



Suşehri Küçük Sanayi Sitesinde Faaliyette Bulunan Firmaların VZA Yöntemiyle Etkinlik Analizi

Mustafa ÖZKAN*

Hüdaverdi BİRCAN**

* Cumhuriyet Üniversitesi, Suşehri Timur Karabal M.Y.O., Suşehri, Sivas.

** Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sivas.

Özet

Performans analizi yöntemlerinden biri olan Veri Zarflama Analizi (VZA), homojen sistemlerin kendileri arasında değerlendirilmesine olanak sağlayan bir tekniktir. Benzer girdiler sonucu benzer çıktılar elde edildiği bu teknikte, matematiksel programlama tabanlı göreceli etkinlik analizi elde edilmektedir.

Bu çalışmada, Suşehri Küçük Sanayi Sitesinde faaliyette bulunan bazı oto-tamircisi firmaların etkinliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Verimlilik analizi yapılan firmalar, küçük ölçekli ve birbirlerine benzer yapıda oldukları için çalışmada CCR ve BCC modellenmiş veri zarflama analizi yöntemleri kullanılmıştır. Analiz için 4 girdi ve 2 çıktı kullanılmış ve sonuçta her firmanın göreceli etkinliğinin diğer firmalara nazaran ne düzeyde olduğu ve etkinlik seviyelerinin kabul edilebilir düzeye ulaşabilmesi için artırılması veya azaltılması gereken faaliyetler belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda, araştırmaya konu olan 16 firmadan KVB 1, KVB 5, KVB 9, KVB 10, KVB 12 ve KVB 15 işletmelerin hem toplam etkinlik hem de teknik etkinlik seviyelerini yakalayamadıkları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Etkinlik, Veri Zarflama Analizi (VZA), Küçük Sanayi İşletmeleri

An Effectiveness Analysis of Operating Firms with DEA in Suşehri Small Industrial Site

Abstract

DEA, which is a member of the family of the performance analysis, is a technique that allows the evaluation of homogeneous systems themselves. The relative effectiveness of achieved similar outcomes in which analyzes with similar entries, can be performed with this technique.

In this paper, it is aimed to analyze to efficiency of some firms which operate in Suşehri Small Industrial Site. So that the firms which effectiveness analysis is performed, are small-scale and similar to each other, it was used to CCR and BCC methods which are basic data envelopment analysis methods, in the paper. 4 entries and 2 outcomes are used in the paper and at the end of this work, it is determined to activity that must be increased or be reduced, for increase to level of relative efficiency for all firms used in our study.

As a result of study, it is observed that the firms that KVB 1, KVB 5, KVB 9, KVB 10, KVB 12 and KVB 15 do not catch the efficiency levels of both technical and total events, but the other firms catch this levels. At the end of the analysis, we arrive at a result that the firms are effective in which working at Suşehri Small Industrial Site.

Key Words: Efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA), Small Industrial Sites

1. Giriş

Yapılan araştırmalara göre, gelişmekte olan ülkeler kategorisinde kabul edilen ülkemizde, küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ), mevcut tüm firmaların %99,5'ini, toplam istihdamın %59'unu oluşturmaktadır, toplam yatırımın ise %30-40'ını gerçekleştirmektedirler (www.tusside.gov.tr). KOBİ'lerin üretimdeki rolünün artırılmasında birçok makro öneriler bulunmasına rağmen, bölgesel önerilerin KOBİ'ler üzerinde etkisinin daha fazla olacağı dikkatlerden kaçmamalıdır.

Ekonomi literatüründe, insan ihtiyaçlarının sınırsız ancak ihtiyaçları karşılamak için mal ve hizmet üretiminde kullanılan faktörlerin sınırlı olduğu ifade edilmektedir. Bu tanımdan, her firmanın elinde bulundurduğu sınırlı üretim kaynaklarını optimal şekilde üretime katılmaları gerekliliği kolaylıkla anlaşılmaktadır. Son yıllarda, optimal üretim ya da optimal faktör kullanımının nasıl gerçekleştirileceği üzerine bir çok çalışma yapılmıştır. Genel olarak,

kaynakların en iyi şekilde kullanılması performans yöntemleri yardımıyla belirlenmektedir. Gerek kamu gerekse özel sektörde bu yöntemlerin kullanılması ile, bu sektörlerde faaliyet gösteren firmalar, mevcut durumlarını ve faaliyet dönemlerindeki hedeflerine ne ölçüde ulaştıklarını belirleyebilmektedirler.

Geçmiş yarım asra yaklaşan Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi, ilk olarak 1978'de Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından Farrell'in (1957) üretim sınırları ve teknik etkinlik yaklaşımıyla bağlantılı fikirlerini geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu modelle tek bir karar verme biriminin tek girdi/çıkıtı olarak ölçümü sunulmuştur (Charnes ve diğ., 1994: 6). Çalışma, A.B.D.'deki devlet okullarının etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir (Kutlar ve Babacan, 2008: 149). Yöntem, klasik regresyon analizinin doğrudan doğruya uygulanamadığı çok-girdi ve çok-çıkıtı içeren üretim ilişkilerinde performans karşılaştırması amacıyla

kullanılmıştır. Yöntemin popülerliğinin artmasını takiben, temel kavram ve prensipleri beraberinde model çeşitlenmesini getirmiştir ve CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) oran modeli, BCC (Banker, Charnes, Cooper) ölçeğe göre getiri modeli, toplamsal model ve çarpımsal model gibi çeşitli modeller ortaya çıkmıştır (Baysal ve diğ., 2005: 67-73).

Hastaneler, BM hava kuvvetleri, üniversiteler, şehirler, mahkemeler, ticari işletmeler, hatta ülkeler arası, bölgeler arası performanslarını içeren VZA ile birçok alanda verimlilik analizi çalışmalarına rastlamak mümkündür (Cooper ve diğ., 2011: 2). Ülkemizde de VZA yöntemiyle yapılmış birçok çalışma mevcuttur.

Bayrak ve arkadaşları (2003) yaptıkları çalışmalarında, İstanbul ilinde faaliyette bulunan tekstil firmalarından kendi belirlemiş oldukları bir grup firma üzerinde VZA yardımıyla göreceli performans analizi yapmışlardır. Çalışmalarında kullandıkları girdiler; Net Aktif, Öz Sermaye ve Çalışan Sayısı; çıktılar ise, Ciro, Vergi Öncesi Kar ve İhracat Tutarı, analiz sonucunda 5 firma verimli ve 20 firma verimsiz bulunmuştur.

Kılıçkaplan ve Karpat (2004), 1998-2002 yıllarında Türkiye'de hayat sigortası alanında faaliyet gösteren farklı ölçeklerde olan firmaların etkinlik, saf ve ölçek etkinliklerini incelemişlerdir.

Baysal ve arkadaşları (2005), devlet üniversitelerinde 2004 yılı ve 2005 yılına ait performans etkinliklerini ölçmeye çalışmışlardır. Analiz sonucunda, üniversitelerin bütçelerinin daha etkin nasıl paylaşılabilirliği hakkında görüşler bildirmişlerdir. Bu analiz için 5 girdi ve 4 çıktı kullanmışlardır. Girdi olarak belirlenen faktörler; personel giderleri, diğer cari giderler, yatırım giderleri, transferler ve öğretim üyesi sayısı, çıktı faktörleri olarak da; lisans öğrencileri, yüksek lisans öğrencileri, doktora öğrencileri ve yayın sayısını almışlardır. Analize tabi tutulan 50 üniversitenin 25'ini etkin olarak belirlemişlerdir. Bütçe ile performans arasında da anlamlı bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Çetin (2006), yaptığı araştırmasında İMKB'de işlem gören tekstil firmalarının etkinliklerini VZA ile değerlendirmiş, etkinlik skorunu yakalayamamış firmaların etkinlik kazanabilmeleri için çeşitli iyileştirme önerileri sunmuştur.

Demir ve Gençtürk (2006), İMKB'de işlem gören yerli ve yabancı firmaların performans karşılaştırmalarını VZA ile gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda ise yabancı firmaların İMKB'ye girişleriyle birlikte sektörlerinde ortalama etkinliğin artması yönünde etkileri oldukları sonucuna varmışlardır. Bunun nedenini ise yabancı firmaların sektöre girişleriyle birlikte hem sektöre girişleriyle ortaya çıkan dinamizmin rekabeti artırması ve yerli firmalarında etkinlik artırıcı faaliyetlerde bulunmaya başlamalarına bağlamışlardır.

Bircan, İskender ve Babacan (2007), Sivas ilinde faaliyette bulunan üç hastanenin bölümlerinin etkinliklerini VZA ile değerlendirmişlerdir. Etkinsiz bölümlerin daha etkin hale gelebilmeleri için çeşitli öneriler sunmuşlardır.

Titiz, Yusuf ve Osman Kürşat (2007), 2003-2006 yıllarına ait farklı dönemlerde İMKB'ye kote olmuş 13 tane şirketin, şirket birleşmelerinin şirketler üzerinde ki etkinlik etkilerini VZA yöntemiyle belirlemiş ve değerlendirmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda, şirket

birleşmelerinin ilgili işletmelerin etkinliklerini artırıcı etkileri olmasına rağmen, birleşme sonrası dönemlerde bu durumun devam ettirilemediği sonuçlarına ulaşmışlardır. Bu sorunun ortadan kalkabilmesi için çeşitli önerilerde bulunmuşlardır.

Kula ve Özdemir (2007), İMKB'na kote olan çimento sektöründe faaliyette bulunan firmaların, girdi yönlü VZA ile etkinliklerini belirlemişler ve çalışmaya dâhil edilen 17 işletmeden 7 tanesinin göreceli olarak tam etkin olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinin potansiyel iyileştirme oranlarını belirlemişlerdir.

Özden (2008), Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliklerini ölçmek için bir çalışma yapmıştır. Toplamda 24 tane vakıf üniversitesinin VZA ile görece toplam, teknik ve ölçek etkinlikleri ölçmüş ve incelemiştir. Çalışmasında, 3 girdi (toplam giderler, öğretim üyesi sayısı ve diğer akademik personel sayısı) ve 5 çıktı (ön lisans ve lisans öğrenci sayısı, lisansüstü öğrenci sayısı, yayın sayısı, eğitim öğretim giderleri ve diğer giderler) kullanmıştır.

Kutlar ve Kartal (2008), Cumhuriyet Üniversitesinde fakülteleri baz alarak etkinlik analizi yapmışlardır. Çalışmalarında, üniversite bünyesindeki 8 adet fakültenin verimliliklerini incelemişlerdir. Girdi olarak, akademik personel, idari personel, yolluklar, personel giderleri, hizmet alımı, tüketim malzemeleri ve yüz ölçümünden oluşan 7 adet girdi kullanırken, çıktı olarak ise öğrenci sayıları, öğrenci harçları, projeler ve lisansüstü öğrenci sayılarını kullanmışlardır. Çalışmalarında hem CCR hem de BCC modellerini aşamalı olarak kullanmışlar ve göreceli sonuçlar elde etmişlerdir.

Yalama ve Sayım (2008), yaptıkları çalışmalarında, İMKB'de işlem gören imalat sektöründe ki firmaların verimliliklerini VZA ile değerlendirmiş ve etkin olmayan firmalar için çözüm önerileri sunmuşlardır.

Özdemir ve Düzgün (2009), Türkiye otomotiv sektöründe faaliyet gösteren ve ilgili sektörde ilk 500 içindeki firmaların, etkinliğini sermaye farklılıklarını dikkate alarak VZA ile analiz etmiştir ve sektörde sadece 6 firmanın etkin olduğu ve geri kalan tüm firmaların etkin olmadıkları sonucuna varmışlardır.

Çetin (2010), yaptığı çalışmada Türkiye ile AB ülkelerinin elektrik üretim sektörleri etkinliklerini VZA ile karşılaştırmıştır. Çalışmasının bulgularına göre 2001 yılı dışında, Türkiye elektrik üretim sektörünün AB ülkelerindeki ortalama yakını bir performans sergilediğini tespit etmiştir.

Akdoğan Gedik (2011), OECD üyesi ülkelerin vergi rekabetine dayalı göreceli performansları VZA modellemesinden yararlanılarak değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışması sonucunda, sosyal güvenlik katkıları, kişisel ve şirket gelirleri üzerindeki vergilerin gayrisafi yurtiçi hasılaya olan oranlarının azaltılarak istihdam, büyüme ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının artırılması yönünde bir iyileştirme sağlanabileceği ve vergi rekabetinin üretim faktörleri üzerindeki etkisi çerçevesinde bir değerlendirme yapıldığında, rekabetin olumlu etkisi daha az akışkanlığa sahip olan işgücü üzerinde sınırlı düzeyde kalacağı bulgularını elde edilmiştir.

2. Veri Zarflama Analizi

Mal ve hizmet üretiminde bulunan firmalar kaynaklarını ne derece etkin kullandıklarını, kendi karar birimlerinin tasarrufunda bulunan sermayelerini hangi alanlara istihdam ederlerse verimi artıracaklarını bilmek her organizasyon tarafından önemli bir perspektiftir. Bunun bir neticesi olarak; karar birimleri, kapasiteleri dâhilinde yeniden yapılanma süreçlerine gidebilirler, aylık durumda olan birçok değişkeni etkin hale getirebilirler. Kısaca performanslarını artırarak daha verimli çalışabilirler.

Performansın 7 boyutu olduğu kabul edilir ve bunlar; etkinlik, verim ve giderlerden yararlanma, verimlilik, kalite, yenilik, çalışma yaşamının kalitesi, karlılık ve bütçeye uygunluk olarak sınıflandırılmaktadır (Keçek, 2010: 13-14). Performans analizlerinin işletmeler için önemli bir yeri bulunmaktadır. Bunu Akal; "ölçemediğinizi yönetemezsiniz" diyerek özetlemektedir (Akal, 2005: 91-92).

Performans analizi yöntemlerden birisi olan VZA, karar verme birimleri (KVB) olarak adlandırılan, ürettikleri ürün ya da hizmet açısından birbirine benzerlik gösteren ekonomik karar birimlerinin görece etkinliğinin ölçülmesi için geliştirilen parametresiz bir etkinlik ölçüsüdür (Keçek, 2010: 55). Parametreliliğe alternatif olarak çıkan parametresiz teknikler (VZA), doğrusal programlamayı çözüm tekniği olarak kullanmaktadırlar. Diğer yöntemlerden farklı olarak üretim fonksiyonunu analitik bir yapıda varsaymazlar. Bu yönü ile verimlilik ölçümlerine oldukça esneklik kazandırır ve çoklu girdi-çıkıtlı üretim ortamlarında verimlilik ölçümü için oldukça uygun bir yapıdadırlar (Yolalan, 1993: 5). Deneysel veriler kullanılarak elde edilen bilgiler yardımıyla sistem verimliliğinin değerlendirildiği, girdi ve çıktı bilgileriyle ilgili özel üretim fonksiyonlarına ihtiyaç duyulmadan kullanılan alternatif non-parametrik bir yaklaşımdır (Bampatsou ve Hadjiconstantinou, 2009: 68). Oran analizi ve parametrik yöntemlerin eksik kaldığı durumlarda -özellikle çok girdili ve çok çıkıtlı durumlar- VZA yöntemi çözüme yönelik oldukça geniş olanaklar sunar (Gülcü ve diğ., 2004: 87-103). Genel olarak verimlilik; birim başına maliyet, birim başına kar, birim başına memnuniyet gibi durumlarda klasik olarak;

Çıktı Girdi

oranı olarak alınır ve bu oran, verimlilik için kullanılan yaygın bir ölçümdür (Cooper ve diğ., 2000: 1)

Etkinlik tüm işletmeler için önemli bir konu iken çoğunlukla bu değerler yakalanamadığı görülmektedir. Bunun sebepleri kötü yönetim ve karar verme birimlerinin çevrelerinden kaynaklı birçok faktör olabilir (Kutlar ve Babacan, 2008: 150).

VZA'da etkinlik ölçümü, üretim fonksiyonunun (üretim sınırı-etkinlik sınırı) bilindiği varsayımı altında yapılmaktadır. Etkinlik, üretim sınırı ile karşılaştırılmak suretiyle, görece olarak değerlendirilmektedir. Araştırılan sistemin girdiye göre çıktı miktarının üretim sınırının altında kalma derecesi, onun görece etkinsizlik ölçüsüdür. Dolayısıyla, analizde doğru sonuçların elde edilebilmesi için üretim sınırının da doğru belirlenmiş olması gerekmektedir (Yolalan, 1993: 65).

VZA, görece etkin olmayan KVB'lerin etkinliklerinin iyileştirilmesi için neler yapılması gerektiği noktasında yöneticilere ve karar vericilere yol haritası sunan bir yöntemdir. Bu yöntemin özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Özden, 2008: 169):

Analizde çok sayıda girdi ve çıktı değişkeni kullanılabilir.

Girdi ve çıktılar arasında doğrusal form dışında, fonksiyonel bir ilişki kurmak gerekmemektedir.

Farklı ölçü birimli girdi ve çıktı değişkenleri birlikte kullanılabilir (ağırlık, adet, parasal veya oransal büyüklük gibi).

Deterministik bir yöntem olması nedeniyle rassal hataya yer verilmediğinden, verilerden, ölçme teknikleri ve veri toplamadan kaynaklanan hatalar ayıklanamaz ve ilgili değişkenler analiz dışı bırakılırsa, KVB'lerin görece etkinlikleri yanlış hesaplanabilir.

Etkinlikler; en iyi uç değerlere göre hesaplandıklarından, bu uç değerlerden etkilenirler. Bu nedenle VZA ile hesaplanan etkinlik sonuçları mutlak olarak değil, görecelik çerçevesinde değerlendirilmelidir.

Non-parametrik bir yöntem olduğundan, sonuçların istatistiksel olarak test edilmesi zordur.

Statik bir analizdir. Bu sebeple analiz yapımından sonra, ileri bir vadede etkinliğin nasıl geliştiğini incelemek için, zaman boyutunu da içeren Malmquist toplam faktör verimliliği indeksi ile birlikte kullanılabilir.

Girdi ve çıktı değişken sayısı olabildiğince az olmalı ve KVB'lerin üretim sürecini, doğru olarak verebilmelidir. Çünkü çok fazla girdi ve çıktı değişkeni kullanılması, görece etkin ve etkin olmayan KVB'lerin ayrıştırılmasını güçleştirir.

Çoğunlukla az sayıda girdi ve çok sayıda çıktı değişkeni olması uygundur.

Modelin uygulanmasında genel olarak 5 adım uygulanabilir (Oruç ve diğ., 2009: 279-294):

1. KVB'lerin seçimi
2. Girdi ve çıktılarının seçimi
3. Görece etkinliğin ölçümü
4. Referans kümelerinin belirlenmesi
5. Etkin olmayan KVB'ler için hedef belirlenmesi
6. Sonuçların yorumlanması

VZA'nın geçmişi, Eduardo Rhodes'in Cornege Mellon Üniversitesi'ndeki "Şehir ve Kamu" konulu tezi ile başlamıştır. Bu çalışmada, Program Follow Thorough'a katılan ve katılmayan okul gruplarının performansı karşılaştırılmıştır (Cooper ve diğ., 2000: 8). Farrell'in 1957'deki tek girdi/çıkıtlı teknik etkinlik ölçümü; 70 okulun görece teknik verimliliğini fiyatları göz ardı ederek çoklu girdi ve çıktılarla tahmin etme arzusu, CCR (Charnes, Cooper ve Rhodos) modeli olarak bilinen VZA oransal formülü ortaya çıkmıştır.

3. Temel VZA Modelleri

Charnes, Cooper ve Rhodes'un geliştirdiği CCR modeli ve Banker, Charnes ve Cooper'ın geliştirdiği BCC modeli basitlikleri nedeniyle en çok tercih edilen VZA modelleridir. VZA tekniği temelde kesirli programlama formu şeklindedir.

3.1. CCR Modeli

VZA modellerinde, birbirleriyle kıyaslanacak N adet KVB olduğu ve her bir KVB'nin n adet girdi kullanarak m

adet çıktı ürettiği varsayılır. Bu durumda, $k(k=1, \dots, N)$, KVB'nin etkinliği aşağıda verilen kesirli programlama modelinin çözümünden elde edilir. Charnes ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu model CCR modeli adlandırılır (Charnes ve diğ., 1978: 429-444);

Model FP_i

$$\max \theta = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}} \quad (1)$$

Kısıtlar;

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, N$$

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

x_{ik} :Etkinliği ölçülen k KVB'ye ait i . girdi miktarı,
 y_{rk} :Etkinliği ölçülen k KVB'ye ait r . çıktı miktarı,
 x_{ij} : j . KVB'nin kullandığı i . girdi miktarı,
 y_{rj} : j . KVB'nin kullandığı r . çıktı miktarı,
 u_{rk} : k . KVB tarafından r . çıktı ağırlığı,
 v_{ik} : k . KVB tarafından i . girdi ağırlığı.

Etkinliği ölçülen KVB kendisi için en avantajlı faktör ağırlıklarını belirlerken bazı faktörler için bu ağırlıklar sıfır değerini alabilmektedirler. Bu durum, ilgili girdi ve çıktı faktörün modelde kullanılmasına rağmen, etkinlik skorunu etkilememesine yol açacaktır. Charnes ve diğerleri, Eşitlik 1'de bulunan $u_{rk} > 0$ ve $v_{ik} > 0$ kısıtlarının, $u_{rk} > 0$ ve $v_{ik} > 0$ şeklinde değiştirilmesini önermişlerdir. Bu şekilde yeniden tanımlanan model Arşimedgil Olmayan Model olarak isimlendirilir. Bu modelde Eşitlik 1'deki kısıt $u_{rk} > 0$ ve $v_{ik} > 0$ şeklinde kullanılır. θ sabiti, pratikte 10-6 gibi çok küçük bir değerdir (Charnes ve diğ., 1979: 339).

Eşitlik 1'de verilen kesitli programlama modeli, çözümü daha kolay olan doğrusal programlama modeline dönüştürülerek, simpleks algoritması yardımıyla kolaylıkla çözülebilir. Eşitlik 2'de Çarpan modeli olarak da isimlendirilen bu model verilmiştir (Charnes ve diğ., 1981, 675; Oral ve diğ., 1992: 166-176; Cooper ve diğ., 2000: 429-444);

Model LP_i

$$\max \theta = \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} \quad (2)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1; \quad j = 1, \dots, N$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} \leq 0$$

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

Eşitlik 2'de verilen modelin kısıt sayısının daha az olması ve yönetsel bilgiler içermesi nedeniyle dual formu da incelenmelidir. Zarflama modeli olarak adlandırılan bu model Eşitlik 3'te verilmiştir (Cooper ve diğ., 2000: 429-444).

Model DLP_i

$$\min \theta \quad (3)$$

Kısıtlar;

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

$$\sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda_{jk} = y_{rk} + s_{rk}^+ \quad r = 1, \dots, s$$

$$s_{ik}^-, s_{rk}^+, \lambda_{jk} \geq 0, \theta \text{ kısıtsız} \quad j = 1, \dots, N$$

Dual değişken θ 'nın yorumlanması kolaydır. θ etkinlik skorunu gösterirken λ_{jk} değişkeni referans kümenin belirlenmesinde kullanılır. $\lambda_{jk} > 0$ olan KVB etkin olarak değerlendirilir ve bu KVB'ler, etkin olmayanlar için referans kümesini oluştururlar. Genel olarak k etkin ise, referans kümesindeki tek KVB kendisi olacaktır ve dual değişken, λ_{jk} 'nın değeri 1.0'e eşit olacaktır. Modelde ifade edilen s_{ik}^- ve s_{rk}^+ değişkenleri ise, sırasıyla girdilerdeki ve çıktılardaki eksiklikleri gösteren aylak değişkenlerdir. Eşitlik 1, 2 ve 3 modelleri girdi yönelimli modellerdir. Girdiye yönelik modeller, çıktılar sabit tutarak, girdilerin ne oranda azaltılabileceğini gösterirken, çıktıya yönelik modeller ise girdiler sabit tutarak, çıktılarının ne oranda artırılabilirliğini belirler (Cooper ve diğ., 1999: 58).

3.2. BCC Modeli

CCR modelleri, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında KVB'lerin toplam etkinliğini belirlemek için kullanılır. BCC modelleri ise ölçeğe göre değişen getiri altında teknik etkinlik skorunu ölçmektedirler. Teknik etkinlik skorunun belirlenmesi ile ölçek etkinlik skorunun da ölçülmesi mümkün hale gelmiştir. Eldeki girdi bileşimi en uygun biçimde kullanılarak mümkün olan maksimum çıktının üretilmesindeki başarı, teknik etkinlik; uygun ölçekte üretim yapmadaki başarı da, ölçek etkinliği olarak adlandırılır (Kaynar, 2004: 69).

Banker ve arkadaşlarınınca, 1984 yılında geliştirilen ve isimlerinin baş harflerince kısaltılan bu BCC modeli aşağıdaki gibi ifade edilir (Banker ve diğ., 1984: 1078-1092);

Model DLP_i

$$\min \theta_B \quad (4)$$

Kısıtlar;

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

$$\sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda_{jk} = y_{rk} + s_{rk}^+ \quad r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^N y_j = 1$$

$$s_{ik}^-, s_{rk}^+, \lambda_{jk} \geq 0, \theta \text{ kısıtsız} \quad j = 1, \dots, N$$

CCR ve BCC modellerinin dual formları arasındaki fark, $\sum_{j=1}^N y_j = 1$ kısıtından başkası değildir. Bu kısıta, konvekslik kısıtı denilmektedir. Etkinlik sınırının ölçeğe göre değişen getiri özelliği göstermesine neden olur. Üretim sınırlarının ölçeğe göre değişken getiri özelliği göstermesinden dolayı BCC modeli ile hesaplanan teknik etkinlik skorları girdi ve çıktıya yönelik farklı değerler

alırlar. Teknik etkinlik skorunun BCC modelinin çözümü ile bulunması, toplam etkinlik skorunun da CCR modeli ile bulunması ile, ölçek etkinlik skorunun,

$$\theta_{ölçek} = \frac{\theta_{toplam}}{\theta_{teknik}} = \frac{\theta_{CCR}}{\theta_{BCC}}$$

şeklinde hesaplanır (Kaynar ve diğ., 2005:47).

Uygulama

Çalışmada, Suşehri Küçük Sanayii Sitesinde faaliyette bulunan 16 adet otomobil tamircisi işletmenin verimlilikleri araştırılmıştır. Araştırmaya konu olan firmalar küçük ölçekli olup, "Kelkit Bölgesi" diye isimlendirilen bölgede faaliyet göstermektedirler. Suşehri ve çevresinde çeşitli markalarda bir çok araç kullanan insanlar olmasına rağmen hiçbir firmanın yetkili servisi bulunmadığı için, küçük çaplı araç sorunları için genelde sanayii bölgesinde faaliyet gösteren otomobil tamircileri tercih edilmektedir. Çalışmaya konu olan otomobil tamircileri, genel olarak bir ya da iki usta ve en az bir çırakla hizmet veren vermekte olup, bu firmaların her birisinin çalışan sayısı ise 2 ile 5 arasındadır. Hizmetleri sürecinde, her firma yüksek kar elde edebilmek için mümkün olduğunca kısa sürede araç sorunlarını çözüme ve araç sorunlarına cevap verirken mümkün olduğunca yedek parça kullanımını asgari düzeyde tutma yolunu tercih etmektedir.

Firmalardan elde edilen bilgiler ışığında çalışma yapılırken, isimlerinin gizli tutulması isteği alınmış bu

sebeple isim kullanmak yerine her bir otomobil tamircisi KVB olarak numaralandırılmıştır. Analizde kullanılan veriler firma sahiplerine dağıtılan anket formları yardımıyla elde edilmiş ve bu veriler EMS paket programı ile değerlendirilmiştir. Çalışmada girdi ve çıktı olarak değerlendirilen değişkenler Tablo 1'de ifade edilmiştir.

Tablo 1: Araştırma İçin Kullanılan Değişkenler

GİRDİLER	ÇIKTILAR
(X1) İşletmede Çalışan Usta Sayısı {I}	(Y1) İşletmenin Aylık Ortalama Kârı {O}
(X2) İşletmede Çalışan Çırak Sayısı {I}	(Y2) Tamir İçin İşletmeyi Tercih Eden Ortalama Araç Sayısı {O}
(X3) Müşteri Memnuniyeti İçin Yapılan Faaliyet Giderleri {I}	
(X4) Faaliyet Alanı m ² {I}	

Ek 1'de yukarıda verilen 4 girdi ve 2 çıktı değişkenlerine ait bilgiler verilmiştir. KVB olarak kodlanan ifadeler çalışmaya konu olan işletmeleri ifade etmektedir. X1, X2, X3 ve X4 girdi değişkenlerini Y1 ve Y2 ise çıktı değişkenlerini temsil etmektedirler.

Çalışmada, etkinlikler girdiye yönelik BCC ve CCR yöntemleri ile elde edilmiştir. Girdi yönelimli BCC modeli sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Girdiye Yönelimli BCC (CRS) Analiz Sonuçları

DMU	Score	X1 (I)	X2 (I)	X3 (I)	X4 (I)	Y1 (O)	Y2 (O)	Benchmarks	{S} X1 (I)	{S} X2 (I)	{S} X3 (I)	{S} X4 (I)	{S} Y1 (O)	{S} Y2 (O)
KVB1	83,33%	0,30	0,30	0,39	0,00	1,00	0,00	2 (0,26) 8 (0,62) 13 (0,26)	0,00	0,00	0,00	7,81	0,00	1,80
KVB2	100,00%	0,00	0,22	0,78	0,00	0,00	1,00	3						
KVB3	100,00%	0,68	0,00	0,00	0,32	0,00	1,00	1						
KVB4	100,00%	0,21	0,66	0,00	0,12	0,00	1,00	1						
KVB5	73,24%	0,51	0,23	0,26	0,00	1,00	0,00	8 (0,23) 13 (0,50) 16 (0,23)	0,00	0,00	0,00	7,99	0,00	6,92
KVB6	93,75%	0,62	0,16	0,20	0,02	1,00	0,00	16 (0,94)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,25
KVB7	100,00%	0,26	0,58	0,00	0,16	0,16	0,84	0						
KVB8	100,00%	0,45	0,35	0,20	0,00	1,00	0,00	2						
KVB9	96,00%	0,20	0,36	0,35	0,09	1,00	0,00	2 (0,96)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,52
KVB10	100,00%	0,26	0,60	0,00	0,14	1,00	0,00	2 (0,87) 4 (0,13)	0,00	0,00	15,58	0,00	0,00	2,38
KVB11	86,27%	0,63	0,00	0,37	0,00	1,00	0,00	13 (0,25) 16 (0,37)	0,00	0,25	0,00	22,18	0,00	0,67
KVB12	72,31%	0,46	0,00	0,54	0,00	0,32	0,68	3 (0,24) 13 (0,15) 16 (0,18)	0,00	0,15	0,00	20,92	0,00	0,00
KVB13	100,00%	0,00	0,00	1,00	0,00	0,80	0,20	5						
KVB14	100,00%	0,00	0,56	0,00	0,44	0,60	0,40	0						
KVB15	100,00%	0,36	0,19	0,00	0,45	0,80	0,20	13 (1,00)	0,00	0,00	35,00	0,00	0,00	0,00
KVB16	100,00%	0,63	0,00	0,37	0,00	0,83	0,17	4						

Tablo 2 incelendiğinde, KVB 2, KVB 3, KVB 4, KVB 7, KVB 8, KVB 13, KVB 14 ve KVB 16 etkin olduğu; bunlar dışında kalan KVB 1, KVB 5, KVB 6, KVB 9, KVB 10, KVB 11, KVB 12 ve KVB 15 firmalarının etkin olmadığı görülmektedir.

Eğer etkinlik skoru 1,0 olarak kabul edilerek (superefficiency gözardı edilerek), ortalama etkinlik skoru hesaplandığında, bu oranın %94,06 olduğu görülür. Bu orana göre 11 firma etkinlik ortalamasının üzerinde ve 5 firma ise ortalama etkinlik skorunun altında kalır.

Tablo 2'deki *benchmarks* sütünü altındaki ifadeler firmanın etkin olabilmesi için rol-model olarak kabul etmesi uygun rakiplerini ve parantez içerisindeki değerler ise rol-model olarak alınması önerilen firmaların ağırlıkla tercih sırasını ifade etmektedir.

KVB 1'in etkin olabilmesi için rakipleri içinden sırası ile dikkate alması gereken rol- model firmalar 2, 8 ve 13 no'lu KVB'ler olarak görülmektedir. Etkinlik skorunun 83,33 olmasında girdilerden 0,30 oranla usta sayısı, 0,30

oranla çırak sayısı ve 0,39 oranla müşteri memnuniyeti için yapılan faaliyet giderleri etkindir. KVB 1 işletmesinin etkin sınır üzerinde yer alabilmesi için, çalışma alanının yaklaşık 8 m² azaltılması ve tamire giren ortalama araç sayısının da yaklaşık 2 adet artırması gerekmektedir.

KVB 5'in için rol model firmalar 8, 13 ve 16 no'lu KVB'ler iken, etkinlik skoru %73,24'tür. Girdi etkenleri 0,51 oranla usta sayısı, 0,23 oranla çırak sayısı, 0,26 oranla müşteri memnuniyeti için yapılan harcamalar ve 0,73 oranla işletmenin aylık ortalama karıdır. Etkinlik faaliyetleri, çalışma alanının 8 m² azaltılması ve tamire giren aylık ortalama araç sayısının da 7 adet artırmak olarak belirlenmiştir.

KVB 6 için rol-model firma KVB 16'dır. Firmanın etkinlik %93,75'dir. Bu skor için, 0,62 oranla usta sayısı, 0,16 oranla çırak sayısı, 0,20 oranla müşteri memnuniyeti için yapılan faaliyetler ve 0,02 oranla faaliyet alanı etkindir. İyileştirme için, tamir için firmayı tercih eden aylık ortalama araç sayısını 11 birim artırılmalıdır.

KVB 9 firmasının etkinlik skoru %96'dır. Bu skorun elde edilmesinde, 0,20 oranla usta sayısı, 0,36 oranla çırak sayısı, 0,35 oranla müşteri memnuniyeti için yapılan faaliyetler, 0,35 oranla faaliyet alanı girdi ve 0,09 oranla aylık ortalama kar da çıktı yönlü etkindir. Rol- model firma KVB 2 olarak görülmektedir. Firma aylık tamire giren ortalama araç sayısını 15 birim artırılması gerekmektedir.

KVB 10 firmasının etkinlik skoru %100'dür. Bu skorun elde edilmesinde, 0,26 oranla usta sayısı, 0,60 oranla çırak sayısı, 0,14 oranla faaliyet alanı etkindir. Rol- model firmalar 2 ve 4 numaralı KVB'dir. Etkinlik için müşteri memnuniyeti için yapılan harcamaların 16 birim azaltılmalı ve aylık tamire giren araç sayısının 2 birim artırılması ve gerekmektedir.

KVB 11 için etkinlik skoru %86,27 olarak belirlenmiş ve bu etkinlik skorunun elde edilmesinde girdilerden usta sayısı 0,63 ve müşteri memnuniyeti için yapılan faaliyetler etkindir. Rol-model alınması gereken firmalar ise KVB 13 ve KVB 16'dır. Firmanın, çırak sayısının değiştirilmeden, faaliyet alanını 22 birim azaltmak ve tamire giren aylık

ortalama araç sayısının da 1 adet daha artırmak gerekmektedir.

KVB 12, etkinlik skoru %72,31 olarak belirlenmiştir. 0,46 oranla usta sayısı ve 0,54 oranla faaliyet alanı girdi yönlü etkenlerdir. Rol- model firmalar 3, 13 ve 16 no'lu KVB'lerdir. Etkin olmak için yapılması gereken faaliyetler; çırak sayısını 0,15 birim ve faaliyet alanını 21 birim azaltmaktır.

KVB 15, etkinlik skoru %100 olarak belirlenmiştir. 0,36 oranla usta sayısı, 0,19 oranla çırak sayısı ve 0,45 oranla faaliyet alanı etkenlerdir. Rol- model firma KVB 13'tür. Etkin olmak için yapılması gereken faaliyetler; müşteri memnuniyeti harcamalarını 35 birim azaltmaktır.

Girdi yönelimli CCR modeli sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. KVB 1, KVB 5, KVB 9, KVB 10, KVB 12 ve KVB 15 birimlerinin etkinlik skorunu yakalayamadıkları ve bunların dışında kalan diğer KVB'lerin etkin oldukları görülmektedir.

Aşağıda yer alan Tablo 3, VZA yöntemlerinden olan, girdi yönelimli CCR modeline ait sonuçları ifade etmektedir.

Tablo 3: Girdiye Yönelimli CCR (VRS) Analiz Sonuçları

DMU	Score	X1 (0)N	X2 (0)N	X3 (0)N	X4 (0)N	Y1 (0)N	Y2 (0)N	Benchmarks	{S} X1 (0)	{S} X2 (0)	{S} X3 (0)	{S} X4 (0)	{S} Y1 (0)	{S} Y2 (0)
KVB1	84.45%	0.35	0.33	0.31	0.00	1.00	0.00	2 (0,16) 8 (0,31) 13 (0,16) 14 (0,37)	0,00	0,00	0,00	15,86	0,00	0,85
KVB2	100,00%	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	1,00	3						
KVB3	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2						
KVB4	100,00%	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,93						
KVB5	73.92%	0.56	0.01	0.43	0.00	1.00	0.00	8 (0,26) 11 (0,07) 13 (0,48) 16 (0,19)	0,00	0,00	0,00	6,53	0,00	6,85
KVB6	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1	0,00	0,14	1,88	7,73	51,97	13,95
KVB7	100,00%	0,25	0,50	0,00	0,12	0,00	1,00	3						
KVB8	100,00%	0,39	0,26	0,35	0,00	1,00	0,00	5						
KVB9	100,00%	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2 (0,82) 4 (0,01) 7 (0,04) 8 (0,11) 10	0,15	0,00	0,39	4,47	9,89	14,66
KVB10	100,00%	0,16	0,68	0,00	0,15	1,00	0,00	2 (0,92) 4 (0,08)	0,00	0,00	17,15	0,00	0,00	2,24
KVB11	100,00%	0,00	0,00	1,00	0,00	0,86	0,14	3						
KVB12	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,61	3 (0,06) 6 (0,08) 7 (0,22) 8 (0,35) 11	0,00	0,57	0,61	18,77	81,26	8,56
KVB13	100,00%	0,00	0,00	1,00	0,00	0,62	0,38	3						
KVB14	100,00%	0,00	1,00	0,00	0,00	0,23	0,77	1						
KVB15	100,00%	0,52	0,30	0,00	0,18	0,73	0,21	13 (1,00)	0,00	0,00	35,00	0,00	0,00	0,00
KVB16	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3						

KVB 1'in etkinlik skoru %84,45'tir. Bu etkinlik skorunda girdilerden 0,35 oranla usta sayısı, 0,33 oranla çırak sayısı, 0,31 oranla memnuniyet harcamaları bu skor için etken olmuştur. Rol-model firmalar 2, 8, 13 ve 14 numaralı KVB'dir. Uygulanması gereken faaliyetler bütünü ise faaliyet alanını 15.86 m2 daraltmak ve aylık 1 birim daha fazla araç tamiridir.

KVB 5 için etkinlik skoru %73,92'dir. Girdi etkenleri, 0,56 usta sayısı, 0,01 çırak sayısı, 0,43 memnuniyet harcamalarıdır. Rol-model firmalar 8, 11, 13 ve 16 no'lu KVB'dir. Uygulanması gereken faaliyetler, ortalama 6,5 birim faaliyet alanını daraltmak ve aylık 7 birim daha fazla araç tamir etmeye çalışmaktır.

KVB 9 'in etkinlik skoru %100 olarak görülmektedir. Bu etkinlik skorunda girdilerden 1 oranla çırak sayısı etkindir. Rol-model firmalar 2, 4, 7, 8 ve 10 no'lu KVB'dir. İyileştirme için gerekli faaliyetler, usta sayısını değiştirilmeden, memnuniyet giderlerini 0,39 birim, faaliyet alanını 4,47 m2 birim azaltmak 9,89 aylık karı azaltmak ve aylık ortalama 15 birim daha fazla araç tamir edilmesidir.

KVB 10 için etkinlik skoru %100'dür. Bu etkinlik skorunda girdilerden 0,16 oranla usta sayısı, 0,68 oranla çırak sayısı, 0,15 oranla faaliyet alanı etken olmuştur. Rol-model firmalar KVB 2 ve KVB 4 olarak görülmektedir. İyileştirme için gerekli faaliyetler, 17,15 memnuniyet

giderlerini azaltılması ve 2 birim daha fazla araç tamir edilmesidir.

KVB 12'de etkinlik skoru %100'dür. Bu etkinlik skorunda girdilerden 1 oranla usta sayısı etkindir. Rol-model firmalar 3, 6, 7, 8 ve 11 no'lu KVB'dir. İyileştirme için gerekli faaliyetler, 1 birim çırak, 0,61 memnuniyet giderleri, 18,77 birim faaliyet alanını azaltmak 81,26 birim karı ve tamire giren araç sayısını 9 birim artırmaktır.

KVB 15'de %100'lük bir skora sahipken etkin değildir. Girdilerden 0,52 oranla usta sayısı, 0,30 oranla çırak sayısı etkindir. Rol-model KVB 13 ve yapılması gereken iyileştirme faaliyetleri 35 birim memnuniyet giderlerini azaltmaktır.

Sonuç

Bu çalışma, Sivas'ın Suşehri Küçük Sanayii Sitesinde faaliyet gösteren 16 firmanın görece etkinlik performanslarının değerlendirilmesi ve performansları yetersiz olan firmaların hangi girdi faaliyetleri sebebiyle ilgili skorları elde ettiklerini ve etkin olabilmeleri için ne şekilde hareket etmeleri gerektiğini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Görece verimlilik analizleri üzerine yapılan çalışmaların çoğu büyük ölçekli firmalar ve temalar üzerine bina edilse de çalışmamız küçük ölçekli firmaların da bu tür analizlere konu olabileceğini göstermektedir. Çalışmanın uygulama bölümünde kodlanmış her firmanın daha etkin hale gelmek için uyması gereken iyileştirme reçeteleri uygulama

kısımında ifade edildiği için tekrar edilmeye lüzum görülmemiştir.

Çalışmanın sonucunda girdi yönelimli BCC modeline ilişkin sonuçlar değerlendirildiğinde, ilgili otomobil tamircilerinin 8 tanesinin (KVB 1, KVB 5, KVB 9, KVB 10, KVB 11, KVB 12 ve KVB 15) girdi yönelimli teknik etkin olmadıkları görülmektedir. Buna ek olarak, girdi yönelimli CCR modeline göre elde edilen sonuçlara göre ise etkin olmayan firmaların sayısı 6 tanedir. Toplam etkinliği yakalayamamış olan bu firmalar sırasıyla , KVB 1, KVB 5, KVB 9, KVB 10, KVB 12 ve KVB 15 olarak belirlenmiştir.

Toplam 16 adet KVB içerisinde KVB 1, KVB 5, KVB 9, KVB 10, KVB 12 ve KVB 15 hem teknik etkinliği hem de toplam etkinliği yakalayamamış firmalar olarak dikkat çekmektedir.

Çalışmaya konu olan firmaların etkin olabilmesi için gerekli şartlar içerisinde 2 tanesi hariç tümünde, faaliyet alanlarının büyüklüğünün optimal seçimi ve müşteri memnuniyeti harcamalarının da 1 firma hariç hepsinde değiştirilmesi gerekliliği fark edilmiştir. Etkinlik için emek faktörlerinden ziyade sermaye değişkenlerinin daha optimal seçimi, etkinliğe daha da katkı sağlayacaktır. CCR modeline göre, 10 firmanın toplam etkin kabul edilmesi, Süşehri küçük sanayi sitesinde ki otomobil tamircilerinin etkin çalıştıkları sonucunu doğurmaktadır.

Kaynaklar

Akal Z.(2005), İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi Çok Yönlü Performans Göstergeleri, (s.91-92).MPM Yayınları, Bizim Büro Basımevi Yayın Dağıtım Şti. Ankara.

Akdoğan Gedik M. (2011), "Vergi Rekabeti Etkinlik Değerlendirmesi: OECD Üyesi Ülkeler İçin Veri Zarflama Analizi Uygulaması", Çukurova Üniversitesi Maliye Dergisi, 160, 328-350.

Bampatsou C. Hadjiconstantinou G. (2009), "The use of the DEA method for simultaneous analysis of the interrelationships among economic growth, environmental pollution and energy consumption", International Journal of Economic Sciences and Applied Research 2 (2): 65-86.

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, 1078-1092.

Bayrak A., Özcan A.İ. ve Anıl N.K.(2003), "İstanbul İlinde Seçilmiş Tekstil Sektörüne Ait Firmaların Veri Zarflama Analizi ile Etkinliklerinin Ölçülmesi", Review of Social, Economic& Business Studies, 4(3), 61-177.

Baysal M.E., Alçılar B., Çerçioğlu H. ve Tokul B.(2005), "Türkiye'deki Devlet Üniversitelerinin 2004 Yılı Performanslarının, Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenip Buna Göre 2005 Yılı Bütçe Tahsislerinin Yapılması", Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 9(1), 67-73.

Bircan H.(2011), "Veri Zarflama Analizi ile Sivas İli Merkez Sağlık Ocaklarının Etkinliğinin Ölçülmesi", Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 12(1), 331-347.

Bircan H., İskender A., Babacan A.(2006), "Sivas İlindeki Hastanelerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Verimlilik Analizi", Ekev Akademik Dergisi. 27(Bahar), 323-340.

Charnes A., Cooper W.W., and Rhodes E.(1978), "Measuring the efficiency of decision making units", European Journal of Operational Research. 2, 429-444.

Charnes A., Cooper W.W., and Rhodes E.(1979), "Short Communication: Measuring the efficiency of decision making units", European Journal of Operational Research. 3, 339.

Charnes, A., Cooper W.W., and E. Rhodes(1981), "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through", Management Science, 27(6), 668-697.

Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone K. (1999), Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software.

Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K. (2000), Data Envelopment Analysis- A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEASolver Software, Kluwer Academic Publishers, New York, U.S.A.

Cooper W.W., Lawrence M., Seiford J.Z.(2011), "Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations", International Series in Operations Research & Management Science 164, 1-39.

Charnes A., Cooper W., Lewin A.Y. ve Seiford L.M.(1994), Data Envelopment Analysis Theory, Methodology and Applications (s.6). Kluwer Academic Publishers Group, Massachusetts, U.S.A.

Çetin A. Y.(2006), "Türk Tekstil Sektörü ve Türk Tekstil Firmalarının Etkinlik Düzeylerinin Belirlenmesi", Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 8(2), 255-278.

Çınar Y.(2010), "Türkiye ile AB Üyesi Ülkelerin Elektrik Üretim Sektörlerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi" Sosyoekonomi/2010-EH./10EN05, Özel Sayı, 93-136.

Demir Y. Gençtürk M.(2006), "İMKB'de İşlem Gören Yerli ve Yabancı Bankaların Görelî Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçümü", Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 21(2), 49-74.

Günay M.(2010), Üniversite Hastanelerinin 2008 Yılı Verimlilik ve Etkinlik Analizi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.

Gülcü A. Coşkun A., Yeşiyurt C., Coşkun S. ve Esener T.(2004), "Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi'nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi", Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 5(2), 87-104.

Kaynar O.; Zontul, M. ve Bircan, H (2005), "Veri Zarflama Analizi ile OECD Ülkelerinin Telekomünikasyon Sektörlerinin Etkinliğinin Ölçülmesi", Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi.6(1), 37-57.

Keçek G.(2010), Veri Zarflama Analizi-Teori ve Uygulama Örneği. Siyasal Kitabevi. Ankara.

Kılıçkaplan S., Karpat G.(2004), "Türkiye Hayat Sigortası Sektöründe Etkinliğin İncelenmesi", Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 19(1), 1-14.

Kutlar A., Kartal M.(2004), "Cumhuriyet Üniversitesi Verimlilik Analizi: Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama", Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(2), 49-79.

Kutlar A., Babacan A.(2008), "Türkiye'deki Kamu Üniversitelerinde CCR Etkinliği-Ölçek Etkinliği Analizi: DEA Tekniği Uygulaması", Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 15(1), 148-172.

<http://www.tusside.gov.tr/index.php/akademiler-ana-sayfa/kob-akademi> (Son Erişim Tarihi 24.04.2013).

Kula V., Özdemir L.(2007), "Çimento Sektöründe Göreceli Etkinsizlik Ananlarının Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Tespiti", Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 9(1), 55-70.

Oral M., Kettani O.ve Yolalan O.R.(1992), "An Empirical Study on Analyzing the Productivity of Bank Branches", IIE Transactions, 24, 166-176.

Oruç K. O., Güngör İ., Demiral M. F.(2009), " Üniversitelerin Etkinlik Ölçümünde Bulanık Veri Zarflama Analizi Uygulaması", Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 22, 279-294.

Özdemir A. İ., Düzgün R.(2009), "Türkiye'deki Otomotiv Firmalarının Sermaye Yapısına Göre Etkinlik Analizi", Atatürk Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 23(1), 147-164.

Özden Ü.V. (2010), "Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 37(2), 167-285.

Titiz İ., Demir Y., Onat O. K. (2007), "Türkiye'de Şirket Birleşmelerinde Birleşme Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yoluyla Belirlenmesi", Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi , 9(1), 117-139.

Yalama A., Sayım M.(2008), "Veri Zarflama Analizi ile İmalat Sektörünün Performans Değerlendirmesi", Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 23(1), 89-107.

Yolalan R. (1993), İşletmeler Arası Göreceli Etkinlik Ölçümü. MPM Yayınları. Ankara.

EK 1. Araştırmada Kullanılan Değişkenlere Ait Değerler

FİRMA	X1 {I}	X2 {I}	X3 {I}	X4 {I}	Y1 {O}	Y2 {O}
KVB1	2	2	130	60	5500	62
KVB2	2	1	100	60	5000	62
KVB3	1	2	150	30	4500	75
KVB4	2	1	135	60	5000	65
KVB5	2	3	135	60	5500	55
KVB6	1	2	120	60	4500	45
KVB7	1	1	100	30	3500	50
KVB8	1	1	90	30	3800	45
KVB9	2	1	100	60	4800	45
KVB10	2	1	120	60	5000	60
KVB11	1	2	80	60	3500	40
KVB12	1	2	100	60	3000	40
KVB13	2	3	100	30	7000	75
KVB14	2	2	135	30	6500	73
KVB15	2	3	135	30	7000	75
KVB16	1	2	120	60	4800	60