

Türkiye ile Bazı OECD Ülkelerinin Elektrik Üretim Sektörleri İçin Verimlilik ve Etkinliklerinin Karşılaştırmalı Analizi

Sibel ATAN*

Esra ŞAHİN**

Geliş Tarihi (Received: 21.07.2017 – Kabul Tarihi (Accepted): 16.10.2017

Öz

Günümüzde enerjiye olan gereksinim her geçen gün daha da artmaktadır. Hızla artan bu talebe karşılık birçok ülke, elektrik sektörünü daha verimli ve etkin bir hale getirmek istemektedir. Bu çalışmada, 2006-2012 dönemi için parametrik olmayan bir yöntem olan VZA yardımıyla Türkiye ile OECD'ye üye 22 ülkenin elektrik üretim sektörleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın yapılabilmesi için öncelikle bu ülkelerin elektrik üretim sektörlerinin karşılaştırmalı bilirliliğini sağlayan girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmiş, daha sonra EMS programıyla etkinlik ölçümü yapılmıştır. Bu etkinlik ölçümü, 2006-2012 dönemini kapsayan her bir yıl için ayrı ayrı yapılmıştır. Analiz sonucunda etkin olan ve etkin olmayan ülkeler tespit edilip etkin olmayan ülkelerin etkin olabilmesi için çözüm önerileri sunulmuştur. VZA, etkinlik analizine zaman boyutunu katmadığından 2006-2012 dönemi için genel bir değerlendirme yapılamamıştır. Bu dönem için genel bir değerlendirmenin yapılabilmesi amacıyla Malmquist toplam faktör verimliliği indeksi çalışmaya dâhil edilmiş ve toplam faktör verimliliği ve unsurlarındaki değişime ilişkin yorumlar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği, Etkinlik ve Verimlilik Analiz, Türkiye'de Elektrik Sektörü.

*Doç.Dr., Gazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, sduman@gazi.edu.tr

**Gelir Uzman Yardımcısı, Maliye Bakanlığı, Gelir İdaresi Başkanlığı, esra-sahin89@hotmail.com

Comparative Analysis of Productivity and Efficiency for Electricity Generation Sector of Some OECD Countries and Turkey

Abstract

Nowadays, the requirement for energy has been increasing progressively more and more. Correspond to rapidly increasing demand, many countries want to make their field of electricity more effective and fruitful. In this study, among Turkey and twenty two OECD member's electricity producing sectors are compared by non parametric data envelopment analysis from the period 2006 to 2012. In order to make this research, first of all, the input and output variables which provide comparability of these countries' electricity producing sectors are determined, next efficiency evaluation is done by EMS Programme. This efficiency evaluation was applied each year covering the period 2006-2012. According to the result of the analysis, the countries which are active or non-active have been identified and solution methods have been offered to some countries which are non-active to become active. There hasn't been any overall evaluation for the 2006-2012 period, yet time format hasn't been added to data envelopment analysis. In order to make overall evaluation Malmquist total factor productivity index was included to the research and the related comments were made on total factor productivity and efficiency change in elements.

Keywords: *Data Envelopment Analysis, Malmquist Total Factor Productivity, Efficiency and Productivity Analysis, Electricity Sector of Turkey*

Giriş

Enerji, bütün toplumlar ve ekonomiler için oldukça önemli bir üretim faktörü ve girdi niteliğindedir. Bunun sonucu olarak günümüzde, enerji ihtiyacının günden güne artarak devam ettiği gözlenmektedir. Hızla artan bu talebe karşılık birçok ülke, elektrik sektörünü daha verimli ve etkin bir hale getirmek istemektedir. Bu çalışmada, artan enerji talebinin karşılanabilmesi ve enerji tasarrufu sağlanabilmesi için Türkiye ile bazı OECD ülkelerinin elektrik üretim sektörleri, 2006 - 2012 dönemi çerçevesinde, ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından kullanılan veri zarflama analizi yardımıyla karşılaştırılmıştır.

Çalışma, üç temel bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde veri zarflama analizinin tanımı, uygulama alanları, işlem adımları, özellikleri ve modelleri incelenmiştir. İkinci bölümde Malmquist Toplam Faktör Verimliliği ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Uygulama bölümü olan son bölümde ise Türkiye ile yirmi iki OECD ülkesinin elektrik üretim sektörleri VZA yardımıyla karşılaştırılmıştır.

1. Veri Zarflama Analizi

İlk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından kullanılan Veri Zarflama Analizi yöntemi, ürettikleri mal ya da hizmet bakımından birbirlerine benzer karar birimlerinin “göreceli” etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş olan “parametresiz” bir etkinlik ölçütüdür (Yeşilyurt, 2009, s.138).

VZA, gözlemlenen girdi ve çıktıları kullanarak, ağırlıklı çıktıların ağırlıklı girdilere oranının hesaplanmasıyla her bir karar biriminin göreceli etkinliğini belirler. Ağırlıklar her bir karar biriminin girdi ve çıktıları için ayrı ayrı belirlenir. VZA ağırlık seçiminde esneklik. VZA'nın bu esnekliği VZA için temel avantajlardan biridir (Gencer, 2011, s. 34).

Etkinlik değerinin ölçümünde ağırlıklı çıktıların ağırlıklı girdilere oranı şeklinde ifade edilen kesirli programlama her zaman kullanışlı bir yol değildir. Bunun nedeni, girdi ve çıktı sayılarının fazla olduğu durumlarda modelin çözümünün zorlaşmasıdır. Bu zorluğu ortadan kaldırmak amacıyla Charnes, Cooper ve Rhodes kesirli programlama modelini bir dönüşümle doğrusal programlama modeline dönüştürmüşlerdir. Doğrusal programlama sonucunda, amaç fonksiyonu 1'e eşit olan karar birimleri “etkin” olarak belirlenir. Amaç fonksiyonu 1'e eşit olmayan karar birimleri de etkin karar birimlerine benzetilmeye çalışılır. Böylece etkin olmayan her bir birim, etkin hale getirilmiş olur (Başkaya ve Avcı, 2011, s.124).

VZA’da çok sayıda girdi ve çıktı değişkeni kullanılabilir. Bu girdi ve çıktı değişkenleri farklı ölçü birimlerine sahip olabilir. Karar verme birimlerinin üretim sürecini doğru olarak verebilmeleri için VZA’da girdi ve çıktı sayısı olabildiğince çok olmalıdır ((Kula, Kandemir Özdemir, 2008, s.191).

VZA parametrik olmayan bir yöntem olduğundan sonuçların istatistiksel olarak test edilmesi zordur. Ayrıca VZA statik bir analizdir. Zamanın tek bir noktasında yapılır Malmquist toplam faktör verimliliği yöntemi ile veri zarflama analizi yöntemine zaman boyutu katılabilir (Kula, Kandemir & Özdemir, 2008, s.188).

1.1. Veri Zarflama Analizinin Gelişimi ve Uygulama Alanları

VZA tekniği 1978 yılında başlayıp günümüze kadar büyük gelişme göstermiştir. Veri zarflama analizi yardımıyla yapılan ilk çalışma 1978 yılında eğitim kurumlarının etkinliğini ölçmek amacıyla Cooper tarafından yapılmıştır. 1978 yılında Cooper’ın yapmış olduğu çalışmadan sonra Veri zarflama analizi yardımıyla değerlendiren ilk çalışma 1980 yılında Bessent tarafından ABD’de gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, ABD’nin eğitimdeki etkinliğinin değerlendirilmesinde önemli bir çalışmadır. VZA modellerinin geliştirilmesiyle bu yöntem, eğitim sektöründen sonra kamuda ve özel sektörde de geniş uygulama alanı bulmuştur (Balkan ve Arıkan, 2010, s.136).

1.2. Veri Zarflama Analizinin İşlem Adımları

Veri zarflama analizinde takip edilmesi gereken dört temel adım vardır. Öncelikle karar verme birimleri seçilir. Karar verme birimleri etkinliği ölçülen birimlerdir. Ardından girdi ve çıktı kümeleri belirlenir. Ancak; veri zarflama analizi kullanılırken dikkat edilmesi gereken nokta, karar birimlerinin benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar üretmesidir. Ayrıca, VZA modellerinin ayrıştırma yeteneğinin güçlü olabilmesi için girdi ve çıktı sayısının çok olması istenir. (Dinçer, 2011, s.38) Daha sonra VZA çözümünde kullanılan paket programlardan biri yardımıyla etkinlik ölçümü yapılır. Ölçüm sonunda karar verme birimlerinden en iyi olanlar tespit edilerek, diğer birimlerin de en iyi olan birime göre değerlendirilmesi sağlanır.

Veri zarflama analizinde takip edilmesi gereken dört temel adım vardır (Emir ve Özgür, 2008, s.167). Bu adımlar aşağıda verildiği gibidir:

- ✓ Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi
- ✓ Girdi ve Çıktı Kümelerinin Belirlenmesi
- ✓ VZA İle Göreli Etkinlik Ölçümü
- ✓ Sonuçların Değerlendirilmesi

1.3. Veri Zarflama Analizi Modelleri ve Matematiksel Yapıları

VZA'nın çözümünde çok sayıda değişken ve kısıtlayıcıları içeren birçok model kullanılmaktadır. VZA'da hangi modelin kullanılması gerektiği yapılan çalışmanın özelliğine, araştırmanın kapsamına bağlıdır.

VZA'da, zarflama şekli ve etkin olmayan birimlerin etkin üretim sınırına uzaklıklarına göre farklı modeller tanımlanmıştır. Zarflama şekline göre VZA modelleri; CCR ve BCC modelleridir. Etkin olmayan birimlerin etkin üretim sınırına olan uzaklıklarına göre ise girdiye yönelik VZA modelleri ve çıktıya yönelik VZA modelleri'dir (Dinçer, 2011, s.71).

CCR ve BCC modelleri, girdi yönelimli model ve çıktı yönelimli model olmak üzere iki ana başlıkta incelenebilir. Girdi yönelimli modeller, çıktı üzerinde kontrolün az olduğu ya da olmadığı durumlarda kullanılır. Girdiye yönelik VZA modelleri, belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla, kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırır. Bu modellerde amaç, belli bir çıktıyı en az girdiyle üretebilmektir. Çıktı yönelimli modeller ise girdi üzerinde kontrolün az olduğu ya da olmadığı durumlarda kullanılır. Çıktı yönelimli modellerin amacı ise mevcut girdiyle en fazla çıktıyı üretebilmektir. Bazı modellerde ise hem girdi hem de çıktı değerleri kontrol edilebilir. Bu durumda araştırmanın amacına göre girdi ya da çıktı yönelimli modellerden biri seçilmelidir (Kula, Kandemir & Özdemir, 2008, s.191).

Tablo : VZA Modellerinin Matematiksel Yapısı

CCR Modeli (Girdi)	CCR Modeli (Çıktı)	BCC Modeli (Girdi)	BCC Modeli (Çıktı)
$Enb \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}$ $\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0$ $\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1$ $u_r, v_i \geq 0$	$Enk \sum_{i=1}^m v_i X_{ik}$ $\sum_i v_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} \geq 0$ $\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} = 1$ $u_r, v_i \geq 0$	$Enk \theta_k$ $\theta_k X_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} X_{ij} \geq 0$ $\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} Y_{rj} \geq Y_{rk}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1$ $\lambda_{jk} \geq 0$	$Enb Z_k$ $Z_k Y_{rk} - \sum_{j=1}^n \eta_{jk} Y_{rj} \leq 0$ $\sum_{j=1}^n \eta_{jk} X_{ij} \leq X_{ik}$ $\sum_{j=1}^n \eta_{jk} = 1$ $\eta_{jk} \geq 0$

CCR ve BCC modellerinin matematiksel yapısı Tablo 1'de yer almaktadır (Özden, 2008, s.170). Bu tabloya göre tanımlanan semboller;

- Enb : En büyükleme
- Enk : En küçükleme
- θ_k : k karar birimine ait toplam girdi miktarı
- λ_{jk} : k karar birimi tarafından üretilen j'inci girdiye verilen ağırlık
- Z_k : k karar birimine ait toplam çıktı miktarı
- η_{jk} : k karar birimi tarafından j'inci çıktıya verilen ağırlık
- u_r : k karar birimi tarafından r'inci çıktıya verilen ağırlık
- v_i : k karar birimi tarafından i'inci girdiye verilen ağırlık
- Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r 'inci çıktı miktarı
- X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi miktarı
- Y_{rj} : j'inci karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı miktarı
- X_{ij} : j'inci karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi miktarı

şeklinde ifade edilmektedir. Tablo 1'deki denklemler, bütün karar verme birimlerinin etkinlik skorlarını belirlemek için n defa işlev görür. Her bir karar verme biriminin etkinlik skorlarını en iyilemek için ağırlıklandırılmış girdi ve çıktıları seçilir. Genel olarak bir karar verme biriminin etkinlik skoru 1'e eşit ise etkin, 1'den düşük ise etkin değildir (Yeşilyurt, 2009, s. 140).

1.4. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği

VZA, statik bir ölçüm tekniğidir. Malmquist toplam faktör verimliliği, zaman faktörünü VZA modeline ekleyen bir yaklaşımdır. Araştırmacının temel (esas) aldığı bir s dönemi ve izleyen t dönemleri arasındaki girdi ve çıktılarına göre Malmquist toplam faktör verimliliği hesaplanmaktadır. Böylece hem s ve t dönemleri arasındaki etkinlikteki değişimin ölçüsü hem de üretim sınırındaki kayma miktarı (teknolojik değişme ölçüsü) ölçülebilmektedir (Çınar, 2010, s.103).

2. Türkiye ile OECD Ülkelerinin Elektrik Üretim Sektörlerinin VZA ile Karşılaştırmalı Analizi

Bu çalışmada, Türkiye ile OECD'ye üye 22 ülkenin veri zarflama analizi yardımıyla elektrik üretim sektörleri 2006 - 2012 dönemi için karşılaştırılmıştır. Veri zarflama analizinde kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri belirlenerek Türkiye'nin OECD ülkelerine göre etkin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan uygulamada Türkiye'nin elektrik sektöründe etkinlik değeri düşükse, etkinliğin artırılabilmesi için neler yapılması gerektiği üzerinde durulmuştur.

Çalışmada, çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktıya sahip karar birimlerinin etkinliklerinin belirlenmesini sağlayan veri zarflama analizi (VZA) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle oluşturulan VZA modeli, Holger Scheel tarafından geliştirilmiş EMS (Efficiency Measurement System) v.1.3 programından yararlanılarak çözülmüştür. Çalışmanın analiz süreci aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır (Alış, 2014, s.71).

- Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi
- Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi
- Verilerin Elde Edilmesi
- VZA Modelinin Belirlenmesi, Etkinliğin Ölçülmesi
- Karar Birimlerinin Etkinlik Değerleri
- Referans Gruplarının Belirlenmesi
- Etkin Olmayan Karar Birimlerini Etkin Hale Getirme ve Değerlendirme

2.1. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

Çalışmaya dâhil edilen karar birimlerinin homojen ve karşılaştırılabilir birimler olması da gerekir. Avrupa Birliği İstatistik Web Tabanı EUROSTAT'a göre ülkelerin sektörel olarak karşılaştırılabilir olduğunu gösteren en iyi ölçüt, ülkelerin kişi başına düşen geliridir, yani GSMH'dır. GSMH, bir ülkenin gelişmişlik düzeyini ve ekonomik refahını gösteren en önemli ölçütlerden biridir. OECD'ye üye ülkelerin GSMH değerleri yakın olduğundan bu ülkeler, birbiriyle sektörel olarak karşılaştırılabilir (Çınar, 2010, ss.107 - 109).

Veri elde etme aşamasında sıkıntı yaşandığından ABD, Kanada ve Meksika gibi bazı OECD ülkeleri analize dâhil edilmemiştir. Analizde kullanılan karar birimleri, Tablo 2' de gösterildiği gibidir.

Tablo 2: Karar Birimleri

Türkiye	Çek Cumhuriyeti	Hollanda	İsveç	Lüksemburg	Polonya
Almanya	Danimarka	İngiltere	İsviçre	Macaristan	Portekiz
Avusturya	Finlandiya	İrlanda	İtalya	Yunanistan	Slovakya
Belçika	Fransa	İspanya	İzlanda	Norveç	

2.2. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan girdi değişkenleri; enerji sektöründe çalışan sayısı, elektrik kurulu gücü, iç tüketim ve sistem kayıplarıdır. Çalışmada kullanılan çıktı değişkeni, sadece elektrik enerjisi üretim miktarıdır.

2.3. Verilerin Elde Edilmesi

OECD ülkelerinin 2006 - 2012 dönemine ait veriler EUROSTAT veri tabanından elde edilmiştir. OECD ülkelerinin elektrik sektöründe çalışan sayısına ait veriler, sadece Türkiye için mevcut olduğundan enerji sektöründe çalışan sayısı kullanılmıştır. Veriler, çalışmanın “Ekler” bölümünde tablolar halinde mevcuttur.

Türkiye'nin 2006 - 2012 dönemi için girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler ise TEİAŞ'ın yıllık elektrik istatistiklerinden ve TEİAŞ sektör raporlarından elde edilmiştir.

2.4. VZA Modelinin Belirlenmesi ve Etkinliğin Ölçülmesi

Mevcut girdiyle ve teknolojiyle maksimum çıktı hedeflendiğinden bu çalışmada çıktıya yönelik CCR modelinden ve çıktıya yönelik BCC modelinden yararlanılmıştır. Her ülkenin göreceli etkinlik değerleri, veri zarflama analizinde sık kullanılan EMS v.1.3 programı yardımıyla elde edilmiştir. Öncelikle EUROSTAT ve TEİAŞ veri tabanından ulaşılan girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler MS Excel programında düzenlenmiştir. Bu veriler “Load Data” komutu ile EMS programına yüklenmiştir. Daha sonra “Run Model” komutuyla etkinlik değerleri 2006-2012 dönemi için hesaplanmıştır. Elektrik üretim sektörleri verimli olmayan ülkeler için referans seti baz alınarak yorumlar yapılmıştır.

2.5. Türkiye'nin Etkinlik Değerleri

2006 - 2012 dönemi için yapılan etkinlik analizinde Türkiye'nin hiçbir dönemde etkin olmadığı saptanmıştır. Çıktı yönelimli yapılan etkinlik analizinde etkinlik değerleri % 100'den büyük ise söz konusu karar birimi etkin değildir. Ülkemizin etkinlik değerleri ise

her dönem için % 100'den büyük çıkmıştır. Tablo 3, bu dönemler için ülkemizin etkinlik değerlerini göstermektedir.

Tablo 3: 2006 - 2012 Dönemi için Türkiye'nin Etkinlik Değerleri

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CCR Çıktı	132,1	114,2	134,5	150,5	155,6	148,7	157,2
CCR Çıktı (Süper Etkinlik)	132,1	114,2	134,5	150,5	155,6	148,7	157,2
BCC Çıktı	109,6	106,3	104,0	106,1	108,5	105,1	106,3
BBC Çıktı (Süper Etkinlik)	109,6	106,3	104,0	106,1	108,5	105,1	106,3

Tablo 3' te, Türkiye'nin etkinlik değerleri incelendiğinde, BCC modelinden elde edilen etkinlik değerlerinin CCR modelinden elde edilen etkinlik değerlerine göre % 100'e daha yakın olduğu görülmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasının nedeni, CCR modellerinin BBC modellerine göre daha gerçekçi sonuçlar vermesidir.

2.6. Türkiye'nin Referans Kümesi ve Potansiyel İyileştirme

Referans kümeleri yardımıyla etkin olmayan bir karar birimi için bir takım iyileştirmeler yapmak mümkündür. Yapılan işlemlerle söz konusu karar birimi etkin hale getirilir Tablo 4, 2006 - 2012 dönemi için Türkiye'nin referans kümelerini göstermektedir.

Tablo 4: 2006 - 2012 Dönemi için Türkiye'nin Referans Kümeleri

Yıllar	CCR Çıktı Referans Kümesi	BCC Çıktı Referans Kümesi
2006	16 (23,45)	4 (0,42) 8 (0,19) 20 (0,39)
2007	4 (2,05) 16 (3,06)	4 (0,63) 8 (0,22) 20 (0,14)
2008	16 (16,21)	8 (0,34) 16 (0,64) 20 (0,02)
2009	16 (17,42)	4 (0,48) 8 (0,23) 20 (0,29)
2010	16 (19,27)	4 (0,28) 7 (0,1) 8 (0,26) 20 (0,36)
2011	16 (19,82)	4 (0,68) 8 (0,32)
2012	16 (21,45)	8 (0,25) 20 (0,53) 21 (0,23)

Tablo 4' teki verilere göre, Türkiye, 2011 yılında CCR modeline göre İzlanda'yı 19,82 oranında referans almıştır. Buna göre Türkiye, CCR modeline göre girdi değişkenlerini İzlanda'nın girdi değişkenlerine göre 19,82 oranında azaltmalıdır, çıktı değişkenlerinin değerlerini de İzlanda'nın çıktı değişkenlerinin değerlerine göre 19,82 oranında artırmalıdır.

CCR referans kümesine göre, 2011 yılında Türkiye, 16. ülke olan İzlanda'yı referans almalıdır. Bu durumda, elde edilen verilere göre İzlanda'nın ağırlık oranının 19,82 olduğu görülmektedir.

Diğer taraftan, Tablo 5'te çalışmada ele alınan girdi ve çıktı değişkenleri için İzlanda'nın ve Türkiye'nin 2011 yılına ait verileri görülmektedir.

Tablo 5: İzlanda'nın ve Türkiye'nin 2011 Verileri

	Kurulu Güç	Sistem Kayıpları	İç Tüketim	Çalışan Sayısı	Üretim
İzlanda	2,67	0,6	0,4	1,3	17,2
Türkiye	52,92	34,7	11,8	80,2	229,4

Tablo 5' teki veriler dikkate alındığında, Türkiye için potansiyel iyileştirme yüzdeleri hesaplanmıştır ve Tablo 6' da sunulmuştur

Tablo 6 : Türkiye'nin 2011 Yılı Potansiyel İyileştirme Yüzdeleri

	Kurulu Güç	Sistem Kayıpları	İç Tüketim	Çalışan Sayısı	Üretim
Türkiye	0,0	-65,7	-32,8	-67,9	48,7

Tablo 6' da verilen değerlere ilişkin hesaplamalar ve yorumları aşağıda sunulmuştur:

- CCR modeline göre 2011 yılı Türkiye'nin Kurulu gücü için;

2011 yılı Türkiye'nin Kurulu gücü: 52,92 (GW)

2011 yılı İzlanda'nın Kurulu gücü: 2,67 (GW)

$$(2,67) \times (19,82) = 52,92$$

Türkiye'nin 52,92 GW olan kurulu gücünde hiçbir değişim söz konusu değildir. Dolayısıyla CCR modeli çözümünde ülkemizin kurulu gücü için potansiyel iyileştirme yüzdesi sıfırdır.

- CCR modeline göre 2011 yılı Türkiye'nin sistem kayıpları için;

2011 yılı Türkiye'nin sistem kaybı: 34,7 (TWh)

2011 yılı İzlanda'nın sistem kaybı: 0,6 (TWh)

$$(0,6) \times (19,82) = 11,892$$

Bu hesaplanan yaklaşık 11,90 değeri, Türkiye'nin sistem kayıplarını 2011 yılı için 34,7'den 11,90'a düşürmesi gerektiğini belirtir. Yani 22,8 (34,7 - 11,90) değerinde düşürülmesi gerektiğini belirtir. Bu değer, yüzde olarak belirtilecek olursa 2011 yılı çıktı yönelimli CCR modeli çözümüne göre Türkiye'nin potansiyel iyileştirme değeri, % -65,7 bulunmuştur. Buradaki negatif değer, mevcut değerden eksiltme yapılacağını belirtir. % -65,7 değeri, Türkiye'nin 2011 yılı sistem kaybının % 65,7 oranında azaltılması gerektiğini göstermektedir. Yani, ülkemiz için 34,7 olan sistem kaybı,

$$34,7 - (34,7 \times 65,7/100)$$

işlemi ile yaklaşık 11,91 değerinde olmalıdır.

Benzer hesaplamalarla, 2011 yılı için Türkiye'nin iç tüketim değerinin yaklaşık 7,93 TWh, enerji sektöründe çalışan sayısının 25,7 bin, elektrik enerjisi üretiminin ise 341,1 TWh olması gerektiği sonucu elde edilmiştir.

BCC referans setine göre 2011 yılında Türkiye, 4. ülke olan Belçika'yı ve 8. Ülke olan Fransa'yı referans almalıdır. Belçika'nın ağırlık oranı, 0,68, Fransa'nın ağırlık oranı 0,32'dir. Belçika'nın, Fransa'nın ve Türkiye'nin 2011 yılına ait verileri Tablo 7'deki gibidir.

Tablo7 : Belçika'nın, Fransa'nın ve Türkiye'nin 2011 Verileri

	Kurulu Güç	Sistem Kayıpları	İç Tüketim	Çalışan Sayısı	Üretim
Belçika	19,01	7,5	3,5	28,4	90,24
Fransa	125,05	54,5	24,6	189,9	561,96
Türkiye	52,92	34,7	11,8	80,2	229,39

Tablo 7’de görüldüğü üzere, Türkiye 2011 yılında BCC modeline göre Belçika’yı 0,68, Fransa’yı 0,32 oranında referans almıştır. Buna göre Türkiye, BCC modeline göre girdi değişkenlerini Belçika’nın girdi değişkenlerine göre 0,68 oranında, Fransa’nın girdi değişkenlerine göre 0,32 oranında azaltmalıdır; çıktı değişkenlerini de Belçika’nın çıktı değişkenlerine göre 0,68 oranında, Fransa’nın çıktı değişkenlerine göre 0,32 oranında artırmalıdır.

- BCC modeline göre 2011 yılı Türkiye’nin Kurulu gücü için;

2011 yılı Türkiye’nin Kurulu gücü: 52,92 (GW)

2011 yılı Belçika’nın Kurulu gücü: 19,01 (GW)

2011 yılı Fransa’nın Kurulu gücü: 125,05 (GW)

$$(19,01 \times 0,68) + (125,05 \times 0,32) = 52,9428$$

Bu hesaplama göre; 2011 yılı için Türkiye, 52,92 GW olan kurulu gücünü 52,94 GW’ye çıkarmalıdır. Diğer taraftan 2011 yılı BCC modeli çözümünde ülkemizin kurulu gücü için potansiyel iyileştirme yüzdesi % 0,04’tür. Bu yüzdelerik değer, Türkiye’nin mevcut kurulu gücünün yüzdelerik olarak artışını göstermektedir. Yani $52,92 \times (0,04 / 100) = 0,02116$ hesabıyla elde edilen 0,02116 değeri, Türkiye’nin kurulu gücünü ne kadar artırması gerektiğini gösterir. Dolayısıyla ülkemizin 52,92 GW olan kurulu gücü 0,02116 GW artışla 52,94 GW olmalıdır.

CCR ve BCC modelleri çözümlerine göre diğer yıllar için benzer şekilde yorumlar yapmak mümkündür. Bu yorumlar, Türkiye için yapıldığı gibi diğer ülkeler için de yapılabilir.

2.7. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği

Malmquist toplam faktör verimliliği, veri zarflama analizine dinamiklik katar. Yıllar itibariyle 2006 - 2012 döneminde Türkiye ile elektrik üretim sektörleri incelenen diğer ülkelerin toplam faktör verimliliğindeki değişimi (TFVD), teknik etkinliğindeki değişimi (TED), saf teknik etkinliğindeki değişimi (SED), ölçek etkinliğindeki değişimi (ÖED) ve teknolojik değişimi (TD) gösterir. Bunlar; aşağıdaki gibi formüle edilir:

$$TFVD = TED \cdot TD \quad (1)$$

$$\text{ÖED} = \frac{CCR}{BCC} \quad (2)$$

$$SED = \frac{TED}{\text{ÖED}} \quad (3)$$

TED = SED. ÖED (Babacan, 2006: 68).

(4)

Tablo 8’de 2011 - 2012 yılları arasındaki toplam faktör verimliliği değişim endeksleri verilerek bu tablodaki değerler yorumlanmıştır. Tablo 9’da 2006 - 2012 döneminin ortalama değerleri yorumlanmıştır. Daha sonra Tablo 10’da yer alan tüm dönemlerin değişim değerleri incelenmiştir.

Tablo : 2011 - 2012 Yıllarının Malmquist Toplam Faktör Verimliliği ve Unsurlarındaki Değişim Tablosu

Ülkeler	Teknik Etkinlik	Teknolojik Etkinlik	Saf Etkinlik	Ölçek Etkinliği	Toplam Faktör Verimliliği
Türkiye	0,914	1,086	0,990	0,923	0,993
Almanya	1,007	1,061	1,000	1,007	1,069
Avusturya	1,068	1,035	1,057	1,011	1,106
Belçika	0,917	1,024	0,897	1,022	0,939
Çek Cumhuriyeti	1,034	0,978	1,013	1,022	1,011
Danimarka	0,900	0,984	0,914	0,985	0,885
Finlandiya	1,000	0,959	1,000	1,000	0,959
Fransa	0,927	1,046	1,000	0,927	0,970
Hollanda	0,872	1,043	0,867	1,006	0,909
İngiltere	0,964	1,030	1,002	0,962	0,993
İrlanda	1,016	0,985	1,009	1,006	1,000
İspanya	0,975	1,050	1,000	0,975	1,024
İsveç	1,000	1,040	1,000	1,000	1,040
İsviçre	1,040	1,035	1,045	0,995	1,077
İtalya	0,941	1,048	0,943	0,998	0,986
İzlanda	1,000	1,059	1,000	1,000	1,059
Lüksemburg	0,974	1,027	1,000	0,974	1,000
Macaristan	1,020	1,059	1,062	0,961	1,080
Yunanistan	1,300	1,011	1,280	1,015	1,314
Norveç	1,000	1,160	1,000	1,000	1,160

Polonya	0,940	1,051	1,000	0,940	0,988
Portekiz	0,785	1,040	0,792	0,991	0,816
Slovakya	1,015	0,986	1,015	0,999	1,000
Ortalama	0,979	1,034	0,991	0,987	1,012

Tablo 8'e göre 2011-2012 dönemi için Türkiye'nin toplam faktör verimliliği % 0,7 oranında azalmıştır. Teknolojik etkinlik artmasına rağmen toplam faktör verimliliğinde meydana gelen bu azalmanın nedeni teknik etkinliğin % 8,3 oranında azalmasıdır. Teknik etkinlikte azalma olması, mevcut girdiyle daha az çıktı miktarı elde edildiğini gösterir.

Tablo 8'e göre 2011-2012 dönemi için Türkiye'nin teknik etkinliğindeki azalma, hem ölçek etkinliği hem de saf etkinlikteki azalmadan kaynaklanır. Bu dönem için Türkiye'nin ölçek etkinliğinde azalma, % 7,7 iken saf etkinliğinde azalma % 1 oranındadır. Dolayısıyla Türkiye bu dönemde elektrik sektörü için uygun ölçekte üretim yapamamaktadır. Aynı dönemde Türkiye baz alındığında artış gösteren tek değer, teknolojik etkinliktir. Teknolojik etkinlikteki artış oranı % 8,6'dır.

Tablo 9: Tüm Ülkelerin Malmquist Toplam Faktör Verimliliği ve Unsurlarındaki Ortalama Değişimler Tablosu (2006-2012)

Ülkeler	Teknik Etkinlik	Teknolojik Etkinlik	Saf Etkinlik	Ölçek Etkinliği	Toplam Faktör Verimliliği
Türkiye	0,974	1,016	1,006	0,968	0,990
Almanya	1,000	0,964	1,000	1,000	0,964
Avusturya	1,038	0,962	1,042	0,996	0,998
Belçika	0,981	0,977	0,982	0,999	0,959
Çek Cumhuriyeti	1,024	0,969	1,022	1,002	0,992
Danimarka	0,937	0,984	0,933	1,004	0,922
Finlandiya	1,000	0,976	1,000	1,000	0,976
Fransa	0,984	0,987	1,000	0,984	0,972
Hollanda	0,981	0,990	0,980	1,001	0,972
İngiltere	0,980	0,985	0,992	0,989	0,966

İrlanda	0,968	0,988	0,978	0,990	0,957
İspanya	1,000	0,982	1,010	0,991	0,982
İsveç	1,003	0,995	1,000	1,003	0,998
İsviçre	1,022	0,979	1,021	1,001	1,000
İtalya	0,972	0,983	1,000	0,972	0,955
İzlanda	1,000	1,063	1,000	1,000	1,063
Lüksemburg	1,002	1,021	1,165	0,860	1,024
Macaristan	0,977	1,012	1,006	0,971	0,989
Yunanistan	1,036	0,982	1,035	1,000	1,017
Norveç	1,000	1,001	1,000	1,000	1,001
Polonya	0,973	1,002	1,002	0,970	0,975
Portekiz	0,981	0,980	0,993	0,988	0,962
Slovakya	1,005	0,966	0,981	1,024	0,970
Ortalama	0,993	0,990	1,006	0,987	0,982

Tablo 9 incelendiğinde; toplam faktör verimliliği değişme endeksine göre 2006 - 2012 döneminde ülkelerin elektrik sektöründe ortalama % 1,8 oranında gerileme gözlemlenmiştir. Bu gerilemenin nedeni, teknik etkinlikteki ve teknolojik etkinlikteki gerilemedir. 2006 - 2012 döneminde teknik etkinlikte ortalama azalma % 0,7 iken teknolojik etkinlikte ortalama azalma % 1 oranındadır. Bu dönemde saf etkinlik % 0,6 oranında artarken ölçek etkinliği % 1,3 oranında azalmıştır.

Ülkeler temelinde incelendiğinde; toplam faktör verimliliği endeksinde artış olan ülkeler; İzlanda, Lüksemburg, Yunanistan ve Norveç'tir. Bu artış oranının; İzlanda için % 6,3, Lüksemburg için % 2,4, Yunanistan için % 1,7, Norveç için % 0,1 olduğu Tablo 9'da görülmektedir. Toplam faktör verimliliğindeki artışın sebebi; İzlanda, Lüksemburg ve Norveç için teknolojik etkinlikteki artışken Yunanistan için teknik etkinlikteki artıştır. 2006 - 2012 döneminde toplam faktör verimliliği endeksinde en fazla azalma olan ülkeler; Danimarka, İtalya ve İrlanda'dır. Bu azalış oranının Danimarka için % 7,8, İtalya için % 4,5, İrlanda için % 4,3 olduğu Tablo 9'da görülmektedir. Danimarka, İrlanda ve İtalya'nın toplam faktör verimliliğindeki azalmanın nedeni ise, teknik ve teknolojik etkinlikteki azalmadır. Tablo 9'a göre, 2006 - 2012 dönemi için Türkiye'nin toplam faktör verimliliğinde % 1' lik azalış söz konusudur. Bu azalışın sebebi ölçek etkinliğindeki azalmadır.

Tablo 9'a göre 2006 - 2012 dönemi için teknik etkinlikte artış olan ülkeler, Avusturya,

Çek Cumhuriyeti, İsveç, İsviçre, Lüksemburg, Yunanistan ve Slovakya'dır. Bu artış oranı; Avusturya için % 3,8, Çek Cumhuriyeti için % 2,4, İsveç için % 0,3, İsviçre için % 2,2, Lüksemburg için % 0,2, Yunanistan için % 3,6, Slovakya için % 0,5' tir. Avusturya, Lüksemburg ve Macaristan'ın teknik etkinliğinde artış; saf etkinlikteki artıştan, İsveç ve Slovakya'nın teknik etkinliğindeki artış ölçek etkinliğindeki artıştan, Çek Cumhuriyeti ile İsviçre'nin teknik etkinliğindeki artış ise hem ölçek hem de saf etkinlikteki artıştan kaynaklanmaktadır. 2006 - 2012 döneminde teknik etkinlikte en fazla azalma olan ülkeler ise Danimarka, İtalya ve İrlanda'dır. Danimarka, İrlanda ve İtalya için teknik etkinlikte azalma oranları sırasıyla % 6,3; % 3,2 ve % 2,8'dir. Teknik etkinlikteki azalmanın nedeni Danimarka için saf etkinlikteki azalmadır, İtalya için ölçek etkinliğindeki azalmadır, İrlanda için ise hem ölçek etkinliğindeki hem de saf etkinlikteki azalmadır. Türkiye'de teknik etkinlikteki azalış 2006 - 2012 dönemi için % 2,6 oranındadır. Bu azalmanın nedeni ölçek etkinliğindeki azalmadır.

2006 - 2012 dönemi için Tablo 9'a göre Türkiye'nin teknolojik etkinliğinde % 1,6 oranında artış, ölçek etkinliğinde % 3,2 oranında azalış ve saf etkinliğinde % 0,6 oranında artış vardır. Ülkemizin ölçek etkinliğinde gerileme saptanması, 2006 - 2012 döneminde elektrik sektörünün uygun ölçekte işlemediğini gösterirken saf etkinlikteki ilerleme ülkemizin elektrik sektörü için yönetim uygulamalarında meydana gelen ilerlemeyi göstermektedir.

Tablo 10: Yıllara Göre Ülkelerin Malmquist Toplam Faktör Verimliliği ve Unsurlarındaki Ortalama Değişimler Tablosu

Ülkeler	Teknik Etkinlik	Teknolojik Etkinlik	Saf Etkinlik	Ölçek Etkinliği	Toplam Faktör Verimliliği
2006 - 2007	0,988	1,040	1,032	0,957	1,027
2007 - 2008	1,030	0,974	1,030	0,999	1,003
2008 - 2009	0,965	0,928	0,973	0,992	0,896
2009 - 2010	1,006	1,012	0,997	1,010	1,019
2010 - 2011	0,990	0,955	1,013	0,977	0,945
2011 - 2012	0,979	1,034	0,991	0,987	1,012
Ortalama	0,993	0,990	1,006	0,987	0,982

Tablo 10 incelendiğinde toplam faktör verimliliğinde gerilemenin olduğu dönemler; 2008 - 2009 ve 2010 - 2011 dönemleridir. Toplam faktör verimliliğindeki gerileme, 2008 - 2009 döneminde % 10,4 oranında iken 2010 -2011 döneminde % 5,5 oranındadır. Tablo

incelendiğinde bu gerilemelerin kaynağı; 2008 - 2009 yılı için teknik etkinlikteki % 3,5 oranında ve teknolojik etkinlikteki % 7,2 oranındaki azalmadır, 2010 - 2011 yılı için de teknik etkinlikteki % 1 oranında ve teknolojik etkinlikteki % 4,5 oranındaki azalmadır. Toplam faktör verimliliğinde en fazla ilerleme ise % 2,7 oranıyla 2006 - 2007 döneminde gerçekleşmiştir. İlerlemenin nedeni, teknolojik etkinlikteki % 4 oranındaki artıştır.

Toplam faktör verimliliğinin bileşenleri açısından değerler Tablo 10'da incelendiğinde; teknik etkinlikteki en fazla ilerleme % 3'lük artış oranıyla 2007 - 2008 döneminde, teknik etkinlikteki en fazla gerileme ise % 3,5'lik azalış oranı ile 2008 - 2009 döneminde gerçekleşmiştir. Teknolojik etkinlik açısından ise % 4'lük artış oranıyla en fazla ilerleme 2006 - 2007 döneminde gözlemlenirken, en fazla gerileme % 7,2'lik azalış oranıyla 2008 - 2009 döneminde gerçekleşmiştir. Teknik etkinliğin bileşenleri açısından Tablo 10'a göre saf etkinlikteki en fazla ilerleme, % 3,2'lik artış oranıyla 2006 - 2007 döneminde en fazla gerileme ise % 2,7'lik azalış oranıyla 2008 - 2009 döneminde gözlemlenmiştir. Ölçek etkinliğinde artış olan tek dönem, % 1 artış oranıyla 2009 - 2010 dönemidir. Ölçek etkinliğindeki azalışın en fazla olduğu dönem ise % 4,3'lük azalış oranıyla 2006 - 2007 dönemidir.

Tartışma ve Sonuç

2006 - 2012 döneminde 23 ülkenin elektrik üretim sektörlerini kapsayan bu çalışma söz konusu ülkelerin göreceli etkinliğini ölçmek ve bu etkinliğin zaman içinde nasıl değiştiğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada mevcut girdiyle (kurulu güç, iç tüketim, sektörde çalışan sayısı, sistem kayıpları) maksimum çıktı (elektrik enerjisi üretimi) elde edilmek istendiğinden bu çalışma, ölçeğe göre değişken ve sabit getiri varsayımı altında çıktıya yönelik VZA modeli yardımıyla yapılmıştır. Analiz sonuçları yorumlandıktan sonra ülkelerin etkinliklerinin zaman içindeki değişimini incelemek ve bu değişimin nedenlerini tespit etmek için Malmquist toplam faktör verimliliği indeksinden yararlanılmıştır. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında yapılan veri zarflama analizi sonuçlarına göre çalışmaya dâhil edilen 23 ülkeden İzlanda, Lüksemburg ve Norveç, her yıl etkin ülkeler olurken Belçika ve Finlandiya sadece 2007 yılında etkin ülkeler arasına girebilmiştir. Türkiye ise hiçbir dönemde etkin ülke olamamıştır. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında 2007 yılı hariç etkin olmayan ülkelere en çok referans olan ülke İzlanda iken 2007 yılında en çok referans olan ülke Belçika olmuştur. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında; Türkiye'nin referans aldığı ülkelere bakıldığında, 2007 yılı dışında tüm yıllar için Türkiye sadece İzlanda'yı değişik oranlarda referans alırken 2007 yılında hem İzlanda hem de Belçika'yı referans almıştır.

Ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında yapılan veri zarflama analizi sonuçlarına göre çalışmaya dâhil edilen 23 ülkeden Almanya, Finlandiya, Fransa, İzlanda, Lüksemburg ve Norveç her yıl etkin ülkeler olmuştur. Bu ülkelere ek olarak en fazla etkin olan ülkeler; Belçika, İspanya, İsveç ve İsviçre'dir. Bu ülkeler dışında ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında 2006 yılı için Danimarka, 2008 yılı için Hollanda ve Slovakya, 2009 yılı için İngiltere, 2012 yılı için Polonya ve Yunanistan etkin ülkeler arasına girerken Türkiye hiçbir dönemde etkin ülke konumuna gelememiştir. Bu varsayım altında etkin olmayan ülkelere en çok referans olan ülkeler, Belçika ve Finlandiya'dır. Belçika ve Finlandiya'nın yanı sıra Almanya, Fransa, Danimarka, İspanya ve İsveç de referans ülkeler konumundadır. Bu varsayım altında; Türkiye'nin referans aldığı ülkelere bakıldığında; Belçika, Fransa ve Norveç'i hemen hemen her yıl referans alırken bu ülkelere ek olarak 2008 yılında İzlanda'yı, 2010 yılında Finlandiya'yı, 2012 yılında ise Polonya'yı referans olarak almıştır. Daha sonra bu referans oranlarına göre değerlendirmeler yapılmıştır. Veri zarflama analizi yapıldıktan sonra Malmquist toplam faktör verimliliği indeksi çalışmaya dâhil edilerek 2006 - 2012 dönemi için genel değerlendirmeler yapılmıştır. 2006 - 2012 döneminde çalışmaya dâhil edilen ülkelerin ortalama teknik etkinliğinde % 0,7 oranında bir gerileme, ortalama teknolojik etkinliğinde % 1 oranında bir gerileme, ortalama ölçek etkinliğinde ise % 1,3 oranında bir gerileme meydana gelirken ortalama saf etkinliğinde % 0,6 oranında artış meydana gelmiştir. Toplam faktör verimliliğinde ise ortalama % 1,8 oranında azalma meydana gelmiştir.

Ekler

Ek 1.

Girdi Verilerinden Enerji Sektöründe Çalışan Sayısı (bin)

Ülkeler	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Türkiye	85,2	97,9	91,7	64,5	72,7	80,2	96,4
Almanya	308,0	327,3	301,0	327,6	341,7	360,8	371,5
Avusturya	31,1	29,3	22,9	24,4	26,9	31,2	26,8
Belçika	34,3	33,4	31,6	28,6	30,3	28,4	26,0
Çek Cumhuriyeti	72,8	68,0	55,4	52,5	52,3	53,4	47,8
Danimarka	16,4	16,3	15,1	15,3	15,6	16,3	16,7
Finlandiya	16,5	15,9	14,4	15,8	14,9	14,3	14,1

Fransa	244,9	200,1	154,1	198,8	214,7	189,9	206,0
Hollanda	44,1	41,0	34,7	37,3	34,2	33,1	38,0
İngiltere	177,1	208,9	143,2	155,7	166,5	171,7	167,9
İrlanda	11,1	12,1	10,9	11,5	10,9	9,7	9,2
İspanya	118,3	109,5	73,1	78,9	77,6	78,7	81,4
İsveç	24,9	24,6	21,7	23,0	22,7	22,0	23,9
İsviçre	28,3	24,7	22,9	21,0	22,6	25,9	27,4
İtalya	154,1	134,5	114,5	113,3	108,2	122,8	129,0
İzlanda	1,2	1,6	1,6	1,3	1,4	1,3	0,9
Lüksemburg	1,5	1,3	1,1	1,1	0,9	1,0	1,3
Macaristan	64,6	61,1	31,8	37,2	35,2	36,3	33,6
Yunanistan	41,4	41,7	33,9	28,1	25,4	23,6	25,3
Norveç	16,4	16,7	16,1	17,4	17,0	17,2	16,1
Polonya	221,1	214,9	173,1	188,2	176,5	171,7	162,3
Portekiz	24,6	30,7	22,0	20,4	15,1	17,4	17,6
Slovakya	40	37,8	28,1	29,9	26,3	25,2	23,1

Ek 2.

Analizdeki Girdi Verilerinden Elektrik Kurulu Gücü (GW)

Ülkeler	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Türkiye	40,6	40,8	41,8	44,8	49,5	52,9	57,1
Almanya	131,6	132,6	139,3	147,0	160,0	161,7	177,3
Avusturya	19,2	19,5	20,8	20,9	21,1	22,8	22,9
Belçika	16,3	16,4	16,8	17,5	18,4	19,0	20,8
Çek Cumhuriyeti	17,5	17,6	17,7	18,3	20,1	20,2	20,5
Danimarka	13,0	12,6	12,5	13,4	13,7	13,6	14,1
Finlandiya	16,6	16,7	16,7	16,3	16,7	16,7	16,9
Fransa	116,2	116,6	117,8	119,1	121,1	125,1	129,2
Hollanda	23,0	23,8	24,9	26,0	26,0	26,2	29,9
İngiltere	83,1	84,5	85,6	88,0	93,5	93,8	94,5
İrlanda	6,4	7,5	7,4	7,6	8,5	8,8	8,8
İspanya	82,1	88,9	93,5	96,3	99,1	100,7	105,2
İsveç	34,1	34,3	34,0	35,3	36,1	37,0	37,8

İsviçre	19,1	19,2	19,4	19,5	18,1	20,0	20,3
İtalya	89,5	93,6	98,6	101,5	106,5	118,5	124,2
İzlanda	1,7	2,4	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7
Lüksemburg	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8
Macaristan	8,6	8,5	8,6	8,8	9,0	9,8	9,4
Yunanistan	13,6	13,7	14,3	14,2	15,1	16,5	22,3
Norveç	29,5	30,3	30,8	31,1	30,2	31,7	32,3
Polonya	32,4	32,5	32,7	33,0	33,4	34,6	35,3
Portekiz	14,5	15,0	15,8	17,4	19,0	19,9	19,8
Slovakya	8,2	7,3	7,4	7,2	7,9	8,1	8,4

Ek 3.

Analizde Kullanılan Girdi Verilerinden İç Tüketim (TWh)

Ülkeler	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Türkiye	6,8	8,2	8,7	8,2	8,2	11,8	11,8
Almanya	39,6	38,7	38,3	35,6	36,6	35,8	37,1
Avusturya	3,7	4,1	4,3	2,3	2,8	2,4	1,7
Belçika	3,6	3,7	3,5	3,7	3,7	3,5	3,1
Çek Cumhuriyeti	6,5	6,8	6,4	6,3	6,4	6,5	6,5
Danimarka	2,4	1,9	1,2	1,9	2,0	1,7	1,5
Finlandiya	3,7	3,4	3,0	2,9	3,5	3,1	2,7
Fransa	25,7	25,4	25,3	24,0	24,5	24,6	24,5
Hollanda	4,0	4,0	4,3	4,6	3,8	3,9	3,9
İngiltere	18,6	17,7	16,3	16,5	15,8	16,5	18,0
İrlanda	1,4	0,5	1,3	1,2	1,2	1,3	1,1
İspanya	11,7	11,7	12,1	11,0	11,0	10,1	11,0
İsveç	2,9	3,7	3,6	3,4	3,3	3,4	3,7
İsviçre	2,1	2,1	2,1	2,1	1,7	1,7	1,7
İtalya	12,9	12,6	12,1	11,5	11,3	11,1	11,5
İzlanda	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
Lüksemburg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Macaristan	2,5	2,7	2,6	2,6	2,8	2,5	2,3
Yunanistan	4,2	4,4	4,3	5,3	4,0	5,5	7,3
Norveç	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	0,6	0,5
Polonya	14,1	14,0	13,6	13,8	14,8	14,7	14,6
Portekiz	1,5	1,3	1,4	1,5	1,3	1,3	1,4
Slovakya	2,5	2,3	2,3	2,1	2,4	2,6	2,5

Ek 4.

Analizdeki Girdi Verilerinden Sistem Kayıpları (TWh)

Ülkeler	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Türkiye	23,8	26,6	27,5	31,1	32,4	34,7	37,7
Almanya	23,8	29,5	30,1	41,4	38,9	40,7	38,3
Avusturya	3,4	3,4	3,4	4,6	4,8	4,9	5,1
Belçika	4,2	4,1	4,3	6,5	6,9	7,5	6,8
Çek Cumhuriyeti	4,9	4,9	4,7	6,7	6,5	6,3	6,3
Danimarka	1,5	1,8	2,4	3,2	3,6	3,4	3,1
Finlandiya	3,2	3,0	3,3	4,1	4,1	3,8	4,2
Fransa	31,8	31,6	32,9	62,0	63,1	54,5	57,8
Hollanda	4,5	4,6	4,7	9,9	10,3	10,7	9,3
İngiltere	31,0	28,0	28,2	34,8	35,4	37,8	36,3
İrlanda	2,2	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	2,2
İspanya	26,0	15,0	15,0	15,9	19,2	32,1	31,0
İsveç	11,0	10,8	11,0	12,8	14,4	13,6	14,0
İsviçre	4,2	4,2	4,3	4,2	4,4	4,5	4,6
İtalya	19,9	21,0	20,4	30,3	31,2	32,8	31,5
İzlanda	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	0,6	0,7
Lüksemburg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Macaristan	4,0	4,0	3,9	5,7	5,6	5,6	5,1
Yunanistan	5,1	4,9	5,1	5,3	6,0	5,0	3,1
Norveç	9,3	9,8	10,2	15,4	15,0	16,6	18,2
Polonya	14,0	14,4	12,7	22,1	22,2	20,9	21,4

Portekiz	3,7	3,2	4,2	4,7	5,0	4,9	5,6
Slovakya	1,4	1,4	1,0	2,0	1,8	1,5	2,2

Ek 5.

Analizde Kullanılan Çıktı Verisi Elektrik Enerjisi Üretimi (TWh)

Ülkeler	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Türkiye	176,3	191,6	198,4	194,8	211,2	229,4	239,5
Almanya	636,8	637,1	637,2	592,5	629,0	608,7	629,8
Avusturya	63,5	63,4	67,1	69,0	71,1	65,7	72,6
Belçika	85,6	88,8	84,9	91,2	95,1	90,2	83,1
Çek Cumhuriyeti	84,4	88,2	83,5	82,3	85,9	87,5	87,6
Danimarka	45,7	39,2	36,4	36,4	38,8	35,2	30,7
Finlandiya	82,3	81,3	77,4	72,1	80,7	73,5	70,4
Fransa	574,5	569,8	574,9	542,2	569,1	562,0	564,3
Hollanda	98,4	103,2	107,7	113,5	118,1	113,0	102,5
İngiltere	398,3	396,1	389,4	375,7	381,1	367,8	363,8
İrlanda	28,1	28,2	29,7	28,2	28,6	27,7	27,6
İspanya	303,1	303,3	313,8	293,9	303,1	291,4	297,6
İsveç	143,3	148,9	150,0	136,7	148,6	150,4	166,6
İsviçre	64,0	68,0	69,0	68,5	67,8	64,6	69,9
İtalya	314,1	313,9	319,1	292,6	302,1	302,6	299,3
İzlanda	9,9	12,0	16,5	16,8	17,1	17,2	17,6
Lüksemburg	4,3	4,0	3,6	3,9	4,6	3,7	3,8
Macaristan	35,9	40,0	40,0	35,9	37,4	36,0	34,6
Yunanistan	60,8	63,5	63,8	61,4	57,4	59,4	61,0
Norveç	121,7	137,5	142,7	132,8	124,5	128,2	147,9
Polonya	161,7	159,4	156,2	151,7	157,7	163,6	162,1
Portekiz	49,0	47,3	46,0	50,2	54,1	52,5	46,6
Slovakya	31,4	28,1	29,0	26,2	27,9	28,7	28,7

Kaynakça

- Alış, M. (2014). *Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Faaliyet Denetimi: Alanya'daki Konaklama İşletmeleri Üzerinde Bir Uygulama*, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Antalya.
- Balkan, D. ve Arıkan, M. (2010). Sivas İlindeki Ortaöğretim Kurumlarının Etkinliklerinin Öğrenci Başına Düşen Öğretmen ve Derslik Sayısı Bakımından Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, XI, (2), 133 - 154.
- Babacan, A., Kartal, M. ve BİRCAN, H. (2007). Cumhuriyet Üniversitesi'nin Etkinliğinin Kamu Üniversiteleri ile Karşılaştırılması: Bir VZA Tekniği Uygulaması. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8 (2), 97 - 114.
- Başkaya, Z. ve Avcı, B. (2011). *Veri Zarflama Analizi*, 1. Baskı, Dora Yayınevi.
- Çınar, Yetkin. (2010). Türkiye ile AB Üyesi Ülkelerin Elektrik Üretim Sektörlerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi. 2000-2006 Dönemi için Uluslararası Bir Karşılaştırma. *Sosyoekonomi Dergisi*, Özel Sayı, 93 - 136.
- Dinçer, S.E. (2011). *Stratejik Planlama ve Veri Zarflama Analizinde Etkinlik Ölçümü*, Baskı:1., Der-Yayınevi.
- Emir, O. ve Özgür, E. (2008). Konaklama Tesisleri Etkinlik Analizi. *Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, X (1), 163-174.
- Eurostat. (2006-2012). *Yıllık İstatistikler*, <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.
- Genger, H. (2011). İMKB'de İşlem Gören Çimento Şirketlerinin Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25, (3-4), 31-44.
- Kula, V., Kandemir, T. ve Özdemir, L. (2008). VZA Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Ölçüsü: İMKB'ye Koteli Çimento Şirketleri Üzerine Bir Araştırma, *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 187 – 202.
- Özden, Ü.H. (2008). Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37 (2), 167 - 185.
- Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (2006 - 2012). *Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri*, <http://www.teias.gov.tr/TürkiyeElektrikİstatistikleri/ist2006/index.htm> (08.03.2015).
- Yeşilyurt, C. (2009). Türkiye'deki İktisat Bölümlerinin Göreceli Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Ölçülmesi: KPSS 2007 Verilerine Dayalı Bir Uygulama, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23 (4), 135 - 147.