
 \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - \alpha X_{ik} &= 0 \quad i = 1, \dots, m \\
 \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_r^+ - Y_{rk} &= 0 \quad r = 1, \dots, p \\
 \sum_{j=1}^m \lambda_j &= 1 \\
 \lambda_j &\geq 0 \quad j = 1, \dots, n \\
 S_i^- &\geq 0 \quad i = 1, \dots, m \\
 S_r^+ &\geq 0 \quad r = 1, \dots, p
 \end{aligned} \tag{3.19}$$

Dual modele $\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1$ dışbükeylik kısıtı eklenerek görelî etkinlik daha esnek bir hale getirilmiştir.

Modelin çözümü ile elde edilen $E_k = 1$, $S^- = 0$ ve $S^+ = 0$ değerleri karar verme biriminin etkin olduğunu gösterir. $E_k < 1$, $S^- > 0$ ve $S^+ > 0$ ise söz konusu KVB etkin değildir.

Çıktı yönelimli BCC modelleri

Bu modeli ile belirli girdi bileşimiyle en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini bulmak amaçlanmaktadır. Modelin formülasyonu aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \frac{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} - \mu_0}{\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk}} \\
 \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - \mu_0 \right) / \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) &\geq 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& u_r \geq \varepsilon \quad v_i \geq \varepsilon \\
& j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, p \quad i = 1, \dots, m \quad \mu_0: \text{serbest} \quad (3.20)
\end{aligned}$$

Modelin çözümü ile amaç fonksiyonu değeri 1 ise karar verme birimi etkin, 1' den küçükse karar verme birimi etkin değildir.

Çıktı yönelimli doğrusal BCC modeli aşağıdaki gibi formüle edilmiştir.

$$\begin{aligned}
E_k &= \min \left(\sum_{r=1}^m v_i X_{ik} \right) - \mu_0 \\
\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) &= 1 \\
\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) + \mu_0 &\leq 0 \\
u_r &\geq \varepsilon \quad v_i \geq \varepsilon \\
j &= 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, p \quad i = 1, \dots, m \quad (3.21)
\end{aligned}$$

Modelin çözümü ile amaç fonksiyonu değeri 1 olarak bulunuyorsa o karar verme birimi etkin, 1'den küçük bulunuyorsa o karar verme birimi etkin değildir.

Çıktı yönelimli zarflama BCC modeli ise çıktı yönelimli doğrusal modelin duali alınarak elde edilir ve formülasyonu aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
E_k &= \max \beta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+ \\
\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - X_{ik} &= 0 \\
\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_r^+ - \beta Y_{rk} &= 0
\end{aligned}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_r^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m \quad r = 1, \dots, p \quad (3.22)$$

Modelin çözümü ile elde edilen $E_k = 1$, $S^- = 0$ ve $S^+ = 0$ değerleri karar verme biriminin etkin olduğunu gösterir. $E_k < 1$, $S^- > 0$ ve $S^+ > 0$ ise karar birimi etkin değildir.

3.5. İstenmeyen Değişken

Dyckhoff ve Allen (2001), VZA bağlamında istenmeyen çıktıları modellemek için üç temel yaklaşımı karakterize etmektedir. Birinci yaklaşımda VZA çıktısı olarak istenmeyen çıktılar $f(y) = 1/y$ olarak modellenir. Bu yaklaşım, Lovell ve diğerleri (1995) tarafından uygulanmıştır ve “karşılıklı çarpımsal” olarak adlandırılmıştır. (Golany ve Roll, 1989; Scheel, 2001).

İkinci yaklaşım (Rheinhard vd., 1999) çok ölçütlü bir yaklaşım olarak VZA' da istenmeyen çıktı, girdi olarak modellenmiştir. Scheel (2001) tarafından belirtildiği gibi istenmeyen çıktı, girdi olarak düşünülerek dönüştürülür. Dönüşümün kullanılmasıyla arzulanan istenmeyen çıktılar $f(U) = -U$ şekline dönüşür. Bu dönüşüm hem CCR hem de BCC modelleri için gerçekleştirilebilir.

Üçüncü yaklaşım ise her bir KVB' nin pozitif olması için, $(f(y) = -y + \beta_i)$ yeterince büyük olan pozitif skaler β_i ' nin arzulanmayan çıktıya eklenmesi ile dönüşüm çevirisine dayanır (Ali ve Seiford, 1990). Bu yaklaşım yalnızca BCC yönlü VZA modelleri için geçerlidir (Banker vd., 1984).

Fare ve arkadaşları (1996) ve Fare ve Grosskopf (2001), zayıf atılabilirlik hipotezi olan istenmeyen çıktıların modellenmesi için yeni bir özellik önererek çevresel performansı, biri istenen çıktıyı hariç tutan ve diğeri dahil eden iki uzaklık fonksiyonu ile ölçmüştür. Ancak Dyckhoff ve Allen (2001), yaklaşımın yalnızca karar vericilerin,

istenmeyen çıktılar ile bazı girdiler ve çıktılar arasındaki teknik ilişkiden emin olduklarında kullanılmasının gerektiğini vurgulamıştır.

VZA' da her zaman amaç, çıktı yönlü modellerde girdiler sabit olmak koşuluyla çıktıları artırmak, girdi yönlü modellerde ise çıktılar sabit olmak koşuluyla girdileri azaltmaktır. Fakat modelde istenmeyen çıktı ve girdilerin olması bazen problem yaratmakta ya da mantık hatası oluşturmaktadır. Bu durumda model gerçek üretim etkinliğini yansıtamayacaktır ve bu aşamada yapılabilecek en basit hareket ise istenmeyen değişkene monoton azalan dönüşüm uygulamaktır. Yani değişken y iken modelde $1/y$ dönüşümü yapılacaktır. Bu dönüşüm konvekslik özelliğini koruduğu için modelin temel varsayımlarında herhangi sorun teşkil etmez.

3.6. Süper Etkinlik Modeli

VZA, etkin olan ve etkin olmayan karar verme birimleri hakkında bilgi verirken bu birimlerin sıralaması hakkında bilgi vermemektedir. Bu soruna önlem olarak geliştirilen süper etkinlik modeli ilk olarak 1993'te Anderson ve Petersen tarafından ortaya atılmıştır. Bu yöntem ise bir karar verme birimini diğer karar verme birimleri ile karşılaştırarak sıralama imkanı vermektedir. Süper etkinlik modelinde her bir etkin KVB, etkin üretim sınırından çıkarılmakta ve çıkarılan KVB' nin yeniden belirlenen etkin sınıra olan uzaklığı hesaplanarak süper etkinlik skoru elde edilmektedir. Skoru en yüksek olan KVB, en etkin karar verme birimidir. Her bir karar verme birimi süper etkinlik skoruna göre büyükten küçüğe sıralandığında aralarındaki üstünlük ilişkisi ortaya çıkmaktadır.

Süper etkinlik modeli, değerlendirmeye alınan KVB' nin referans setinden çıkarılma özelliği dışında dual CCR-VZA modeline denktir. Süper etkinlik modeli aşağıda gösterilmektedir (Andersen ve Petersen, 1993):

$$F_k = \min \theta_k$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - \theta X_{ik} = 0$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n Y_{rj} \lambda_{jk} - S_r^+ - Y_{rk} = 0$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_r^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m \quad (3.23)$$

α : Göreli etkinliği ölçülen k karar verme biriminin girdilerinin ne kadar azaltılabileceğini belirleyen büzülme katsayısı,

Y_{rk} : k. karar verme birimi tarafından üretilen r. çıktı

X_{ik} : k. karar verme birimi tarafından kullanılan i. girdi

Y_{rj} : j. karar verme birimi tarafından kullanılan üretilen r. çıktı

X_{ij} : j. karar verme birimi tarafından kullanılan i. girdi

λ_j : j. karar verme biriminin aldığı yoğunluk değeri,

S_i^- : k. karar verme biriminin i. girdisine ait atıl değer,

S_r^+ : k. karar verme biriminin r. çıktısına ait atıl değer,

ε : yeterince küçük pozitif bir sayı (örneğin 0,00001) olarak tanımlanmaktadır.

3.7. VZA' nın Avantaj ve Dezavantajları

VZA, doğru bir şekilde uygulandığında oldukça güçlü bir araçtır. Aşağıda VZA' nın özelliklerinden bazıları verilmiştir:

- Çok sayıda girdi ve çıktının olduğu modellerde kullanılabilir.
- Parametrik olmayan bir yöntem olduğu için doğrusal form dışında girdiler ve çıktılar arasında fonksiyonel bir ilişkiye ihtiyaç duymaz.
- KVB' ler tam etkinliğe sahip referans bir birim ya da referans kümesi ile karşılaştırılabilirler.
- Girdiler farklı birimle ve çıktılar farklı birimlerle ifade edebilirler. Örneğin; X_1 ' in birimi kg iken X_2 ' nin birimi TL olabilir. Bu nedenle de aralarında herhangi bir dönüşüm yapmaya gerek yoktur.
- Etkinlik sınırına ulaşmak için etkinsizliğin kaynağını belirleyerek girdi ve çıktı değişkenlerinde olması gereken değişiklikleri hesaplar.

- VZA, görelî etkinliği hesaplarırken her karar verme birimi için kullandığı formülasyonu ayrı ayrı eniyiler.

VZA' nın güçlü yönlerinin yanı sıra dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlardan bazıları ise şunlardır:

- VZA bir uç nokta tekniği olması sebebiyle probleme ilişkin girdi ve çıktı değişken değerlerinin yanlış olması analiz aşamasında hatalı sonuçlar vermektedir.
- VZA, KVB' nin görelî etkinliğini tahmin etmede oldukça başarılı bir araçtır. Ancak bu tahminleme "mutlak" etkinliği ölçme aşamasında yetersiz kalır. Başka bir ifade ile eşitlerin birbirine göre karşılaştırmasını yapabilir fakat mutlak bir etkinlik ölçütüne göre karşılaştırmanın varlığından bahsedilemez.
- VZA, statik bir analiz tekniği olması sebebiyle bir dönem için karar verme birimleri arasında kesit analizi yapar. Ancak zaman boyutunun probleme dahil olması halinde Malmquist TFVE' den yararlanılabilir.
- VZA veri tabanlı bir yöntem olması sebebiyle eksik ya da yanlış girdi-çıktı seçimi sonucu ciddi ölçüde etkiler.
- VZA, parametrik bir teknik olmadığı için, sonuçlara istatistiksel testlerin uygulanması zordur.
- Soyut ve kategorik bileşenlere karşı duyarlı değildir (örneğin, servis kalitesi) (Erken ve Emiral, 2002).
- Görelî etkinliği ölçen VZA için veri kümesinde aşırı büyük veya küçük girdi-çıktı değerlerinin olması etkinlik sınırının oluşmasında sorun oluşturabilir.
- Her KVB için doğrusal programlama modelinin ayrı ayrı çözülmesi gerekmektedir. Bu durum da hesaplama açısından uzun zaman almasına neden olmaktadır. Ancak geliştirilen bilgisayar programları ile bu sorun ortadan kaldırılmıştır.

3.8. VZA Kullanılarak Zaman Serileri Analizi ve Zaman İçerisindeki Etkinlik Değişimi

3.8.1. Pencere (Window) analizi

Zamana bağlı bir VZA tekniği olan pencere analizi, 1985 yılında Charnes, Clark, Cooper ve Golany tarafından geliştirilmiştir. Pencere analizi, hareketli ortalamalar metoduna dayanır. Hareketli ortalama yöntemi, her bir KVB' nin göreceli verimliliğini belirlemek için farklı referans küme seçmek için kullanılır. Bu yöntemin faydası, her KVB' nin hem yatay hem de dikey olarak kapsamlı bir şekilde etkinliğinin dinamik değişimini tanımlamaktır. Daha da önemlisi, bu yöntemde KVB sayısı artmaktadır, bu nedenle sınırlı sayıda KVB mevcut olduğunda KVB sayısını artırarak ayırt edici gücü arttırmaktadır (Halkos ve Tzeremes, 2009). Bu analizde bir KVB' nin her periyotta farklı bir birim olduğu varsayılarak bir KVB' nin zaman içindeki performansı değerlendirilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, belli bir dönemdeki KVB' lerin birbirlerine ve kendilerine göre değerlendirilirken zaman içinde teknolojik değişikliklerin olmadığı varsayımdır. Bu nedenle kısa zaman aralıkları kullanılarak teknolojik değişikliğin az olduğu dönemlerde yapılan analizler daha güvenilir sonuçlar vermektedir.

T ($t = 1, \dots, T$) zaman periyodunda bir dizi N ($n = 1, \dots, N$) KVB düşünüldüğünde her KVB' nin r girdi sayısı ve s çıktı sayısı olmak üzere KVB n t, t zamanında bir n gözlemi $x_n^t = (x_n^{1t}, x_n^{2t}, \dots, x_n^{rt})$ girdi vektörü ve $y_n^t = (y_n^{1t}, y_n^{2t}, \dots, y_n^{st})$ çıktı vektörünü göstermektedir.

Pencerenin k zaman noktasında ($1 \leq k \leq T$) başladığını ve pencere genişliğinin w ($1 \leq w \leq T-k$) olduğunu varsayalım. Her pencerenin (kw), girdi (X_{kw}) ve çıktı (Y_{kw}) matrisi aşağıdaki gibidir (Yang ve Chang, 2009).

$$\begin{aligned} X_{kw} &= (x_1^k, x_2^k, \dots, x_N^k, x_1^{k+1}, x_2^{k+1}, \dots, x_N^{k+1}, \dots, x_1^{k+w}, x_2^{k+w}, \dots, x_N^{k+w}) \\ Y_{kw} &= (y_1^k, y_2^k, \dots, y_N^k, y_1^{k+1}, y_2^{k+1}, \dots, y_N^{k+1}, \dots, y_1^{k+w}, y_2^{k+w}, \dots, y_N^{k+w}) \end{aligned} \quad (3.24)$$

Karar verme birim sayısı, süre ve pencere büyüklüğü (window size) analizde kullanılan kavramlardır. Süre, KVB' nin izleneceği dönem/ periyot sayısını ifade etmektedir. Pencere

büyükliğünün belirlenmesi araştırmacıya bırakılmıştır. Dar bir pencere boyutuna sahip olmak, daha az sayıda KVB' ye yol açabilir ve bu, çok sayıda değişkenle birleştiğinde analizin ayrımcı gücünü azaltır. Bununla birlikte, daha büyük pencere boyutuna sahip olmak yanıltıcı sonuçlar doğurabilir, çünkü zaman içinde meydana gelen önemli değişiklikler daha fazla pencere ile karşılanabilir (Cooper vd., 2011). Herhangi bir teori bulunmamasına rağmen bazı akademisyenler tarafından pencere büyüklüğü 3 olarak alınmaktadır.

Çizelge 3.2'de karar verme birimi olarak seçilen 10 askeri birlik ve bu birliğin 8 dönemlik etkinlik değerleri pencere analizi metodu ile hesaplanmıştır (Cooper vd., 2007). Pencere büyüklüğü 4 olarak alınmıştır. Q1 sütunundaki değerler karar verme birimlerinin Q1 dönemindeki etkinlik değerlerini göstermektedir. Q2 sütununda ise hem Q1 hem de Q2 dönemindeki veriler farklı bir karar verme birimi verisi olarak kabul edip etkinlik değerlerini hesaplanmıştır. Pencere büyüklüğü 4 olduğu için Q5 döneminin analizinde Q1 dönemi verileri kullanılmazken benzer şekilde Q6 dönemi analizine gelindiğinde ise Q1 ve Q2 dönemi verileri kullanılmaz.

Bu tablodan hem satır bazında hem de sütun bazında çıkarımlar yapmak mümkündür. Satır bazında karar verme biriminin davranış trendlerini inceleyebildiğimiz gibi sütun bazında ise karar verme biriminin performansındaki kararlılığı inceleyebiliriz. Ayrıca tablodan karar verme birimlerinin ortalama değerleri, standart sapmaları ve değişim aralıkları gibi istatistiksel değerleri de yorumlayabiliriz.

Örneğin 1A karar verme biriminin, satır bazında pozitif yönde bir trend sergilerken sütun bazında kararlı bir performans sergilediğini söyleyebiliriz. Benzer şekilde 1K karar verme birimi için ise satır bazında negatif yönde bir trend izlerken sütun bazında kararlı olmayan bir performans sergilediği söylenebilir.

Çizelge 3.4. Pencere analizi tablosu (Cooper vd., 2007)

Askeri Birlik	Etkinlik Skorları								Ortalama	Varyans	Toplam Aralık
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8			
1A	0,83	1,00	0,95	1,00					0,99	0,03	0,17
		1,00	0,95	1,00	1,00						
			1,00	1,00	1,00	1,00					
				1,00	1,00	1,00	1,00				
					1,00	1,00	1,00	1,00			
1B	0,71	1,00	0,91	0,89					0,92	0,21	0,29
		1,00	0,91	0,89	0,77						
			1,00	1,00	0,76	1,00					
				1,00	0,75	1,00	1,00				
					0,80	1,00	1,00	1,00			
1C	0,72	1,00	0,86	1,00					0,93	0,21	0,28
		1,00	0,87	1,00	0,74						
			0,87	1,00	0,74	1,00					
				1,00	1,00	1,00	1,00				
					0,80	1,00	1,00	1,00			
1D	0,73	1,00	1,00	1,00					0,99	0,07	0,27
		1,00	1,00	1,00	1,00						
			1,00	1,00	1,00	1,00					
				1,00	1,00	1,00	1,00				
					1,00	1,00	1,00	1,00			
1E	0,69	1,00	0,83	1,00					0,88	0,17	0,31
		0,83	0,83	1,00	0,77						
			0,83	1,00	0,79	0,93					
				1,00	0,77	0,95	0,83				
					0,82	0,88	0,88	1,00			
1F	1,00	1,00	1,00	1,00					0,99	0,04	0,20
		1,00	1,00	1,00	1,00						
			1,00	1,00	1,00	1,00					
				1,00	1,00	1,00	1,00				

Çizelge 3.4. Pencere analizi tablosu (Cooper vd., 2007) (devam)

					0,80	1,00	1,00	1,00			
1G	0,65	0,73	0,68	0,77					0,79	0,32	0,35
		0,73	0,68	0,77	0,68						
			0,68	0,77	0,68	0,72					
				0,76	0,74	0,75	1,00				
					1,00	1,00	1,00	1,00			
1H	0,82	1,00	1,00	1,00					0,90	0,32	0,30
		1,00	1,00	1,00	0,71						
			1,00	1,00	0,71	0,70					
				1,00	1,00	0,72	0,72				
					0,79	0,81	1,00	1,00			
1I	1,00	1,00	1,00	1,00					0,99	0,02	0,14
		1,00	1,00	1,00	1,00						
			0,86	1,00	1,00	1,00					
				1,00	1,00	1,00	1,00				
					1,00	1,00	1,00	1,00			
1K	0,81	1,00	1,00	1,00					0,86	0,37	0,33
		1,00	1,00	1,00	0,73						
			1,00	1,00	0,73	0,67					
				1,00	0,85	0,67	0,67				
					0,67	0,67	0,67	0,67			

3.8.2. Malmquist TFV endeksi

Malmquist verimlilik endeksi, ilk olarak 1953’ te Sten Malmquist tarafından ortaya çıkarılmıştır. Daha sonrasında ise birçok kişi tarafından üzerinde çalışılmış ve geliştirilmiştir (Cooper vd.,2007). Malmquist TFVE panel veri kullanılarak üretkenliğin zaman boyutunda gelişimini ölçmek ve nedenlerini incelemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Keskin Benli, 2006). Bu endeks, ortak teknolojiye göre uzaklık fonksiyonları yardımıyla her bir veri noktasının farklarının oranlarını hesaplarken iki veri noktası

arasındaki toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ölçer. Bu değişim “Catch-Up” ve “Frontier-Shift” kavramları ile ifade edilir. “Catch-Up” bir karar verme biriminin teknik etkinliğindeki değişimi, “Frontier Shift” ise iki zaman periyodu arasında karar verme biriminin etrafındaki etkinlik sınırındaki değişimi ifade etmektedir. Etkinlikteki değişme (ED), “üretim sınırını yakalama etkisi” (catch-up effect) ile teknolojik değişimin (TD); “üretim sınırının yer değiştirmesi” (frontier–shift) çarpımı, toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi yani; Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) endeksini vermektedir.

MTFV endeksinin, VZA ile hesaplanabilmesi için; t zaman periyodu ($t=1, 2, \dots, T$) için, $x^t \in R^m$ girdisini, $y^t \in R^m$ çıktısına çeviren S^t üretim teknolojisi $S^t = \{(x^t, y^t) : x^t, y^t \text{ üretir}\}$ şeklinde tanımlanabilir (Rezitis, 2006). Uzaklık fonksiyonları hem girdi eksenli hem de çıktı eksenli uzaklık fonksiyonları olarak ele alınabilir (Deliktaş, 2002). Girdi yönelimli modelde, belirli bir çıktıyı üretmede kullanılacak en az girdi miktarı (girdi minimizasyonu); çıktı yönelimli modelde ise, belirli bir girdi ile üretilebilecek en fazla çıktı miktarı (çıkıtı maksimizasyonu) göz önünde bulundurulmaktadır.

Çıktıya göre uzaklık fonksiyonu x ile üretilebilecek mümkün y’ lerin kümesi S ile gösterilmek üzere,

$$D_0^S(x, y) = \min \{\delta : (y / \delta) \in S\} \quad (3.25)$$

olarak tanımlanmaktadır. Uzaklık fonksiyonu $D_0^S(x, y)$ ’ nin alacağı değerler, y vektörü S sınırı (üretim sınırı) üzerinde ise 1.0; y vektörü S içindeki teknik etkin olmayan bir noktayı tanımlıyorsa > 1.0 ve y vektörü S dışındaki mümkün olmayan bir noktayı tanımlıyorsa < 1.0 ’ dir (Cingi ve Tarım, 2000).

Fare vd. (1994), çalışmasında t dönemi ve izleyen t+1 dönemi arasındaki çıktıya göre Malmquist TFV değişim endeksi,

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.26)$$

olarak hesaplanır. Malmquist TFVE, 1'den küçük çıkarsa karar verme biriminin bir önceki döneme göre toplam faktör verimliliğinde azalma olduğu, 1'e eşit çıkarsa bir önceki döneme göre toplam faktör verimliliğinde herhangi bir değişime olmadığı, 1'den büyük çıkması halinde ise toplam faktör verimliliğinde bir önceki döneme göre artma olduğu söylenebilir.

Bu eşitliğin eşdeğer bir gösterim şekli aşağıda verilmiştir.

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{\overbrace{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}^{\text{Etkinlik Değişimi}}}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \overbrace{\left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}}^{\text{Teknolojik Değişim}} \quad (3.27)$$

Malmquist TFVE' nin teknik etkinlikteki değişme ve teknolojik değişme olarak ikiye ayrılması her iki faktörün toplam faktör verimliliğine katkısını belirleyebilmemize olanak sağlar. Burada, teknik etkinlikteki değişme karar birimlerinin etkin sınıra yaklaşma sürecinin bir değerlendirmesini sağlarken, teknolojideki değişme ise etkin sınırın zaman içindeki değişimini vermektedir.

CRS altında hesaplanan etkinlik değişimi bileşeni ölçeğe göre değişken getiri (variable returns to scale-VRS) varsayımı altında etkinlik değişimi ise, saf teknik etkinlik değişimi (STED) ve ölçek etkinliği değişimi (ÖED) olmak üzere ikiye ayrılır. Bu durumda etkinlik değişimi, bu iki bileşenin çarpımı şeklinde ifade edilir ($ED = STE * \ddot{O}ED$). VRS varsayımı altında hesaplanan MTFVE' ye ait formülasyon ise aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) &= \overbrace{\frac{\overbrace{D_{VRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}^{\text{Saf Teknik Etkinlik Değişimi}}}{D_{VRS}^t(x^t, y^t)} \times \left[\left(\frac{D_{CRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})/D_{VRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{CRS}^t(x^t, y^t)/D_{VRS}^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]}^{\text{Etkinlik Değişimi}} \times \\ &\overbrace{\left[\left(\frac{D_{CRS}^t(x^{t+1}, y^{t+1}) \times D_{CRS}^{t+1}(x^t, y^t)}{D_{CRS}^{t+1}(x^t, y^t) / D_{CRS}^t(x^t, y^t)} \right) \right]}^{\text{Teknolojik Değişim}} \quad (3.28) \end{aligned}$$

Etkinlik değişiminin bileşenlerinden biri olan saf teknik etkinlikteki artış yönetim uygulamalarındaki gelişimi gösterir. Ölçek etkinliğindeki artış ise maliyet kontrolü

açısından optimal ölçek büyüklüğüne erişme açısından ilerleme olarak değerlendirilmektedir (Işık ve Hassan, 2003).



4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Joumard ve diğerleri çalışmalarında OECD ülkeleri için toplumun sağlık durumu üzerinde yaşam tarzı, çevre ve sağlık kaynaklarının etkinliği üzerine çalışmışlardır (Joumard vd., 2008).

Siong ve Hussein, CCR modelini kullanarak Malezya’da kentsel yaşam kalitesi açısından dört ilin performansını karşılaştırmışlardır. Karşılaştırmalarda kullanılan göstergeler; demografik, iktisadi, kamusal olanaklar, çevresel ve sosyal etkenler, toprak kullanımı, kentsel tasarım, taşıma ve erişilebilirlik, finans ve yönetim gibi çok çeşitli alanlardan seçilmiştir (Siong ve Hussein, 2008).

Li ve diğerleri yaptıkları çalışmada, iktisadi büyüme ve etkinlik, çevresel yapı ve altyapı, çevresel koruma, sosyal ve refah iyileşmelerini içeren kentsel sürdürülebilir kalkınmanın 52 göstergesinden oluşan bir sistem geliştirmişlerdir (Li vd., 2009).

Yu ve Wen Çin’deki şehirlerin kentsel çevresel sürdürülebilirliğini VZA ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada su ve enerji kaynaklarından hareketle kentlerin iktisadi ve çevresel durumları analiz edilmiştir (Yu ve Wen, 2010).

Mastercard Worldwide ve Boğaziçi Üniversitesi’nin ortaklaşa yaptıkları Türkiye’nin Şehirleri Sürdürülebilirlik Araştırması’nda, bileşik indeks yaklaşımıyla sürdürülebilirlik indeksi oluşturulmuştur. Bu indeks değeri iktisadi, sosyal ve çevresel performans olmak üzere üç ana indeksten oluşmaktadır. Çalışma sonucuna göre sürdürülebilirlik açısından ilk beş kentin sıralaması şu şekildedir: Ankara (69), İstanbul (67), İzmir (67), Eskişehir (60) ve Kocaeli (58). Son beş sırada ise Mardin (28), Ağrı (26) Şırnak (26), Muş (25) ve Hakkâri (24) bulunmaktadır (Mastercard Worldwide ve Boğaziçi Üniversitesi, 2011).

Halıcıoğlu sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlerin ele alındığı 1965-2005 yıllarını kapsayan periyod için window analizi kullanarak Türkiye’deki yaşam beklentisini modellemeyi amaçlamıştır. (Halıcıoğlu, 2011)

Meng ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada çevresel performansı ölçmek için statik ve dinamik bir çevre performans indeks değerinden oluşan radyal VZA yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen radyal VZA yaklaşımı ise 1998'den 2009'a kadar Çin'in farklı illerinde sanayi sektörlerinin çevresel performansını modellemek amacıyla uygulanmıştır (Meng vd., 2013).

Tektüfekçi ve Kutay, 7 tane gelişmiş 7 tane de gelişmekte olan ülkeler için çevre performans indeksi ile Gayrisafi Yurt İçi Hâsıla arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir (Tektüfekçi ve Kutay, 2016).

Lundgren ve Zhou çalışmalarında firma performansının üç boyutlu (verimlilik, enerji etkinliği ve çevresel performans) arasındaki etkileşimleri analiz etmiş ve özellikle çevre yönetiminin rolü üzerinde durmuşlardır. Firma performans indekslerini hesaplamak amacıyla VZA tekniği uygulanmıştır (Lundgren ve Zhou, 2017).

4.1. Çevresel Performans Ölçümü VZA Uygulamalarında Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Azadeh vd. (2007), OECD ülkelerinin performansını, girdi olarak yakıt tüketimi, elektrik tüketimi; çıktı olarak Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) değişkenlerini kullanarak incelemişlerdir.

Bian ve Yang (2010), Çin'deki 30 eyaletin çevresel performansını incelerken girdi olarak sermaye, işgücü; çıktı olarak GSYİH, atık su, katı atık, toz halindeki madde miktarı değişkenlerini kullanmışlardır.

Chen vd. (2012), Tayvan'ın çevresel verimliliğini incelerken, girdi olarak işgücü maliyeti, üretim sürecindeki diğer değişken maliyetleri; çıktı olarak CO₂ emisyonu, NOx emisyonu, SOx emisyonu değişkenlerini kullanmışlardır.

Chen vd. (2014), Çin' deki 30 ilin çevresel etkinlikleri analiz edilmiştir. Girdi olarak enerji tüketimi ve sabit varlık yatırımlar; istenen çıktı olarak GSYİH, istenmeyen çıktı olarak, atık su, katı atık ve gaz değişkenleri kullanılmıştır.

Fare vd. (2003), 17 OECD ülkesinin çevre indeksini incelemek için, girdi olarak işgücü, sermaye ve elektrik tüketimi; çıktı olarak ise GSYİH, CO₂ emisyonu, SO_x emisyonu ve NO_x emisyonu değişkenlerini kullanmıştır.

Fare vd. (2010), Malmquist endeksini kullanarak kömür yakıtlı santraller için, çevresel performans indeksini oluşturmuş ve bu endeksi oluştururken girdi kullanılmamış; çıktı olarak elektrik üretimi, hidroklorik asit emisyonu ve sülfürik asit emisyonu değişkenlerini kullanmışlardır.

Guo vd. (2011), Çin'in çevresel etkinliğini incelemek için, girdi olarak sermaye stoku, toplam istihdam, enerji tüketimi; çıktı olarak GSYİH, CO₂ emisyonu değişkenlerini kullanmışlardır.

Hernandez-Sancho vd. (2011), girdi olarak enerji üretim maliyeti, işçi giderleri, reaktiflerin maliyeti, makine ve teçhizat bakım maliyetleri, atık yönetim giderleri; çıktı olarak katı atık miktarı, organik madde miktarı değişkenlerini kullanarak İspanya'nın çevresel performansını incelemiştir.

Kumar vd. (2009), 38 ülkenin çevre verimliliğini ölçmek için girdi olarak işgücü arzı ve sermaye stoku; çıktı olarak GSYİH ve CO₂ emisyonu verilerini kullanmıştır.

Lin vd. (2013), 63 ülkenin çevresel verimliliğini ölçmek için girdi olarak toplam işgücü, sermaye stoku, ticari enerji tüketimi; çıktı olarak GSYİH, CO₂ emisyonu değişkenleri verilerini kullanmışlardır.

Meng, (2013), Çin'in sanayi sektörünün çevresel performansını incelemek için girdi olarak sanayi, işgücü ve endüstriyel enerji tüketimi; çıktı olarak endüstriyel katma değer, endüstriyel CO₂ emisyonu, endüstriyel atık gaz, endüstriyel atık su, endüstriyel katı atık değişkenlerini kullanmışlardır.

Ramanathan (2006), OECD ülkelerinin çevresel performansını incelemek amacıyla girdi olarak fosil olmayan yakıt tüketimi; çıktı olarak GSYİH, CO₂ emisyonu değişkenlerini kullanmıştır.

Sueyoshi ve Goto (2011), Japonya'nın çevresel etkinliğini ölçmek için, girdi olarak fosil yakıtlar, üretim kapasitesi, işçi sayısı değişkenlerini kullanırken; çıktı olarak üretim miktarı, CO₂ emisyonu değişkenlerini kullanmışlardır.

Sueyoshi ve Goto (2011), ABD'nin çevresel etkinliğini incelerken girdi olarak işçi sayısı, yatırım maliyeti, bakım maliyeti, kömür üretimi; çıktı olarak net üretim miktarı, CO₂ emisyonu, NO_x emisyonu, SO_x emisyonu değişkenlerini kullanmışlardır.

Sueyoshi ve Goto (2013), OECD ülkeleri verilerinden yararlanarak endüstriyel ulusların CO₂, elektrik ve yakıt karışımı üzerine Malmquist endeksi ile çevresel değerlendirmelerini incelemişlerdir. Girdi olarak ana üretici tesislerin net elektrik kapasitelerine göre yanabilen nükleer, hidro ve yenilenebilir enerji miktarları; çıktı olarak elektriğin toplam net üretimi, ana elektrik tesislerinin yakıt yanmasından oluşan CO₂ emisyonu miktarı değişkenleri kullanılmıştır.

Sun ve Mei (2011), Çin'in çevresel performansını incelerken girdi olarak enerji tüketimi ve nüfus; çıktı olarak GSYİH, atık gaz emisyonu, atık su tahliyesi, katı atık değişkenlerini kullanmışlardır.

Wang vd. (2012), Çin'deki 30 eyaletin enerji ve emisyon verimliliğini değerlendirmek üzere çok yönlü verimlilik analizi ve window analizi kullanılmıştır. Girdi olarak enerji tüketimi, iş gücü ve sermaye stoku; çıktı olarak ise GSYİH ve CO₂ emisyonu değişkenlerini almışlardır.

Wang vd. (2016), Çin'in 30 eyaletindeki sanayi sektörü üretim sürecine dayanarak enerji ve çevre performansını değerlendirmek için üretim, çevre ve finans göstergelerine karşılık girdi olarak enerji, işgücü, sermaye, ar-ge yatırımları, endüstriyel kirleticilerin yönetimi için yatırım; çıktı olarak ise endüstriyel katma değer, CO₂ emisyonu, SO₂ emisyonu, katı emisyonlar ve atık su emisyonları değişkenlerini kullanmıştır.

Wu vd. (2012), Çin'de CO₂ emisyonu ile endüstriyel enerji verimliliğini incelemek için girdi olarak sermaye stoku, işgücü ve enerji; çıktı olarak endüstriyel katma değer, CO₂ emisyonu değişkenlerini kullanmışlardır.

Yu ve Wen (2010), VZA ile Çin'deki şehirlerin kentsel çevresel sürdürülebilirliğini zaman boyutunda incelemişlerdir. Girdi olarak su ve enerji; çıktı olarak GSYİH, tarımsal olmayan üretim, yeşil alan, atık su, SO₂, katı atık değişkenlerini kullanmışlardır.

Zhang vd. (2015), Çin'de bölgesel farklılıkları içeren ekolojik toplam faktör verimliliğini ölçmek için girdi olarak sermaye, işgücü, enerji; çıktı olarak GSYİH, SO₂, CO₂, kimyasal oksijen talebi değişkenlerini kullanmışlardır.

Zhou ve Ang (2008), 21 OECD ülkesinin performansını incelemek için girdi olarak sermaye stoku, işgücü, yakıt miktarı; çıktı olarak GSYİH, CO₂ emisyonu değişkenlerini kullanmışlardır.

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında çevre ile ilgili çeşitli değişkenlerin kullanıldığı görülmüştür. Bu değişkenler; nüfus, toplam enerji tüketimi, CO₂ emisyonu, iş gücü, su ve enerji miktarı, atık su, katı atık miktarı, GSYİH, sermaye, elektrik tüketimi, kömür tüketimi, yakıt tüketimi, kömür üretimi, fosil yakıt tüketimi, fosil olmayan yakıt tüketimi, atık gaz emisyonu, sülfür oksit emisyonu ve nitrojen emisyonu şeklindedir. Bu çalışmada ise literatür de kullanılan değişkenlerden farklı olarak çevre vergisi ve yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi değişkenlerine yer verilmiştir.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1. Araştırmanın Amacı

Çalışmanın giriş bölümünde de bahsedildiği gibi toplumsal gelişim süreci, hızlı nüfus artışı ve doğal kaynakların bilinçsizce tüketimi küresel ölçekte birtakım sorunları tetiklemiştir. Gelişmekte olan ülkelerin temel hedefi olan kalkınma beraberinde çevresel sorunları da getirmektedir. Bu sorunlar için uygulanan çevre politikaları ülkelerin kalkınma hedefini tehlikeye atmasına ve yabancı sermayeyi kaçırmaya sebep olma potansiyeline sahiptir. Bu durum, kirli endüstrilerin gelişmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere kaymasına neden olmaktadır.

Çalışmada yapılan analizler ile ülkelerin çevre performansı açısından diğer ülkeler arasındaki yerini görmesi, etkin performans gösteremeyen ülkelerin etkin olamama nedenlerinin belirlenmesi, ülkelerin çevre stratejileri oluşturmaya ve politikalar üretmesi bakımından önemlidir.

Bu çalışmada ülkelerin çevre performansı VZA ile değerlendirilmiştir. Birinci aşamada çıktı yönelimli CCR modeli kullanılarak Tim Coelli tarafından geliştirilen Data Envelopment Analysis Program (DEAP) 2.1 paket programı ile ülkelerin etkinlikleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında çıktı değişkenleri kontrol edilmek istendiğinden çıktı yönlü CCR modeli kullanılmıştır. Holger Scheel tarafından geliştirilen EMS 1.3 paket programı ile de çıktı yönelimli CCR modeline süper etkinlik dahil edilerek etkin olan ülkelerin birbirleri arasındaki sıralamaları incelenmiştir.

Çalışmanın sonraki aşamasında ise verilere Efficiency Measurement System (EMS) 1.3 paket programı ile pencere analizi uygulanarak ülkelerin çevre performansının yıllar içindeki kararlılığı, artış ya da azalışlarını incelenmiştir.

Son kısımda ise verilere DEAP 2.1 programı ile Malmquist TFV analizi yapılarak etkinliğin bileşenlere göre değişimi incelenmiştir.

5.2. Karar Verme Birimlerinin Seçimi

Bu çalışmada OECD üyesi ülkeler karar verme birimi olarak seçilmiş ve bu ülkeler çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Karar verme birimleri

Sıra	Ülke	Sıra	Ülke
1	Avusturya	15	Birleşik Krallık
2	Belçika	16	ABD
3	Kanada	17	Avusturalya
4	Danimarka	18	Çek Cumhuriyeti
5	Fransa	19	Finlandiya
6	Almanya	20	Macaristan
7	Yunanistan	21	Japonya
8	İtalya	22	Yeni Zelanda
9	Hollanda	23	Polonya
10	Norveç	24	Slovakya
11	Portekiz	25	Şili
12	İspanya	26	İsrail
13	İsveç	27	İrlanda
14	Türkiye	28	İsviçre

5.3. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Seçilmesi

Çevre ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde literatürde çeşitli değişkenler kullanılmıştır. Genellikle kullanılan değişkenlerin; nüfus, toplam enerji tüketimi, su ve enerji miktarı, atık su, katı atık miktarı, GSYİH, CO₂ emisyonu, sermaye, iş gücü, işçi giderleri, elektrik tüketimi, kömür tüketimi, yakıt tüketimi, kömür üretimi, fosil yakıt tüketimi, fosil olmayan yakıt tüketimi, atık gaz emisyonu, sülfür oksit emisyonu, nitrojen emisyonu olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ise literatür kısmında da belirtildiği gibi yukarıda bahsedilen değişkenlerden farklı olarak çevre vergisi ve yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi değişkenleri kullanılmıştır.

Çizelge 5.2.Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri

Girdiler	Çıktılar
➤ G1= Enerji Tüketimi	➤ Ç1= CO ₂ emisyonu
➤ G2= İş Gücü	➤ Ç2= Yanabilir ve Yenilenebilir Atıklar
	➤ Ç3= Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Üretimi
	➤ Ç4= Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
	➤ Ç5= Nitrojen Oksit Emisyonu
	➤ Ç6= Sülfür Oksit Emisyonu
	➤ Ç7= Çevre Vergisi

Uygulamada kullanılan girdiler; enerji tüketim miktarı ve işgücü sayısıdır. Aşağıda bu girdi değişkenleri için açıklamalar yapılmıştır.

Enerji Tüketimi: Enerji tüketiminin artması çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Enerjiden kaynaklanan emisyonlar su, hava ve toprak kirliliğini ortaya çıkarmakta ve bu durum doğayı, insan sağlığını ve bio-çeşitliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Enerji ile çevre arasındaki bu ilişki çevre performansı değerlendirmelerinde enerjiyi, önemli çevre performansı unsurlarından biri haline getirmektedir. Uygulamada 2012-2014 yılları arasındaki elektrik üretmek için kullanılan enerji tüketim miktarı verileri bir enerji birimi olan milyon ton petrol eşdeğeri (mtoe) birimi cinsinden verilmiştir. Bir Mtoe, 4.1868×10^{16} Joule eşittir. Veriler, www.bp.com internet adresinden alınmıştır.

İşgücü: Çalışmada OECD ülkelerinin 2012-2014 yılları arası iş gücü sayısı girdi değişkeni olarak kullanılmıştır. Analizde kullanılan verilere www.oecd.org internet adresinden ulaşılmıştır.

Uygulamada kullanılan çıktılar; CO₂ emisyonu, yanabilir ve yenilenebilir atıklar, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi, gayri safi yurt içi hasıla, nitrojen oksit emisyonu, sülfür oksit emisyonu ve çevre vergisi olarak belirlenmiştir. Veriler 2012-2014 yılları arasını kapsamaktadır.

CO₂ Emisyonu: Fosil yakıtların yakılması ile oluşan karbondioksit emisyonları katı, sıvı ve gaz yakıtların tüketilmesi sırasında üretilen karbondioksiti kapsamaktadır. Kişi başına düşen metrik ton olarak ölçülen CO₂ emisyonu verileri <http://data.worldbank.org> sitesinden elde edilmiştir. Çıktı olarak alınan CO₂ verilerine ters dönüşüm uygulanmıştır.

Yanabilir ve Yenilenebilir Atıklar: Toplam enerji kullanımının bir yüzdesi olarak ölçülen yanabilir ve yenilenebilir atıklar; katı biyokütle, sıvı biyokütle, biyogaz, endüstriyel atık ve belediye atığından oluşmaktadır. Bu atıklardan çeşitli yöntemlerle enerji üretilmektedir. Böylece hem atıkların değerlendirilebilmesi hem de enerji elde edilmesi sağlamaktadır. Bu durumda yanabilir ve yenilenebilir atıkları çevre performans ölçümünde önemli bir gösterge olarak almak mümkündür. Veriler <http://data.worldbank.org> sitesinden elde edilmiştir.

Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Üretimi: Hidroelektrik hariç yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi jeotermal, güneş, gelgitler, rüzgar, biyokütle ve biyoyakıtları içerir. Toplam enerji yüzdesi olarak ifade edilen yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi verileri <http://data.worldbank.org> sitesinden elde edilmiştir.

Gayri Safi Yurt İçi Hasıla: Kişi başına gelirdeki bir artış ilk olarak çevre kirliliği yaratarak yaşam kalitesinin azalmasına neden olmaktadır. Fakat sonrasında ise yaşam kalitesinde bir artış yaşanmaktadır (Islam vd., 1996). Bu nedenle ekonomik büyümenin bir göstergesi olan gayrisafi yurt içi hasıla çevre performansının ölçümünde önemli göstergelerden biridir. Milyar dolar cinsinden GSYİH verilerine <https://www.iea.org> sitesinden ulaşılmıştır.

Nitrojen Oksit Emisyonu: Hava kirletici emisyonlardan biri olan nitrojen oksit emisyonları ekosistem ve insan sağlığı üzerinde yıkıcı etkilere sahiptir. Bu nedenle de çevre performans değerlendirmelerinde önemli göstergelerden biri olarak

değerlendirilebilir. Kişi başına düşen toplam NO_x emisyon miktarı verilerine www.oecd.org sitesinden ulaşılmıştır. Çıktı olarak alınan NO_x miktarını azaltmak istediğimiz için verilere ters dönüşüm (1/ NO_x) uygulanmıştır.

Sülfür Oksit Emisyonu: Ekosistem ve insan sağlığına ciddi ölçüde zarar veren bir diğer hava kirletici emisyon ise SO_x emisyonudur. Çevre performansı değerlendirmelerinde önemli göstergelerden biri olabilecek kişi başına düşen toplam emisyon miktarını gösteren verilere www.oecd.org sitesinden ulaşılmıştır. Çıktı olarak alınan SO_x verilerine ters dönüşüm uygulanmıştır.

Çevreyle İlgili Vergi Geliri: Ekonomik araçların (çevre vergilerinin) amacı, çevreyi doğrudan veya dolaylı olarak kirleten iktisadi faaliyetlerin azaltılması ve çevreye dost üretim ve tüketim yöntemlerinin özendirilmesi suretiyle endüstriyel faaliyetlerin çevreye verdiği zararların önlenmesi ve önlemenin maliyetinin de eylemleri sonucu buna neden olan bireylere ve işletmelere yansıtılması esasına dayanır. (Özdemir, 2009: 13). Çevreyle ilgili vergi, hükümetlerin mal ve hizmetlerin göreceli fiyatlarını şekillendirmesi için önemli bir araçtır. Veri tabanında yer alan bu tür vergilerin özellikleri çevreyle ilişkili vergi gelirlerini çevresel etki alanı dağılımı ile oluşturmak için kullanılır. Uygulamada kullanılan verilere www.oecd.org sitesinden ulaşılmıştır.

5.4. VZA Sonuçları

2014 yılına ait veriler Ek Açıklama-A.3’ de gösterilmektedir. 28 ülkeye ait olan bu veriler Coelli (1996) tarafından geliştirilen DEAP 2.1 paket programı kullanılarak çıktı yönelimli CCR modeline göre analiz edilmiştir.

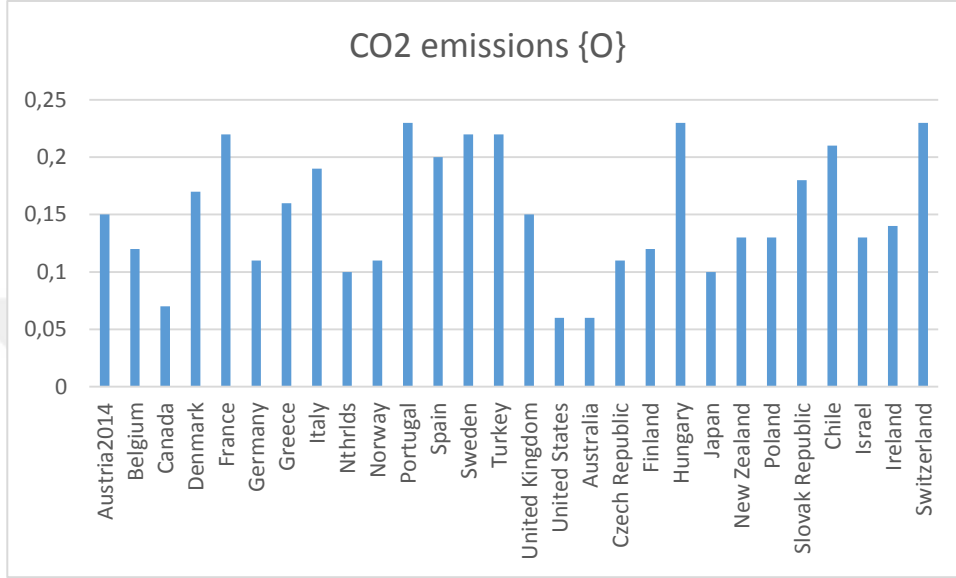
Çizelge 5.3. Ülkelerin 2014 yılı verileri analiz sonuçları

KVB	Etkinlik Skoru
Danimarka	1.000
Norveç	1.000
Finlandiya	1.000
Macaristan	1.000
Slovakya	1.000
İrlanda	1.000
İsviçre	1.000
İsrail	0.979
ABD	0.955
Avusturya	0.898
Türkiye	0.877
İtalya	0.873
Belçika	0.871
Portekiz	0.865
İsveç	0.844
Yeni Zelanda	0.834
Hollanda	0.830
Birleşik Krallık	0.824
Avustralya	0.821
Fransa	0.816
Almanya	0.811
Kanada	0.706
İspanya	0.692
Japonya	0.674
Yunanistan	0.631
Polonya	0.622
Şili	0.593
Çek Cumhuriyeti	0.575
Ortalama	0,843

Çizelge 5.3’ te görüldüğü gibi KVB olarak belirlenmiş ülkeler ve bu ülkelerin çıktı yönelimli CCR modeli analizi sonucu etkinlik skorları görülmektedir. Bu skorlar 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Etkinlik skoru 1 olan KVB’ ler etkin iken, etkinlik skoru 1’ in altında olan KVB’ ler etkin olmayan KVB’ lerdir. 2014 yılı verilerine göre 28 ülkeden 7 tanesi etkin; 21 tanesi etkin olmayan KVB’ dir. Bunlardan; Danimarka, Norveç,

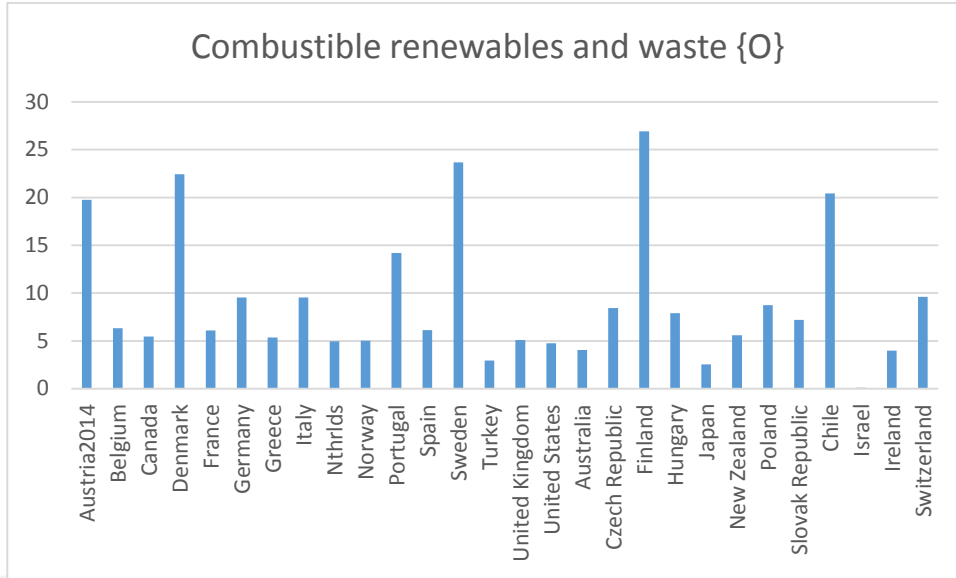
Finlandiya, Macaristan, Slovakya, İrlanda ve İsviçre etkin ülkelerdir. Etkinlik ortalamaları ise 0,843 olarak elde edilmiştir.

Ülkelerin çıktı değişkenlerinden bazılarının grafiksel gösterimi aşağıda verilmiştir.



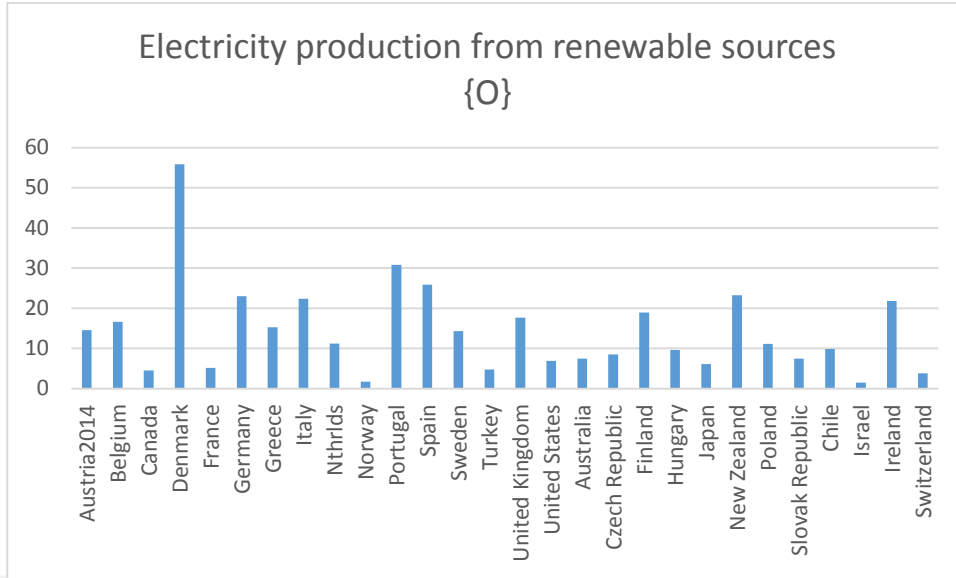
Şekil 5.1. Ülkelerin CO₂ emisyon verileri

2014 yılı verilerine göre CO2 emisyonu en az olan ülkeler İsviçre, Macaristan ve Portekiz iken en fazla CO2 salınımı yapan ülkelerin ABD ve Avustralya olduğu görülmektedir. ABD, gelişmiş sanayisi ve artan nüfus sayısı ile Dünya’ da en büyük CO2 salınımı yapan ülkeler arasında yer almaktadır. İsviçre ise enerji ihtiyacının %60’ ını yenilebilir enerji kaynaklarından olan hidroelektrikten karşılayarak CO2 emisyonu en düşük ülkedir.



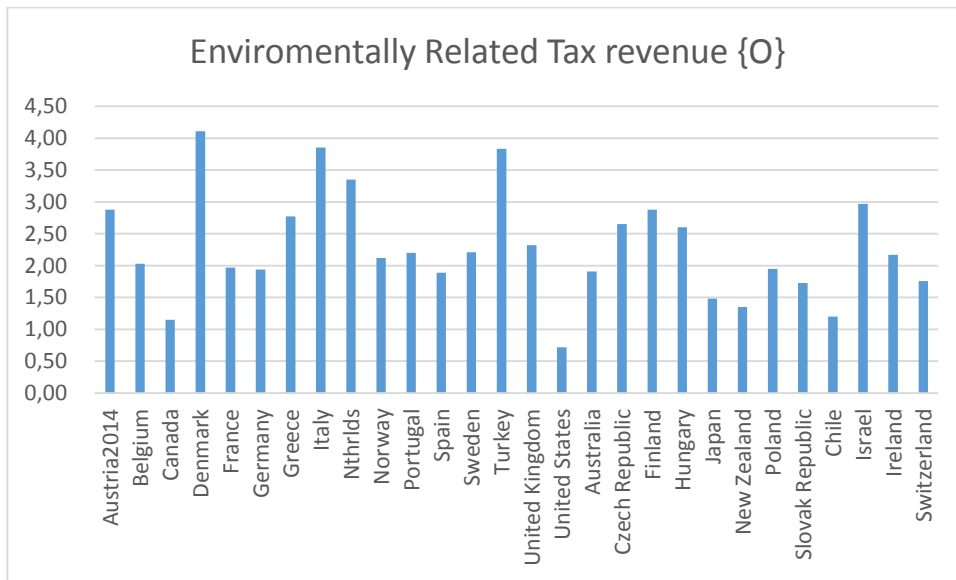
Şekil 5.2. Ülkelerin yanabilir ve yenilenebilir atık verileri

Yanabilir ve yenilenebilir atıklardan elde edilen enerji miktarına baktığımızda ise bu miktarın en fazla olduğu ülkelerin Danimarka, Finlandiya ve İsveç olduğunu görmekteyiz. Enerjisini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayan Danimarka, fosil yakıt kullanımını tamamen bitirmeyi hedeflemekte olup ülke çöplerinin büyük bölümünü ya dönüştürmekte ya da yakarak ortaya çıkan ısı ile bölgesel ısınma ihtiyacını karşılamaktadır. Yıllık 11 milyon tonluk çöpün yüzde 67' si geri dönüştürülürken, yüzde 27' si ise yanma tesislerinde değerlendirilmektedir. Çöpten sağlanan enerji ile ülke ısıtma ihtiyacının yüzde 20' sini, elektrik tüketiminin ise yüzde 5' ini karşılamaktadır. İsveç' de ise evsel atıklar modern yöntemlerle işlenerek elde edilen biyogaz hem ısıtma hem de elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Ülke, evlerde oluşan çöplerin yüzde 99' unu elektrik üretimi için kalan yüzde 1' lik kısmını ise tarımsal gübre olarak değerlendirmektedir. Finlandiya'da ise önemli atık arıtma ve katı atıktan enerji üretme tesisi bulunmaktadır.



Şekil 5.3. Ülkelerin yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretim verileri

Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretim oranının en fazla olduğu ülkenin ise Danimarka olduğu görülmektedir. Rüzgar enerjisi yenilenebilir bir enerji kaynağı olup en temiz enerji kaynaklarındandır. Rüzgar enerjisi ile Danimarka ülkenin elektrik ihtiyacının üçte birini karşılanmaktadır.



Şekil 5.4. Ülkelerin çevre ile ilgili vergi geliri verileri

Çevre ile ilgili vergi gelirinin en fazla olduğu ülke ise Danimarkadır. Doğal çevre kalitesinin iyileştirilmesinde ve çevrenin korunmasında etkin bir araç olarak görülen çevre

vergileri ve bu vergilerden elde edilen gelirlerin kullanımını içeren Yeşil Vergi Reformu uygulayan ilk ülkelerden biri Danimarka' dır. Bu nedenle de Danimarka' nin çevre vergisi uygulamalarının öncülüğünü yaptığını söylemek mümkündür.

5.4.1. Etkin olmayan KVB' ler için analizler

DEAP programındaki sonuçlara göre oluşturulan etkin olmayan ülkeler Çizelge 5.4' teki gibidir. Bu çizelgede etkin olmayan ülkelere dair etkinlik skorları ve etkin olabilmeleri için referans almaları gereken karar verme birimleri yer almaktadır. Ayrıca referans alanı parantez içindeki skorlar ilgili karar verme birimlerini hangi oranlar ile referans almaları gerektiğini açıklamaktadır.

Çizelge 5.4. Etkin olmayan karar verme birimleri için sonuçlar

Etkin Olmayan Ülkeler	Etkinlik Skorları	Referanslar
İsrail	0.979	Norveç (0,017), İrlanda (1,730)
ABD	0.955	İrlanda (15,688), Norveç (44,862)
Avusturya	0.898	İrlanda (0,554), Danimarka (0,815), Norveç (0,241), İsviçre (0,030)
Türkiye	0.877	İrlanda (8,949)
İtalya	0.873	İrlanda (10,723)
Belçika	0.871	İrlanda (1,252), Norveç (0,833)
Portekiz	0.865	Macaristan (0,708), Danimarka (0,448), İrlanda (0,192)
İsveç	0.844	Danimarka (1,081), Norveç (0,613), İrlanda (0,174)
Yeni Zelanda	0.834	Danimarka (0,128), Slovakya (0,008), İrlanda (0,947)
Hollanda	0.830	Norveç (0,838), İrlanda (3,067)
Birleşik Krallık	0.824	İrlanda (13,766)

Çizelge 5.4. Etkin olmayan karar verme birimleri için sonuçlar (devam)

Avustralya	0.821	İrlanda (3,319), Norveç (1,878)
Fransa	0.816	Norveç (1,740), İrlanda (11,449)
Almanya	0.811	Norveç (1,565), İrlanda (17,481)
Kanada	0.706	Norveç (7,027)
İspanya	0.692	İrlanda (9,650)
Japonya	0.674	Norveç (1,117), İrlanda (29,232)
Yunanistan	0.631	İrlanda (1,710), Danimarka (0,165)
Polonya	0.622	İrlanda (6,745)
Şili	0.593	Danimarka (1,375), Macaristan (0,124), İrlanda (0,657)
Çek Cumhuriyeti	0.575	Norveç (0,235), İrlanda (1,774), Danimarka (0,286),

21 ülke çevre performansı bakımından etkin değildir. Etkin olan ülkelerden Danimarka 7, Norveç 12, Macaristan 2, Slovakya 1, İrlanda 20 ve İsviçre 1 ülkeye referans olmuştur. Finlandiya ise etkin bir ülke olmasına rağmen hiçbir ülkeye referans olmamıştır. Örneğin Türkiye 0,877 etkinlik skoruyla etkin olmayan bir KVB' dir. Etkin olması için etkin olan İrlanda' yı kendisine referans almalıdır. Bu ülkeyi referans alma oranı ise 8,949' dur. Diğer etkin olmayan KVB' ler için benzer şekilde yorumlar yapılabilir.

Çizelge 5.5' te 28 ülkenin CCR modeli çözümü sonucunda etkinlik skoru ve çıktı verilerinin gerçekleşen ve hedef değerleri gösterilmiştir. Çıktı değişkenleri fazla olduğundan veriler 3 ayrı çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 5.5. Ülkelerin çıktı yönelimli CCR modelinde çıktıların gerçekleşen ve hedef değerleri

KVB	Etkinlik Skoru	Ç1-G	Ç1-H	Ç2-G	Ç2-H	Ç3-G	Ç3-H
Danimarka	1.000	0.170	0.170	22.450	22.450	55.830	55.830
Norveç	1.000	0.110	0.110	5.020	5.020	1.710	1.710
Finlandiya	1.000	0.120	0.120	26.930	26.930	18.910	18.910
Macaristan	1.000	0.230	0.230	7.910	7.910	9.650	9.650
Slovakya	1.000	0.180	0.180	7.180	7.180	7.440	7.440
İrlanda	1.000	0.140	0.140	3.990	3.990	21.800	21.800
İsviçre	1.000	0.230	0.230	9.600	9.600	3.800	3.800
İsrail	0.979	0.130	0.244	0.110	6.989	1.490	37.746
ABD	0.955	0.060	7.131	4.750	287.800	6.900	418.708
Avusturya	0.898	0.150	0.249	19.750	21.999	14.560	58.088
Türkiye	0.877	0.220	1.253	2.930	35.706	4.760	195.086
İtalya	0.873	0.190	1.501	9.540	42.738	22.340	233.753
Belçika	0.871	0.120	0.267	6.310	9.177	16.650	28.716
Portekiz	0.865	0.230	0.266	14.210	16.436	30.780	36.059
İsveç	0.844	0.220	0.276	23.680	28.042	14.310	65.208
Yeni Zelanda	0.834	0.130	0.156	5.600	6.711	23.240	27.850
Hollanda	0.830	0.100	0.522	4.960	16.445	11.210	68.300
Birleşik Krallık	0.824	0.150	1.927	5.080	54.928	17.690	300.108
Avustralya	0.821	0.060	0.671	4.060	22.669	7.500	75.561
Fransa	0.816	0.220	1.794	6.100	54.417	5.130	252.561
Almanya	0.811	0.110	2.619	9.530	77.604	22.980	383.756
Kanada	0.706	0.070	0.773	5.470	35.278	4.510	12.017
İspanya	0.692	0.200	1.351	6.110	38.502	25.860	210.362
Japonya	0.674	0.100	4.215	2.530	122.243	6.130	639.176
Yunanistan	0.631	0.160	0.267	5.340	10.526	15.300	46.490
Polonya	0.622	0.130	0.944	8.740	26.911	11.140	147.031

Çizelge 5.5. Ülkelerin çıktı yönelimli CCR modelinde çıktıların gerçekleşen ve hedef değerleri (devam)

Şili	0.593	0.210	0.354	20.440	34.473	9.850	92.292
Çek Cumhuriyeti	0.575	0.110	0.323	8.440	14.689	8.550	55.060

Çizelge 5.5’ te birinci sütunda KVB’ leri ikinci sütunda etkinlik skorları, üçüncü, beşinci ve yedinci sütunda çıktıların gerçekleşen değerleri, dördüncü, altıncı ve sekizinci sütunda ise çıktıların hedef değerleri görülmektedir.

Çizelge 5.6. Ülkelerin çıktı yönelimli CCR modelinde çıktıların gerçekleşen ve hedef değerleri

KVB	Etkinlik Skoru	Ç4-G	Ç4-H	Ç5-G	Ç5-H
Danimarka	1.000	249.13	249.13	0.050	0.050
Norveç	1.000	302.81	302.81	0.030	0.030
Finlandiya	1.000	207.56	207.56	0.040	0.040
Macaristan	1.000	228.33	228.33	0.080	0.080
Slovakya	1.000	146.72	146.72	0.060	0.060
İrlanda	1.000	213.65	213.65	0.060	0.060
İsviçre	1.000	442.36	442.36	0.120	0.120
İsrail	0.979	367.13	374.845	0.050	0.104
ABD	0.955	16177.50	16936.238	0.030	2.287
Avusturya	0.898	365.810	407,463	0.060	0.085
Türkiye	0.877	1677.62	1911.934	0.100	0.537
İtalya	0.873	1999.39	2290.889	0.080	0.643
Belçika	0.871	452.76	519,695	0.060	0.100
Portekiz	0.865	271.89	314.483	0.060	0.091
İsveç	0.844	415.54	492.093	0.070	0.083
Yeni Zelanda	0.834	150.35	235.382	0.030	0.064
Hollanda	0.830	754.31	909.051	0.080	0.209

Çizelge 5.6. Ülkelerin çıktı yönelimli CCR modelinde çıktıların gerçekleşen ve hedef değerleri (devam)

Birleşik Krallık	0.824	2423.35	2941.196	0.070	0.826
Avustralya	0.821	1048.54	1277.696	0.010	0.255
Fransa	0.816	2424.97	2973.034	0.070	0.739
Almanya	0.811	3414.71	4208.641	0.070	1.096
Kanada	0.706	1501.3	2127.982	0.020	0.211
İspanya	0.692	1426.6	2061.645	0.050	0.579
Japonya	0.674	4436.99	4583.658	0.090	1.787
Yunanistan	0.631	256.54	4606.482	0.050	0.111
Polonya	0.622	896.47	1440.968	0.050	0.405
Şili	0.593	254.8	511.166	0.070	0.118
Çek Cumhuriyeti	0.575	299.66	521.537	0.060	0.128

Çizelge 5.6’ da birinci sütunda KVB’ leri ikinci sütunda etkinlik skorları, üçüncü ve beşinci sütunda çıktıların gerçekleşen değerleri, dördüncü ve altıncı sütunda çıktıların hedef değerleri görülmektedir.

Çizelge 5.7. Ülkelerin çıktı yönelimli CCR modelinde çıktıların gerçekleşen ve hedef değerleri

KVB	Etkinlik Skoru	Ç6-G	Ç6-H	Ç7-G	Ç7-H
Danimarka	1.000	0.500	0.500	4.110	4.110
Norveç	1.000	0.310	0.310	2.120	2.120
Finlandiya	1.000	0.130	0.130	2.880	2.880
Macaristan	1.000	0.360	0.360	2.600	2.600
Slovakya	1.000	0.120	0.120	1.730	1.730
İrlanda	1.000	0.240	0.240	2.170	2.170
İsviçre	1.000	1.042	1.042	1.760	1.760
İsrail	0.979	0.050	0.421	2.970	3.791
ABD	0.955	0.070	17.672	0.720	129.149

Çizelge 5.7. Ülkelerin çıktı yönelimli CCR modelinde çıktıların gerçekleşen ve hedef değerleri (devam)

Avusturya	0.898	0.580	0.646	2.880	5.114
Türkiye	0.877	0.040	2.148	3.830	19.419
İtalya	0.873	0.470	2.573	3.850	23.268
Belçika	0.871	0.270	0.559	2.030	4.482
Portekiz	0.865	0.220	0.525	2.200	4.101
İsveç	0.844	0.470	0.772	2.210	6.121
Yeni Zelanda	0.834	0.060	0.292	1.350	2.595
Hollanda	0.830	0.590	0.996	3.350	8.432
Birleşik Krallık	0.824	0.210	3.304	2.320	29.873
Avustralya	0.821	0.010	1.379	1.910	11.183
Fransa	0.816	0.400	3.287	1.970	28.534
Almanya	0.811	0.230	4.681	1.940	41.251
Kanada	0.706	0.030	2.179	1.150	14.898
İspanya	0.692	0.180	2.316	1.890	20.940
Japonya	0.674	0.180	7.362	1.480	65.802
Yunanistan	0.631	0.090	0.493	2.770	4.389
Polonya	0.622	0.050	1.619	1.950	14.636
Şili	0.593	0.040	0.890	1.200	7.399
Çek Cumhuriyeti	0.575	0.080	0.642	2.650	5.525

Çizelge 5.7' de birinci sütunda KVB' leri ikinci sütunda etkinlik skorları, üçüncü ve beşinci sütunda çıktıların gerçekleşen değerleri, dördüncü ve altıncı sütunda çıktıların hedef değerleri görülmektedir. Etkinlik skoru 1 olan etkin KVB' lerin gerçekleşen ve hedef değerleri aynıdır. Etkin olmayan KVB' ler ise etkin olabilmek için çıktılarında bir artış yapması gerekmektedir. Örneğin Danimarka etkin bir KVB olduğu için gerçekleşen değerleri ve hedef değerleri değişmemektedir.

Çizelge 5.5, Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7 incelendiğinde Türkiye 0,877 skoru ile etkin olmayan bir KVB' dir. Türkiye etkin olabilmek için İrlanda' yı referans almalıdır.

Örneğin Türkiye çıktı değişkenlerinden 'Çevre Vergisi' ile ilgili performans indeksini; (İrlanda Çıktı Değeri) * (İrlanda Referans Oranı) = (2,170) * (8,949) = 19,419 yaparak bu çıktı için etkin olabilir. Diğer çıktı değişkenleri için de aynı yöntem uygulanabilir ve bütün etkin olmayan ülkeler etkin olabilmeleri için çıktılarını ne oranda artırmaları gerektiğini bu şekilde görebilirler.

Çizelge 5.8' de Türkiye' nin gerçekleşen çıktı değişkenlerinin değerlerini ve İrlanda' yı referans alması halinde etkin olması için ulaşması gereken çıktı değişkenlerinin değerlerini görmekteyiz. Bu çizelgeye bakarak Türkiye' nin etkin bir KVB olabilmesi için çıktı değişkenlerinin değerlerini ne kadar artırmaları gerektiğini söyleyebiliriz.

Çizelge 5.8. Türkiye' nin İrlanda' yı referans alması ile ulaşılan çıktı değişkenlerinin değerleri

Türkiye Çıktı Değerleri	İrlanda Çıktı Değerleri	Referans Oranı	Türkiye Hedef Değerleri
CO ₂ emisyonu= 0.220	CO ₂ emisyonu= 0.140	8,949	0,140*8,949= 1,253
Yanabilir ve yenilenebilir atık miktarı= 2.930	Yanabilir ve yenilenebilir atık miktarı= 3.990	8,949	3,99*8,949= 35,706
Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimini = 4,760	Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimini = 21.800	8,949	21,8*8,949= 195,096
GSMH = 1677,62	GSMH = 213.65	8,949	213,65*8,949= 1911,934
NO _x = 0.100	NO _x = 0.060	8,949	0,06*8,949= 0,537
SO _x = 0.040	SO _x = 0.240	8,949	0,240*8,949= 2,148
Çevre Vergisi= 3.830	Çevre Vergisi= 2.170	8,949	2,17*8,949= 19,419

- Birinci çıktı olan ters dönüşüm uygulanmış CO₂ emisyonunu (1/ CO₂) 1,033 birim artırarak 0,220' den 1,253' e çıkaracaktır.

- İkinci çıktı olan yanabilir ve yenilenebilir atık miktarının 32,776 birim artırarak 2,930' dan 35,706' ya yükseltecektir.
- Üçüncü çıktı olan yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimini 190,326 birim artırarak 4,76' dan 195,086' ya çıkaracaktır.
- Dördüncü çıktı olan GSMH' yı 234,314 birim artırarak 1677,620' den 1911,934' e çıkaracaktır.
- Beşinci çıktı olan ters dönüşüm uygulanmış NO_x emisyonunu (1/ NO_x) yaklaşık 0,437 birim artırarak 0,100' den 0,537' ye çıkaracaktır.
- Altıncı çıktı olan ters dönüşüm uygulanmış SO_x emisyonunu (1/ SO_x) 2,108 birim artırarak 0,040' dan 2,148' e çıkaracaktır.
- Yedinci çıktı olan çevre vergisinin 15,589 birim artırarak 3,830' dan 19,419' a çıkaracaktır.

Bu şartlar Türkiye' nin nasıl etkin hale gelebileceğini göstermektedir. Benzer şekilde diğer etkin olmayan KVB' lerin etkin olabilmesi için girdi ve çıktı değerlerinin ne olması gerektiği bilgisine Çizelge 5.5, Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7' den ulaşılabilmektedir. Bütün etkin olmayan ülkeler etkin olabilmeleri için çıktıları ne kadar artırmaları gerektiğini bu şekilde görebilirler.

5.4.2. Süper etkinlik

Çizelge 5.9' daki sonuçlar incelendiğinde çevre performansı açısından etkin olan bütün karar verme birimlerinin etkinlik skorlarının beklendiği gibi 1.0 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre en fazla sayıda ülkeye referans olan karar verme birimi İrlanda olup toplamda 20 ülkeye referans gösterilmektedir. İrlanda' yı 12 ülkeye referans olması ile Norveç, 7 ülkeye referans olması ile Danimarka, 2 ülkeye referans olması ile Macaristan, 1 ülkeye referans olması ile Slovakya ve yine bir ülkeye referans olması ile İsviçre izlemektedir.

Çizelge 5.9. Etkin ülkeler ve referanslar

Etkin Ülkeler	Etkinlik Skoru	Referanslar
Danimarka	1.000	7
Norveç	1.000	12
Finlandiya	1.000	0
Macaristan	1.000	2
Slovakya	1.000	1
İrlanda	1.000	20
İsviçre	1.000	1

Etkin olan bu ülkelerin kendi aralarındaki değerlendirmesini yapmak ve sıralamak için süper etkinlikten yararlanılmıştır.

Çizelge 5.10' daki sonuçlar incelendiğinde etkin olan karar verme birimlerinin de kendi aralarında sıralandığı görülmektedir. Model çıktı yönlü olduğundan burada en küçük etkinlik skoruna sahip olan karar verme birimi etkin karar verme birimleri arasında ilk sırada yer almaktadır.

Etkin ülkelere ilişkin süper etkinlik skorları en etkin olandan en az etkin olana doğru Çizelge 5.10'da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Etkin ülkelerin CRS çıktı yönelimli süper etkinlik modeli analizi sonuçları

Etkin Ülkeler	Süper Etkinlik Skoru	Etkinler Arasındaki Sıralaması
Danimarka	40,74%	1.
İsviçre	73,39%	2.
Finlandiya	77,39%	3.
İrlanda	79,58%	4.
Norveç	89,36%	5.
Slovakya	90,54%	6.
Macaristan	92,72%	7.

Çizelge 5.10 'a göre etkin olan ülkeler arasındaki sıralamaya göre en etkin ülke Danimarka' dır. Danimarka' yı İsviçre ve Finlandiya takip etmektedir. Ayrıca etkin olan ülkeler arasındaki en son sırada Macaristan bulunmaktadır.

Etkin olmayan ülkelerin süper etkinlik analizi sonucu etkinlik skorları değişmemiştir. Yani bu ülkeler için süper etkinlik uygulanmadan önceki sonuçlar ile bire bir aynı sonuçlar elde edilmiştir.

5.5. Pencere (Window) Analizi Sonuçları

Ülkelerin 2012-2014 yıllarını kapsayan üç yıllık dönemdeki etkinlik değişimleri pencere analizi ile belirlenmiş olup çıktı yönlü CCR etkinlik skorları çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelge 5.11' den hem ülkeler hem de yıllar bazında çıkarımlar yapılabilmektedir. Pencere (Window) analizi için EMS paket programından yararlanılmıştır. Çizelge 5.11' e göre Danimarka ve İrlanda tüm yıllarda etkin olup performansında kararlılık göstermiştir. Norveç 2012 ve 2013 yıllarında etkin iken 2013 ve 2014 yıllarında etkinlik skorunda az da düşüş olmuştur. Finlandiya ve Macaristan 2012 yılında etkin değilken 2013 ve 2014 yıllarında etkin ülke konumuna gelmişlerdir. İsviçre

ve Slovakya 2012 yılında etkin iken 2013 yılında performansında az da olsa bir değişme yaşanmış etkin ülke olmaktan çıkmış ancak 2014 yılında tekrar etkin ülke konumuna gelmişlerdir.

Çalışmada çıktı yönlü model kullanıldığından dolayı etkin olmayan ülkeler için etkinlik skorlarının %100' ün üstünde değer aldığı görülmektedir. Etkin ülkeler ise %100 değerini almıştır. Türkiye' nin 2012- 2014 yılları arasında etkinlik skorları %120,85; %109,91; %115,85; %113,97' dir. Bu verilerden Türkiye' nin bu dönemler arasında etkin olmadığı ve etkinlik değerindeki artış ve azalışlardan dolayı performansında dalgalanmalar olduğu görülmektedir. 2012-2014 yılları arasında Türkiye için ortalama 115,15, aralık 10,94 ve standart sapma 4,54 olarak bulunmuştur. Ülkeler ve yıllar bazlı ortalama etkinlik değeri 122,2 olduğunda Türkiye 115,15 ortalama etkinlik değeri ile ülkeler ortalaması altında kalmıştır.

En iyi etkinlik performansı ortalaması 100 ile Danimarka ve İrlanda' ya ait olup bunları 100,32 performans ortalamasıyla İsviçre, 100,36 performans ortalamasıyla Finlandiya, 100,4 performans ortalamasıyla Norveç, 100,82 performans ortalamasıyla Slovakya, 101,44 performans ortalamasıyla Macaristan izlemektedir. En kötü etkinlik performansı ortalamasını 173,30 ile Çek Cumhuriyeti sergilemektedir. Çek Cumhuriyeti' nin etkin olması çıktıların %73,3 ($1,733-1= 0,733$) oranında artırması ile mümkündür. En yüksek aralık değeri (46,11) ile Şili ortalamadan en uzak ülke konumundadır.

Danimarka ve İrlanda' nın etkinlik skorlarında standart sapma 0 ve değişim aralığı 0 olup değişim görülmemektedir. Bu da Danimarka ve İrlanda' nın homojen bir performans geçmişi olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde en küçük standart sapma 0,08 ve en küçük değişim aralığı 0,16 ile Norveç' in de homojen bir performans geçmişi sergilediği söylenebilir.

Etkinlik skorundaki en büyük sapma 20,72 ve en büyük değişim aralığı 46,11 ile en kötü performans sergileyen ülke Şili' dir. Yıllara göre etkinlik skorları ortalamaları 121; 122,38; 122,2' dir. Genel olarak ülkelerin çıktıların %22,15 ($1,2215-1= 0,2215$) oranında artırmaları ile etkin olacağını söyleyebiliriz.

Çizelge 5.11. Ülkelerin çıktı yönelimli Pencere (Window) analizi sonuçları

ÜLKELER	2012	2013	2014	ORTALAMA	ARALIK	STANDART SAPMA
Avusturya	108,91	109,47	111,39	110,47	3,2	1,52
		112,11				
Belçika	112,09	113,52	114,78	114,44	5,26	2,23
		117,35				
Kanada	145,24	143,45	141,74	143,78	3,5	1,55
		144,7				
Danimarka	100	100	100	100	0	0
		100				
Fransa	115,85	115,84	122,60	118,77	6,76	3,45
		120,77				
Almanya	118,63	119,39	123,25	122,32	9,36	4,29
		127,99				
Yunanistan	160,79	157,44	158,45	161,37	11,36	5,15
		168,8				
İtalya	116,74	115,26	114,58	117,04	7	3,16
		121,58				
Hollanda	118,04	118,61	120,51	120,15	5,4	2,43
		123,44				
Norveç	100	100	100	100,04	0,16	0,08
		100,16				
Portekiz	100,95	110,28	115,67	110,57	14,72	6,87
		115,38				
İspanya	146,87	140,72	144,51	145,21	8	3,45
		148,72				
İsveç	117,31	117,31	118,42	118,12	2,12	1,02
		119,43				
Türkiye	120,85	109,91	113,97	115,15	10,94	4,54
		115,85				
Birleşik Krallık	129,61	126,42	121,37	127,66	11,88	5,04
		133,25				
ABD	106,11	105,19	104,69	105,67	1,99	0,90
		106,68				
Avustralya	121,27	119,69	121,85	121,57	3,78	1,56
		123,47				
Çek Cumhuriyeti	168,63	170,52	174,04	173,30	11,36	4,99
		179,99				
Finlandiya	101,44	100	100	100,36	1,44	0,72
		100				
Macaristan	105,74	100	100	101,44	5,74	2,87
		100				

Çizelge 5.11. Ülkelerin çıktı yönelimli Pencere (Window) analizi sonuçları (devam)

Japonya	142,61	141,09	148,38	145,10	7,29	3,80
		148,30				
Yeni Zelanda	105,76	105,05	119,84	111,79	11,45	7,5
		116,5				
Polonya	165,25	163,51	160,74	165,50	11,74	5,01
		172,48				
Slovakya	100	101,30	100	100,82	1,99	0,99
		101,99				
Şili	138,94	122,55	168,66	139,35	46,11	20,72
		127,23				
İsrail	138,02	135,99	102,10	129,82	41,06	18,72
		143,16				
İrlanda	100	100	100	100	0	0
		100				
İsviçre	100	100	100	100,32	1,28	0,64
		101,28				
Ortalama	121	122,38	122,2	122,15	8,75	4,04

5.6. Malmquist TFV Endeksi Sonuçları

Malmquist TFVE' nin hesaplanmasında kullanılan uzaklık fonksiyonlarını tahmin etmek için teknoloji üzerine ölçeğe göre sabit getiri varsayımının uygulanması gerekir (Coelli vd., 1998). Bu nedenle çalışmada Malmquist TFV endekslerinin hesaplanmasında ölçeğe göre sabit getiri varsayımı dikkate alınmıştır.

Çalışmanın bu kısmında OECD üyesi 28 ülkenin 2012-2014 yılları arasındaki etkinlik değişimleri Malmquist TFVE ile ölçülmüş olup bu yıllar arasındaki etkinlik değişimleri ve bu değişimlerin kaynağının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Çalışmadaki analizler için DEAP 2.1 bilgisayar paket programı kullanılmıştır.

Çizelge 5.12' de ülkelerin 2012-2013 yılı etkinlik değişimi analiz sonuçları verilmiştir. Çizelgeden TFV değeri 1' den büyük olan ülkelerin çevre performanslarında bir önceki yıla göre artış olduğu, 1' den küçük değer alan ülkelerin çevre performanslarında ise bir önceki yıla göre azalma olduğu yorumunu yapabiliriz. Çizelge 4.11 incelendiğinde etkinlik değişimi değeri en çok artan ülke %14,8 ($1,139-1= 0,139$) ile Şili' dir. Şili' deki etkinlik değişimi artışının kaynağı ise tamamen ölçek etkinliği değişiminden kaynaklanmaktadır.

Etkinlik değişimi değeri en çok azalan ülke ise %7 ($1 - 0,961 = 0,039$) ile Slovakya' dır. Bu azalışın kaynağı ise teknolojik değişimdir.

Bu dönemde en fazla teknolojik gelişme sağlayan ülke %7,9 ($1,079 - 1 = 0,079$) ile Macaristan ve teknolojik değişimde en çok gerileme gösteren ülke ise %3,9 ($1 - 0,961 = 0,039$) ile Slovakya' dır. Toplam faktör verimliliğinde en fazla artış olan ülke %13,9 ($1,139 - 1 = 0,139$) ile Şili ve toplam faktör verimliliğinde en çok azalış olan ülke ise %3,9 ($1 - 0,961 = 0,039$) ile Slovakya' dır.

Ülkelerin %39,29' unun (11 ülke) etkinlik değişiminde artma, %35,71' inin (10 ülke) etkinlik değişiminde ise azalma olmuştur. Ülkelerin yaklaşık %64,3' ünün (18 ülke) teknolojik değişiminde artış olmuştur. Teknolojik olarak değişmeyen 1 ülke vardır. Ülkelerin %32,14' ünün (9 ülke) ise teknolojik değişiminde azalış meydana gelmiştir. Ülkelerin %60,71' inin (17 ülke) toplam faktör verimliliğinde artış meydana gelmiştir. Bu artış 5 ülkede sadece etkinlik değişimindeki artıştan, 6 ülkede sadece teknolojik değişimden, 6 ülkede ise hem etkinlik değişiminden hem teknolojik değişimden kaynaklıdır. Toplam faktör verimliliği değişmeyen 2 ülke vardır. Ülkelerin %32,14' ünün (9 ülke) ise toplam faktör verimliliğinde azalma olmuştur. Bu dönemde Avusturya, Belçika, Almanya, Hollanda, Norveç, Portekiz, Çek Cumhuriyeti, Yeni Zelanda ve Slovakya' nın çevre performansında azalma olmuştur. Bu azalış 5 ülkede etkinlik değişimi, 2 ülkede teknolojik değişim kaynaklı, 2 ülkede ise hem teknolojik hem de etkinlik değişimi kaynaklıdır.

Bu döneme genel olarak bakıldığında ülkelerin toplam faktör verimliliklerinde ortalama %1,4 oranında artış meydana gelmiştir. Bu artış, %0,7 etkinlik değişimindeki ve %0,6 teknolojik değişimdeki artıştan kaynaklanmaktadır. Etkinlik değişiminin bileşenlerine bakıldığında ise bu artışın kaynağı %0,2 saf teknik etkinlik değişimi ve %0,5 ölçek etkinliği değişimidir.

Türkiye' nin toplam faktör verimliliğindeki artışı %10 ($1,100 - 1 = 0,100$) olarak bulunmuştur. Bu durumda Türkiye çevre performansını bir önceki yıla göre artırmıştır. Bu artışın kaynağı %11,4 ($1,114 - 1 = 0,114$) oranında etkinlik değişimi pozitif yönde katkı sağlarken, teknolojik değişim %1,3 ($1 - 0,987 = 0,013$) oranında negatif yönde katkı

sağlamıştır. Türkiye’ nin etkinlik değişimindeki bu artışa ölçek etkinliği %11,4 (1,114-1= 0,114)) ile olumlu yönde katkı sağlarken saf etkinlik değişimi herhangi bir katkı sağlamamıştır. Benzer yorumlar diğer KVB’ ler içinde yapılabilir.

Çizelge 5.12. 2012-2013 dönemi Malmquist TFV Endeksi sonuçları

Ülkeler	Etkinlik Değişimi (ED)	Teknolojik Değişim(TD)	Saf Etkinlik Değişimi (STED)	Ölçek Etkinliği Değişimi(ÖED)	Toplam Faktör Verimliliği Değişimi (TFVD)
Avusturya	0,987	1,008	1,000	0,987	0,995
Belçika	0,973	1,015	0,997	0,976	0,988
Kanada	1,005	1,006	1,002	1,003	1,010
Danimarka	1,000	1,001	1,000	1,000	1,001
Fransa	0,994	1,007	1,000	0,994	1,000
Almanya	0,988	1,005	1,000	0,988	0,994
Yunanistan	1,025	1,004	1,022	1,002	1,029
İtalya	1,022	0,994	1,000	1,022	1,017
Hollanda	0,985	1,010	0,999	0,986	0,995
Norveç	1,000	0,996	1,000	1,000	0,996
Portekiz	0,930	0,994	1,000	0,930	0,925
İspanya	1,057	0,988	1,050	1,006	1,044
İsveç	0,991	1,013	1,000	0,991	1,004
Türkiye	1,114	0,987	1,000	1,114	1,100
Birleşik Krallık	1,039	0,987	1,024	1,014	1,025
ABD	0,995	1,014	1,000	0,995	1,009
Avustralya	1,003	1,010	1,013	0,991	1,013
Çek Cumhuriyeti	0,979	1,010	1,004	0,974	0,989
Finlandiya	1,000	1,045	1,000	1,000	1,045
Macaristan	1,000	1,079	1,000	1,000	1,079
Japonya	1,006	1,005	1,000	1,006	1,011

Çizelge 5.12. 2012-2013 dönemi Malmquist TFFV Endeksi sonuçları (devam)

Yeni Zelanda	0,988	0,998	0,994	0,994	0,986
Polonya	1,024	0,987	0,981	1,044	1,011
Slovakya	1,000	0,961	1,000	1,000	0,961
Şili	1,119	1,018	1,000	1,119	1,139
İsrail	1,002	1,012	0,983	1,020	1,014
İrlanda	1,000	1,033	1,000	1,000	1,033
İsviçre	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ortalama	1,007	1,006	1,002	1,005	1,014

Çizelge 5.13' te 2013-2014 yılı etkinlik değişimi için ülkelerin analiz sonuçları verilmiştir. Etkinlik değişimi değeri en çok artan ülke %33,2 ($1,332-1=0,332$) ile İsrail' dir. Bu artış, etkinlik değişiminin bileşenleri olan saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değişimi artışından kaynaklanmaktadır. Etkinlik değişimi değeri en çok azalan ülke ise %, ($1-0,723=0,277$) ile Şili' dir. Bu azalışın kaynağı ölçek etkinliğindeki azalıştır.

Bu dönemde en çok teknolojik gelişim sağlayan ülke %9,8 ($1,098-1= 0,098$) ile Danimarka 'dır. Teknolojik olarak gerileyen ülke yoktur.

Toplam faktör verimliliğinde en fazla artış olan ülke %41,4 ($1,414-1= 0,414$) ile İsrail' dir. Toplam faktör verimliliğindeki bu artışın kaynağı etkinlik değişimi ve teknolojik değişimin artışıdır. Toplam faktör verimliliğinde en çok azalış olan ülke ise %23,8 ($1-0,762= 0,238$) ile Şili' dir. Şili' nin toplam faktör verimliliğindeki azalışının nedeni ise etkinlik değişimidir.

Ülkelerin %57,14' ünün (16 ülke) etkinlik değişiminde azalma meydana gelmiştir. Bu azalma 4 ülkede saf teknik etkinliğinin azalması, 9 ülkede ölçek etkinliğinin azalması ve 3 ülkede hem saf teknik etkinliğinin azalması hem de ölçek etkinliğinin azalması sebebiyle ortaya çıkmıştır. Ülkelerin %28,6'sinin (5 ülke) etkinlik değişiminde artış meydana gelmiştir. Bu artış 1 ülkede saf teknik etkinliğin artması, 1 ülkede ölçek etkinliğinin artması ve 3 ülkede hem saf teknik etkinliğinin artması hem de ölçek etkinliğinin artmasından kaynaklanmaktadır. 7 ülkenin etkinliğinde ise değişiklik olmamıştır.

Bu dönemde ülkelerin %82,14' ünün (23 ülke) toplam faktör verimliliğinde artış, %14,28' inin (4 ülke) toplam faktör verimliliğinde azalma gözlemlenmiştir. Toplam faktör verimliliğinde değişim olmayan Japonya' dır.

Kanada, Birleşik Krallık ve İsrail ülkelerinin etkinlik değişimindeki artış, hem saf etkinlik değişimi hemde ölçek etkinliği değişimindeki artıştan kaynaklıdır. ABD' nin etkinlik değişimindeki artışta ise ölçek etkinliği değişimindeki artış etkilidir. Polonya' nın etkinlik değişimindeki artış ise saf teknik etkinlik değişimi kaynaklıdır.

Çizelge 5.13. 2013-2014 dönemi Malmquist TFV Endeksi sonuçları

Ülkeler	Etkinlik Değişimi (ED)	Teknolojik Değişim(TD)	Saf Teknik Etkinlik Değişimi (STED)	Ölçek Etkinliği Değişimi(ÖED)	Toplam Faktör Verimliliği Değişimi (TFVD)
Avusturya	0,983	1,025	0,977	1,005	1,007
Belçika	0,989	1,037	0,986	1,003	1,025
Kanada	1,012	1,009	1,002	1,010	1,021
Danimarka	1,000	1,098	1,000	1,000	1,098
Fransa	0,945	1,044	1,000	0,945	0,986
Almanya	0,969	1,048	1,000	0,969	1,015
Yunanistan	0,990	1,076	0,988	1,002	1,065
İtalya	0,993	1,069	1,000	0,993	1,061
Hollanda	0,984	1,042	1,001	0,984	1,025
Norveç	1,000	1,024	1,000	1,000	1,024
Portekiz	0,932	1,068	1,000	0,932	0,996
İspanya	0,962	1,070	0,974	0,987	1,029
İsveç	0,983	1,030	1,000	0,983	1,013
Türkiye	0,953	1,068	1,000	0,953	1,017
Birleşik Krallık	1,028	1,038	1,004	1,024	1,098
ABD	1,005	1,014	1,000	1,005	1,019

Çizelge 5.13. 2013-2014 dönemi Malmquist TFFV Endeksi sonuçları (devam)

Avustralya	0,982	1,032	0,992	0,990	1,013
Çek Cumhuriyeti	0,980	1,054	0,972	1,008	1,033
Finlandiya	1,000	1,002	1,000	1,000	1,002
Macaristan	1,000	1,008	1,000	1,000	1,008
Japonya	0,951	1,052	1,000	0,951	1,000
Yeni Zelanda	0,888	1,095	0,892	0,996	0,972
Polonya	1,004	1,069	1,012	0,992	1,073
Slovakya	1,000	1,093	1,000	1,000	1,093
Şili	0,723	1,054	1,000	0,723	0,762
İsrail	1,332	1,062	1,293	1,030	1,414
İrlanda	1,000	1,053	1,000	1,000	1,053
İsviçre	1,000	1,090	1,000	1,000	1,090
Ortalama	0,982	1,052	1,002	0,980	1,032

Çizelge 5.14' te 2012-2014 yılları arasında ülkelerin toplam faktör verimliliği ve bileşenlerindeki ortalama değişimler gösterilmiştir. Etkinlik değeri 1'den büyük olan ülkeler üretim sınırını yakalamada başarılı olan ülkelerdir. Çizelgeye göre 28 ülkeden 12 ülkenin etkinlik değişiminde azalış, 8 ülkenin etkinlik değişiminde artış olup, 8 ülkenin etkinlik değişiminde ise herhangi bir değişme olmamıştır. En fazla etkinlik değişimi artışına sahip 3 ülke sırasıyla %15,6 ile İsrail, %3,3 ile Birleşik Krallık ve %3 ile Türkiye' dir. Etkinlik değişiminde en fazla azalma olan 3 ülke ise sırasıyla %10,1 ile Şili, %6,9 ile Portekiz ve %6,3 ile Yeni Zelanda' dır. Teknolojik değişimi 1'den büyük olan ülkeler teknolojik yeteneklerini artırarak aynı girdi miktarıyla daha fazla çıktı üretebilen ülkelerdir. Çizelgeye göre 28 ülke teknolojik gelişim göstermiştir. Teknolojik değişimde en fazla artışa sahip 3 ülke %4,8 ile Danimarka, %4,5 ile Yeni Zelanda ve %4,4 ile İsviçre' dir.

Çizelge 5.14. 2012-2014 dönemi ortalama Malmquist TFFV Endeksi sonuçları

Ülkeler	Etkinlik Değişimi (ED)	Teknolojik Değişim(TD)	Saf Teknik Etkinlik Değişimi (STED)	Ölçek Etkinliği Değişimi(ÖED)	Toplam Faktör Verimliliği Değişimi (TFVD)
Avusturya	0,985	1,016	0,989	0,996	1,001
Belçika	0,981	1,026	0,991	0,990	1,006
Kanada	1,008	1,007	1,002	1,006	1,016
Danimarka	1,000	1,048	1,000	1,000	1,048
Fransa	0,969	1,025	1,000	0,969	0,993
Almanya	0,978	1,026	1,000	0,978	1,004
Yunanistan	1,007	1,039	1,005	1,002	1,047
İtalya	1,008	1,031	1,000	1,008	1,039
Hollanda	0,985	1,026	1,000	0,985	1,010
Norveç	1,000	1,010	1,000	1,000	1,010
Portekiz	0,931	1,031	1,000	0,931	0,960
İspanya	1,008	1,028	1,012	0,997	1,036
İsveç	0,987	1,022	1,000	0,987	1,009
Türkiye	1,030	1,027	1,000	1,030	1,058
Birleşik Krallık	1,033	1,027	1,014	1,019	1,061
ABD	1,000	1,014	1,000	1,000	1,014
Avustralya	0,993	1,021	1,002	0,990	1,013
Çek Cumhuriyeti	0,979	1,032	0,988	0,991	1,010
Finlandiya	1,000	1,023	1,000	1,000	1,023
Macaristan	1,000	1,043	1,000	1,000	1,043
Japonya	0,978	1,028	1,000	0,978	1,005
Yeni Zelanda	0,937	1,045	0,941	0,995	0,979
Polonya	1,014	1,027	0,996	1,018	1,041
Slovakya	1,000	1,025	1,000	1,000	1,025

Çizelge 5.14. 2012-2014 dönemi ortalama Malmquist TFFV Endeksi sonuçları (devam)

Şili	0,899	1,036	1,000	0,899	0,932
İsrail	1,156	1,037	1,128	1,025	1,198
İrlanda	1,000	1,043	1,000	1,000	1,043
İsviçre	1,000	1,044	1,000	1,000	1,044
Ortalama	0,994	1,029	1,002	0,992	1,023
<1	12	-	5	13	4
=1	8	-	17	8	-
>1	8	28	6	7	24

Toplam faktör verimliliğinde artış gösteren ülke sayısı 24, azalış gösteren ülke sayısı ise 4 'tür. Bu dönemde ülkelerin %85,7' sinin toplam faktör verimliliğinde bir artış olurken %14,3' ünün toplam faktör verimliliğinde bir azalış olmuştur. Toplam faktör verimliliğinde en büyük artış olan ülke %19,8 ile İsrail' dir. Toplam faktör verimliliğinde en fazla azalış olan ülke ise %6,8 ile Şili'dir. Bu azalmanın kaynağına baktığımızda ise teknolojik değişimin etkili olmayıp etkinlik değişiminin etkili olduğunu görmekteyiz. Etkinlik değişimindeki azalışın nedeni ise ölçek etkinliği değişimidir.

Danimarka, Norveç, ABD, Finlandiya, Macaristan, Slovakya, İrlanda ve İsveç' in saf teknik etkinlik değişimi ve ölçek etkinliği değişiminde herhangi bir değişim olmadığından etkinlik değişimi 1 değerini almıştır. Bu ülkelerin etkinlik değişimlerinin 1 olması nedeniyle toplam faktör verimliliklerindeki değişim teknolojik değişime eşittir. Türkiye'nin saf teknik etkinlik değişimi değeri 1 olduğundan dolayı etkinlik değişimi, ölçek etkinliği değişiminden kaynaklanmaktadır. Toplam faktör verimliliği değişimi ise hem etkinlik değişimi hem de teknolojik değişimden kaynaklı olarak 1' den büyüktür. Bu nedenle Türkiye' nin üretim sınırını yakalamada başarılı ülkeler arasında yer aldığı söylenebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya' nın küreselleşmesi ile çevre sorunları ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bu durumda çevre sorunları sadece bir ülkeyi değil tüm dünyayı ilgilendiren ortak bir konu haline gelmiştir. Bu nedenle ülkelerin çevre performans değerlendirmesi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye, Dünya bankası verilerine göre üst orta gelirli gelişmekte olan bir ülkedir. Türkiye'nin orta gelirli ülke seviyesinden gelişmiş ülke seviyesine yükselmesi için hamle yapması gereken konulardan biri de çevredir. Bunun için de öncelikle çevre konusunda diğer ülkeler arasındaki yeri belirlenmeli, sonrasında ise düzenli performans ölçümleri yapılmalıdır.

Bu çalışmada OECD ülkeleri ve Türkiye'nin 2012-2014 yılları arasındaki çevre performansı analiz edilmiştir. Analizin ilk aşamasında ülkelerin 2014 yılı verileri için çıktı yönelimli CCR modeli kullanılarak VZA uygulanmıştır. Bu verilere göre Danimarka, Norveç, Finlandiya, Macaristan, Slovakya, İrlanda ve İsviçre ülkeleri etkin çıkmıştır. Artan nüfus ve buna bağlı olarak gelişen sanayi ve enerji tüketimi ekolojik dengeyi bozmakta ve küresel ısınmaya yol açmaktadır. Gelişmiş sanayiye sahip olan bu ülkelerin rüzgar, güneş, hidro ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakların kullanımını artırarak temiz enerjiye yönelmeleri ile birlikte sera gazı emisyonlarını azaltıcı faaliyetleri çevre performanslarını artırıcı yönde etkilemiştir.

Az gelişmiş ülkeler ileri teknoloji imkanlarından yoksun olmaları nedeniyle üretim süreçlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarını yoğun bir şekilde kullanamamaktadırlar. Bu durumda özellikle imalat sanayindeki emisyon değerlerinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu kapsamda üretim sürecinde kirlilik üreten sektör ve teknolojilerden daha temiz sektör ve teknolojilere geçiş yapılması emisyonların azaltılması açısından önemlidir. Örneğin Türkiye' de enerji girdisi olarak büyük ölçüde kullanılan ve kirlilik üreten fosil yakıtlar yerine daha temiz enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik edecek politikaların uygulanması emisyonların azaltılmasını sağlayacaktır.

Analizin ikinci aşamasında ülkelerin 2012-2014 yılları arasındaki dönem için pencere (window) analizi uygulanmıştır. Çıktı yönelimli CCR modeli kullanılarak yapılan pencere analizi sonucunda en iyi performansı Danimarka ve İrlanda sergilemiştir. Danimarka ve İrlanda tüm yıllarda kararlı bir trend izlerken diğer ülkelerin performansında değişimler gözlenmiştir. Bu zaman periyotlarında Türkiye'nin etkinlik performansında ise kararlı olmayan bir trend görülmüştür. Son olarak üçüncü aşamada ise Malmquist TFVE ile etkinlik değişimleri ve değişimlerin altında yatan temel sebepler belirlenmeye çalışılmıştır. Toplam faktör verimliliğinde en çok artış olan ülke İsrail, en çok düşüş olan ülke ise Şili'dir. Bu düşüş teknolojik değişimden değil etkinlik değişiminden kaynaklanmaktadır. Ancak genel olarak ülkelerin toplam faktör verimliliğinde artış olduğu görülmektedir.

Sonuçları Türkiye açısından incelediğimizde çıktı yönelimli VZA modeline göre 0,877 etkinlik skoruyla Türkiye etkin olmayan bir KVB' dir. Çıktı yönelimli pencere analizi sonuçlarına göre, Türkiye' nin performansı incelendiğinde kararlı olmayan bir trend izlediği görülmektedir. Malmquist TFVE' ne göre ise, 2012-2013 döneminde Türkiye'nin toplam faktör verimliliğinde %10 oranında bir artış, 2013-2014 döneminde %1,7 oranında artış, 2012-2014 döneminde ise %5,8 oranında bir artış olmuştur. 2012-2013 dönemindeki artış etkinlik değişiminin artmasından kaynaklanmaktadır. Etkinlik değişiminin artmasının sebebi ise saf etkinlik değişimi aynı kalırken ölçek etkinliği değişiminin artmasıdır. 2013-2014 dönemindeki toplam faktör verimliliğindeki artış teknolojik değişimdeki artıştan kaynaklanmaktadır. Etkinlik değişimindeki azalmanın nedeni ise saf etkinlik değişimi aynı kalırken ölçek etkinliği değişiminin azalmasıdır. 2012-2014 dönemine bakıldığında ise toplam faktör verimliliğindeki artış hem etkinlik değişimindeki hem de teknolojik değişimdeki artıştan kaynaklanmaktadır. Bu durum Türkiye' nin bu dönemde teknolojik olarak ileride olduğunu göstermektedir. Etkinlik değişimindeki artışın kaynağı ise ölçek etkinliğindeki artmadır. Bu sonuçlara göre Türkiye' nin 2012-2014 yılları arasında çevre etkinliği bakımından iyi bir performans sergilediği ve üretim sınırını yakalamada başarılı ülkeler arasında yer aldığı söylenebilir.

2014 yılı verilerine bakarak Türkiye' nin çevre etkinliğini değerlendirdiğimizde etkin ülkeler arasında yer almadığı sonucu ile karşılaşılmıştır. Bu durum Türkiye'nin girdilerini çıktılarına dönüştürmede başarılı olmadığını göstermektedir. Bu nedenle Türkiye çevre

politikaları oluşturmalı ve bu politikaları yürütmede çaba harcamalıdır. evre etkinliği performans ölçüm çalışmalarının sürekliliği sağlanmalı ve ihmal edilmemelidir.

NO_x emisyonlarının %40'ından fazlası yol taşımacılığından kaynaklanırken, SO_x emisyonlarının yaklaşık %60'ı enerji üretimi ve dağıtımından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle evsel, endüstriyel ve taşımada kullanılan yakıt türü değiştirilerek SO_x ve NO_x emisyonları azaltılabilir. CO₂ emisyonunu arttıran ana etkenler arasında ise enerjinin fosil yakıtlara bağımlı olması, toplu taşımaların az olması, yenilenebilir enerji kullanımının tam olarak uygulanmaması emisyon miktarlarını bugünkü düzeylere ulaştırmaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edilmesi CO₂ emisyonunu önemli ölçüde azaltacaktır. Ayrıca, enerji santralleri ve diğer büyük tesisler tarafından yayılan CO₂' yi yakalamak ve depolamak için karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin geliştirilmesi de bu alanda yapılacak büyük adımlardan biri olacaktır.

İleride yapılacak çalışmalarda farklı girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak yeni modeller türetilir. Bu çalışmada ileri sürülebilecek bir diğer öneri ise ortak ağırlıklar yönteminin VZA' ya dahil edilmesidir. VZA' da her bir girdi ve çıktı değişkenine her bir karar verici için farklı ağırlıklar atanması söz konusu olmaktadır. Bu durum karar vericiler için itirazlara sebep olabilir. Ayrıca VZA' da girdi ve çıktı değişkenlerinin ağırlıklarını belirleme doğrusal programlama modeline dayalı olarak yapıldığından hesaplamalarda önemli girdi ve çıktı değişkenlerinin sıfıra yakın ya da sıfır değerini alması ile karşılaşılabilmektedir. Dolayısıyla bu girdi ve çıktı değişkenleri karar vericinin performans puanında dikkate alınmamış olur. Bu nedenle de önemli girdi ve çıktı değişkeninin değerlendirilememesi pratik ile uyuşmayan sonuçlara yol açabilir. Bu dezavantajları ortadan kaldırmak için ise ortak ağırlıklar alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir. Bu yöntemde, girdi ve çıktı değişkenlerine aralarındaki korelasyona göre ağırlık ataması yapılabilir. Her bir karar birimi için ortalama ağırlıklar kullanılarak performans hesabı yapılır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Alı A.I., Seiford L.M., 1990, Translation invariance in data envelopment analysis, *Operations Research Letters*, 9, 403–405.
- Akıncı, M.M., Kılıç Akıncı, S., Güney, S., 2008, Environmental Social Responsibility of Turkish State and Private Sugar Firms in Terms of Business Ethics, Professional Ethics in Business and Social Life, 21th EBEN Annual Conference, Antalya, 229-238.
- Andersen, P., Petersen, N.C., 1993, A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis, *Management Science*, 39, 1261-1264.
- Aydemir, Z., 2002, Bölgesel rekabet edebilirlik kapsamında illerin kaynak kullanım görece verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması, Devlet Planlama Teşkilatı Uzmanlık Tezi, 45, 89, 91-92.
- Azadeh, A., Amalnick, M.S., Ghaderi, S.F., Asadzadeh, S.M., 2007, An integrated DEA PCA numerical taxonomy approach for energy efficiency assessment and consumption optimization in energy intensive manufacturing sectors, *Energy Policy*, 35,7, 3792-3806
- Banker R.D., Charnes A., Cooper WW., 1984, Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science* 30, 1078–1092.
- Boussofiane A, Dyson R. G., Thanassoulis E., 1991, Applied data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research*, 52, 1, 1-15.
- Charnes A., Cooper W., Rhodes E., 1981, Evaluating program and managerial efficiency: An application of data envelopment analysis to program follow through, *Management Science*, 27, 6, 668-697.
- Chen, P.C., Chang, C.C., Yu, M.M., Hsu, S.H., 2012, Performance measurement for incineration plants using multi-activity network data envelopment analysis: The case of Taiwan, *Journal of Environmental Management*, 93, 95-103.
- Chen, J., Song, M., Xu, L, 2014, Evaluation of environmental efficiency in China using data envelopment analysis, *Ecological Indicators*, 577-583
- Chiu, Y., Wu, M., 2010, Environmental efficiency evaluation in China: Application of ‘Undesirable’ data envelopment analysis, *Polish Journal of Environmental Studies*, 19, 6, 1159-1169.
- Cingi, S., Tarım, A., 2000, Türk banka sisteminde performans ölçümü DEA-Malmquist TFV endeksi uygulaması, Türkiye Bankalar Birliği, Araştırma Tebliğleri Dizisi, 1, 22.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Coelli, T.J., Rao, D.S.P., Battese, G.E., 1998, An Introduction to Efficiency And Productivity Analysis, Boston, Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K., 2000, Data Envelopement Analysis, Kluwer Academic Publishers, p.1-39.
- Cooper, W.W., Lawrence, M. S., Tone, K., 2007, Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text With Models, Applications, References and DEA Solver Software, New York: Springer Science and Business Media, p. 324-328.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M., Zhu, J., 2011, Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations, International Series in Operations Research and Management Science, 164, p. 1-39.
- Deliktaş, E., 2002, Türkiye özel sektör imalat sanayiinde etkinlik ve toplam faktör verimliliği analizi, Odtü Gelişme Dergisi, 29, 247-284.
- Dyckhoff, H., Allen, K., 2001, Measuring ecological efficiency with data envelopment analysis (DEA), European Journal of Operational Research, 132, 312–325.
- Erken, N., Emiral, F., 2002, Türk bankacılık sisteminde etkinlik analizi-veri zarflama analizi uygulaması, Active Dergisi, 1-32.
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., Zhong Z.Y., 1994, Productivity Growth Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries, American Economic Review, 84, p. 66-80.
- Fare, R., Grosskopf, S., Tyteca, D., 1996, An activity analysis model of the environmental performance of firms—application to fossil-fuel- fired electric utilities. Ecological Economics, 18, 161–175.
- Fare, R., Grosskopf, S., 2001, Optimization models applied to productivity and the environment, SOBRAPO, Brazilian Society of Operations Research.
- Fare, R., Grosskopf, S., Hernandez-Sancho, F., 2003, Enviromental performance: an index number approach, Resource and Energy Economics
- Fare, R., Grosskopf, S., Pasurka, Carl A., 2010, Toxic releases: An environmental performance index for coal-fired power plants, Energy Economics, 32, 158–165
- Gomes, E.G., Lins, M.P. E., 2008, Modelling undesirable outputs with zero sum gains data envelopment analysis models, Journal of the Operational Research Society, 59, 5.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Golany B., Roll Y., 1989, An application procedure for DEA, Omega the International Journal of Management Science, 17, 237–250.
- Guo, X.D., Zhu, L., Fan, Y., Xie, B.C., 2011, Evaluation of potential reductions in carbon emissions in Chinese provinces based on environmental DEA, Energy Policy, 59, 5.
- Halicioğlu, F., 2011, Modelling life expectancy in Turkey, Economic Modelling, 285, 2075-2082.
- Halkos G.E., Tzeremes N.G., 2009, Exploring the existence of Kuznets curve in countries' environmental efficiency using DEA window analysis, Ecological Economics, 68, 2168–2176.
- Hernández-Sancho, F., Sala-Garrido, R., 2011, Energy efficiency in Spanish wastewater treatment processes, Science of the Total Environment, 409, 2693-2699.
- Islam N., Vincent J., Panayotou T., 1996, Unveiling the income-environment relationship: An exploration into the determinants of environmental quality, Harvard-Institute for International Development, 701.
- Isik I., Hassan M.K., 2003, Financial deregulation and total factor productivity change: An empirical study of Turkish commercial banks, Journal of Banking and Finance 27, 1455-1485.
- Journard, I., André, C., Nicq, C., Chatal, O., 2008, Health Status Determinants: Lifestyle, environment, health care resources and efficiency, OECD Economics Department Working Papers, 627.
- Keskin Benli, Y., 2006, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası İmalat Sanayi için Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi, Seçkin Yayıncılık.
- Kumar, S., Khanna, M., 2009, Measurement of environmental efficiency and productivity: A cross-country analysis, Environmental and Development Economics, 14, 473-495
- Kutlar, A., Babacan, A., 2008, Türkiye'deki kamu üniversitelerinde CCR etkinliği-ölçek etkinliği analizi: DEA tekniği uygulaması, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 15, 148-172.
- Li, F., Liu, X., Hu, D., Wang, R., Yang, W., Li, D., Zhao, D., 2009, Measurement indicators and an evaluation approach for assessing urban sustainable development: A case study for China's Jining City, Landscape and Urban Planning, 90, 134-142.
- Lin, E.Y-Y., Chen, P-Y., Chen, C-C., 2013, Measuring the environmental efficiency of countries: A directional distance function metafrontier approach, Journal of Environmental Management, 119, 134-142.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lundgren, T., Zhou, W., 2017, Firm performance and the role of environmental management. *Journal of Environmental Management*, 203, 330-341.
- Mastercard Worldwide ve Boğaziçi Üniversitesi, 2011, Türkiye'nin Şehirleri Sürdürülebilirlik Araştırması, İstanbul.
- Meng, F.Y., Fan, L.W., Zhou, P., Zhou, D.Q., 2013, Measuring environmental performance in China's industrial sectors with non-radial DEA, *Mathematical and Computer Modelling*, 58, 1047-1056.
- Norman, M., Stoker, B., 1991, *Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance*, New York: Waley, p. 29-35.
- Özdemir, B., 2009, Küresel kirlenme sürdürülebilir ekonomik büyüme ve çevre vergileri, *Maliye Dergisi*, 156, 1-36.
- Ramanathan, R., 2003, *An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement*, New Delhi, Sage Publications, 172-175.
- Ramanathan, R., 2006., A multi-factor efficiency perspective to the relationships among world GDP, energy consumption and carbon diokside emissions, *Technological Forecasting and Social Change*, 483-494
- Rezitis, A.N., 2006, Productivity growth in the Grek banking industry: A nonparametric approach, *Journal of Applied Economics*, 1, 119–138.
- Rheinhard S., Lovell C.A.K., Thijssen G., 1999, Econometric estimation of technical and environmental efficiency: An application to Dutch dairy farms, *American Journal of Agricultural Economics*, 81, 44–60.
- Savaş, H., 2012, Tüketim toplumu, çevre performans indeksi ve Türkiye'nin çevre performansının indekse göre değerlendirilmesi, *Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi*, 1, 132-148.
- Scheel H., 2001, Undesirable outputs in efficiency evaluations, *European Journal of Operational Research*, 132, 400–410.
- Siong, H. C., Hussein, M.Z.S.M., 2008, Modeling urban quality of life with data envelopment analysis methods, *University Technology Malaysia, Malaysia*.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sueyoshi, T., Goto, M., 2011, Measurement of returns to scale for DEA based operational and environmental assessment: How to manage desirable (good) and undesirable (bad) outputs?, *European Journal of Operational Research*, 211:76-89
- Sueyoshi, T., Goto, M., 2013, DEA environmental assessment in a time horizon: Malmquist index on fuel mix, electricity and CO₂ of industrial nations, *Energy Economics*, 40, 370–382.
- Sun, L., Mei, Q., 2011, The regional environmental performance of China from 2004 to 2009, *International Journal of Nonlinear Science*, 12, 1, 48-53.
- Tang, D., Tang, J., Xiao, Z., Ma, T., Bethel, B.J., 2016, Environmental regulation efficiency and total factor productivity—Effect analysis based on Chinese data from 2003 to 2013, *Ecological Indicators*, 73, 312-318.
- Tektüfekçi, F., Kutay, N., 2016, The relationship between EPI and GDP growth: An examination on developed and emerging countries, *Journal of Modern Accounting and Auditing*, 12, 268-276.
- Ulucan, A., 2002, ISO 500 şirketlerinin etkinliklerinin ölçülmesinde veri zarflama analizi yaklaşımı: Farklı girdi çıktı bileşenleri ve ölçeğe göre getiri yaklaşımları ile değerlendirmeler, *Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 57, 185-202.
- Wang, K., Wei Y., Zhang X., 2012, Energy and emissions efficiency patterns of Chinese regions: A multi-directional efficiency analysis, *Applied Energy*, 104, 105-116.
- Wang, J., Zhao, T., Zhang, X., 2016, Environmental assessment and investment strategies of provincial industrial sector in China — Analysis based on DEA model, *Environmental Impact Assessment Review*, 60, 156-168.
- Wu, F., Fan, L.W., Zhou, P., Zhou, D.Q., 2012, Industrial energy efficiency with CO₂ emissions in China: A nonparametric analysis, *Energy Policy*, 49, 164–172.
- Yang H.H., Chang C., 2009, Using DEA window analysis to measure efficiencies of Taiwan's integrated telecommunication firms, *Telecommunications Policy*, 33, 98–108.
- Yolalan, R., 1993, İşletmelerde Göreceli Etkinlik Ölçümü, Ankara, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Yu, Y., Wen, Z., 2010, Evaluating China's urban environmental sustainability with Data Envelopment Analysis, *Ecological Economics*, 69, 1748-1755.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Zhang, N., Kong, F., Yu, Y., 2015, Measuring ecological total-factor energy efficiency incorporating regional heterogeneities in China, *Ecological Indicators*, 51, 165-172.
- Zhou, P., Ang, B.W., 2008, Linear programming models for measuring economy-wide energy efficiency performance, *Energy Policy*, 36, 2911-2916.



EK AÇIKLAMALAR

Ek Açıklama-A.1: 2012 Yılı Verileri

Ek Açıklama-A.2: 2013 Yılı Verileri

Ek Açıklama-A.3: 2014 Yılı Verileri

Ek Açıklama-B: Süper Etkinlik Değerleri

Ek Açıklama-B.2: Süper Etkinlik Değerleri

Ek Açıklama-C.1: 2012-2013 Pencere Analizi

Ek Açıklama-C.2: 2013-2014 Pencere Analizi

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı Yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları

Ek Açıklama-E: Malmquist

EK AÇIKLAMALAR

Ek Açıklama-A.1: 2012 Yılı Verileri

DMU	ENGRY CON	LABOR	CO ₂	CRW	EPRODUCT	GDP	NO _x	SO _x	TAX RVN
Austria	35,4	4293,4	0,14	19,12	10,77	363,01	0,05	0,56	2,88
Belgium	58,7	4892,9	0,12	6,67	12,38	445,7	0,05	0,24	2,18
Canada	326,5	18809,5	0,07	5,32	2,64	1428,4	0,02	0,03	1,15
Denmark	17,1	2907,4	0,15	21,19	48,27	242,75	0,04	0,44	4,1
France	244,9	28481,8	0,2	5,91	4,34	2395,83	0,07	0,28	1,9
Germany	316,4	41350,9	0,11	8,69	19,51	3344,71	0,06	0,21	2,11
Greece	29,3	4890,1	0,14	5,31	9,46	264,2	0,05	0,07	2,74
Italy	162,2	25257	0,16	8,38	16,94	2032,24	0,07	0,34	3,8
Nthrls	88,1	8860,9	0,1	4,88	12,01	745,17	0,07	0,50	3,33
Norway	47,8	2668,8	0,1	5,71	1,30	294,17	0,03	0,29	2,17
Portugal	22,4	5382,6	0,23	13,54	30,16	272,57	0,06	0,18	2,14
Spain	142,4	23443,7	0,18	6,27	22,60	1431,62	0,05	0,11	1,61
Sweden	54,5	5060,8	0,2	23,22	11,64	400,03	0,07	0,38	2,4
Turkey	120,2	27021,5	0,23	3,14	3,07	1470,35	0,09	0,03	3,63
United Kingdom	202,1	32129,4	0,14	3,73	10,11	2307,07	0,06	0,14	2,38
United States	2209,3	154975	0,06	4,45	5,49	15542,16	0,03	0,07	0,78
Australia	130,3	11970,3	0,06	3,79	5,01	997,71	0,01	0,01	2,07
Czech Republic	41,9	5256,8	0,1	7,07	6,84	293,16	0,05	0,07	2,83
Finland	28,1	2690,1	0,11	25,54	16,62	210,47	0,04	0,11	3
Hungary	21,1	4300,4	0,22	7,13	7,02	214,9	0,08	0,32	2,78
Japan	467,8	65651,7	0,1	2,15	4,05	4378,98	0,09	0,18	1,58
New Zealand	19,7	2333	0,13	6,25	20,12	143,18	0,03	0,06	1,31
Poland	95,7	17339,9	0,13	8,63	9,18	856,07	0,05	0,04	1,97
Slovak Republic	16,2	2706,9	0,17	6,01	4,84	140,94	0,07	0,09	1,74
Chile	34,1	8150	0,21	25,16	7,55	346,59	0,07	0,07	1,13
Israel	25,2	3606	0,1	0,11	0,72	236,63	0,04	0,04	2,96
Ireland	14,0	2153,8	0,13	3,04	16,24	194,84	0,06	0,18	2,16
Switzerland	28,8	4555,7	0,21	9,41	2,83	426,11	0,11	0,9	1,81

Ek Açıklama-A.2: 2013 Yılı Verileri

DMU	ENGRY CON	LABOR	CO₂	CRW	EPRODUCT	GDP	NO_x	SO_x	TAX RVN
Austria	35,1	4336,1	0,14	19,42	12,90	363,46	0,05	0,57	2,84
Belgium	60,0	4947,1	0,12	6,45	13,68	445,4	0,06	0,25	2,04
Canada	336,1	19037,8	0,07	5,52	3,72	163,75	0,02	0,03	1,15
Denmark	17,9	2889,8	0,15	21,08	45,95	245,02	0,05	0,43	4,24
France	247,2	28625,1	0,2	6,28	4,58	2409,63	0,07	0,32	1,96
Germany	325,5	41713,2	0,11	8,71	20,44	3361,09	0,06	0,22	2,04
Greece	27,9	4843,6	0,16	5,24	14,01	255,64	0,05	0,08	2,74
Italy	155,7	25259,2	0,17	9,43	20,58	1997,12	0,08	0,42	3,68
Nthrls	85,9	8932,1	0,1	4,72	11,86	743,75	0,07	0,57	3,41
Norway	45,0	2693,8	0,09	4,97	1,66	297,11	0,03	0,30	2,15
Portugal	24,5	5284,6	0,23	13,88	31,15	269,49	0,06	0,19	2,15
Spain	134,2	23190,2	0,2	6,1	26,49	1407,19	0,05	0,18	1,9
Sweden	51,3	5116,5	0,21	23,33	13,94	404,99	0,07	0,41	2,36
Turkey	118,6	27961,3	0,23	3,36	4,08	1595,2	0,1	0,04	4,06
United Kingdom	200,9	32391,6	0,14	4,25	13,81	2351,16	0,06	0,17	2,36
United States	2270,6	155389	0,06	4,71	6,32	15802,86	0,03	0,07	0,76
Australia	131,2	12136,4	0,06	4,01	5,98	1023,74	0,01	0,01	2,13
Czech Republic	41,8	5306	0,11	7,92	7,63	291,74	0,06	0,08	2,78
Finland	27,7	2676	0,12	26,9	17,95	208,88	0,04	0,11	2,96
Hungary	20,1	4333,8	0,23	7,69	8,50	219,45	0,08	0,34	2,65
Japan	464,0	65927,5	0,1	2,37	4,84	4438,39	0,09	0,18	1,55
New Zealand	19,9	2363,1	0,13	5,91	21,00	145,88	0,03	0,06	1,33
Poland	96,0	17360,7	0,13	8,45	8,92	867,98	0,05	0,04	1,93
Slovak Republic	16,9	2715,4	0,16	6,22	5,28	143,04	0,07	0,10	1,74
Chile	34,4	8277,3	0,21	26,72	8,65	360,37	0,09	0,08	1,13
Israel	25,2	3667,8	0,12	0,08	0,89	246,98	0,05	0,05	2,82
Ireland	13,7	2163,3	0,13	3,42	19,47	196,99	0,06	0,18	2,21
Switzerland	29,7	4611,9	0,2	9,25	3,23	433,7	0,11	0,94	1,78

Ek Açıklama-A.3: 2014 Yılı Verileri

DMU	ENGRY CON	LABOR	CO₂	CRW	EPRODUCT	GDP	NO_x	SO_x	TAX RVN
Austria	33,9	4357,6	0,15	19,75	14,56	365,81	0,06	0,58	2,88
Belgium	55,8	4966,9	0,12	6,31	16,65	452,76	0,06	0,27	2,03
Canada	334,3	19124,5	0,07	5,47	4,51	1501,3	0,02	0,03	1,15
Denmark	17,4	2905,6	0,17	22,45	55,83	249,13	0,05	0,50	4,11
France	237,6	29429	0,22	6,1	5,13	2424,97	0,07	0,40	1,97
Germany	312,1	41961,3	0,11	9,53	22,98	3414,71	0,07	0,23	1,94
Greece	26,3	4810,6	0,16	5,34	15,3	256,54	0,05	0,09	2,77
Italy	146,9	25514,9	0,19	9,54	22,34	1999,39	0,08	0,47	3,85
Nthrls	80,9	8895,8	0,1	4,96	11,21	754,31	0,08	0,59	3,35
Norway	46,4	2721,4	0,11	5,02	1,71	302,81	0,03	0,31	2,12
Portugal	24,6	5225,6	0,23	14,21	30,78	271,89	0,06	0,22	2,20
Spain	132,2	22954,6	0,2	6,11	25,86	1426,6	0,05	0,18	1,89
Sweden	51,4	5184,5	0,22	23,68	14,31	415,54	0,07	0,47	2,21
Turkey	122,6	28773,5	0,22	2,93	4,76	1677,62	0,10	0,04	3,83
United Kingdom	188,6	32667,4	0,15	5,08	17,69	2423,35	0,07	0,21	2,32
United States	2296,5	155922	0,06	4,75	6,9	16177,46	0,03	0,07	0,72
Australia	132,6	12268,4	0,06	4,06	7,5	1048,54	0,01	0,01	1,91
Czech Republic	40,2	5297,9	0,11	8,44	8,55	299,66	0,06	0,08	2,65
Finland	26,7	2697,3	0,12	26,93	18,91	207,56	0,04	0,13	2,88
Hungary	20,1	4444,2	0,23	7,91	9,65	228,33	0,08	0,36	2,60
Japan	452,3	66087,5	0,1	2,53	6,13	4436,99	0,09	0,18	1,48
New Zealand	20,9	2436,3	0,13	5,6	23,24	150,35	0,03	0,06	1,35
Poland	92,4	17428,3	0,13	8,74	11,14	896,47	0,05	0,05	1,95
Slovak Republic	15,5	2721,9	0,18	7,18	7,44	146,72	0,06	0,12	1,73
Chile	35,4	8442,7	0,21	20,44	9,85	254,8	0,07	0,04	1,20
Israel	24,5	3778,3	0,13	0,11	1,49	367,13	0,05	0,05	2,97
Ireland	13,7	2156,8	0,14	3,99	21,8	213,65	0,06	0,24	2,17
Switzerland	28,5	4695,6	0,23	9,6	3,8	442,36	0,12	1,042	1,76

Ek Açıklama-B: Süper Etkinlik Değerleri

DMU	SCORE	EC _{on} {I}	Lf {I}	CO ₂ {O}	CR _{and} W {O}	EP _f rom RS {O}	GD P {O}	NO _x {O }	SO _x {O}	ER TR {O}	Benchmarks
Austria	111.39%	0.09	1.02	0.00	0.08	0.00	0.86	0.00	0.05	0.00	4 (0.81) 10 (0,24) 27 (0.55) 28 (0.03)
Belgium	114.78%	0.14	1.01	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	10 (0,83) 27 (1.25)
Canada	141.74%	0.00	1.42	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	10 (7.03)
Denmark	40.74%	0.40	0.01	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	7
France	122.60%	0.11	1.11	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	10 (1.74) 27 (11.45)
Germany	123.25%	0.10	1.13	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	10 (1.56) 27 (17.48)
Greece	158.45%	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.15	4 (0.16) 27 (1.71)
Italy	114.58%	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	27 (10.72)
Nthrls	120.51%	0.12	1.08	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	10 (0.84) 27 (3.07)
Norway	89.36%	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	0.04	0.00	12
Portugal	115.67%	1.16	0.00	0.69	0.04	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	4 (0.45) 20 (0.71) 27 (0.19)
Spain	144.51%	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	27 (9.65)
Sweden	118.42%	0.00	1.18	0.00	0.15	0.00	0.75	0.09	0.00	0.00	4 (1.08) 10 (0.61) 27 (0.17)
Turkey	113.97%	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	27 (8.95)
United Kingdom	121.37%	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	27 (13.77)
United States	104.69%	0.16	0.88	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	10 (44.86) 27 (15.69)
Australia	121.85%	0.14	1.07	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	10 (1.88) 27 (3.32)
Czech Republic	174.04%	0.14	1.60	0.00	0.06	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00	4 (0.29) 10 (0.24) 27 (1.77)
Finland	77.39%	0.00	0.77	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Hungary	92.72%	0.93	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	0.14	0.13	0.00	2
Japan	148.38%	0.12	1.37	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	10 (1.12) 27 (29.23)
New Zealand	119.84%	0.00	1.20	0.93	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	4 (0.13) 24 (0.01) 27 (0.95)
Poland	160.74%	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	27 (6.74)
Slovak Republic	90.54%	0.60	0.31	0.97	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
Chile	168.66%	1.69	0.00	0.26	0.24	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	4 (1.38) 20 (0.12) 27 (0.66)
Israel	102.10%	0.08	0.94	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	10 (0.02) 27 (1.73)
Ireland	79.58%	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00	0.23	20
Switzerland	73.39%	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	1

Ek Açıklama-C.1: 2012-2013 Pencere Analizi

DMU	SCORE	EC _{on}	Lf	CO ₂	CR _{and}	EP _{rom}	GD	NO _x	SO _x	ER	Benchmarks
		{I}	{I}	{O}	W	RS	P	{O}	{O}	TR	
					{O}	{O}	{O}			{O}	
Austria	108,91%	0,13	0,87	0,00	0,08	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	32 (0,81) 38 (0,30) 56 (0,25)
Belgium	112,09%	0,18	0,82	0,00	0,00	0,01	0,99	0,00	0,00	0,00	38 (0,99) 55 (0,59) 56 (0,20)
Canada	145,24%	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38 (6,98)
Denmark	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11
France	115,85%	0,14	0,86	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38 (2,22) 56 (4,88)
Germany	118,63%	0,13	0,87	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38 (1,81) 56 (7,91)
Greece	160,79%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	0,03	4 (085) 28 (0,51)
Italy	116,74%	0,31	0,69	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	28 (0,78) 55 (0,13) 56 (4,64)
Nthrls	118,04%	0,16	0,84	0,00	0,00	0,01	0,99	0,00	0,00	0,00	38 (1,13) 55 (0,46) 56(1,05)
Norway	100,00%	0,00	1,00	0,19	0,03	0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	3
Portugal	100,95%	1,00	0,00	0,65	0,00	0,05	0,31	0,00	0,00	0,00	4 (0,49) 48 (0,65) 55 (0,07)
Spain	146,87%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	4 (0,41) 28 (4,70)
Sweden	117,31%	0,00	1,00	0,00	0,14	0,00	0,7	0,16	0,00	0,00	10 (0,56) 32 (1,11) 55 (0,16)
Turkey	120,85%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	28 (4,17)
United Kingdom	129,61%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	28 (7,02)
United States	106,11%	0,21	0,79	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38 (43,80) 56 (8,02)
Australia	121,27%	0,17	0,83	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38 (1,92) 56 (1,47)
Czech Republic	168,63%	0,14	0,86	0,00	0,02	0,00	0,94	0,00	0,00	0,04	32 (0,18) 38 (0,31) 55 (1,34) 56 (0,22)
Finland	101,44%	0,00	1,00	0,00	0,26	0,00	0,60	0,14	0,00	0,00	10 (0,02) 32 (0,08) 47 (0,89)
Hungary	105,74%	0,59	0,41	0,84	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,15	4 (0,06) 24 (0,02) 48 (0,83) 55 (0,26)
Japan	142,61%	0,12	0,88	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38 (1,62) 56 (13,29)
New Zealand	105,76%	0,00	1,00	0,90	0,04	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	24 (0,15) 32 (0,16) 55 (0,68)
Poland	165,25%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	4 (0,12) 28 (3,25)
Slovak Republic	100,00%	0,40	0,60	0,97	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
Chile	138,94%	1,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,64	0,20	0,00	0,00	4 (1,15) 32 (0,42) 55 (0,50)
Israel	138,02%	0,10	0,90	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,15	32 (0,35) 38 (0,09) 55 (1,08)
Ireland	100,00%	0,00	1,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,89	0,03	0,00	0
Switzerland	100,00%	0,50	0,50	0,54	0,00	0,00	0,00	0,10	0,36	0,00	12

Ek Açıklama-C.1: 2012-2013 Pencere Analizi (devam)

Austria	109,47%	0,13	0,87	0,00	0,08	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	32 (0,83) 38 80,28) 56 (0,26)
Belgium	113,52%	0,19	0,81	0,00	0,00	0,01	0,99	0,00	0,00	0,00	38 81,02) 55 (0,68) 56 (0,15)
Canada	143,45%	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38 (7,07)
Denmark	100,00%	0,32	0,68	0,00	0,48	0,00	0,00	0,50	0,01	0,00	14
France	115,84%	0,14	0,86	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38(2,27) 56 (4,88)
Germany	119,39%	0,13	0,87	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38 (2,06)56 (7,84)
Greece	157,44%	1,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,03	4 (0,21) 28 (0,16) 55 (1,44)
Italy	115,26%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	4 (0,18) 28 (5,30)
Nthrls	118,61%	0,15	0,85	0,00	0,00	0,01	0,99	0,00	0,00	0,00	38 (1,03) 55 (0,45) 56 (1,12)
Norway	100,00%	0,24	0,76	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	0,03	22
Portugal	110,28%	1,00	0,00	0,87	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	4 (0,58) 48 (0,72)
Spain	140,72%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	4 (0,52) 28 (4,35)
Sweden	117,31%	0,00	1,00	0,29	0,09	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	10 (0,58) 32 (1,12) 55 (0,17)
Turkey	109,91%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	28 (4,11)
United Kingdom	126,42%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	28 (6,98)
United States	105,19%	0,22	0,78	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38 (45,92) 56 (6,87)
Australia	119,69%	0,17	0,83	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38 (1,92) 56 (1,51)
Czech Republic	170,52%	0,14	0,86	0,00	0,02	0,00	0,94	0,00	0,00	0,04	32 (0,26) 38 (0,29) 55 (1,12) 56 (0,29)
Finland	100,00%	0,00	1,00	0,47	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Hungary	100,00%	1,00	0,00	0,92	0,00	0,02	0,00	0,00	0,06	0,00	3
Japan	141,09%	0,12	0,88	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	38 (1,43) 56 (13,46)
New Zealand	105,05%	0,00	1,00	0,90	0,04	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	24 (0,09) 32 (0,15) 55 (0,78)
Poland	163,51%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	4 (0,11) 28 (3,27)
Slovak Republic	101,30%	0,44	0,56	0,00	0,14	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	24 (0,39) 32 (0,08) 55 (0,66)
Chile	122,55%	1,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,07	0,62	0,00	0,00	24 (0,39) 32 (1,41) 55 (0,21)
Israel	135,99%	0,10	0,90	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,13	32 (0,10) 38 (0,07) 55 (1,47)
Ireland	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,74	0,00	0,00	19
Switzerland	100,00%	0,00	1,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,99	0,00	19

Ek Açıklama-C.2: 2013-2014 Pencere Analizi

DMU	SCORE	EC _{on}	Lf	CO ₂	CRa	EPf	GD	NO	SO _x	ER	Benchmarks
			{I}	{O}	nd	rom	P	_x {O}	{O}	TR	
		{I}			W	RS	{O}			{O}	
					{O}	{O}					
Austria	112,11%	0,09	0,91	0,00	0,08	0,00	0,87	0,00	0,05	0,00	60 (0,80) 66 (0,29) 83 (0,51) 84 (0,03)
Belgium	117,35%	0,13	0,87	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (0,98) 83 1(06)
Canada	144,72%	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (7,00)
Denmark	100,00%	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	2
France	120,77%	0,10	0,9	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (2,25) 83 (10,44)
Germany	127,99%	0,09	0,91	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (2,08) 83 (16,72)
Greece	168,87%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,15	66 (0,15) 83 (1,84)
Italy	121,58%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	83 (11,36)
Nthrls	123,44%	0,11	0,89	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (1,00) 83 (2,88)
Norway	100,16%	0,06	0,94	0,00	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00	0,18	32 (0,03)66 (0,96) 83 (0,00)
Portugal	115,38%	1,00	0,00	0,78	0,00	0,05	0,18	0,00	0,00	0,00	60 (0,47) 76 (0,73) 83 (0,14)
Spain	148,72%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	83 (9,80)
Sweden	119,43%	0,00	1,0	0,00	0,15	0,00	0,75	0,09	0,00	0,00	60 (1,08) 66 (0,56) 83 (0,22)
Turkey	115,85%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	83 (8,65)
United Kingdom	133,25%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	83 (14,66)
United States	106,68%	0,15	0,85	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (44,09) 83 (16,42)
Australia	123,47%	0,12	0,88	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (1,86) 83 (3,28)
Czech Republic	179,99%	0,09	0,91	0,00	0,06	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	60 (0,26) 66 (0,29) 83 (1,75)
Finland	100,00%	0,00	1,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0
Hungary	100,00%	0,91	0,09	0,68	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,16	0
Japan	148,30%	0,08	0,92	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (1,55) 83 (28,61)
New Zealand	116,50%	0,00	1,00	0,93	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	60 (0,13) 80 (0,14) 83 (0,74)
Poland	172,48%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	83 (7,01)
Slovak Republic	101,99%	1,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	60 (0,08) 83 (1,12)
Chile	127,23%	1,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	60 (1,38) 83 (0,76)
Israel	143,16%	0,03	0,97	0,00	0,00	0,00	0,74	0,00	0,00	0,26	32 (0,29) 66 (0,07) 83 (1,22)
Ireland	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,42	0
Switzerland	101,28%	0,07	0,93	0,00	0,03	0,00	0,89	0,00	0,07	0,00	60 (0,00) 66 (0,05) 83 (0,23) 84 (0,84)

Ek Açıklama-C.2: 2013-2014 Pencere Analizi (devam)

Austria	111,39%	0,08	0,92	0,00	0,08	0,00	0,86	0,00	0,05	0,00	60 (0,81) 66 (0,24) 83 (0,55) 84 (0,03)
Belgium	114,78%	0,12	0,88	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	60 (0,83) 83 (1,25)
Canada	141,74%	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (7,03)
Denmark	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16
France	122,60%	0,09	0,91	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (1,74) 83 (11,45)
Germany	123,25%	0,08	0,92	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (1,56) 83 (14,48)
Greece	158,45%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,15	60 (0,16) 83 (1,71)
Italy	114,58%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	83 (10,72)
Nthrls	120,51%	0,10	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (0,84) 83 (3,07)
Norway	100,00%	0,00	1,00	0,11	0,00	0,00	0,89	0,00	0,00	0,00	26
Portugal	115,67%	1,00	0,00	0,69	0,04	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	60 (0,45) 76 (0,71) 83 (0,19)
Spain	144,51%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	83 (9,65)
Sweden	118,42%	0,00	1,00	0,00	0,15	0,00	0,75	0,09	0,00	0,00	60 (1,08) 66 (0,61) 83 (0,17)
Turkey	113,97%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	83 (8,95)
United Kingdom	121,37%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	83 (13,787)
United States	104,69%	0,15	0,85	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (44,86) 83 (15,69)
Australia	121,85%	0,12	0,88	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (1,88) 83 (3,32)
Czech Republic	174,04%	0,08	0,92	0,00	0,06	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	60 (0,29) 66(0,24) 83 (1,77)
Finland	100,00%	0,54	0,46	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Hungary	100,00%	1,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,14	0,09	0,12	0,00	3
Japan	148,38%	0,08	0,92	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (1,12) 83 829,23)
New Zealand	119,84%	0,00	1,00	0,93	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	60 (0,13) 80 (0,01) 83 (0,95)
Poland	160,74%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	83 86,74)
Slovak Republic	100,00%	0,64	0,36	0,97	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
Chile	168,66%	1,00	0,00	0,26	0,24	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	60 (1,389 76 (0,12) 83 (0,66)
Israel	102,10%	0,07	0,93	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	66 (0,02) 83 (1,73)
Ireland	100,00%	0,00	1,00	0,44	0,00	0,00	0,51	0,00	0,05	0,00	43
Switzerland	100,00%	1,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,00	3

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı Yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

PRTGL1	0.000	0.000	0.457	0.000	0.021	0.271	1.557
SPAIN1	1.062	29.672	172.991	0.000	0.507	2.056	18.208
SWEDEN1	0.015	0.000	48.262	0.000	0.000	0.216	3.503
TURKEY1	1.002	32.367	189.661	0.000	0.423	2.102	15.054
UNKING1	1.745	48.762	278.638	0.000	0.741	3.049	27.057
UNSTATE1	7.068	282.827	411.485	0.000	2.256	17.599	128.395
ASTRLIA1	0.598	17.722	66.422	0.000	0.243	1.366	8.855
CZECH1	0.131	0.000	40.179	0.000	0.023	0.503	0.913
FINLND1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
HUNGRY1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
JAPAN1	4.067	118.489	630.080	0.000	1.654	7.095	63.606
NEWZLD1	0.000	0.000	0.000	55.208	0.028	0.220	0.977
POLAND1	0.735	12.862	129.124	0.000	0.324	1.538	11.501
SLOVAK1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CHILE1	0.000	0.000	75.679	81.429	0.000	0.822	5.375
ISRAEL1	0.111	6.877	36.225	0.000	0.053	0.370	0.758
IRELAND1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SWTZRLN1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
mean	0.826	26.293	107.971	4.880	0.317	1.766	13.976

SUMMARY OF INPUT SLACKS:

firm input:	ENRGYCON	LABOR
AUS1	0.000	0.000
BEL1	0.000	0.000
CAN1	8.226	0.000
DEN1	0.000	0.000
FRA1	0.000	0.000
GERMNY1	0.000	0.000
GREECE1	0.000	642.753
ITA1	0.000	2388.336
NTRLNDS1	0.000	0.000
NORWAY1	0.000	0.000
PRTGL1	0.000	360.625
SPAIN1	0.000	2142.267
SWEDEN1	1.775	0.000
TURKEY1	0.000	9472.501
UNKING1	0.000	2975.978
UNSTATE1	0.000	0.000
ASTRLIA1	0.000	0.000
CZECH1	0.000	0.000
FINLND1	0.000	0.000
HUNGRY1	0.000	0.000
JAPAN1	0.000	0.000
NEWZLD1	5.574	0.000
POLAND1	0.000	2881.707
SLOVAK1	0.000	0.000
CHILE1	0.000	2480.735
ISRAEL1	0.000	0.000
IRELAND1	0.000	0.000
SWTZRLN1	0.000	0.000
mean	0.556	833.747

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı Yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

SUMMARY OF PEERS:

firm peers:				
AUS1	IRELAND1	DEN1	NORWAY1	SWTZRLN1
BEL1	IRELAND1	NORWAY1		
CAN1	NORWAY1			
DEN1	DEN1			
FRA1	NORWAY1	IRELAND1		
GERMNY1	NORWAY1	IRELAND1		
GREECE1	IRELAND1	DEN1		
ITA1	IRELAND1			
NTRLNDS1	NORWAY1	IRELAND1		
NORWAY1	NORWAY1			
PRTGL1	HUNGRY1	DEN1	IRELAND1	
SPAIN1	IRELAND1			
SWEDEN1	DEN1	NORWAY1	IRELAND1	
TURKEY1	IRELAND1			
UNKING1	IRELAND1			
UNSTATE1	IRELAND1	NORWAY1		
ASTRLIA1	IRELAND1	NORWAY1		
CZECH1	NORWAY1	IRELAND1	DEN1	
FINLND1	FINLND1			
HUNGRY1	HUNGRY1			
JAPAN1	NORWAY1	IRELAND1		
NEWZLD1	DEN1	SLOVAK1	IRELAND1	
POLAND1	IRELAND1			
SLOVAK1	SLOVAK1			
CHILE1	DEN1	HUNGRY1	IRELAND1	
ISRAEL1	NORWAY1	IRELAND1		
IRELAND1	IRELAND1			
SWTZRLN1	SWTZRLN1			

SUMMARY OF PEER WEIGHTS: (in same order as above)

firm peer weights:				
AUS1	0.554	0.815	0.241	0.030
BEL1	1.252	0.833		
CAN1	7.027			
DEN1	1.000			
FRA1	1.740	11.449		
GERMNY1	1.565	17.481		
GREECE1	1.710	0.165		
ITA1	10.723			
NTRLNDS1	0.838	3.067		
NORWAY1	1.000			
PRTGL1	0.708	0.448	0.192	
SPAIN1	9.650			
SWEDEN1	1.081	0.613	0.174	
TURKEY1	8.949			
UNKING1	13.766			
UNSTATE1	15.688	4.862		
ASTRLIA1	3.319	1.878		
CZECH1	0.235	1.774	0.286	
FINLND1	1.000			
HUNGRY1	1.000			
JAPAN1	1.117	29.232		
NEWZLD1	0.128	0.008	0.947	
POLAND1	6.745			
SLOVAK1	1.000			
CHILE1	1.375	0.124	0.657	

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

ISRAEL1 0.017 1.730
IRELAND1 1.000
SWTZRLN1 1.000

PEER COUNT SUMMARY:

(i.e., no. times each firm is a peer for another)

firm peer count:

AUS1 0
BEL1 0
CAN1 0
DEN1 7
FRA1 0
GERMNY1 0
GREECE1 0
ITA1 0
NTRLNDS1 0
NORWAY1 12
PRTGL1 0
SPAIN1 0
SWEDEN1 0
TURKEY1 0
UNKING1 0
UNSTATE1 0
ASTRLIA1 0
CZECH1 0
FINLND1 0
HUNGRY1 2
JAPAN1 0
NEWZLD1 0
POLAND1 0
SLOVAK1 1
CHILE1 0
ISRAEL1 0
IRELAND1 20
SWTZRLN1 1

SUMMARY OF OUTPUT TARGETS:

firm	output: CO2	CRW	EPRODUCT	GDP	NOX	SOX	TAXRVN
AUS1	0.249	21.999	58.088	407.463	0.085	0.646	5.114
BEL1	0.267	9.177	28.716	519.695	0.100	0.559	4.482
CAN1	0.773	35.278	12.017	2127.982	0.211	2.179	14.898
DEN1	0.170	22.450	55.830	249.130	0.050	0.500	4.110
FRA1	1.794	54.417	252.561	2973.034	0.739	3.287	28.534
GERMNY1	2.619	77.604	383.756	4208.641	1.096	4.681	41.251
GREECE1	0.267	10.526	46.490	406.482	0.111	0.493	4.389
ITA1	1.501	42.783	233.753	2290.889	0.643	2.573	23.268
NTRLNDS1	0.522	16.445	68.300	909.051	0.209	0.996	8.432
NORWAY1	0.110	5.020	1.710	302.810	0.030	0.310	2.120
PRTGL1	0.266	16.436	36.059	314.483	0.091	0.525	4.101
SPAIN1	1.351	38.502	210.362	2061.645	0.579	2.316	20.940
SWEDEN1	0.276	28.042	65.208	492.093	0.083	0.772	6.121
TURKEY1	1.253	35.706	195.086	1911.934	0.537	2.148	19.419
UNKING1	1.927	54.928	300.108	2941.196	0.826	3.304	29.873
USTATE1	7.131	287.800	418.708	16936.238	2.287	17.672	129.149
ASTRLI1	0.671	22.669	75.561	1277.696	0.255	1.379	11.183
CZECH1	0.323	14.689	55.060	521.537	0.128	0.642	5.525
FINLND1	0.120	26.930	18.910	207.560	0.040	0.130	2.880

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı Yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

HUNGRY1	0.230	7.910	9.650	228.330	0.080	0.360	2.600
JAPAN1	4.215	122.243	639.176	6583.658	1.787	7.362	65.802
NEWZD1	0.156	6.711	27.850	235.382	0.064	0.292	2.595
POLND1	0.944	26.911	147.031	1440.968	0.405	1.619	14.636
SLOVK1	0.180	7.180	7.440	146.720	0.060	0.120	1.730
CHILE1	0.354	34.473	92.292	511.166	0.118	0.890	7.399
ISREL1	0.244	6.989	37.746	374.845	0.104	0.421	3.791
IRELND1	0.140	3.990	21.800	213.650	0.060	0.240	2.170
SWTZRLN1	0.230	9.600	3.800	442.360	0.120	1.042	1.760

SUMMARY OF INPUT TARGETS:

firm input:	ENRGYCON	LABOR
AUS1	33.800	4357.600
BEL1	55.800	4966.900
CAN1	326.074	19124.500
DEN1	17.400	2905.600
FRA1	237.600	29429.000
GERMNY1	312.100	41961.300
GREECE1	26.300	4167.847
ITA1	146.900	23126.564
NTRLNDS1	80.900	8895.800
NORWAY1	46.400	2721.400
PRTGL1	24.600	4864.975
SPAIN1	132.200	20812.333
SWEDEN1	49.625	5184.500
TURKEY1	122.600	19300.999
UNKING1	188.600	29691.422
UNSTATE1	2296.500	155921.800
ASTRLIA1	132.600	12268.400
CZECH1	40.200	5297.900
FINLND1	26.700	2697.300
HUNGRY1	20.000	4444.200
JAPAN1	452.300	66087.500
NEWZLD1	15.326	2436.300
POLAND1	92.400	14546.593
SLOVAK1	15.500	2721.900
CHILE1	35.400	5961.965
ISRAEL1	24.500	3778.300
IRELAND1	13.700	2156.800
SWTZRLN1	28.500	4695.600

FIRM BY FIRM RESULTS:

Results for AUS1:
Technical efficiency = 0.898

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.150	0.017	0.082	0.249
output CRW	19.750	2.249	0.000	21.999
output EPRODUCT	14.560	1.658	41.871	58.088
output GDP	365.810	41.653	0.000	407.463
output NOX	0.060	0.007	0.018	0.085
output SOX	0.580	0.066	0.000	0.646
output TAXRVN	2.880	0.328	1.906	5.114
input ENRGYCON	33.800	0.000	0.000	33.800
input LABOR	4357.600	0.000	0.000	4357.600

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı Yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
IRELAND1	0.554	
DEN1	0.815	
NORWAY1	0.241	
SWTZRLN1	0.030	

Results for BEL1:

Technical efficiency = 0.871

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.120	0.018	0.129	0.267
output CRW	6.310	0.933	1.934	9.177
output EPRODUCT	16.650	2.462	9.604	28.716
output GDP	452.760	66.935	0.000	519.695
output NOX	0.060	0.009	0.031	0.100
output SOX	0.270	0.040	0.249	0.559
output TAXRVN	2.030	0.300	2.152	4.482
input ENRGYCON	55.800	0.000	0.000	55.800
input LABOR	4966.900	0.000	0.000	4966.900

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
IRELAND1	1.252	
NORWAY1	0.833	

Results for CAN1:

Technical efficiency = 0.706

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.070	0.029	0.674	0.773
output CRW	5.470	2.283	27.524	35.278
output EPRODUCT	4.510	1.883	5.624	12.017
output GDP	1501.300	626.682	0.000	2127.982
output NOX	0.020	0.008	0.182	0.211
output SOX	0.030	0.013	2.136	2.179
output TAXRVN	1.150	0.480	13.268	14.898
input ENRGYCON	334.300	0.000	-8.226	326.074
input LABOR	19124.500	0.000	0.000	19124.500

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
NORWAY1	7.027	

Results for DEN1:

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.170	0.000	0.000	0.170
output CRW	22.450	0.000	0.000	22.450
output EPRODUCT	55.830	0.000	0.000	55.830
output GDP	249.130	0.000	0.000	249.130
output NOX	0.050	0.000	0.000	0.050
output SOX	0.500	0.000	0.000	0.500
output TAXRVN	4.110	0.000	0.000	4.110
input ENRGYCON	17.400	0.000	0.000	17.400
input LABOR	2905.600	0.000	0.000	2905.600

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı Yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

LISTING OF PEERS:

peer lambda weight
DEN1 1.000

Results for FRA1:

Technical efficiency = 0.816

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	CO2	0.220	0.050	1.525	1.794
output	CRW	6.100	1.379	46.939	54.417
output	EPRODUCT	5.130	1.159	246.272	252.561
output	GDP	2424.970	548.064	0.000	2973.034
output	NOX	0.070	0.016	0.653	0.739
output	SOX	0.400	0.090	2.797	3.287
output	TAXRVN	1.970	0.445	26.118	28.534
input	ENRGYCON	237.600	0.000	0.000	237.600
input	LABOR	29429.000	0.000	0.000	29429.000

LISTING OF PEERS:

peer lambda weight
NORWAY1 1.740
IRELAND1 11.449

Results for GERMNY1:

Technical efficiency = 0.811

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	CO2	0.110	0.026	2.484	2.619
output	CRW	9.530	2.216	65.858	77.604
output	EPRODUCT	22.980	5.343	355.433	383.756
output	GDP	3414.710	793.931	0.000	4208.641
output	NOX	0.070	0.016	1.010	1.096
output	SOX	0.230	0.053	4.397	4.681
output	TAXRVN	1.940	0.451	38.860	41.251
input	ENRGYCON	312.100	0.000	0.000	312.100
input	LABOR	41961.300	0.000	0.000	41961.300

LISTING OF PEERS:

peer lambda weight
NORWAY1 1.565
IRELAND1 17.481

Results for GREECE1:

Technical efficiency = 0.631

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	CO2	0.160	0.094	0.014	0.267
output	CRW	5.340	3.121	2.065	10.526
output	EPRODUCT	15.300	8.943	22.247	46.490
output	GDP	256.540	149.942	0.000	406.482
output	NOX	0.050	0.029	0.032	0.111
output	SOX	0.090	0.053	0.350	0.493
output	TAXRVN	2.770	1.619	0.000	4.389
input	ENRGYCON	26.300	0.000	0.000	26.300
input	LABOR	4810.600	0.000	-642.753	4167.847

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı Yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
IRELAND1	1.710	
DEN1	0.165	

Results for ITA1:

Technical efficiency = 0.873

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	CO2	0.190	0.028	1.283	1.501
output	CRW	9.540	1.391	31.852	42.783
output	EPRODUCT	22.340	3.257	208.156	233.753
output	GDP	1999.390	291.499	0.000	2290.889
output	NOX	0.080	0.012	0.552	0.643
output	SOX	0.470	0.069	2.035	2.573
output	TAXRVN	3.850	0.561	18.857	23.268
input	ENRGYCON	146.900	0.000	0.000	146.900
input	LABOR	25514.900	0.000	-2388.336	23126.564

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
IRELAND1	10.723	

Results for NTRLNDS1:

Technical efficiency = 0.830

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	CO2	0.100	0.021	0.401	0.522
output	CRW	4.960	1.018	10.467	16.445
output	EPRODUCT	11.210	2.300	54.791	68.300
output	GDP	754.310	154.741	0.000	909.051
output	NOX	0.080	0.016	0.113	0.209
output	SOX	0.590	0.121	0.285	0.996
output	TAXRVN	3.350	0.687	4.395	8.432
input	ENRGYCON	80.900	0.000	0.000	80.900
input	LABOR	8895.800	0.000	0.000	8895.800

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
NORWAY1	0.838	
IRELAND1	3.067	

Results for NORWAY1:

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	CO2	0.110	0.000	0.000	0.110
output	CRW	5.020	0.000	0.000	5.020
output	EPRODUCT	1.710	0.000	0.000	1.710
output	GDP	302.810	0.000	0.000	302.810
output	NOX	0.030	0.000	0.000	0.030
output	SOX	0.310	0.000	0.000	0.310
output	TAXRVN	2.120	0.000	0.000	2.120
input	ENRGYCON	46.400	0.000	0.000	46.400
input	LABOR	2721.400	0.000	0.000	2721.400

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı Yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

LISTING OF PEERS:
 peer lambda weight
 NORWAY1 1.000

Results for PRTGL1:
Technical efficiency = 0.865

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.230	0.036	0.000	0.266
output CRW	14.210	2.226	0.000	16.436
output EPRODUCT	30.780	4.822	0.457	36.059
output GDP	271.890	42.593	0.000	314.483
output NOX	0.060	0.009	0.021	0.091
output SOX	0.220	0.034	0.271	0.525
output TAXRVN	2.200	0.345	1.557	4.101
input ENRGYCON	24.600	0.000	0.000	24.600
input LABOR	5225.600	0.000	-360.625	4864.975

LISTING OF PEERS:
 peer lambda weight
 HUNGRY1 0.708
 DEN1 0.448
 IRELAND1 0.192

Results for SPAIN1:
Technical efficiency = 0.692

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.200	0.089	1.062	1.351
output CRW	6.110	2.720	29.672	38.502
output EPRODUCT	25.860	11.511	172.991	210.362
output GDP	1426.600	635.045	0.000	2061.645
output NOX	0.050	0.022	0.507	0.579
output SOX	0.180	0.080	2.056	2.316
output TAXRVN	1.890	0.841	18.208	20.940
input ENRGYCON	132.200	0.000	0.000	132.200
input LABOR	22954.600	0.000	-2142.267	20812.333

LISTING OF PEERS:
 peer lambda weight
 IRELAND1 9.650

Results for SWEDEN1:
Technical efficiency = 0.844

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.220	0.041	0.015	0.276
output CRW	23.680	4.362	0.000	28.042
output EPRODUCT	14.310	2.636	48.262	65.208
output GDP	415.540	76.553	0.000	492.093
output NOX	0.070	0.013	0.000	0.083
output SOX	0.470	0.087	0.216	0.772
output TAXRVN	2.210	0.407	3.503	6.121
input ENRGYCON	51.400	0.000	-1.775	49.625
input LABOR	5184.500	0.000	0.000	5184.500

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı Yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
DEN1	1.081	
NORWAY1	0.613	
IRELAND1	0.174	

Results for TURKEY1:

Technical efficiency = 0.877

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.220	0.031	1.002	1.253
output CRW	2.930	0.409	32.367	35.706
output EPRODUCT	4.760	0.665	189.661	195.086
output GDP	1677.620	234.314	0.000	1911.934
output NOX	0.100	0.014	0.423	0.537
output SOX	0.040	0.006	2.102	2.148
output TAXRVN	3.830	0.535	15.054	19.419
input ENRGYCON	122.600	0.000	0.000	122.600
input LABOR	28773.500	0.000	-9472.501	19300.999

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
IRELAND1	8.949	

Results for UNKING1:

Technical efficiency = 0.824

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.150	0.032	1.745	1.927
output CRW	5.080	1.086	48.762	54.928
output EPRODUCT	17.690	3.780	278.638	300.108
output GDP	2423.350	517.846	0.000	2941.196
output NOX	0.070	0.015	0.741	0.826
output SOX	0.210	0.045	3.049	3.304
output TAXRVN	2.320	0.496	27.057	29.873
input ENRGYCON	188.600	0.000	0.000	188.600
input LABOR	32667.400	0.000	-2975.978	29691.422

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
IRELAND1	13.766	

Results for UNSTATE1:

Technical efficiency = 0.955

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.060	0.003	7.068	7.131
output CRW	4.750	0.223	282.827	287.800
output EPRODUCT	6.900	0.324	411.485	418.708
output GDP	16177.500	758.738	0.000	16936.238
output NOX	0.030	0.001	2.256	2.287
output SOX	0.070	0.003	17.599	17.672
output TAXRVN	0.720	0.034	128.395	129.149
input ENRGYCON	2296.500	0.000	0.000	2296.500
input LABOR	155921.800	0.000	0.000	155921.800

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
IRELAND1	15.688	
NORWAY1	44.862	

Results for ASTRLIA1:

Technical efficiency = 0.821

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	CO2	0.060	0.013	0.598	0.671
output	CRW	4.060	0.887	17.722	22.669
output	EPRODUCT	7.500	1.639	66.422	75.561
output	GDP	1048.540	229.156	0.000	1277.696
output	NOX	0.010	0.002	0.243	0.255
output	SOX	0.010	0.002	1.366	1.379
output	TAXRVN	1.910	0.417	8.855	11.183
input	ENRGYCON	132.600	0.000	0.000	132.600
input	LABOR	12268.400	0.000	0.000	12268.400

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
IRELAND1	3.319	
NORWAY1	1.878	

Results for CZECH1:

Technical efficiency = 0.575

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	CO2	0.110	0.081	0.131	0.323
output	CRW	8.440	6.249	0.000	14.689
output	EPRODUCT	8.550	6.331	40.179	55.060
output	GDP	299.660	221.877	0.000	521.537
output	NOX	0.060	0.044	0.023	0.128
output	SOX	0.080	0.059	0.503	0.642
output	TAXRVN	2.650	1.962	0.913	5.525
input	ENRGYCON	40.200	0.000	0.000	40.200
input	LABOR	5297.900	0.000	0.000	5297.900

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
NORWAY1	0.235	
IRELAND1	1.774	
DEN1	0.286	

Results for FINLND1:

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable		original value	radial movement	slack movement	projected value
output	CO2	0.120	0.000	0.000	0.120
output	CRW	26.930	0.000	0.000	26.930
output	EPRODUCT	18.910	0.000	0.000	18.910
output	GDP	207.560	0.000	0.000	207.560
output	NOX	0.040	0.000	0.000	0.040
output	SOX	0.130	0.000	0.000	0.130
output	TAXRVN	2.880	0.000	0.000	2.880
input	ENRGYCON	26.700	0.000	0.000	26.700
input	LABOR	2697.300	0.000	0.000	2697.300

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

LISTING OF PEERS:
peer lambda weight
 FINLND1 1.000

Results for HUNGRY1:
Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.230	0.000	0.000	0.230
output CRW	7.910	0.000	0.000	7.910
output EPRODUCT	9.650	0.000	0.000	9.650
output GDP	228.330	0.000	0.000	228.330
output NOX	0.080	0.000	0.000	0.080
output SOX	0.360	0.000	0.000	0.360
output TAXRVN	2.600	0.000	0.000	2.600
input ENRGYCON	20.000	0.000	0.000	20.000
input LABOR	4444.200	0.000	0.000	4444.200

LISTING OF PEERS:
peer lambda weight
 HUNGRY1 1.000

Results for JAPAN1:
Technical efficiency = 0.674

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.100	0.048	4.067	4.215
output CRW	2.530	1.224	118.489	122.243
output EPRODUCT	6.130	2.966	630.080	639.176
output GDP	4436.990	2146.668	0.000	6583.658
output NOX	0.090	0.044	1.654	1.787
output SOX	0.180	0.087	7.095	7.362
output TAXRVN	1.480	0.716	63.606	65.802
input ENRGYCON	452.300	0.000	0.000	452.300
input LABOR	66087.500	0.000	0.000	66087.500

LISTING OF PEERS:
peer lambda weight
 NORWAY1 1.117
 IRELAND1 29.232

Results for NEWZLD1:
Technical efficiency = 0.834

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.130	0.026	0.000	0.156
output CRW	5.600	1.111	0.000	6.711
output EPRODUCT	23.240	4.610	0.000	27.850
output GDP	150.350	29.824	55.208	235.382
output NOX	0.030	0.006	0.028	0.064
output SOX	0.060	0.012	0.220	0.292
output TAXRVN	1.350	0.268	0.977	2.595
input ENRGYCON	20.900	0.000	-5.574	15.326
input LABOR	2436.300	0.000	0.000	2436.300

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
DEN1	0.128	
SLOVAK1	0.008	
IRELAND1	0.947	

Results for POLAND1:

Technical efficiency = 0.622

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.130	0.079	0.735	0.944
output CRW	8.740	5.309	12.862	26.911
output EPRODUCT	11.140	6.766	129.124	147.031
output GDP	896.470	544.498	0.000	1440.968
output NOX	0.050	0.030	0.324	0.405
output SOX	0.050	0.030	1.538	1.619
output TAXRVN	1.950	1.184	11.501	14.636
input ENRGYCON	92.400	0.000	0.000	92.400
input LABOR	17428.300	0.000	-2881.707	14546.593

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
IRELAND1	6.745	

Results for SLOVAK1:

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.180	0.000	0.000	0.180
output CRW	7.180	0.000	0.000	7.180
output EPRODUCT	7.440	0.000	0.000	7.440
output GDP	146.720	0.000	0.000	146.720
output NOX	0.060	0.000	0.000	0.060
output SOX	0.120	0.000	0.000	0.120
output TAXRVN	1.730	0.000	0.000	1.730
input ENRGYCON	15.500	0.000	0.000	15.500
input LABOR	2721.900	0.000	0.000	2721.900

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
SLOVAK1	1.000	

Results for CHILE1:

Technical efficiency = 0.593

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.210	0.144	0.000	0.354
output CRW	20.440	14.033	0.000	34.473
output EPRODUCT	9.850	6.763	75.679	92.292
output GDP	254.800	174.937	81.429	511.166
output NOX	0.070	0.048	0.000	0.118
output SOX	0.040	0.027	0.822	0.890
output TAXRVN	1.200	0.824	5.375	7.399
input ENRGYCON	35.400	0.000	0.000	35.400
input LABOR	8442.700	0.000	-2480.735	5961.965

Ek Açıklama-D: 2014 Yılı CRS Çıktı yönelimli VZA DEAP Paket Programı Sonuçları (devam)

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
DEN1	1.375	
HUNGRY1	0.124	
IRELAND1	0.657	

Results for ISRAEL1:

Technical efficiency = 0.979

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.130	0.003	0.111	0.244
output CRW	0.110	0.002	6.877	6.989
output EPRODUCT	1.490	0.031	36.225	37.746
output GDP	367.130	7.715	0.000	374.845
output NOX	0.050	0.001	0.053	0.104
output SOX	0.050	0.001	0.370	0.421
output TAXRVN	2.970	0.062	0.758	3.791
input ENRGYCON	24.500	0.000	0.000	24.500
input LABOR	3778.300	0.000	0.000	3778.300

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
NORWAY1	0.017	
IRELAND1	1.730	

Results for IRELAND1:

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.140	0.000	0.000	0.140
output CRW	3.990	0.000	0.000	3.990
output EPRODUCT	21.800	0.000	0.000	21.800
output GDP	213.650	0.000	0.000	213.650
output NOX	0.060	0.000	0.000	0.060
output SOX	0.240	0.000	0.000	0.240
output TAXRVN	2.170	0.000	0.000	2.170
input ENRGYCON	13.700	0.000	0.000	13.700
input LABOR	2156.800	0.000	0.000	2156.800

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
IRELAND1	1.000	

Results for SWTZRLN1:

Technical efficiency = 1.000

PROJECTION SUMMARY:

variable	original value	radial movement	slack movement	projected value
output CO2	0.230	0.000	0.000	0.230
output CRW	9.600	0.000	0.000	9.600
output EPRODUCT	3.800	0.000	0.000	3.800
output GDP	442.360	0.000	0.000	442.360
output NOX	0.120	0.000	0.000	0.120
output SOX	1.042	0.000	0.000	1.042
output TAXRVN	1.760	0.000	0.000	1.760
input ENRGYCON	28.500	0.000	0.000	28.500
input LABOR	4695.600	0.000	0.000	4695.600

LISTING OF PEERS:

peer	lambda	weight
SWTZRLN1		1.000



Ek Açıklama-E: Malmquist

Results from DEAP Version 2.1

by Tim Coelli, CEPA

<http://www.uq.edu.au/economics/cepa>

Project: Nouveau projet

Model 1: First model

Output orientated Malmquist DEA

DISTANCES SUMMARY

year = 1

firm no.	crs te rel to tech in yr *****			vrs te
	t-1	t	t+1	
AUS1	0.000	0.925	0.918	1.000
BEL2	0.000	0.905	0.892	0.923
CAN3	0.000	0.694	0.689	0.750
DEN4	0.000	1.000	1.100	1.000
FRA5	0.000	0.869	0.863	1.000
GERMNY6	0.000	0.847	0.843	1.000
GREECE7	0.000	0.622	0.627	0.799
ITA8	0.000	0.860	0.858	1.000
NTRLNDS9	0.000	0.856	0.847	1.000
NORWAY10	0.000	1.000	1.026	1.000
PRTGL11	0.000	1.000	1.012	1.000
SPAIN12	0.000	0.681	0.689	0.952
SWEDEN13	0.000	0.866	0.854	1.000
TURKEY14	0.000	0.827	0.838	1.000
UNKING15	0.000	0.772	0.782	0.973
USTATE16	0.000	0.955	0.942	1.000
ASTRIA17	0.000	0.833	0.825	0.873
CZECH18	0.000	0.599	0.593	0.812
FINLND19	0.000	1.000	0.986	1.000
HUNGARY20	0.000	1.000	0.946	1.000
JAPAN21	0.000	0.704	0.701	1.000
NEWZLD22	0.000	0.951	0.955	0.951
POLAND23	0.000	0.605	0.613	0.711
SLOVAK24	0.000	1.000	1.079	1.000
CHILE25	0.000	0.733	0.735	1.000
ISRAEL26	0.000	0.734	0.725	0.786
IRELND27	0.000	1.000	1.004	1.000
SWITZR28	0.000	1.000	1.032	1.000
mean	0.000	0.851	0.856	0.948

Ek Açıklama-F: Malmquist (devam)

year = 2

firm no.	crs te rel to tech in yr *****			vrs te
	t-1	t	t+1	
AUS1	0.920	0.914	0.892	1.000
BEL2	0.894	0.881	0.852	0.920
CAN3	0.700	0.697	0.691	0.752
DEN4	1.102	1.000	1.037	1.000
FRA5	0.869	0.863	0.828	1.000
GERMNY6	0.842	0.838	0.800	1.000
GREECE7	0.648	0.637	0.592	0.817
ITA8	0.868	0.879	0.822	1.000
NTRLNDS9	0.851	0.843	0.810	0.999
NORWAY10	1.017	1.000	0.999	1.000
PRTGL11	0.931	0.930	0.869	1.000
SPAIN12	0.711	0.719	0.672	1.000
SWEDEN13	0.869	0.859	0.837	1.000
TURKEY14	0.909	0.921	0.862	1.000
UNKING15	0.791	0.801	0.750	0.996
USTATE16	0.964	0.951	0.937	1.000
ASTRIA17	0.844	0.836	0.810	0.884
CZECH18	0.592	0.586	0.556	0.815
FINLND19	1.077	1.000	1.019	1.000
HUNGRY20	1.101	1.000	1.005	1.000
JAPAN21	0.712	0.709	0.674	1.000
NEWZLD22	0.940	0.940	0.858	0.945
POLAND23	0.612	0.619	0.580	0.697
SLOVAK24	0.996	1.000	0.975	1.000
CHILE25	0.851	0.821	0.786	1.000
ISRAEL26	0.744	0.735	0.699	0.773
IRELND27	1.071	1.000	1.008	1.000
SWITZR28	1.033	1.000	0.987	1.000
mean	0.874	0.856	0.829	0.950

Ek Açıklama-F:Malmquist (devam)

year = 3

firm no.	crs te rel to tech in yr *****			vrs te
	t-1	t	t+1	
AUS1	0.920	0.898	0.000	0.977
BEL2	0.906	0.871	0.000	0.907
CAN3	0.712	0.706	0.000	0.753
DEN4	1.250	1.000	0.000	1.000
FRA5	0.853	0.816	0.000	1.000
GERMNY6	0.851	0.811	0.000	1.000
GREECE7	0.679	0.631	0.000	0.807
ITA8	0.933	0.873	0.000	1.000
NTRLNDS9	0.865	0.830	0.000	1.000
NORWAY10	1.047	1.000	0.000	1.000
PRTGL11	0.924	0.867	0.000	1.000
SPAIN12	0.740	0.692	0.000	0.974
SWEDEN13	0.874	0.844	0.000	1.000
TURKEY14	0.937	0.877	0.000	1.000
UNKING15	0.880	0.824	0.000	1.000
USTATE16	0.968	0.955	0.000	1.000
ASTRIA17	0.847	0.821	0.000	0.877
CZECH18	0.605	0.575	0.000	0.792
FINLND19	1.024	1.000	0.000	1.000
HUNGRY20	1.021	1.000	0.000	1.000
JAPAN21	0.709	0.674	0.000	1.000
NEWZLD22	0.914	0.834	0.000	0.843
POLAND23	0.665	0.622	0.000	0.706
SLOVAK24	1.165	1.000	0.000	1.000
CHILE25	0.631	0.593	0.000	1.000
ISRAEL26	1.050	0.979	0.000	1.000
IRELND27	1.118	1.000	0.000	1.000
SWITZR28	1.172	1.000	0.000	1.000
mean	0.902	0.843	0.000	0.951

[Note that t-1 in year 1 and t+1 in the final year are not defined]

Ek Açıklama-F: Malmquist (devam)

MALMQUIST INDEX SUMMARY

year = 2

firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
AUS1	0.987	1.008	1.000	0.987	0.995
BEL2	0.973	1.015	0.997	0.976	0.988
CAN3	1.005	1.006	1.002	1.003	1.010
DEN4	1.000	1.001	1.000	1.000	1.001
FRA5	0.994	1.007	1.000	0.994	1.000
GERMNY6	0.988	1.005	1.000	0.988	0.994
GREECE7	1.025	1.004	1.022	1.002	1.029
ITA8	1.022	0.994	1.000	1.022	1.017
NTRLNDS9	0.985	1.010	0.999	0.986	0.995
NORWAY10	1.000	0.996	1.000	1.000	0.996
PRTGL11	0.930	0.994	1.000	0.930	0.925
SPAIN12	1.057	0.988	1.050	1.006	1.044
SWEDEN13	0.991	1.013	1.000	0.991	1.004
TURKEY14	1.114	0.987	1.000	1.114	1.100
UNKING15	1.039	0.987	1.024	1.014	1.025
USTATE16	0.995	1.014	1.000	0.995	1.009
ASTRIA17	1.003	1.010	1.013	0.991	1.013
CZECH18	0.979	1.010	1.004	0.974	0.989
FINLND19	1.000	1.045	1.000	1.000	1.045
HUNGARY20	1.000	1.079	1.000	1.000	1.079
JAPAN21	1.006	1.005	1.000	1.006	1.011
NEWZLD22	0.988	0.998	0.994	0.994	0.986
POLAND23	1.024	0.987	0.981	1.044	1.011
SLOVAK24	1.000	0.961	1.000	1.000	0.961
CHILE25	1.119	1.018	1.000	1.119	1.139
ISRAEL26	1.002	1.012	0.983	1.020	1.014
IRELND27	1.000	1.033	1.000	1.000	1.033
SWITZR28	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
mean	1.007	1.006	1.002	1.005	1.014

Ek Açıklama-F: Malmquist (devam)

year = 3

firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
AUS1	0.983	1.025	0.977	1.005	1.007
BEL2	0.989	1.037	0.986	1.003	1.025
CAN3	1.012	1.009	1.002	1.010	1.021
DEN4	1.000	1.098	1.000	1.000	1.098
FRA5	0.945	1.044	1.000	0.945	0.986
GERMNY6	0.969	1.048	1.000	0.969	1.015
GREECE7	0.990	1.076	0.988	1.002	1.065
ITA8	0.993	1.069	1.000	0.993	1.061
NTRLNDS9	0.984	1.042	1.001	0.984	1.025
NORWAY10	1.000	1.024	1.000	1.000	1.024
PRTGL11	0.932	1.068	1.000	0.932	0.996
SPAIN12	0.962	1.070	0.974	0.987	1.029
SWEDEN13	0.983	1.030	1.000	0.983	1.013
TURKEY14	0.953	1.068	1.000	0.953	1.017
UNKING15	1.028	1.068	1.004	1.024	1.098
USTATE16	1.005	1.014	1.000	1.005	1.019
ASTRIA17	0.982	1.032	0.992	0.990	1.013
CZECH18	0.980	1.054	0.972	1.008	1.033
FINLND19	1.000	1.002	1.000	1.000	1.002
HUNGARY20	1.000	1.008	1.000	1.000	1.008
JAPAN21	0.951	1.052	1.000	0.951	1.000
NEWZLD22	0.888	1.095	0.892	0.996	0.972
POLAND23	1.004	1.069	1.012	0.992	1.073
SLOVAK24	1.000	1.093	1.000	1.000	1.093
CHILE25	0.723	1.054	1.000	0.723	0.762
ISRAEL26	1.332	1.062	1.293	1.030	1.414
IRELND27	1.000	1.053	1.000	1.000	1.053
SWITZR28	1.000	1.090	1.000	1.000	1.090
mean	0.982	1.052	1.002	0.980	1.032

Ek Açıklama-F: Malmquist (devam)**MALMQUIST INDEX SUMMARY OF ANNUAL MEANS**

year	effch	techch	pech	sech	tfpch
2	1.007	1.006	1.002	1.005	1.014
3	0.982	1.052	1.002	0.980	1.032
mean	0.994	1.029	1.002	0.992	1.023

MALMQUIST INDEX SUMMARY OF FIRM MEANS

firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
AUS1	0.985	1.016	0.989	0.996	1.001
BEL2	0.981	1.026	0.991	0.990	1.006
CAN3	1.008	1.007	1.002	1.006	1.016
DEN4	1.000	1.048	1.000	1.000	1.048
FRA5	0.969	1.025	1.000	0.969	0.993
GERMNY6	0.978	1.026	1.000	0.978	1.004
GREECE7	1.007	1.039	1.005	1.002	1.047
ITA8	1.008	1.031	1.000	1.008	1.039
NTRLNDS9	0.985	1.026	1.000	0.985	1.010
NORWAY10	1.000	1.010	1.000	1.000	1.010
PRTGL11	0.931	1.031	1.000	0.931	0.960
SPAIN12	1.008	1.028	1.012	0.997	1.036
SWEDEN13	0.987	1.022	1.000	0.987	1.009
TURKEY14	1.030	1.027	1.000	1.030	1.058
UNKING15	1.033	1.027	1.014	1.019	1.061
USTATE16	1.000	1.014	1.000	1.000	1.014
ASTRIA17	0.993	1.021	1.002	0.990	1.013
CZECH18	0.979	1.032	0.988	0.991	1.010
FINLND19	1.000	1.023	1.000	1.000	1.023
HUNGRY20	1.000	1.043	1.000	1.000	1.043
JAPAN21	0.978	1.028	1.000	0.978	1.005
NEWZLD22	0.937	1.045	0.941	0.995	0.979
POLAND23	1.014	1.027	0.996	1.018	1.041
SLOVAK24	1.000	1.025	1.000	1.000	1.025
CHILE25	0.899	1.036	1.000	0.899	0.932
ISRAEL26	1.156	1.037	1.128	1.025	1.198
IRELND27	1.000	1.043	1.000	1.000	1.043
SWITZR28	1.000	1.044	1.000	1.000	1.044
mean	0.994	1.029	1.002	0.992	1.023

[Note that all Malmquist index averages are geometric means]