

Kamu Şeker Fabrikalarında Etkinlik Ölçümü: VZA - Malmquist TFV Uygulaması*

Efficiency Measurement in Public Sugar Refineries: DEA-Malmquist TFP Application

Arş. Grv. Süleyman Çakır - Doç. Dr. Selçuk Perçin

Öz

Bu çalışmada, Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi' ne ait 25 adet kamu şeker fabrikasında 2009 yılı için Veri Zarflama Analizi ile göreceli etkinlik ölçümü yapılmıştır. Ayrıca söz konusu fabrikaların verimliliğinin zaman içindeki değişimini görebilmek amacıyla 2002-2009 dönemi için Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi kullanılarak fabrikaların toplam faktör verimliliği değişimi incelenmiştir. Girdiye yönelik Veri Zarflama Analizi modellerinin kullanıldığı uygulama sonucunda ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında 12 fabrika etkin çıkarken, ölçüğe göre değişken getiri varsayımı altında 16 fabrika etkin çıkmıştır. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi uygulaması sonucundaysa şeker fabrikalarında 2002-2009 döneminde binde altı (% 0,6) oranında toplam faktör verimliliği artışı görülmüş ve bu artışın teknolojik ilerleme ve etkinlik artışından (sırasıyla % 0,5 ve % 0,1) kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şeker Fabrikaları, Etkinlik Ölçümü, Veri Zarflama Analizi, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği

Abstract

In this study, relative efficiency measurement is done for 25 sugar refineries that are owned by Turkish Sugar Refineries Corporation by using Data Envelopment Analysis. Furthermore, in order to see the changes in productivity of the refineries within time for the period of 2002-2009, changes in total factor productivity

of refineries are examined by using Malmquist Total Factor Productivity Index. According to the results of input-orientated Data Envelopment Analysis models, 12 refineries are efficient under the assumption of constant returns to scale while 16 of them are efficient under assumption of variable returns to scale. As the results of Malmquist Total Factor Productivity Index application, 0.6% growth in total factor productivity is observed and found that this rise is sourced from technological progress and efficiency increase (respectively by 0.5% and 0.1%).

Keywords: Sugar Refineries, Efficiency Measurement, Data Envelopment Analysis, Malmquist Total Factor Productivity.

Giriş

Türkiye' de yaklaşık 450 bin çiftçi ailesinin geçimini sağladığı pancar tarımı, hayvancılık yani yem, ilaç, et, süt, nakliye ve hizmet sektörleriyle de iç içe geçmiş durumdadır. Fabrikalarda yaklaşık 35 bin işçi çalışmakta, bu da tüm sanayi kesiminde çalışanların %1,2'sini oluşturmaktadır. Taşıma sektörüne ise yılda yaklaşık 25-30 milyon ton iş hacmi yaratmaktadır. Ülke ekonomisine toplam ekonomik katkı payı ise yaklaşık 1,2 milyar dolardır (Pankobirlik, 2010). Dolayısıyla şeker fabrikalarının rasyonel ve verimli çalışmaları sadece ekonomik yönden değil sosyal yönden de geçimlerini pancar tarımına bağlamış üreticiler için önem taşımaktadır.

Arş. Grv. Süleyman Çakır, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü, suleyman.cakir@erdogan.edu.tr
Doç. Dr. Selçuk Perçin, Karadeniz Teknik Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü, selcukpercin@yahoo.com

- * Bu makale Kamu Şeker Fabrikalarında Etkinlik Ölçümü:VZA - Malmquist TFV Uygulaması başlıklı Yüksek lisans tezinden derlenmiştir.
- * Bu makale 5-7 Temmuz 2011 tarihlerinde Sakarya Üniversitesi'nde düzenlenen 31. Ulusal Yöneyim Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Kongre'sinde sunulan "Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi' ne Bağlı Fabrikalarda Dinamik Etkinlik Ölçümü: Malmquist-TFV Endeksi Uygulaması" adlı bildirisinin genişletilmiş halidir.

Tarımsal faaliyetlerde verimlilik iyileştirmesi sağlamak için öncelikle üretim faktörlerinin etkin kullanılıp kullanılmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Üretim esaslı verimliliğin ölçümünde günümüzde en yaygın kullanılan yöntem etkinlik ölçümüdür. Göreli bir performans göstergesi olan etkinlik ölçümünde parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanılmaktadır.

Parametrik olmayan yöntemler arasında son yıllarda en çok tercih edilen teknik Charnes ve diğerleri (1978) tarafından geliştirilen Veri Zarflama Analizi (VZA)' dir. VZA, zaman boyutunu dikkate almayan, gözlem kümesindeki karar verme birimlerinin (KVB) etkinlik değerlerini yalnızca belli bir dönem için ölçen statik bir yatay kesit analizidir. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi (MTFVE) yaklaşımı, KVB' lerin, zaman içindeki toplam faktör verimliliğindeki (TFV) değişimi ölçebilen ve yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Lorcu, 2010: 279).

Türkiye' deki kamu şeker fabrikalarında üretim faktörlerinin etkin kullanılıp kullanılmadığının belirlenmesini amaçlayan bu çalışmada öncelikle VZA yöntemi ve MTFVE yaklaşımı açıklanmaktadır. Daha sonra Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi (TŞFAŞ)' ne bağlı 25 şeker fabrikasında 2009 yılı verilerine göre VZA ile etkinlik ölçümü uygulaması yapılmıştır. Ayrıca aynı fabrikaların 2002-2009 dönemi için etkinlik değişimi, MTFVE yaklaşımı ile incelenmiştir. Çalışmanın Sonuç ve Öneriler kısmında ise uygulamanın ampirik sonuçlarına göre analiz edilen şeker fabrikaları hakkında genel değerlendirmeler yapılmış ve gelecek çalışmalara ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

Literatür Taraması

Dünya şeker endüstrisinde VZA yöntemiyle etkinlik ölçümü yapılan ve MTFVE ile TFV değişimi ölçümü yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazıları aşağıda özetlenmektedir:

Mulwa ve diğerleri (2009) tarafından, VZA ve Stokastik Sınır Analizi yöntemleriyle Kenya' daki şeker fabrikalarında, 1992 yılında yapılan özelleştirmenin etkisini incelemek amacıyla, 1980-1991 ve 1991-2000 arasındaki iki dönem için etkinlik ölçümü yapılmıştır. Çalışmada girdi faktörleri olarak üretime giren şeker kamışı miktarı, kullanılan makine ve teçhizat, işgücü miktarı (sürekli + geçici çalışan sayısı), üre-

tim sürecinde tüketilen kimyasal madde miktarı ve tüketilen enerji miktarı kullanılırken, çıktı olarak bir yılda üretilen şeker miktarı kullanılmıştır. Uygulama sonucunda, yapılan özelleştirmenin Kenya şeker fabrikaları üzerinde hem pozitif hem de negatif etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Bogetoft ve diğerleri (2007) tarafından, Avrupa Birliğinin (AB) yeni şeker rejiminin etkilerini görebilmek amacıyla, Danimarka' da faaliyette bulunan 234 adet şeker pancarı üretim çiftliğinde 2003 yılı için VZA ile etkinlik ölçümü gerçekleştirilmiştir. Çalışmada girdi olarak üretimde kullanılan tohum, gübre, kimyasallar, enerji, işgücü ve makine miktarı, ulaşım maliyetleri ile vergi, amortisman ve sigorta tutarı gibi sabit maliyetler kullanılırken, çıktı olarak üretilen şeker pancarı miktarı alınmıştır. Çalışmada sonuç olarak, mevcut durumda çiftliklerin çoğunun etkinsiz olduğu ve yeni AB şeker rejim politikaları uygulanırsa etkinliğin artacağı tespit edilmiştir.

Goncharuk (2009) tarafından, VZA yöntemiyle Ukrayna' da üretim yapan 44 adet şeker fabrikasında 2006 yılı için teknik etkinlik ölçümü yapılmıştır. Çalışmada girdi olarak kullanılan şeker pancarı miktarı, amortisman tutarı ve işgücü sayısı kullanılırken çıktı olarak üretilen şeker miktarı alınmıştır. Çalışma sonucunda sadece 5 adet fabrikanın etkin olduğu, diğerlerinin ise etkin sınırdan uzak olduğu tespit edilmiştir.

Wu ve diğerleri (2003) tarafından, ABD' nin Idaho bölgesindeki 147 adet şekerpancarı üretim çiftliğinde VZA yöntemiyle teknik etkinlik ölçümü yapılmıştır. Çalışmada girdi olarak tohum, gübre, kimyasallar, işgücü sayısı, sulama miktarı, binalar, makineler, arazi ve muhtelif masraflar kullanılırken, çıktı olarak toplam şekerpancarı üretim miktarı alınmıştır. Sonuç olarak, mevcut çiftliklerin sadece %45' inin etkin olduğu ve ortalama etkinlik değerinin 0.88 olduğu tespit edilmiştir.

Raheman ve diğerleri (2009) tarafından, Pakistan' da faaliyet gösteren ve Karaçi Borsası' na kote olmuş 20 adet şeker fabrikasının 1998-2007 yılları arasındaki TFV değişimi MTFVE yöntemiyle ölçülmüştür. Sonuç olarak, söz konusu fabrikalarda toplamda %0,1' lik bir TFV azalması tespit edilmiştir. Türkiye' deki şeker fabrikalarında VZA ve MTFVE ile yapılan etkinlik ölçümü çalışmalarına örnek olarak aşağıdaki çalışmalar verilebilir:

Demirci (2003) tarafından, 18 adet TŞFAŞ (kamu), 2 adet karma (TŞFAŞ ve PANKOBİRLİK) ve 3 adet özel (PANKOBİRLİK) olmak üzere toplam 23 şeker fabrikasında, 1987-1999 yıllarını kapsayan 13 yıllık dönem için VZA ile etkinlik ölçümü yapılmıştır. Çalışmada girdi olarak işlenen şekerpancarı miktarı, kullanılan enerji miktarı, ortalama personel sayısı ile amortisman ve tükenme payları kullanılırken, çıktı olarak toplam şeker üretimi ve yan ürün olarak da melas üretim miktarı alınmıştır. Sonuç olarak, fabrikaların büyük bir kısmının zaman içinde teknik etkinliği yakaladığı görülmüştür.

Bozdağ (2007) tarafından, TŞFAŞ ve özel şeker fabrikalarının tümünde ve AB ülkelerinde VZA ile 1990-2005 dönemi için etkinlik ölçümü yapılmış ve her ülkenin üretim etkinlikleri karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır. MTFVE ile de Türkiye ve AB ülkelerinin şeker sanayilerinin üretim etkinliklerindeki değişim incelenmiştir. Çalışmada girdi faktörleri olarak günlük pancar işleme kapasitesi ve çalışan işçi sayısını kullanılırken çıktı olarak üretilen şeker miktarı alınmıştır. Çalışma sonucunda Türkiye şeker sanayisinin üretim etkinliğinin yüksek olduğu ve AB pazarı içinde üretimde rekabetçi bir yapıya sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Aslan (2007) tarafından, TŞFAŞ' a bağlı 25 adet şeker fabrikasında 2003 ve 2004 yılları için VZA ile etkinlik ölçümü yapılmıştır. Çalışmada girdi olarak işlenen pancar miktarı, yakıt tüketim miktarı ve işgücü sayısı alınırken, çıktı olarak toplam şeker ve melas üretimi, satılan şeker miktarı ve satış sonrası elde edilen net gelir tutarı kullanılmıştır. Ölçüm sonucunda şeker fabrikalarının toplam etkinlik ortalaması %98.68, teknik etkinlik ortalaması %99.43, ölçek etkinliği ortalaması ise %99,24 bulunmuştur.

Çoban ve diğerleri (2009) tarafından, özel sektöre ait olan Konya Şeker ve kamu sektörüne ait olan Ereğli ile Ilgın Şeker Fabrikalarında 1997-2007 yılları için VZA ile teknik etkinlik ölçümü yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, Konya Şeker Fabrikasında ilgili dönem için ortalama teknik etkinlik değeri 0.996' dır. Ereğli ve Ilgın Şeker Fabrikalarında ise ortalama teknik etkinlik değerleri sırasıyla 1.000 ve 0.985 olarak hesaplanmıştır.

Şeker ürününün çok önemli bir gıda maddesi olması ve yarattığı katma değer dikkate alındığında, Türkiye şeker endüstrisi ile ilgili yapılan etkinlik ölçümü çalışmalarının çok yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu bağlamda, TŞFAŞ' ye bağlı kamu şeker fabrikalarının etkinliğini ve etkinliğinin zaman içindeki değişimini ölçen bu çalışmanın ilgili literatüre önemli katkı yapacağı düşünülmektedir.

Veri Zarflama Analizi

Literatürde VZA terimi ilk kez Charnes, Cooper ve Rhodes' un (CCR) 1978 yılındaki çalışmasında kullanılmıştır. Bu çalışmadan günümüze kadar VZA' nın genişletilerek uygulandığı birçok çalışma yapılmıştır (Coelli ve diğerleri, 2005: 162).

CCR, TFV yaklaşımıyla, gözlemlenen karşılaştırmaya esas birimlerin üretimi tanımlayan girdi ve çıktılara doğrusal programlama aracılığıyla ağırlıklar atamayı ve gözlem kümesinde en iyi performansı gösteren birimlerden oluşan bir sınır tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Bu sınır, teknik etkinliğe sahip üreticilerin üzerinde yer aldığı sınır olup, diğer üreticilerin sınıra olan uzaklığı da teknik etkinsizliklerinin ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. (Yavuz, 2003: 40).

CCR modelinde, değerlendirmek üzere n tane KVB' nin olduğu ve her bir KVB' nin m tane farklı girdiyi kullanarak s adet çıktıyı ürettiği varsayılmaktadır. Aşağıda gösterilen oran özel bir KVB' nin amaç fonksiyonunun maksimize edilmiş şeklini ifade etmektedir.

$$\theta_k = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}} \quad (1)$$

Bu formülde, k karar biriminin etkinlik değerini vermektedir. Karar birimlerinin kendilerini etkin yapacak ağırlıkları seçerek taraflı olmalarının önüne geçmek için, modele iki kısıt eklenmiştir. İlk kısıta göre, karar birimleri ağırlıklarını öyle seçmelidirler ki seçtikleri ağırlıklar kullanılarak diğer karar birimlerinin etkinliği ölçüldüğünde hiçbir karar biriminin etkinliği %100' ü yani "1" değerini geçmemelidir (Ulucan, 2002: 188).

Bu kısıta ilişkin notasyon aşağıdaki gibidir:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, N \quad (2)$$

Bu notasyonda;

Y_{rj} : j'inci karar verme biriminin kullandığı r' inci çıktı miktarı

X_{ij} : j' inci karar verme biriminin kullandığı i' inci girdi miktarıdır.

İkinci kısıta göre ise hiç bir ağırlık negatif değer taşımamalıdır. Bu koşul :

$$0, \quad 0 \quad r = 1, s; i = 1, \dots, m \quad (3)$$

şeklinde gösterilmektedir.

CCR modelleri girdiye ve çıktıya yönelik olarak kurulabilmektedir. Aşağıda ölçüğe göre sabit getiri (ÖGSG) varsayımı altında girdiye yönelik olarak kurulan ve literatürde *CCR-VZA Modeli* olarak bilinen model gösterilmektedir (Güran ve Cingi, 2002: 68):

CCR-VZA Modeli (Girdiye Yönelik): (4)

$$\theta_k = \max \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0 \quad k \text{ ve } j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$$

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

VZA çözüm yöntemi olarak doğrusal programlamayı kullanmaktadır. Herhangi bir primal doğrusal programlama modeli için aynı veri kümesi kullanılarak "dual" olarak adlandırılan eş bir doğrusal programlama modeli yazılabilmektedir. Hesaplamadaki kolaylı-

ğı ve yönetsel açıdan çok önemli bilgiler vermesi açısından VZA ile ilgili çalışmalarda dual model tercih edilmektedir.

Girdiye yönelik dual (zarflamalı) CCR-VZA modeline ilişkin notasyon aşağıdaki gibidir (Cooper ve diğerleri, 2004: 11):

Dual-CCR VZA Modeli (Girdiye Yönelik) (5)

$$F_k = \text{Min} - \left(\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^n S_r^+ \right)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + S_i^- - \theta_k X_{ik} = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} Y_{rj} - S_r^+ - Y_{rk} = 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j, S_i^-, S_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

Modelde yer alan:

F_k : k karar biriminin etkinlik değeri,

θ_k : aralığında değer alan ve etkinliği ölçülen k karar biriminin girdilerinin radyal olarak ne kadar azaltılabileceğini belirleyen büzülme katsayısı,

S_i^- : k karar biriminin i' inci girdisine ait VZA ile radyal olarak ölçülemeyen fakat azaltılması mümkün olan aylak değişken,

S_r^+ : k karar biriminin r' inci çıktısına ait VZA ile radyal olarak ölçülemeyen fakat artırılması mümkün olan aylak değişken,

λ_j : Gözlem kümesinde yer alan KVB' lerin aldığı yoğunluk değerleri,

ε : Herhangi bir pozitif reel sayıdan küçük bir sayıdır.

CCR modelinde, pozitif değer verilen tüm dual değişkenlerin karşılık geldikleri karar birimleri etkindir. Bu karar birimlerinin oluşturduğu sete, karar birimi (k)' nın *referans seti* adı verilir. Referans seti, etkin olmayan karar birimlerinin etkinliği yakalayabilmesi için çıktılarını ne kadar artırması ya da girdilerini ne kadar azaltması gerektiği hakkında yönetsel bilgi vermektedir (Güran ve Cingi, 2002: 69).

CCR modelleri, gözlenen karar birimleri optimal ölçekte üretim yapmadığında yani ÖGDG' li durumlarda yapısı gereği ölçek etkinliğini hesaplayamadığından teknik etkinlik ölçümünde yetersiz kalmaktadır. Banker ve diğerleri (1984), ÖGDG varsayımı altında teknik etkinliği ölçmek amacıyla geliştirdikleri ve geliştiren bilim adamlarının adlarının baş harfleriyle BCC modeli olarak bilinen modelde teknik etkinliği, ölçek etkinliği ile saf teknik etkinlik bileşenlerine ayırarak teknik etkinliğin bu iki bileşenin çarpımına eşit olduğunu göstermiştir.

BCC modelleri CCR modellerinin genişletilmiş formu olup, ÖGDG altında etkinlik ölçümü yapabilmek amacıyla CCR modellerine konvekslik (dışbükeylik) kısıtı olan ($\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$) değişkeninin eklenmesiyle elde edilmiştir (Banker ve diğerleri, 1984: 1088). Bu kısıtla beraber amaç fonksiyonuna değişkeni katılmıştır. Bu değişken sayesinde ölçeğe göre getirilerin ölçülmesi mümkün olmaktadır. Modeldeki değişkeninin sıfır olması değerlendirilen KVB' nin ÖGSG' li, pozitif olması ölçeğe göre azalan getirili, negatif olması ölçeğe göre artan getirili üretim yaptığını ifade etmektedir (Banker ve diğerleri, 1984: 1087).

BCC modeli CCR modeli gibi girdiye ve çıktıya yönelik olarak kurulabilmektedir. BCC-VZA modelinin girdiye yönelik doğrusal programlama formu aşağıdaki biçimde gösterilmektedir (Cooper ve diğerleri, 2000: 88):

BCC-VZA Modeli (Girdiye Yönelik):

$$\theta_k = \text{Max} \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk} \quad (6)$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0 \quad k \text{ ve } j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$$

$$u_{rk} \geq \varepsilon, v_{ik} \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$$

μ_0 , sınırlandırılmamış

Yukarıda (6) eşitliği ile gösterilen primal modelin duali olan BCC zarflamalı modele ait notasyon aşağıda gösterilmektedir (Ulucan, 2002: 191).

Dual BCC-VZA Modeli (Girdiye Yönelik):

$$F_k = \text{Min} \theta_k - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^n s_r^+ \right) \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + s_i^- = \theta_k X_{ik} \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} Y_{rj} - s_r^+ = Y_{rk} \quad r = 1, \dots, s$$

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

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

CCR Modelleri ile toplam etkinlik bulunurken, BCC modelleri ile teknik etkinlik hesaplanmaktadır. Teknik olarak etkin olan bir KVB' nin ölçekten kaynaklanan bir etkisizliği varsa, toplamda da etkin olamamaktadır. Dolayısıyla CCR ve BCC modelleri birlikte çözümlenip, aşağıdaki eşitlik doğrultusunda elde edilen toplam etkinlik skoru, teknik etkinlik skoruna bölündüğünde KVB' lerin ölçek etkinliklerini de belirlemek mümkün olmaktadır (Ulucan, 2002:191):

$$\text{Toplam Etkinlik Skoru (CCR)} = \text{Teknik Etkinlik Skoru (BCC)} * \text{Ölçek Etkinliği} \quad (8)$$

VZA ile ilgili ortaya çıkışından günümüze kadar binlerce bilimsel çalışma yapılmıştır. Bankacılık (Sherman ve Gold, 1985), eğitim (Charnes ve diğerleri, 1981), sağlık hizmetleri ve hastane etkinliği (Banker ve diğerleri, 1986), VZA uygulamalarında en çok ilgi gören konulardır. Türkiye' de ise ulaşım kolaylığı nedeniyle daha çok ikincil verilerin kullanıldığı ve özellikle borsada işlem gören şirketlerin performanslarının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yapıldığı gözlemlenmektedir (Ulucan, 2002; Perçin ve Ustasüleyman, 2007).

Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi Yaklaşımı

Literatürde üretim birimlerinin TFV değişimini inceleyen iki temel endeks bulunmaktadır: Tornqvist Endeksi (1936) ve Malmquist Endeksi (1953) (Isik ve Hassan, 2003: 299). Tornqvist Endeksi' nden farklı olarak, MTFVE' nin oluşturulabilmesi için ilgili karar birimlerinin kâr maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu hedefledikleri varsayımına gerek bu-

lanmamaktadır. Bu nedenle Tornqvist Endeksi için gerekli olan fiyat verisinin derlenmesi Malmquist metodu için zorunlu değildir.

İlk kez Malmquist (1953) tarafından ortaya konulan ve uzaklık fonksiyonlarına dayalı olarak tanımlanan MTFVE, her bir veri noktasının ortak bir teknolojiye olan uzaklıklarının oranlarını hesaplayarak farklı zamana ait iki veri noktası arasındaki TFV' deki değişimi ölçen ve yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Lorcu, 2010: 279).

Uzaklık fonksiyonu, çok sayıda girdi-çıkı içeren üretim teknolojilerini sadece miktar bilgilerine dayanarak tanımlamayan fonksiyonlardır (Fare ve diğerleri, 1994: 68). Girdi uzaklık fonksiyonu, çıktı vektörü verildiğinde, oransal olarak en çok büzülen (*contraction*) girdi vektörüne bağlı olarak üretim teknolojisini tanımlar. Benzer olarak, çıktı uzaklık fonksiyonu, girdi vektörü verildiğinde, oransal olarak en çok genişleyen (*expansion*) girdi vektörüne bağlı olarak üretim teknolojisini tanımlar (Tarım, 2001: 153).

Shephard (1970) ve Fare (1988) izlenerek t dönemine ait çıktı uzaklık fonksiyonu:

$$D_0^t(x^t, y^t) = \min \{\theta: x^t, y^t / \theta \in S^t\} \quad (9)$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

Caves, Christensen ve Diewert (CCD) (1982), ölçüğe göre sabit getiri (*constant returns to scale-CRS*) varsayımı altında herhangi bir t dönemi ve takip eden t+1 dönemi için Malmquist Endeksini:

$$M_{CCD}^t = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \quad (10)$$

şeklinde tanımlamışlardır. Benzer şekilde, t+1 dönemi referans alındığında MTFVE, CCD tarafından aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$M_{CCD}^{t+1} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (11)$$

MTFV değişimi endeksi ÖGSG varsayımıyla CCD tarafından modellenen ve yukarıda (10) ve (11) eşitlikleri ile gösterilen iki endeksin geometrik ortalaması olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamaya ilişkin notasyon aşağıdaki gibidir (Fare ve diğerleri, 1994: 69):

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (12)$$

Bu eşitliğin eşdeğer bir gösterimi ise aşağıdaki gibidir:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{\overbrace{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}^{\text{Etkinlik Değişimi}}}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \left[\overbrace{\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right)}^{\text{Teknolojik Değişim}} \times \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (13)$$

Parantezin dışında yer alan oran, t ve t+1 dönemleri arasındaki çıktı yönelimli etkinlik değişimini ölçmektedir. Endeksin parantez içindeki kısmı ise teknolojik değişimin bir ölçüsüdür, başka bir deyişle iki periyot arasında teknolojide meydana gelen kaymanın geometrik ortalamasıdır (Yavuz, 2003: 66).

Verimlilikteki (TFV) artış Malmquist Endeksinin (M_o) 1' den büyük bir değer almasına yol açarken zaman içinde performansın düşmesi (verimlilik azalışı) M_o ' in 1' den küçük bir değer almasına neden

olur. Performansta durgunluk (*stagnation*) meydana gelmesi durumundaysa M_o , "1" değerini alır. Aynı şekilde, ME' nin bileşenlerinden herhangi birindeki artış veya azalış ilgili endeksin sırasıyla 1'den büyük ve 1' den küçük değerler almasını sağlar. Etkinlik değişimi (ED) bileşenindeki artış sınırı yaklaşma çabalarının kanıtı olarak değerlendirilirken, teknolojik değişim bileşenindeki artış yenilik kanıtı şeklinde değerlendirilir (Fare ve diğerleri, 1994: 72). Teknolojik değişim (TD), "üretim sınırının yer değiştirmesi" (frontier-shift or boundary-shift) olarak da ifade edilmektedir (Lorcu, 2010: 279).

Fare ve diğerleri (1994), CRS altında hesaplanan etkinlik değişimi bileşenini ölçe göre değişken getiri (variable returns to scale-VRS) varsayımı altında, *saf teknik etkinlik değişimi (STED)* ve ölçek etkinliği değişimi (ÖED) olmak üzere iki ayrı bileşene ayırmış ve

etkinlik değişiminin bu iki bileşenin çarpımına eşit olduğunu belirtmişlerdir ($ED = STE \cdot \text{ÖED}$). VRS varsayımı altında hesaplanan MTFVE' ye ait notasyon aşağıdaki gibi olacaktır (Isik ve Hassan, 2003: 302):

$$M_o(X^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{\overbrace{\left(\frac{D_{VRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{VRS}^t(x^t, y^t)} \right)}^{\text{Saf Teknik Etkinlik Değişimi}} \times \overbrace{\left(\frac{D_{CRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_{VRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{CRS}^t(x^t, y^t) / D_{VRS}^t(x^t, y^t)} \right)}^{\text{Ölçek Etkinlik Değişimi}}}{\underbrace{\left(\frac{D_{CRS}^t(x^{t+1}, y^{t+1}) \times D_{CRS}^{t+1}(x^t, y^t)}{D_{CRS}^{t+1}(x^t, y^t) / D_{CRS}^t(x^t, y^t)} \right)}^{\text{Teknolojik Değişim}}} \quad (14)$$

Etkinlik değişiminin iki bileşeninden biri olan saf teknik etkinlikteki artış yönetim uygulamalarındaki gelişimi gösterirken, ölçek etkinliğinde meydana gelecek bir gelişim maliyet kontrolü açısından optimal ölçek büyüklüğüne doğru ilerleme olarak değerlendirilmektedir (Isik ve Hassan, 2003: 293).

Kamu Şeker Fabrikalarında Etkinlik Ölçümü

Bu çalışmada TŞFAŞ' ye bağlı 25 adet şeker fabrikasında 2009 yılı için VZA ile görel etkinlik ölçümünün yapılması amaçlanmaktadır. Ayrıca çalışmanın bir diğer amacı, 2002-2009 yılları arasındaki 8 yıllık dönem boyunca bu 25 fabrikanın TFV değişiminin MTFVE ile ölçülmesidir. Fabrikalara ilişkin veriler TŞFAŞ' nin her yıl yayımladığı faaliyet raporlarından derlenmiştir.

Veri Zarflama Analizi Uygulaması

Çalışmada benzer girdiler kullanarak benzer çıktılar üreten homojen karar birimleri olan TŞFAŞ' ye bağlı 25 adet şeker fabrikası analiz kapsamına alınmıştır. Bu fabrikalar Afyon, Ağrı, Alpullu, Ankara, Bor, Burdur, Çarşamba, Çorum, Elazığ, Elbistan, Erciş, Ereğli, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Iğın, Kars, Kastamonu, Kırşehir, Malatya, Muş, Susurluk, Turhal, Uşak ve Yozgat fabrikalarıdır.

Literatürde yapılan çalışmalar da dikkate alınarak analizlerde kullanılmak üzere dört adet girdi ve iki adet çıktı belirlenmiştir. Analiz edilen 25 şeker fabrikasının 2002-2009 yıllarına ilişkin girdi ve çıktı değişkenleri çalışmanın Ekler kısmında verilmiştir. Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı sayısı literatürde yer alan KVB sayısına ilişkin kısıtları karşılamaktadır. Tablo 1' de modelde kullanılan girdi ve çıktı faktörlerine ait açıklayıcı bilgiler yer almaktadır.

Tablo 1. Analizde Kullanılan Girdi ve Çıktı Faktörleri

Tür	Birim	Tanımlama
<i>Girdi</i>		
Şeker pancarı	Ton	İlgili dönemde her bir fabrikada fiilen işlenen şeker pancarı miktarı
Makine Kapasitesi	Ton/gün	Her bir fabrikanın günlük şeker pancarı işleme kapasitesi
İşgücü	Adet	İlgili dönemde fabrikada çalışan ortalama memur ve işçi (sürekli+geçici) sayısı
Yakıt	Ton	İlgili dönemde her bir fabrikada kullanılan toplam yakıt miktarı
<i>Çıktı</i>		
Şeker Miktarı	Ton	İlgili dönemde her bir fabrikada üretilen toplam kristal şeker miktarı
Melas Miktarı	Ton	İlgili dönemde her bir fabrikada üretilen toplam melas miktarı

Çalışmada, şeker üretiminde kullanılan girdi faktörlerini minimize etmeyi amaçlayan girdi yönelimli modeller kullanılmıştır. VZA modeli olarak hesaplama-daki kolaylığı ve yönetsel açıdan çok önemli bilgiler vermesi açısından dual CCR-VZA ve dual BCC-VZA modelleri tercih edilmiştir. Kurulan VZA modellerindeki doğrusal programlama problemlerinin çözümün-

de Coelli (1996) tarafından geliştirilen DEAP 2.1 bilgi-sayar paket programından yararlanılmıştır.

Ampirik Sonuçlar

Tablo 2, 2009 yılı için kurulan VZA modelleriyle elde edilen etkinlik skorlarını ve referans setlerini göstermektedir.

Tablo 2. 2009 Yılı Şeker Fabrikalarının Etkinlik Skorları ve Referans Setleri

No	Fabrika	CRS etkinliği	VRS etkinliği	Ölçek etkinliği	ÖGG	CRS ref. seti	VRS ref. seti	CRS ref.sayısı	VRS ref.sayısı
1	Afyon	1,000	1,000	1,000	*	1	1	8	8
2	Ağrı	0,881	0,882	0,999	drs	1, 17, 21	17, 1, 21		
3	Alpullu	0,901	0,908	0,992	irs	21, 22	21, 1, 17, 22, 19		
4	Ankara	1,000	1,000	1,000	*	4	4	1	
5	Bor	0,945	0,961	0,984	irs	4, 15, 8, 1	19,15,13,17,1,21		
6	Burdur	0,954	0,954	1,000	irs	8, 17, 14, 1	13, 8,15,14,17, 1		
7	Çarşamba	0,890	0,903	0,985	irs	21, 22	1, 17, 19, 22		
8	Çorum	1,000	1,000	1,000	*	8	8	7	5
9	Elazığ	0,938	1,000	0,938	irs	22, 21	9		
10	Elbistan	0,917	0,921	0,996	irs	8, 17, 1, 14	14, 8, 17, 15, 1		
11	Erciş	1,000	1,000	1,000	*	11	11	2	
12	Ereğli	1,000	1,000	1,000	*	12	12		1
13	Erzincan	0,997	1,000	0,997	irs	14, 15, 11	13		3
14	Erzurum	1,000	1,000	1,000	*	14	14	6	3
15	Eskişehir	1,000	1,000	1,000	*	15	15	5	5
16	Ilgın	1,000	1,000	1,000	*	16	16		
17	Kars	1,000	1,000	1,000	*	17	17	5	7
18	Kastamonu	0,971	0,977	0,994	irs	8, 14, 1, 15	25,1,8,15,13,14		
19	Kırşehir	1,000	1,000	1,000	*	19	19		4
20	Malatya	0,876	0,920	0,952	irs	8, 17, 21, 1	15, 21, 8, 17, 19		
21	Muş	1,000	1,000	1,000	*	21	21	6	4
22	Susurluk	1,000	1,000	1,000	*	22	22	3	3
23	Turhal	0,958	0,970	0,988	drs	17, 8, 1, 21	1, 8, 12, 22		
24	Uşak	0,951	1,000	0,951	irs	8,11, 14,15	24		
25	Yozgat	0,998	1,000	0,998	irs	15, 14, 1	25		1
	Ortalama	0,967	0,976	0,991					

Tablo 2' de dual CCR-VZA modeline göre incelenen 25 fabrikadan 12' sinin (%48) toplam etkin olduğu (CCR-etkin) görülmektedir. Diğer 13 fabrikanın toplam etkinlik değerleri 1,000' in altında olduğundan CCR-etkinsizdirler. Bu KVB' ler arasında Malatya şeker fabrikası 0,876 skoru ile en etkinsiz fabrikadır. Malatya fabrikasının etkin olabilmesi için referans alınması gereken karar birimleri Tabloda 1, 8, 17 ve 21 ile gösterilen Afyon, Çorum, Kars ve Muş fabrikalarıdır. CCR-etkin çıkan fabrikalardan Afyon (8 kez) ve Çorum (7 kez) fabrikaları etkinsiz fabrikalar için en çok referans gösterilen karar birimleri olduklarından bu KVB' ler en iyi performans gösteren karar birimleridir. 2009 yılında tüm fabrikaların ortalama toplam etkinlik skoruyusa 0,967 olarak bulunmuştur.

Dual BCC-VZA modeline göre analiz edilen 25 fabrikanın 16' sının (%64) teknik etkinlik skoru 1,000 çıkmıştır. Başka bir deyişle bu 16 fabrika BCC-etkindir. Etkinsiz çıkan 9 fabrikadan Ağrı fabrikası 0,882 skoru ile CRS modelinde olduğu gibi en etkinsiz karar birimi olmuştur. Ağrı fabrikasının referans kümesini tabloda 1, 17 ve 21 ile ifade edilen sırasıyla Afyon, Kars ve Muş fabrikaları oluşturmaktadır. BCC-VZA modeline göre en etkin performans gösteren karar birimleri Afyon (8 kez) ve Kars (7 kez) fabrikalarıdır. Tablo 2' ye göre tüm fabrikaların 2009 yılında ortalama teknik etkinlik skoru 0,980' dir.

Tablo 2' ye göre CCR-etkin olan fabrikaların aynı zamanda BCC-etkin oldukları görülmektedir. Bunun nedeni etkinliğin ölçek büyüklüğünden kaynaklanmasıdır. Ölçek etkinlik skorlarının elde edilmesi ile toplam etkinsizliğin ne kadarının teknik etkinsizlikten, ne kadarının ölçek etkinsizliğinden kaynaklandığı kolayca hesaplanmaktadır. Buna göre VRS-etkin olan Elazığ, Erzincan, Uşak ve Yozgat fabrikalarının toplam etkinsiz çıkmasının nedeni bu fabrikaların ölçek etkinsizliklerinden kaynaklanmaktadır. Toplam etkinlik skoru teknik etkinlik ve ölçek etkinlik skor-

larının çarpımından oluşmaktadır. Örneğin en düşük toplam etkinlik skoruna sahip olan Malatya fabrikası için bu hesaplama aşağıdaki gibi yapılmaktadır:

$$\begin{aligned} \text{Toplam etkinlik} &= \text{Teknik etkinlik} * \text{Ölçek etkinlik} \\ 0,876 &= 0,920 * 0,952 \end{aligned}$$

Duyarlık Analizi

Kuramsal KVB' lere ait girdi ve çıktı miktarlarından yararlanılarak görece etkin olmayan KVB' lerin girdi ve çıktılarına ilişkin potansiyel iyileştirmeler (*Potential Improvements-PI*) yüzde olarak aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Özden, 2008: 173):

$$PI (\%) = \frac{\text{Hedef} - \text{Gerçekleşen}}{\text{Gerçekleşen}} \times 100 \quad (15)$$

Görece etkin olmayan KVB' nin etkin hale gelebilmesi için, PI yüzdesi negatif çıkan değişken değeri PI oranında azaltılmalı, pozitif çıkan değişken değeri PI oranında artırılmalıdır. Eğer PI değeri sıfırsa, herhangi bir iyileştirme yapmaya gerek yoktur.

Tablo 3' te CRS varsayımı altında toplam etkin olmayan karar birimlerinin etkin duruma gelebilmesi için girdi ve çıktılarında yapması gereken iyileştirmeler verilmektedir.

Potansiyel iyileştirme yüzdelere ilişkin açıklamalar tüm karar birimleri için benzer şekilde yapıldığından burada yalnızca Yozgat şeker fabrikasının girdi yönümlü toplam etkinsizliğine neden olan değişkenlerin potansiyel iyileştirme değerleri açıklanacaktır. Tablo 3' e göre Yozgat fabrikası etkin duruma gelebilmek için işlenen pancar miktarı, personel sayısı ve yakıt miktarı girdilerini %0,248 oranında, makine kapasitesi girdisini de %9,632 oranında azaltılmalı ve iki çıktısından biri olan üretilen melas miktarını %2,83 oranında artırmalıdır.

Tablo 3. CRS-Etkin Olmayan Fabrikaların Potansiyel İyileştirme Yüzdeleri

KVB	Etkinlik Skoru	Faktörler	Gerçekleşen	Hedef	Potansiyel İyileştirme (%)	
Ağrı	0,881	Girdi	İşlenen pancar mik.	122500,000	107947,653	-11,879
			Makine kapasitesi	3000,000	2559,180	-14,694
			Personel sayısı	598,000	526,961	-11,879
			Yakıt miktarı	5389,000	4454,690	-17,337
Alpullu	0,901	Girdi	İşl. pancar mik.	152700,000	137605,178	-9,885
			Makine kapasitesi	4000,000	2776,689	-30,583
			Personel sayısı	460,000	286,916	-37,627
			Yakıt miktarı	7594,000	5771,082	-24,005
Bor	0,945	Girdi	İşl. pancar mik.	385500,000	364263,624	-5,509
			Makine kapasitesi	3000,000	2834,736	-5,509
			Personel sayısı	503,000	427,996	-14,911
			Yakıt miktarı	16147,000	15257,496	-5,509
Burdur	0,954	Girdi	İşl. pancar mik.	434000	413912,130	-4,629
			Makine kapasitesi	4800	4577,830	-4,629
			Personel sayısı	496	454,812	-8,304
			Yakıt miktarı	21694	20689,884	-4,629
Çarşamba	0,890	Girdi	İşl. pancar mik.	95200,000	84690,741	-11,039
			Makine kapasitesi	3000,000	1357,912	-54,736
			Personel sayısı	408,000	178,462	-56,259
			Yakıt miktarı	5306,000	3421,596	-35,515
Elazığ	0,938	Girdi	İşl. pancar mik.	71200,000	66812,641	-6,162
			Makine kapasitesi	1500,000	1053,330	-29,778
			Personel sayısı	462,000	140,885	-69,505
			Yakıt miktarı	3382,000	2692,648	-20,383
Elbistan	0,917	Girdi	İşl. pancar mik.	216000,000	198055,081	-8,308
			Makine kapasitesi	3000,000	2750,765	-8,308
			Personel sayısı	553,000	364,455	-34,095
			Yakıt miktarı	10255,000	9403,032	-8,308
Erzincan	0,997	Girdi	İşl. pancar mik.	182000,000	181386,739	-0,337
			Makine kapasitesi	1500,000	1494,946	-0,337
			Personel sayısı	389,000	250,703	-35,552
			Yakıt miktarı	7492,000	7466,755	-0,337
		C	Üretilen Melas	6090,000	6578,606	8,023
Kastamonu	0,971	Girdi	İşl. pancar mik.	282000,000	23796,936	-91,561
			Makine kapasitesi	3000,000	2912,733	-2,909
			Personel sayısı	434,000	383,097	-11,729
			Yakıt miktarı	11966,000	11617,922	-2,909
Malatya	0,876	Girdi	İşl. pancar mik.	248200	217447,686	-12,390
			Makine kapasitesi	3000	2615,751	-12,808
			Personel sayısı	580	405,634	-30,063
			Yakıt miktarı	10477	8877,508	-15,267
Turhal	0,958	Girdi	İşl. pancar mik.	546000,000	523109,071	-4,192
			Makine kapasitesi	7000,000	6294,712	-10,076
			Personel sayısı	659,000	631,372	-4,192
			Yakıt miktarı	23958,000	22953,566	-4,192
Uşak	0,951	Girdi	İşl. pancar mik.	121000,000	115060,372	-4,909
			Makine kapasitesi	1500,000	1426,368	-4,909
			Personel sayısı	385,000	240,111	-37,634
			Yakıt miktarı	4898,000	4657,568	-4,909
Yozgat	0,998	Girdi	İşl. pancar mik.	284500,000	283794,560	-0,248
			Makine kapasitesi	3000,000	2711,038	-9,632
			Personel sayısı	422,000	420,954	-0,248
			Yakıt miktarı	12529,000	12497,933	-0,248
C	Üretilen Melas	9986,000	10268,617	2,830		

Tablo 4, dual BCC-VZA modeline göre etkin olmayan fabrikaların potansiyel iyileştirme düzeylerini göstermektedir.

Tablo 4. VRS-Etkin Olmayan Fabrikaların Potansiyel İyileştirme Yüzdeleri

KVB	Etkinlik Skoru	Faktörler	Gerçekleşen	Hedef	Potansiyel İyileştirme (%)	
Ağrı	0,882	Girdi	İşlenen pancar mik.	122500	108009,106	-11,829
			Makine kapasitesi	3000	2031,502	-32,283
			Personel sayısı	598	401,450	-32,868
			Yakıt miktarı	5389	4585,776	-14,905
Alpullu	0,908	Girdi	İşlenen pancar mik.	152700	138708,127	-9,163
			Makine kapasitesi	4000	3633,481	-9,163
			Personel sayısı	460	417,850	-9,163
			Yakıt miktarı	7594	6379,051	-15,999
Bor	0,961	Girdi	İşlenen pancar mik.	385500	370345,772	-3,931
			Makine kapasitesi	3000	2882,068	-3,931
			Personel sayısı	503	483,227	-3,931
			Yakıt miktarı	16147	15512,252	-3,931
Burdur	0,954	Girdi	İşlenen pancar mik.	434000	414206,992	-4,561
			Makine kapasitesi	4800	4581,091	-4,561
			Personel sayısı	496	473,379	-4,561
			Yakıt miktarı	21694	20704,623	-4,561
Çarşamba	0,903	Girdi	İşlenen pancar mik.	95200	85979,954	-9,685
			Makine kapasitesi	3000	2534,473	-15,518
			Personel sayısı	408	368,486	-9,685
			Yakıt miktarı	5306	4126,960	-22,221
Elbistan	0,921	Girdi	İşlenen pancar mik.	216000	198916,728	-7,909
			Makine kapasitesi	3000	2762,732	-7,909
			Personel sayısı	553	424,030	-23,322
			Yakıt miktarı	10255	9443,940	-7,909
Kastamonu	0,977	Girdi	İşlenen pancar mik.	282000	275460,711	-2,319
			Makine kapasitesi	3000	2930,433	-2,319
			Personel sayısı	434	423,936	-2,319
			Yakıt miktarı	11966	11688,521	-2,319
Malatya	0,920	Girdi	İşlenen pancar mik.	248200	220717,725	-11,073
			Makine kapasitesi	3000	2759,406	-8,020
			Personel sayısı	580	425,868	-26,574
			Yakıt miktarı	10477	9320,352	-11,040
Turhal	0,970	Girdi	İşlenen pancar mik.	546000	529478,877	-3,026
			Makine kapasitesi	7000	6063,906	-13,373
			Personel sayısı	659	486,604	-26,160
			Yakıt miktarı	23958	23233,068	-3,026

Tabloya göre VRS altında en etkisiz KVB olan Ağrı fabrikası etkin duruma gelebilmek için girdi faktörleri olan işlenen pancar miktarını %11,83, makine kapasitesini %32,83, personel sayısını %32,87 ve yakıt miktarını %14,91 oranında azaltmalıdır.

Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi Uygulaması

Bu bölümde VZA ile etkinlikleri ölçülen TŞFAŞ' ye bağlı şeker fabrikalarının 2002-2009 yılları arasındaki TFV değişimi MTFVE kullanılarak ölçülmüştür. Söz konusu fabrikalardan Bor, Ereğli ve Iğın fabrikaları sonradan iptal edilen özelleştirme süreci nedeniyle 2006 yılında üretim yapmadığından analiz kapsamından çıkarılmıştır.

Çalışmada model olarak VRS varsayımı altında girdi yönelimli MTFVE kullanılmıştır. Modelin çözümü Coelli (1996) tarafından geliştirilen Deap 2.1 bilgisayar paket programıyla gerçekleştirilmiştir.

Ampirik Sonuçlar

Şeker fabrikalarının 2002-2009 dönemindeki TFV ve TFV bileşenlerindeki değişimler Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5' e göre şeker fabrikalarında 2002-2009 döneminde ortalama %0,6 oranında TFV artışı kaydedilmiştir. Bu artışın %0,5' i teknolojik ilerlemeden, %0,1' lik kısmıysa etkinlik artışından kaynaklanmaktadır. Analiz kapsamındaki 22 fabrikanın 12' sinde (%55) TFV artışı görülmektedir. Başka bir deyişle 12 fabrika bir önceki yıla kıyasla verimliliğini artırmıştır. Turhal fabrikası %5,8 artış ile en fazla TFV artışı gösteren fabrika olurken onu Yozgat (%4,1) ve Ağrı (%3,6) fabrikaları izlemektedir. TFV değişimi 1' den küçük olan 11 fabrika içinde Elazığ (0,969) ve Ankara fabrikaları (0,979) TFV' si en fazla azalan karar birimleridir.

Karar birimlerinin etkinlik değişimleri incelendiğinde ortalama %0,1 oranında kaydedilen artışın kaynağı ölçek etkinliğinde meydana gelen pozitif değişimdir.

Tablo 5. Şeker Fabrikalarının 2002-2009 Dönemi MTFVE Değişimi

No	Fabrika	Etkinlik Değişimi (ED) (1) (3)*(4)	Teknolojik Değişim (TD) (2)	Saf Teknik Etkinlik Değişimi (STED) (3)	Ölçek Etkinliği Değişimi (ÖED) (4)	TFV Değişimi (TFVD) (1)*(2)
1	Afyon	1,000	1,018	1,000	1,000	1,018
2	Ağrı	0,998	1,038	0,996	1,003	1,036
3	Alpullu	0,999	1,000	0,998	1,001	0,999
4	Ankara	1,000	0,979	1,000	1,000	0,979
5	Burdur	0,996	1,006	0,996	1,000	1,002
6	Çarşamba	0,985	1,013	0,986	0,999	0,998
7	Çorum	1,000	0,998	1,000	1,000	0,998
8	Elazığ	1,004	0,966	1,000	1,004	0,969
9	Elbistan	1,000	1,032	0,999	1,000	1,032
10	Erciş	1,005	1,001	1,000	1,005	1,005
11	Erzincan	1,015	1,000	1,000	1,015	1,015
12	Erzurum	1,002	1,011	1,001	1,001	1,012
13	Eskişehir	1,000	1,008	1,000	1,000	1,008
14	Kars	1,008	1,007	1,000	1,008	1,015
15	Kastamonu	1,003	0,982	1,001	1,003	0,986
16	Kırşehir	1,000	0,990	1,000	1,000	0,990
17	Malatya	1,005	0,992	0,997	1,009	0,998
18	Muş	1,001	0,999	1,000	1,001	1,000
19	Susurluk	1,003	0,998	1,003	1,000	1,001
20	Turhal	1,000	1,058	1,003	0,997	1,058
21	Uşak	0,999	0,981	1,000	0,999	0,980
22	Yozgat	1,000	1,041	1,000	1,000	1,041
	Ortalama	1,001	1,005	0,999	1,002	1,006

İlgili dönemde karar birimlerinin ölçek etkinliği %0,2 oranında artarken saf teknik etkinlik değeri (STED) değeri %0,1 oranında gerilemiştir. Buna göre, fabrikalar etkin sınıra ulaşabilmek için ölçek etkinliklerini iyileştirdikleri halde yönetim uygulamalarında gelişme gösterememişlerdir. Fabrikalar bazındaysa toplam 9 fabrika (Elazığ, Erciş, Erzincan, Erzurum, Kars, Kastamonu, Malatya, Muş ve Susurluk) (%41) etkinlik artışı göstermiştir. Başka bir deyişle bu 9 fabrika etkin üretim sınırını yakalama başarısı göstermiştir. Etkinlik artışı gösteren fabrikalarda söz konusu artışlar büyük oranda (%78) sadece ölçek etkinliği artışlarından kaynaklanırken yalnızca Susurluk fabrikasındaki etkinlik artışının saf teknik etkinlikteki artıştan kaynaklandığı görülmektedir.

Gözlem kümesindeki fabrikalar teknolojik değişim yönünden analiz edildiğinde toplam 11 fabrikada (Afyon, Ağrı, Burdur, Çarşamba, Elbistan, Erciş, Er-

zurum, Eskişehir, Kars, Turhal ve Yozgat) teknolojik gelişme meydana geldiği görülmektedir. Söz konusu bu 11 fabrika etkin üretim sınırının yer değiştirmesine (yukarı kaymasına) neden olmuştur. Başka bir deyişle bu fabrikalar ilgili dönemde teknolojik gelişme göstererek aynı girdi miktarıyla daha fazla çıktı üretmeyi başarmışlardır. Turhal fabrikası en fazla artış gösteren (%5,8) KVB olmuştur. Diğer yandan karar birimlerinin 9' unun (Ankara, Çorum, Elazığ, Kastamonu, Kırşehir, Malatya, Muş, Susurluk ve Uşak) teknolojik değişim skorlarında azalma tespit edilmiştir. Buna göre, teknolojik gerileme nedeniyle ilgili dönemde bu fabrikaların üretim yeteneklerinde azalma meydana gelmiştir. Elazığ fabrikası 0,966 skoruyla analiz döneminde en yüksek (%3,4) teknolojik gerilemenin kaydedildiği karar birimidir. Alpullu ve Erzincan fabrikalarıysa ilgili dönemde teknolojik düzeylerini koruduklarından (durgunluk) üretim yeteneklerinde bir değişme meydana gelmemiştir.

Sonuç

Türkiye’deki kamu şeker fabrikalarında üretim faktörlerinin etkin kullanılıp kullanılmadığının belirlenmesini amaçlayan bu çalışmada, TŞFAŞ’ye bağlı 25 adet şeker fabrikasının 2009 yılı verilerine göre VZA ile etkinlik ölçümü yapılmıştır. Ayrıca söz konusu 25 kamu fabrikasında 2002-2009 yılları arasında TFV değişimini ölçebilmek amacıyla MTFVE uygulaması yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, dual CCR-VZA yöntemine göre analiz edilen fabrikaların %52’ sinin; dual BCC-VZA yöntemine göre analiz edilen fabrikaların ise %36’ sinin etkin olmadığı tespit edilmiştir. Girdi yönelimli VZA tekniğiyle analiz edilen karar birimlerinin etkisiz çıkması, o karar birimlerinde girdi faktörlerinin kullanımında israf yapıldığını, bu nedenle potansiyel çıktı miktarına ulaşamadığını göstermektedir.

Bu çalışmanın diğer amacı doğrultusunda gözlem kümesindeki şeker fabrikalarının 2002-2009 yılları arasındaki TFV değişimi MTFVE yaklaşımıyla ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, ilgili dönemde karar birimlerinde az da olsa (%0,6) TFV artışı meydana geldiğini ve bu artışın büyük oranda teknolojik ilerlemeden kaynaklandığını göstermektedir. Buna göre, fabrikalar zamanla üretim yeteneklerini artırarak etkin üretim sınırını yukarı kaydırmış ve aynı girdi miktarlarıyla daha fazla çıktı üretmeyi başarmışlardır. Diğer yandan fabrikaların ortaya koyduğu teknolojik ilerlemenin belirgin bir etkinlik artışına yol açmadığı görülmektedir. Başka bir deyişle fabrikalar üretim yeteneklerini artırdığı ölçüde etkin sınırı yakalama başarısı gösterememiştir. Bu başarısızlığın nedeninin saf teknik etkinlikteki gerilemeden kaynaklandığı belirlenmiştir. Saf teknik etkinlik yönetim uygulamaları kaynaklı olduğundan ve bir anlamda “yönetsel etkinliği” yansıttığından, fabrika yöneticilerinin yönetim karar ve politikalarını gözden geçirmeleri ve etkisizliğin nedenlerini tespit etmeleri uygun olacaktır.

Kamuya ait 25 adet şeker fabrikasında yapılan bu VZA ve MTFVE yaklaşımı uygulamasının sonuçlarının ilgili fabrika yöneticilerine önemli yönetsel bilgiler sunacağı ve bu fabrikalara ilişkin kamusal politikaların belirlenmesinde yardımcı olacağı düşü-

nülmektedir. Ayrıca bu sonuçların Türkiye şeker endüstrisinde çalışan diğer ilgili kişilere de yol gösterici olacağı ümit edilmektedir.

Türkiye şeker sektöründe etkinliğin yüksek olması, teknolojideki ilerlemeler, yönetsel etkinliğin sağlanması ve uygun ölçek büyüklüğünde üretim yapılması Türkiye şeker sanayisinin uluslararası rekabet gücünü de artıracaktır. Rekabet gücünün artmasıyla bugün için çok düşük rakamlarda olan ihracat miktarında artış sağlanacak ve bu sayede fabrikaların kapasite kullanım oranı yükselecektir. Bunun yanında şeker sektöründe üretim etkinliğinin derecesi, zaman içinde nasıl değiştiği ve değişimin hangi nedenlerden kaynaklandığı konusu sadece sektörü değil aynı zamanda etkileşim içinde olduğu diğer sektörleri de ilgilendirmektedir. Bu nedenle, sektörün üretim etkinliği ve TFV’deki değişimler düzenli olarak ve dikkatle izlenmeli ve artışı sağlayacak yönetsel politikaların geliştirilmesine önem verilmelidir.

VZA tekniğiyle yapılan çalışmalar, uygulama ve yorumlama kolaylığı ile verdiği önemli yönetsel bilgiler gibi güçlü özelliklerinin yanında tekniğin yapısından kaynaklanan kısıtlara sahiptir. Her şeyden önce VZA görece bir etkinlik ölçüm tekniği olduğundan elde edilen sonuçların karar birimlerinin mutlak etkinliğini veya etkisizliğini yansıttığı iddia edilemez. Gözlem kümesine başka karar birimlerinin katılması veya mevcut karar birimlerinden bir veya birkaçının çıkarılmasıyla farklı sonuçlara ulaşılabilir. Diğer yandan VZA, sonuçları sadece uygulandığı dönem için geçerli olan bir yatay kesit analizidir. Aynı karar birimlerinin etkinliği başka bir dönemde incelendiğinde farklı sonuçlar elde edilebilecektir. Bu çalışmada, kamu şeker fabrikalarının üretim performansının ölçülmesi amaçlanmıştır. Aynı yöntemle söz konusu fabrikaların finansal performansı da ölçülebilir. Bunun yanında, özel sektör şeker fabrikalarıyla kamu şeker fabrikalarının performansı VZA ile ölçülerek, mülkiyet yönünden fabrikalar arasında performans farkı olup olmadığı belirlenebilir.

Kaynakça

- Aslan, Ş. (2007).** Performans Ölçümünde Kıyaslama Yöntemi Olarak Veri Zarflama Analizinin Kullanımı: Türkiye Şeker Fabrikaları Örneği, *Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21 (1): 383-396.
- Banker, R. D., Charnes, A. ve Cooper, W.W. (1984).** Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 30 (9):1078-1092.
- Banker, R.D., Conrad, R.F. ve Strauss R.P. (1986).** A Comparative Application of DEA and Translog Methods: An Illustrative Study of Hospital Production, *Management Science*, 32 (1): 30-44.
- Bogetoft, P., Boye, K., Petersen, H., Nielsen, K. (2007).** Reallocating Sugar Beet Contracts: Can Sugar Production Survive in Denmark?, *European Review of Agricultural Economics*, 34 (1), 1-20.
- Bozdağ, E. G. (2007).** Şeker Sanayinde İktisadi Etkinlik: Avrupa Birliği - Türkiye Karşılaştırılması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Caves, D., Christensen L.R. ve Diewert W.E. (1982a).** Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers. *Economic Journal*, 92 (365): 73-86.
- Caves, D., Christensen L.R. ve Diewert W.E. (1982b).** The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity, *Econometrica*, 50 (6): 1393-1414.
- Charnes, A., Cooper W.W., ve Rhodes E. (1978).** Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, 2: 429-444.
- Charnes, A., Cooper W.W., ve Rhodes E. (1981).** Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through, *Management Science*, 27: 668-696.
- Coelli, T. (1996).** *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, CEPA Working Papers 96 (08).
- Coelli, T., Rao D.S., O'Donnell C. J., ve Battese, G.E. (2005).** *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, 2nd Edition, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W. W., Seiford L.M. ve Tone, K. (2000).** *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, New York: Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W. W., Seiford L.M. ve Zhu J. (2004).** Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations, Cooper W.W, Seiford L.M., Zhu J. (Ed), *Handbook of Data Envelopment Analysis içinde* (1-39), Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Çınar, Y. (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.
- Çoban, O., Doğanalp, N., Yıldırım E., (2009).** Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Şeker Endüstrisinde Faaliyet Gösteren İşletmelerin Karşılaştırmalı Bir Analizi: Konya Şeker Endüstrisi Örneği, *10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu*, Erzurum.
- Demirci, S. (2003).** Şeker Kanunundaki Değişiklikle Olası Etkilerin Ekonomik Analizi, No.102, Ankara: Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Fare, R. (1988).** *Fundamentals of Production Theory*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., ve Zhang Z., (1994).** Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries, *The American Economic Review*, 84 (1): 66-83.

- Farrell, M.J. (1957).** The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of Royal Statistical Society Series A (General)*, 120 (3): 253-281.
- Goncharuk, A. G. (2009).** How to Make Sugar Production More Effective: A Case of Ukraine, *Journal for East European Management Studies*, 14 (1):105-123.
- Güran, M. C. ve Cingi S. (2002).** Devletin Ekonomik Müdahalelerinin Etkinliği, *Akdeniz Üniversitesi İİBF Dergisi*, (3): 56-89.
- Isık, I. ve Hassan, M. K. (2003).** Financial Disruption and Bank Productivity: The 1994 Experience of Turkish Banks, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 43: 291-320.
- Lorcu, F. (2010).** Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi: Türk Otomotiv Sanayi Uygulaması, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 39 (2): 276-289.
- Mulwa M.R., Emrouznejad, A., ve Murithi F.M. (2009).** Impact of Liberalization on Efficiency and Productivity of Sugar Industry in Kenya, *Journal of Economic Studies*, 36 (3): 250-264.
- Özden, Ü. H. (2008).** Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye' deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37 (2): 167-185.
- Özelleştirme İdaresi Başkanlığı (2010).** <http://www.oib.gov.tr/portfoy/seker.html> (erişim tarihi 15.11.2010).
- Pankobirlik (2010).** Ülke Ekonomisine Katkıları, <http://www.pankobirlik.com.tr/UlkeEkonomisineKatkilari.aspx> (erişim tarihi 15.12.2010).
- Perçin, S. ve Ustasüleyman, T. (2007).** Tekstil ve Gıda Sektöründe Etkinlik Ölçümü: VZA-Malmquist TFP Endeksi Uygulaması, *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, 22 (250): 154-171.
- Raheman, A., Qayyum, A. ve Afza T. (2009).** Efficiency Dynamics of Sugar Industry in Pakistan, *Pakistan Development Review*, 48 (4).
- Shephard, R.W. (1970).** *The Theory of Cost and Production Functions*, Princeton: Princeton University Press.
- Sherman, H. D., ve Gold, F. (1985).** Bank Branch Operating Efficiency, *Journal of Banking and Finance*, 9: 297-315.
- Tarım, A. (2001).** *Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Görelilik Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı*, No. 15, Ankara: T.C. Sayıştay Başkanlığı Yayınları.
- Tornqvist, L. (1936).** The Bank of Finland's Consumption Price Index, *Bank of Finland Monthly Bulletin*, 10: 1-8.
- Ulucan, A. (2002).** İSO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler, *Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 57 (2), 185-202.
- Wu, S., Devadoss, S., ve Lu, Y. (2003).** Estimation and Decomposition of Technical Efficiency for Sugar-beet Farms, *Applied Economics*, 35: 471-484.
- Yavuz, İ. (2003).** *Verimlilik ve Etkinlik Ölçümüne Yeni Yaklaşımlar ve İllere göre İmalat Sanayinde Etkinlik Karşılaştırmaları*, No. 473, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Yolalan, O. R. (1993).** İşletmeler Arası Görelilik Etkinlik Ölçümü, No: 483, Ankara: *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*.