

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

DATA ENVELOPMENT ANALYSIS AND AN APPLICATION IN MANUFACTURING SECTOR¹

Hakan ÖZÇELİK*, Bahar KANDEMİR**

* Yrd. Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Muhasebe ve Finansman A.B.D., hakanozcelik@sdu.edu.tr

** Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muhasebe ve Finansman A.B.D., Yüksek Lisans Öğrencisi, bahar189@hotmail.com

ÖZ

Performansın iki önemli göstergesi olan verimlilik ve etkinlik kavramları günlük hayatta birbirlerinin yerine kullanılsa da gerçekte taşıdıkları anlamlar birbirinden farklıdır. Verimlilik kavramı çıktılar ile girdiler arasındaki oransal ilişkiyi ifade eder. Etkinlik kavramı ise; örgütlerin tanımlanmış amaçlarına ve stratejik hedeflerine ulaşmak amacıyla gerçekleştirdikleri faaliyetlerin sonucunda, bu amaçlara ve hedeflere ulaşma derecesini belirleyen bir performans boyutudur. Etkinliğin ölçülmesine yönelik birçok analiz yöntemi geliştirilmiştir. Araştırma da etkinlik ölçüm yöntemlerinden veri zarflama analizi kullanılmıştır.

Bu çalışmada; BİST'te işlem gören imalat sektöründe yer alan işletmelerin etkinlik ölçümü yapılmıştır. Bu amaçla etkinlik analizlerinde sıkça kullanılan veri zarflama analizi yöntemi kullanılmış ve işletmelerin etkinlikleri incelenmiştir. İmalat sektöründe yer alan işletmelerin 2012-2014 yıllarına ait yıllık bilanço ve gelir tabloları ile finansal oranları hesaplanmıştır. Veri zarflama analizinde girdi verileri seçilirken; cari oran, likidite oran ve stok devir hızı kullanılırken, çıktı verileri için; net kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık oranları kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İmalat Sektörü, Performans Değerleme, Veri Zarflama Analizi

Jel Kodları: C44, L25, M1

ABSTRACT

The concepts of efficiency and effectiveness in daily life which are two important indicators of performance are used interchangeably, although in reality the meanings they carry are different from each other. The concept of efficiency refers to the proportional relationship between output and inputs. The concept of activity, its strategic goals and defined objectives of the organization as a result of the activities they perform in order to achieve these objectives and goals that determines the degree of achievement of a performance size. Several analysis methods have been developed for the measurement of the activity. Data envelopment analysis was used in the method of measuring the research activity.

In this study; measurement of business activity in the manufacturing sector located in the bi-traded been made. For this purpose, effectiveness analysis of frequently used data envelopment analysis method used and business activities were examined. financial ratios and annual balance sheet and income statement for the years 2012-2014 of the establishments in the manufacturing sector are calculated. Input data in DEA; current ratio, leverage ratio, inventory turnover. output data in DEA; net profit margin, equity profitability and return on assets data are used.

Keywords: Manufacturing Sector, Performance Evaluation, Data Envelopment Analysis

Jel Codes: C44, L25, M1

1. GİRİŞ

Rekabet ortamında faaliyet gösteren işletmeler rakiplerine göre performanslarını değerlendirmek durumundadırlar. Rakiplere göre performans değerlendirme kriterleri kullanılarak yapılacak analizler, işletmelerin rekabet sürecindeki konumlarını ortaya çıkaracaktır. Performans değerlemesinde, karlılık, büyüme oranları, etkinlik ve verimlilik gibi kriterler

kullanılmaktadır. Bu çalışmada, söz konusu kriterlerden etkinlik kriterine göre imalat sektörü işletmelerin durum değerlendirmesi yapılacaktır. Etkinliklerini ölçmek için yaygın olarak tercih edilen yöntemlerden biri olan veri zarflama analizidir.

Etkinlik, işletmelerin tanımlanmış amaçlarına ve stratejik hedeflerine ulaşmak amacıyla gerçekleştirdikleri faaliyetlerin sonucunda, bu

¹ Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 4 658-YL1-16 nolu yüksek lisans tez projesi kapsamında yapılmıştır.

amaçlara ve hedeflere ulaşma derecesini belirleyen bir performans ölçüm kriteridir (Kubalı, 1999: 39). İşletmelerde bu etkinlik ölçümünde kullanılan tek bir modelden söz etmek mümkün değildir. Bu nedenle literatürde etkinliğin çeşitli boyutlarını göz önüne alan birçok hesaplama yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden parametrik olmayan yöntemler çok girdi ve çok çıktılı üretim ortamlarında etkinlik ölçümü için oldukça uygun bir yapıya sahiptir (Yolalan, 1993; 5). İlk olarak 1957 yılında; Farrell, tek bir sektörden bütün bir ekonomiye uygulanabilme imkânı olan bir model oluşturulabileceği, yani herhangi bir kavramın etkinliğini ölçmede etkinliğin de kendi içinde parçalara ayrılacağı fikrini ortaya atmıştır (Eken ve Kale, 2011: 889-901). VZA, daha sonra Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından benzer mal veya hizmet üreten ekonomik karar verme birimlerinin görece etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiş doğrusal programlama esaslı bir yöntemdir (Banker, 1992: 74). Başlangıçta kâr amacı gütmeyen işletmelerin (hastaneler, vakıflar, silahlı kuvvetler, üniversiteler vb.) etkinlik ölçümünde kullanılan bu yöntem, daha sonraları kâr amaçlı işletmelerde de etkinlik ölçümünde yaygın bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Veri zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis-DEA) doğrusal programlamanın özel bir uygulama biçimi olup, aynı amaçlara sahip işletmelerin göreceli olarak verimliliğini ölçmede kullanılmaktadır. İşletmelerin etkin olup olmadıklarını görmek amacıyla veri zarflama analizi yöntemi sık sık kullanılmaktadır.

Ertuğrul ve Işık (2008) İMKB 100 endeksinde işlem gören metal ana sanayindeki 13 işletmenin 2003-2007 dönemleri arasındaki mali tablolarına dayalı etkinlik ve verimlilikleri, iki girdi iki çıktı kullanılarak VZA yöntemlerinden çıktı yönlü CCR modeli ile araştırılmıştır. Yılmaz ve Çıracı (2004) yaptıkları incelemede, İMKB’de işlem gören 15 çimento firmasının 1998/12–2003/06 dönemleri arasındaki verileri kullanarak VZA yöntemi kullanılmıştır. Kayalıdere ve Kargın (2004) yaptıkları çalışmada, İMKB’ye kotalı tekstil ve çimento şirketlerinin 2002 verilerini kullanarak VZA yöntemi ile etkinlik analizini gerçekleştirmişlerdir. Kılınç (2009) çalışmasında VZA kullanarak, 2004, 2005, 2006 ve 2007 yılı Türkiye sigortacılık verilerine dayanarak etkinlik analizi yapılmıştır. Önüt ve Soner (2006) Antalya bölgesinde faaliyet gösteren beş yıldızlı otellerin enerji kullanım etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada girdi odaklı CCR modeli kullanmışlardır. Eleren ve Özgür (2006) çalışmalarında 2001-2005 dönemi için Türkiye’de faaliyet gösteren yabancı sermayeli mevduat bankalarının etkinliklerini VZA yardımıyla ölçmüşlerdir. Koçyiğit (2013) çalışmasında İMKB’ye kayıtlı mevduat bankalarının 2006-2010 yılları arasındaki etkinliklerini VZA ile ölçmüş ve etkinlik

değerleri ile hisse senedi getirileri arasındaki istatistiksel ilişkileri ortaya koymak için de panel veri analizini kullanmıştır. Bülbül ve Akhisar (2005), Türk Sigorta Sektöründe hayat dışı branşlarda faaliyet gösteren 30 sigorta işletmesinin 1999-2003 dönemi içinde etkinliklerini VZA yardımıyla ölçerek sektörün genel durumunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Tetik (2003), Salihli ilçesinde faaliyet gösteren üç hastanenin (Özel hastane, SSK, Devlet hastanesi) aylık verilerini kullanarak Veri Zarflama Analizi ile görece etkinliklerini ölçmüştür. İlkay ve Doğan (2009) Bu çalışmada; Kapadokya Bölgesindeki belediyelerin etkinliği Veri Zarflama Analizi ile ölçülmüş, etkin olan ve olmayan belediyeler belirlenmiş ve etkin olmayan belediyeler için iyileştirmeye yönelik birtakım öneriler geliştirilmiştir. Tektüfekçi (2010) Bu çalışmada; İMKB’ye kayıtlı halka açık teknoloji şirketlerinin 2007-2008-2009 yılları arasındaki finansal etkinliği VZA yöntemi ile ölçülmüştür.

3. ETKİNLİK

Etkinlik kavramı; verimlilik kavramından daha geniş içeriğe sahiptir. Etkinlik; örgütlerin tanımlanmış amaçlarına ve stratejik hedeflerine ulaşmak amacıyla gerçekleştirdikleri faaliyetlerin sonucunda, bu amaçlara ve hedeflere ulaşma derecesini belirleyen bir performans boyutudur. Etkinlik, verimlilikte olduğu gibi fiziki bir girdi-çıkıtı ilişkisini göstermemekte, girdinin çıktıya dönüşüm sürecini incelemektedir (Kubalı, 1999: 39). Belli amaçlara veya çıktılara, en az maliyetle varmak ve kamusal amaçların maksimizasyonu demek olan etkinlik, amaçlar ve çıktılar arasındaki karşılıklı etkileşimi göz önünde tutar. Bu da birbiriyle aynı veya çatışan amaçların ve çıktılarının belirlenmesi yani çıktılarının amaçlarla kıyaslanabilmesidir (Falay, 1997: 20).

Etkinlik ölçümü şu şekilde formüle edilebilir;

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{Gerçekleşen Çıktı}}{\text{Beklenen Çıktı}}$$

şeklinde matematiksel olarak hesaplanabilir. Ancak her zaman etkinliğin kesin bir şekilde matematiksel olarak hesaplanması mümkün değildir. Amacı, tüketici memnuniyetini sağlamak olan dolayısıyla etkinlik göstergesi tüketici memnuniyeti olan bir kurumun etkinliğinin hesaplanması oldukça güç olacaktır (Öztürk, 2004: 162).

3.1. Teknik Etkinlik

Teknik etkinlik; eldeki girdi bileşiminin en uygununu kullanarak, mümkün olan maksimum çıktının elde edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım, çıktıya yönelik teknik etkinlik tanımıdır. Girdiye yönelik teknik etkinlik; mevcut çıktı düzeyini mümkün olan en az kaynak kullanımı ile elde etme başarısı olarak tanımlanmaktadır (Bakırcı, 2006: 202).

Üretim sürecinde kullanılan girdiler, m boyutlu vektörü ve çıktılar s boyutlu y vektörü olsun. Bu anlamda,

üretim teknolojisi, tüm mümkün X_t girdileri ile elde edilen Y_t çıktıların meydana getirdiği bir t kümesi olarak ifade edilebilir. Bu kümenin içinde bulunmayan bileşimler, imkânlı olmayan girdi-çıkıtı bileşimlerini belirtmektedir. T kümesinin bir takım elemanları (girdi-çıkıtı bileşimleri, T_t , T) diğerleriyle kıyaslandığında daha etkindir, denmektedir. T_t elemanı için, girdileri sabit tutarak çıktıların belli bir bölümünü artırmak olanaksızca, bu elemanın üretim esnasında fazladan kullanılmadığını göstermektedir. Bu durum, teknik etkinlik kavramıyla bağdaşmaktadır (Zerey, 2010: 21).

3.2. Tahsis Etkinliği

Tahsis etkinliği veya diğer adıyla fiyat etkinliği; girdi ve çıkıtı fiyatlarını dikkate alarak, üretim maliyetini minimum yapacak optimal girdi bileşimini seçme öngörüsünü kazandırmaktadır. Tahsis etkinliği; girdiye ve çıkıtıya yönelik olmak üzere iki grupta incelenmektedir (Zerey, 2010: 24);

- ✓ Girdiye yönelik tahsis etkinliği; işletmedeki girdi fiyatları dikkate alınarak en uygun girdi kombinasyonunu seçebilme öngörüsü olarak ifade edilebilmektedir. İstenilen sürece ait girdi fiyatları belirli iken, karar verme birimleri (KVB), ekonomik olmayan bir girdi kombinasyonu seçtiğinde; bu tercihin getireceği maliyet yükü, tahsis etkinliği ile değerlendirilmektedir.
- ✓ Çıkıtıya yönelik fiyat etkinliği ise; çıkıtı fiyatları göz önüne alınarak, KVB'nin kazanacağı geliri çoklayacak çıkıtı kombinasyonunu seçebilme öngörüsüdür. O dönemde ki çıkıtı fiyatlarına bakıldığında, KVB'nin uygunsuz çıkıtı bileşimini tercih etmesinin sebep olacağı gelir kaybı da, çıkıtıya yönelik fiyat etkinliği olarak değerlendirilmektedir.

3.3. Ölçek Etkinliği

Karar birimlerinde ortaya çıkabilecek etkinsizlik ve kaynakların bulunması, yönetsel açıdan araştırılması gereken bir konudur. Etkinsizlik KVB'nin kendi etkin olmayan faaliyetlerinden ya da birim için dezavantaj oluşturan koşullardan kaynaklanabilmektedir. Bu nedenle ölçek etkinliğinin araştırılması gerekmektedir.

Ölçek etkinliği; optimal ölçekte üretim yapılamayan durumların ortaya çıkardığı kayıpların sonucu olarak görülmesi sebebiyle, uygun ölçekte üretim yapma başarısı şeklinde değerlendirilmektedir. Buna bağlı olarak, işletmelerde "en verimli ölçek büyüklüğü" kavramı öne çıkmaktadır. Banker (1984) tarafından ortaya atılan en verimli ölçek büyüklüğünün üstünde veya altında üretim yapan işletmelerin verimliliklerinin azaldığı belirlenmiştir (Çağlar, 2003: 15).

Bir üretim sürecinde; girdiler aynı oranda arttırıldığında, çıkıtı seviyesindeki artış ile girdi seviyesindeki artış oranı birbirinden farklı ise ölçeğe göre değişken getiri sözkonusu olmaktadır. Bu farklılık artı yönde ise; (yani çıktılardaki artış girdilerden fazla

ise) ölçeğe göre artan getiri, eksi yönde ise; (yani çıktılarda ki artış girdilerden daha az ise) ölçeğe göre azalan getiri söz konusudur. Eğer girdiler aynı oranda arttırıldığında; çıkıtı seviyesinde ki artış, girdilerde ki artış oranından farklılık göstermiyorsa bir başka deyişle, girdi miktarında ki bir birimlik artışa karşılık çıkıtı miktarında da bir birimlik artış gerçekleşiyorsa, ölçeğe göre sabit getiriden bahsedilmektedir (Aktaş, 2001: 165).

4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Farrell, ilk olarak 1957 yılında, tek bir sektörden bütün bir ekonomiye uygulanabilme olanağı olan bir model oluşturmuştur. Daha sonra; herhangi bir kavramın etkinliğini ölçmede, etkinliğin de kendi arasında parçalara ayrılabilceği düşüncesini ortaya koymuştur (Eken ve Kale, 2011: 889-901). VZA, daha sonra Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında aynı türde mal veya hizmet üreten ekonomik karar verme birimlerinin, göreceli faaliyetlerinin ölçülmesi maksadı ile geliştirilmiş doğrusal programlama amaçlı bir yöntemdir (Banker, 1992: 74).

Veri zarflama analizi; doğrusal programlamanın özel bir uygulama biçimi olup, aynı amaçlara sahip işletmelerin göreceli olarak verimliliğini ölçmede kullanılmaktadır. VZA'nın uygulama alanlarına; hastaneler, bankalar, mahkemeler, okullar gibi kurumlar örnek verilebilmektedir. Bu tür uygulamalarda, her bir hastane, banka, mahkeme veya okul, var olduğu sistem içinde yer alan benzer departmanlarla karşılaştırılarak göreceli etkinlikler belirlenebilmektedir (Timor, 2001: 69).

VZA yaklaşımı, referans gruplarının bütün birimlerine dayanarak kuramsal etkinlik sınırı oluşturmada doğrusal programlamadan faydalanmaktadır. Kuramsal birime ait çıkıtı; referans grubunda ki bütün çıktıların ağırlıklı ortalamaları yardımıyla hesaplanmaktadır. Kuramsal birime ait girdi ise; yine bütün referans grubundaki girdilerin ağırlıklı ortalamaları ile belirlenmektedir (Tetik, 2003: 222).

5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULAMA AŞAMALARI

Veri zarflama analizinin uygulanabilmesi için gerekli olan adımlar şunlardır (Dinçer, 2008: 830);

- I. Karar noktalarının seçimi
- II. Girdi ve çıkıtı faktörlerinin seçimi
- III. Modelin seçimi
- IV. Sonuçların yorumlanması

5.1. Karar Noktalarının Seçimi

Veri zarflama analizinin sonuçlarının geçerliliği açısından, karar noktalarının seçimi oldukça önemli bir aşamayı oluşturmaktadır. Veri zarflama analizi, karşılaştırmalı bir analiz olduğundan dolayı, doğru

olmayan karar birimleri analize dâhil edilecek olursa tüm analiz sonucu bu durumdan etkilenecektir.

Bu nedenle karar noktalarının seçimi aşamasında dikkat edilmesi gereken durumlar şunlardır (Kaya ve Doğan, 2005: 7);

- ✓ Karar noktaları kullandıkları girdiler ve ürettikleri çıktılar yönünden benzer olmalıdır,
- ✓ Tüm karar noktaları için benzer bir kaynaklar seti olmalıdır,
- ✓ Tüm karar noktaları benzer çevre koşullarında çalışıyor olmalıdır.

5.2. Girdi ve Çıktı Faktörlerinin Seçimi

VZA’da kullanılan girdi ve çıktılar, çalışmadaki karar birimlerinin karşılaştırmasının temelini oluşturduklarından dolayı büyük bir önemle seçilmelidir (Onaran, 2006: 26). Bu seçim VZA’nın ayrımcı gücünü belirleyen ana faktörlerden biridir. Çıktılar, birimlerin devam ettirdikleri çalışmaların açıkça görülen maddi sonuçları olduğundan, karar birimlerinin amaçlarını yansıtmalı ve desteklemelidir (Aslankaraoğlu, 2006: 10).

Her ne kadar fonksiyonel bir varsayım bulunmasa da aynı karar birimi için farklı girdi ve çıktı grupları farklı verimlilik değerleri alacağından, üretim sürecine nedensel olarak bağlı girdi ve çıktılardan belirlenmesi gereklidir. Girdi veri ve çıktı veri sayısı ile analize dâhil edilecek karar verme birimi sayısı birbiri ile ilişkilendirilmektedir.

Veri zarflama analizi uygulanan çalışmalarda çeşitli kıstaslar kullanılmıştır. n; karar verme birimi sayısını, m: girdi veri sayısını, s: çıktı veri sayısını göstermek üzere, bu çalışmada $n > 2(m + s)$ kısıtı kabul edilmiştir (Vassiloglou ve Giokas, 1990: 592). VZA’de girdiler ve çıktılardan değişik birimlerle ifade edilebilmesi bu yöntemin en belirgin özelliklerindedir. Girdiler ve çıktılar “oransal girdi ve çıktı” ile “nicel ölçülmüş girdi ve çıktı” şeklinde gruplandırılabilir (Kılıç, 2004: 64).

5.3. Modelin Seçimi

Varsayımlara ve kullanım alanlarına göre birçok veri zarflama analizi modeli kurulabilmektedir. Hangi modelin seçilebileceği ya da nasıl bir model oluşturulacağı girdi ve çıktılardan kontrol edilip edilemediğine bağlıdır. Eğer girdiler üzerinde denetim azsa; çıktı odaklı bir model, eğer çıktılar üzerinde denetim azsa; girdi odaklı bir model kurulmalıdır.

Herhangi bir şekilde bir odak oluşturulamıyorsa toplamsal modelleri kullanmak daha uygun olur. Karar alıcı etkinlik türünü önemsiyorsa toplamsal modeller kullanılmalıdır. (<http://kisi.deu.edu.tr/k.yarahoglu/>)

5.4. Sonuçların Yorumlanması

Veri zarflama analizi modellerinin çözümünde kullanılmak üzere yazılmış çok sayıda paket program vardır. Bu programlardan en çok kullanılanları;

I. DEA Solver

II. EMS

III. DEAP’tır.

Yapılan işlemler sonucunda veri zarflama analizi, verilerde ki hatalara karşı karar alıcıyı uyarmaktadır. Bu yüzden karar alıcı girdi/çıktı faktörlerinin yanlış seçilip seçilmediğini, dolayısıyla da yanlış model kullanıp kullanılmadığı konusunda dikkatli olmak zorundadır (Dinçer, 2008: 831-832).

6. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Veri zarflama analizinde temel olarak üç yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler;

- ✓ CCR (Charnes-Cooper-Rhodes)
- ✓ BCC (Banker, Charnes, Cooper)

6.1. CCR Modelleri

CCR modeli Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında ortaya çıkmıştır. Bu modele göre sanal girdi ve çıktılara ait bilinmeyen ağırlıklar doğrusal programlama kullanılarak sanal girdi/sanal çıktı rasyosunu maksimize edecek şekilde belirlemeye çalışılmaktadır. CCR yöntemi, ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktadır. CCR rasyosu; ölçeğe göre sabit getiri varsayımını kullanarak karar birimlerinin toplam etkinliğini, teknik etkinliğini ve ölçek etkinliğini tek bir değer de toplayıp ortaya bir sonuç koymayı amaçlamaktadır. Girdiye yönelik CCR modelinde etkin olan bir karar birimi çıktıya yönelik karar biriminde de mutlaka etkindir (Dinçer, 2008: 832).

Girdiye yönelik CCR modelinin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir (Bakırcı, 2006:130);

$$E_k = \text{Min} \alpha - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_i^- \right) - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^p S_r^+ \right)$$

$$\left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - \alpha X_{ik} \right) = 0$$

$$\left(\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j + S_r^+ - Y_{rk} \right) = 0$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$$S_i^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

Yukarıda;

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

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

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

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

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

λ_j : j. karar biriminin aldığı yoğunluk değeri,

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

S_r^+ : k. karar biriminin r. değerine ait atıl değeri,

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

6.2. BCC Modeli

BCC modeli Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 yılında geliştirilmiş olup CCR modelinin varsayımlarında değışiklik yapılarak oluşturulmuş bir modeldir. Bu model, temelde ölçüğe göre getiri varsayımına dayanmaktadır. BCC sınırı daima CCR sınırının altında yer almaktadır. Bu nedenle CCR etkinlik skoru, BCC etkinlik skorundan küçük veya ona eşit olmaktadır (Dinçer, 2008: 834).

Charnes ve diğerleri (1978) tarafından geliştirilen ve CCR modeli ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında karar verme birimlerinin toplam etkinlik değerlerini hesaplamaktadır. BCC modelinin CCR modelinden farklı bir yönü, BCC modelinin teknik etkinlik skorlarını elde etmek istemesidir (Ulucan, 2002:191).

BCC oransal formunun CCR modelinden farklı bir diğer yönü ise; girdi yönlü BCC modeline u_0 değışikleninin ve dual modelde ise $\lambda=1$ kısıtının eklenmesidir. Bu kısıt, $\lambda_j \geq 0$ şartı ile birlikte, b adet karar verme biriminin çeşitli şekillerdeki kombinasyonlarının, içbükey bir verimlilik üst sınır çizgisi dâhilinde gerçekleşebilmesini sağlamaktadır. BCC modelinde ölçüğe göre değışiken getiri varsayımı altında karar verme birimlerinin oluşturduğu olası çözüm bölgesi dışbükey bir yapı oluştururken, CCR modelinde sabit ölçük getiri varsayımı ile konik bir yapı oluşmaktadır. Girdiye yönelik BCC modelinin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir (Banker vd., 2004:346-347):

$$E_k = \text{Min } \alpha - \epsilon \left(\sum_{i=1}^m S_i^- \right) - \epsilon \left(\sum_{r=1}^p S_r^+ \right)$$

$$\left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - \alpha X_{ik} \right) = 0$$

$$\left(\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j + S_r^+ - Y_{rk} \right) = 0$$

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

$$\lambda_j \geq 0$$

$$S_i^- \geq 0$$

$$S_r^+ \geq 0$$

$$j= 1, \dots, n$$

$$r= 1, \dots, p$$

$$i= 1, \dots, m$$

Yukarıda;

α : Görelî etkinliği ölçülen “k” karar biriminin girdilerinin ne kadar azaltılabileceğini gösteren büzüleme katsayısı,

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

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

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

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

λ_j : j. karar biriminin aldığı yoğunluk değeri,

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

S_r^+ : k. karar biriminin r. değerine ait atıl değeri,

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

7. ARAŞTIRMANIN AMACI, YÖNTEMİ VE HİPOTEZLERİ

7.1. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı; imalat sektöründe yer alan işletmelerin toplam etkinliklerini ölçerek durumlarının tespit edilmesini sağlamak ve işletmelerin daha etkin hale gelebilmesi için öneriler de bulunmaktadır. Sektörlerin etkin olup olmadığını ölçmek için veri zarflama analizi yöntemi kullanılmıştır. VZA, seçilen girdi ve çıktı birimlerinden bağımsız olarak etkinlik analizini yapmakta; oluşturduğu referans kümeleri sayesinde etkin olmayan firmalara da hedef değerler belirlemektedir. Analiz sonucunda işletmelerin faaliyetlerinde etkin olup olmadığı tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Etkinlik gösteremeyen işletmelerin daha etkin hale gelebilmesi için önerilerde bulunulmuştur. Bu bağlamda çalışmada elde edilen sonuçların imalat sektörünün gelişimine katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Araştırmanın sonunda işletmelerin toplam etkinlik analizleri dikkate alınarak sektörlerin durumları değerlendirilmiştir.

7.2. Araştırmanın Yöntemi

İşletmelerin finansal etkinlik ölçümü, veri zarflama analizi ile gerçekleştirilerek, modelin çözümünde Efficiency Measurement System (EMS) 1.3 paket programı kullanılmış ve işletmelerin toplam etkinliklerine göre sıralanmıştır. EMS programının önemli bir avantajı, analiz aşamasında kontrol edilemeyen değışiklenleri dikkate alarak hesaplama yapabilmesidir. Bu teknik, kullanılan veriye dayalı olarak, her karar verme birimi için göreceli azami

performansı hesaplamaktadır. Dolayısıyla fonksiyonel, optimum girdi/çıkıtı bileşimini “en iyi uygulama sınırı” veya “veri zarfı” olarak tanımlanmaktadır. En iyi uygulama sınırı üzerinde yer alan firmaların verimlilik skoru olarak 1 verilir ve bu firmalar verimli olarak sınıflandırılmaktadır. Diğerlerine ise 1’den küçük, sıfırdan büyük verimlilik skoru verilir ve verimsiz olarak sınıflandırılmaktadır (Charnes v.d., 1984).

Analizde, 3 adet girdi değişkeni ve 3 adet çıktı değişkeni kullanılmaktadır. Girdi veri ve çıktı veri sayısı ile analize dâhil edilecek karar verme birimi sayısı birbiri ile ilişkilendirilmektedir. Veri zarflama analizi uygulanan çalışmalarda çeşitli kıstaslar

kullanılmıştır. “n; karar verme birimi sayısını, m: girdi veri sayısını, s: çıktı veri sayısını” göstermek üzere; bu çalışmada “ $n > 2(m + s)$ ” kısıtı kabul edilmiştir (Vassiloglou ve Gokas,1990:2). “m:3, s:3, n:14” olmak üzere “ $14 > 2(3 + 3)$ ” olarak kabul edilen kısıt sağlanmaktadır.

7.3. Çalışmada Kullanılan İmalat Sektörünü Oluşturan Alt Sektörler ve Kodlar

Çalışmamız kapsamında analiz edilecek olan imalat sektöründe yer alan alt sektörler ve kodları aşağıdaki Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: İmalat Sektörünü Oluşturan Alt Sektörler ve Kodlar

Kodu	Sektör	İşletme Sayısı	Kodu	Sektör	İşletme Sayısı
S1	İçeceklerin imalatı	8	S8	Metal ana sanayi imalatı	20
S2	Gıda ürünlerinin imalatı	24	S9	Toprağa dayalı sanayi imalatı	38
S3	Kimya, kauçuk ve plastik	29	S10	Giyim eşyalarının imalatı	4
S4	Tekstil ürünlerinin imalatı	18	S11	Deri ve ilgili ürünlerin imalatı	2
S5	Orman ürünleri ve mobilya	6	S12	Diğer imalat	1
S6	Kâğıt ve kâğıt ürünleri imalatı	11	S13	Kırtasiye ürünleri imalatı	2
S7	Metal eşya, makine araç-gereç	30	S14	Basım, yayım	6

7.4. Veri Zarflama Analizi Yönteminde Kullanılan Finansal Oranlar

Veri zarflama analizinde aynı karar birimi için farklı girdi ve çıktı grupları farklı etkinlik değerleri alacağından, sektörün toplam etkinlik ölçümü için seçilecek olan girdi ve çıktı değişkenlerinin, etkinliği hesaplamada en iyi temsil niteliğine sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle değişkenler belirlenirken

hem firmaların mali bünyelerine ilişkin oranlar göz önünde bulundurulmuş hem de temel oran kategorileri dikkate alınmıştır.

Bu sebeple; imalat alt sektöründe faaliyet gösteren firmaların girdi ve çıktı değişkenleri şu şekilde belirlenmiştir;

Tablo 2: Veri Zarflama Analizi Girdi - Çıkıtı Değişkenleri ve Kodları

Girdi Değişkenleri ve Kodları	Formül
A1.Cari Oran	Dönen Varlıklar/Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar
A2.Likidite Oran	Dönen Varlıklar-Stoklar/Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar
A3.Stok Devir Hızı	Satılan Malın Maliyeti/Ortalama Stok
Çıkıtı Değişkenleri ve Kodları	
B1.Net Kâr Marjı	Satılan Malın Maliyeti/Net Satışlar
B2.Ozsermaye Kârlılığı	Net Kâr/Ozsermaye
B3.Aktif Kârlılığı	Net Kâr/ Aktif Toplamı

Çıkıtı verilerinden aktif kârlılığı ve özsermaye kârlılığı, net kâr üzerinden kârlılık ölçen rasyolar olduğundan, çıktı veri olarak analiz kapsamına dâhil edilmiştir. Çıkıtı faktörlerinden net dönem kârının çeşitli dönemlerde çeşitli şirketler için negatif çıkması ve buna bağlı olarak hesaplanan kârlılık oranlarının negatif olması, veri zarflama analizi yönteminin değişkenlere ilişkin pozitif olma varsayımını ihlal edeceğinden, bu değerler

aşağıda gösterilen normalizasyon formülü aracılığıyla pozitif değerlere dönüştürülmüştür (Yıldız, 2007: 96).

$$\frac{X_{rj} X_j \min}{X_j \max X_j \min}$$

X_{rj} : j karar birimine ait r çıktı değeri,

$X_j \max$: En küçük r değeri,

$X_j \min$: En büyük r değeri.

Girdi ve çıktı verileri oluşturulurken, 2012 ve 2014 yılı için şirketlerin dönem sonu bilançoları ve gelir tabloları kullanılmıştır. Veriler, Kamu Aydınlatma Platformu (KAP)'ın internet sitesinden sağlanmıştır (<https://www.kap.org.tr/tr/Sektorler>).

7.5. Veri Analizi

Uygulamanın EMS 1.3 paket program üzerinde analiz edilmesi şu şekilde gerçekleştirilmiştir: Girdi ve çıktı verileri, analiz kapsamındaki 14 sektör için, gerekli bilanço ve gelir tablosu kalemleri kullanılarak Microsoft Office Excel (MS Excel) paket programında

oransal olarak hesaplanmıştır. Analize dâhil edilecek olan oranlar için kısaltmalar kullanılmıştır. Girdi verileri; Cari Oran “A1”, Likidite Oran “A2”, Stok Devir Hızı oranı “A3” olarak adlandırılmıştır. Çıktı verileri ise; Net Kâr Marjı “B1”, Özsermaye Kârlılığı “B2”, Aktif Kârlılığı “B3”, şeklinde gösterilmektedir. Girdiye yönelik BCC yöntemi, girdiye yönelik CCR yöntemi ve ölçek etkinlik analizi yöntemi kullanılarak 2012, 2013 ve 2014 yıllarının toplam etkinlik ölçüm analizi yapılmıştır.

Tablo 3: 2012 Yılı Çalışma Kapsamında Kullanılan Sektör Oranları

2012	A1 {I}	A2 {I}	A3 {I}	B1 {O}	B2 {O}	B3 {O}
S1	3,035	2,052	5,532	4,94	9,835	4,79
S2	1,482	0,879	5,942	-6,785	-6,101	-1,868
S3	2,217	1,573	6,172	15,027	10,621	5,143
S4	1,788	1,254	5,165	-1,935	-9,984	-0,511
S5	1,85	1,036	4,083	-13,073	-3,09	1,28
S6	4,608	3,777	5,752	3,375	3,246	3,170
S7	2,213	1,599	6,553	6,126	16,416	7,114
S8	1,656	0,864	5,476	-1,392	-0,713	0,019
S9	2,23	1,527	8,872	2,387	7,072	4,842
S10	8,8	8,137	6,187	8,89	-1,27	1,677
S11	1,375	0,645	8,965	1,445	6,38	2,06
S12	1,23	0,67	2,72	1,54	2,68	5,032
S13	2,985	1,09	1,315	-11,305	-9,15	4,125
S14	2,655	2,42	26,901	9,185	17,215	7,243

Tablo 4: 2013 Yılı Çalışma Kapsamında Kullanılan Sektör Oranları

2013	A1 {I}	A2 {I}	A3 {I}	B1 {O}	B2 {O}	B3 {O}
S1	2,401	1,285	5,705	7,74	13,1	6,598
S2	1,367	0,782	7,117	-4,703	-12,232	19,324
S3	2,407	1,695	5,787	6,824	8,598	4,720
S4	2,062	1,409	3,697	-53,24	-3,718	-2,045
S5	1,91	1,056	4,205	-6,406	-6,86	2,98
S6	4,140	3,430	5,746	1,19	-10,182	0,995
S7	2,231	1,621	6,832	5,844	16,599	9,244
S8	1,77	0,906	4,622	-4,185	-9,301	-1,790
S9	2,299	1,677	9,379	5,741	7,776	5,913
S10	2,005	1,032	4,6	-15,937	-19,027	-10,895
S11	1,645	0,79	8,83	-0,2	1,685	-0,07
S12	2,755	2,07	4,69	5,942	11,29	6,49
S13	3,505	2,335	1,645	20,075	29,01	18,54
S14	2,661	2,34	29,54	1,7	-4,675	0,87

Tablo 5: 2014 Yılı Çalışma Kapsamında Kullanılan Sektör Oranları

2014	A1 {I}	A2 {I}	A3 {I}	B1 {O}	B2 {O}	B3 {O}
S1	1,905	1,201	5,832	4,191	8,416	4,711
S2	1,516	0,868	6,832	-18,987	-4,025	-2,056
S3	2,513	1,796	6,116	4,671	10,427	5,525
S4	1,661	1,101	3,719	-34,598	-2,290	1,248
S5	1,743	0,95	3,416	-20,196	-14,911	1,105
S6	6,128	4,629	5,368	3,280	-1,232	1,62
S7	2,215	1,501	5,606	6,833	17,436	9,210
S8	1,512	0,810	4,696	1,044	-4,306	2,432
S9	2,365	1,751	9,035	10,939	15,757	10,892
S10	1,722	1,04	2,075	-4,145	-4,83	-2,647
S11	1,52	0,75	7,705	1,935	7,89	2,42
S12	2,335	1,652	4,697	7,425	12,065	6,18
S13	7,675	6,99	0,57	-160,53	5,755	2,475
S14	2,646	2,515	35,353	9,755	7,02	4,811

Verileri, MS Excel paket programı üzerinden direkt EMS paket programına aktarabilmek için, verileri girdi ve çıktı olarak sınıflandırmak gerekmektedir. Girdi unsurlarına “input” niteliği kazandırmak için verilerin yanlarına {I} kodlanmıştır. Benzer şekilde, çıktı verilerini girdi verilerinden ayırmak için, başka bir

ifadeyle “output” niteliği kazandırmak için verilerin yanlarına {O} kodlanmıştır (Scheel, 2000: 3).

7.6. Araştırmanın Bulguları

Elde edilen veriler, EMS paket programına aktarılmış, model çözümlemesi yapılmıştır.

Tablo 6: Girdiye Yönelik CCR Yöntemine Göre 2012-2013-2014 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçları

Karar Birimi	Etkinlik Değeri		
	2012	2013	2014
S1	94,17	86,27	96,76
S2	69,18	1	93,03
S3	1	84,92	96,92
S4	74,09	74,51	95,75
S5	82,47	80,40	95,85
S6	85,12	76,72	95,96
S7	1	89,77	1
S8	76,61	75,58	95,88
S9	91,93	85,29	1
S10	84,92	63,02	94,41
S11	85,25	78,38	96,03
S12	1	85,35	98,94
S13	1	1	98,33
S14	1	78,48	99,15

2012 yılı için gerçekleştirilen analiz sonucuna göre, model kapsamına alınan 14 sektörün 5 tanesi %100 görelilik değeri sahiptir. Bu sektörler kimya, kauçuk ve plastik ürünlerin imalatı sektörü, metal eşya, makine araç- gereç yapımı sanayi sektörü, diğer imalat sanayi sektörü, kırtasiye ürünleri imalatı sektörü ve basım, yayım ve bunlara bağlı sanayi sektörüdür.

2013 yılı için gerçekleştirilen analiz sonucuna göre, model kapsamına alınan 14 sektörün 2 tanesi %100

görelilik değeri sahiptir. Bu sektörler gıda ürünlerinin imalatı sektörü ve kırtasiye ürünleri imalatı sektörüdür.

2014 yılı için gerçekleştirilen analiz sonucuna göre, model kapsamına alınan 14 sektörün 2 tanesi %100 görelilik değeri sahiptir. Bu sektörler metal eşya, makine araç- gereç yapımı sanayi sektörü ve toprağa dayalı sanayi imalatı sektörüdür.

Tablo 7: Girdiye Yönelik BCC Yöntemine Göre 2012-2013-2014 Yılı Etkinlik Analizi Uygulama Sonucu

Karar Birimi	Etkinlik Değeri		
	2012	2013	2014
S1	97,26	1	99,97
S2	98,97	1	1
S3	1	99,85	99,66
S4	97,44	1	1
S5	98,24	1	1
S6	90,05	97,02	99,04
S7	1	1	1
S8	99,02	1	1
S9	97,09	99,83	1
S10	93,94	99,86	1
S11	1	1	1
S12	1	99,54	1
S13	1	1	1
S14	1	98,66	99,76

2012 yılı analiz sonucuna göre, model kapsamına alınan 14 sektörün 6 tanesi %100 görelilik değerine sahiptir. Bu sektörler kimya, kauçuk ve plastik ürünler sanayi sektörü, metal eşya, makine araç- gereç yapımı sanayi sektörü, deri ve ilgili ürünlerin imalatı sektörü, diğer imalat sanayi sektörü, kırtasiye ürünlerinin imalatı sektörü ve basım, yayım ve bunlara bağlı sanayi imalatı sektörüdür.

2013 yılı analiz sonucuna göre, model kapsamına alınan 14 sektörün 8 tanesi %100 görelilik değerine sahiptir. Bu sektörler; içeceklerin imalatı sektörü, gıda ürünlerinin imalatı sektörü, tekstil ürünlerinin imalatı sektörü, orman ürünleri ve mobilya imalatı sektörü, metal eşya, makine araç- gereç yapımı

sanayi sektörü, metal ana sanayi sektörü, deri ve ilgili ürünlerin imalatı sektörü ve kırtasiye ürünleri imalatı sektörüdür.

2014 yılı sonucuna göre, model kapsamına alınan 14 sektörün 9 tanesi %100 görelilik değerine sahiptir. Bu sektörler; tekstil ürünlerinin imalatı sektörü, orman ürünleri ve mobilya imalatı sektörü, metal eşya, makine araç- gereç yapımı sanayi sektörü, metal ana sanayi sektörü, toprağa dayalı sanayi imalatı sektörü, giyim eşyalarının imalatı sektörü, deri ve ilgili ürünlerin imalatı sektörü, diğer imalat sektörü ve kırtasiye ürünleri imalatı sektörüdür.

Tablo 8: 2012-2013-2014 Yılı Ölçek Etkinlik Analizi Uygulama Sonucu

Ölçek Etkinlik (CCR/BCC)			
Sektörler	2012	2013	2014
S1	0,968	0,862	0,967
S2	0,698	1	0,930
S3	1	0,850	0,972
S4	0,760	0,745	0,957
S5	0,839	0,804	0,958
S6	0,945	0,790	0,968
S7	1	0,897	1
S8	0,773	0,755	0,958
S9	0,946	0,854	1
S10	0,903	0,631	0,944
S11	0,852	0,783	0,960
S12	1	0,857	0,989
S13	1	1	0,983
S14	1	0,795	0,993

Ölçek etkinliği; CCR etkinlik değerinin BCC teknik etkinlik değerine bölünmesiyle elde edilmekte ve sektörlerin optimal ölçekte olup olmadığını

göstermektedir. Ölçek verimliliği; girdilerin çıktıya dönüştürme sürecindeki sektörlerin başarısının yorumlanmasında kullanılır. İdeal durumda ölçek verimliliğinin 1 çıkmasını isteriz. 2012 yılında 14

sektörden 5'i ölçek etkindir. 2013 ve 2014 yılında 2 sektör ölçek etkindir. 2012 yılında ölçek verimliliğe sahip olan sektörler; kimya, kauçuk ve plastik ürünler imalat sektörü, metal eşya, makine araç- gereç yapımı sanayi sektörü, diğer imalat sektörü, kırtasiye ürünleri imalatı sektörü ve basım, yayım ve bunlara bağlı sanayi sektörüdür. 2013 yılında; gıda ürünlerinin imalatı sektörü ve kırtasiye ürünlerinin imalatı sektörü ölçek etkinliğe sahiptir. 2014 yılında ise; metal eşya, makine araç- gereç yapımı sanayi sektörü ve toprağa dayalı sanayi imalatı sektörü ölçek etkinliğe sahiptir. Yani bu sektörler ölçek verimliliğine sahip olup girdilerin çıktıya dönüştürmede başarılıdırlar.

8. SONUÇ

Günümüzde işletmeler sürekliliğini sağlayabilmek ve faaliyetlerinde başarılı olabilmek için yoğun rekabet ortamında çalışmak zorundadır. Rekabet ortamının yoğun olması etkinlik, performans ve verimlilik gibi kavramları ön plana çıkarmıştır. Yoğun rekabet, işletmelerin kaynaklarını en verimli biçimde kullanmasını gerektirmiştir. Bu nedenle işletmeler, rekabet ettikleri sektör içindeki performanslarını değerlendirmek ve etkinlik sınırında yer almak için referans almaları gereken işletme veya diğer alt sektörleri belirlemeleri gerekir. İmalat sektörü de kalıcı olabilmek için kaynaklarını etkin kullanmalı ve eksiklerini tamamlamalıdır.

Bu çalışmada; parametrik olmayan etkinlik ölçüm tekniklerinden birisi olan veri zarflama analizi yöntemi yardımıyla BİST'te işlem gören imalat sektöründeki işletmelerin etkinlik ölçümü değerlendirilmiştir.

yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen bu etkinlik skorları sayesinde, sektörleri birbirleriyle kıyaslamak mümkün olmuştur. Veri zarflama analizinde etkin olmayan karar birimleri, analiz sonucunda sahip oldukları skorlar yardımıyla sıralanabilirken, etkin karar birimlerinin skorlarının 1.0 olması nedeniyle sıralanmaları mümkün olmamaktadır.

Çalışmada; 2012, 2013 ve 2014 yılında BİST'te yer alan imalat sektöründe faaliyet gösteren 14 alt sektörün etkinlikleri incelenmiştir. Cari oran, nakit oran ve stok devir hızı verileri VZA 'inde girdiler olarak kullanılmak üzere ve net kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık verileri de VZA 'nde çıktılar olarak kullanılmak üzere hesaplanmıştır.

Girdiye yönelik CCR modeliyle hesaplanan görece toplam etkinlik değerlerine göre; 2012 yılında 14 sektörün 5'i, 2013 ve 2014 yılında ise 2'si %100 görece etkinliğe sahiptir. 2012 yılı Girdiye yönelik BCC modeliyle hesaplanan görece teknik etkinlik değerlerine göre; 2012 yılında 14 sektörün 6'sı, 2013 yılında 8'i ve 2014 yılında 9'u %100 görece etkinliğe sahiptir.

Ölçek etkinliğine göre; 2012 yılında 14 sektörden 5'i ölçek etkin iken, 2013 ve 2014 yıllarında 2 sektör ölçek etkindir.

İşletmeler sektördeki rakiplerine göre, finansal durumlarını analiz yaparken kullanacakları oranlara ek olarak, etkinlik değerlendirmesi de yaparak, detaylandırılmış finansal analizler ile geçmişten bugüne durumlarını değerlendirip, gelecek dönemlerdeki tahmini durum ve hedeflerine göre planlarını geliştirebileceklerdir.

KAYNAKÇA

- AKTAŞ, H. ,(2001), "İşletme Performansının Ölçülmesinde VZA Yaklaşımı" Celal Bayar Üniversitesi İİBF Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 7 (1): 163-175.
- ASLANKARAOĞLU, N. , (2006), "Veri Zarflama Analizi ve Temel Bileşenler Analizi ile AB Ülkelerinin Sıralaması", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara.
- BAKIRCI, F. ,(2006), "Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü: VZA ile Bir Analiz", Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi, 20(2): 199-217.
- BANKER, R. D. ,(1992), "Estimation of Returns to Scale Using Data Envelopment Analysis", European Journal of Operational Research, Vol. 62.
- BÜLBÜL, S. ve AKHİSAR, İ. ,(2005), "Türk Sigorta Şirketlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle Araştırılması". 7. Ulusal Ekonometri Ve İstatistik Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- CHARNES, A., COOPER, W.W. , RHODES, E. ,(1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operation Research.
- ÇAĞLAR, A. ,(2003), "VZA İle Belediyelerin Etkinlik Ölçümü", Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ankara.
- DİNÇER, E. ,(2008), "Veri Zarflama Analizi'nde Malmquist Endeksiyle Toplam Faktör Verimliliği Değişiminin İncelenmesi ve İMKB Üzerine Bir Uygulama", Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi, 15(2): 825-846.
- EKEN, M.H. ve KALE, S. ,(2011), "Measuring Bank Branch Performance Using Data Envelopment Analysis: The Case of Turkish Bank Branches", African Journal of Business Management, 5(3): 889-901.
- ELEREN, A., ve ÖZGÜR E. ,(2006), "Türkiye'de Yabancı Sermayeli Mevduat Bankalarının Veri Zarflama Yöntemi İle Etkinlik Analizlerinin

- Yapılması”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8(2): 53-76.
11. ERTUĞRUL, İ. ve IŞIK, A. ,(2008). “İşletmelerin Veri Zarflama Analizi İle Mali Tablolarna Dayalı Etkinlik Ölçümü: Metal Ana Sanayinde Bir Uygulama”, Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 10(1): 201-217.
 12. FALAY, N. ,(1997), “Denetim Verimlilik Etkinlik Tutumluluk ve Sayıştay”, Sayıştay Dergisi.
 13. İLKAY M.S. ve DOĞAN Ö.N. ,(2009), “Veri Zarflama Analizi İle Kapadokya Bölgesindeki Belediyelerin Etkinlik Ölçümü: 2004 Ve 2008 Yıllarına İlişkin Bir Karşılaştırma”, Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 32: 191-218.
 14. KAYA, Y. ve DOĞAN E. ,(2005), “Dezenflasyon Sürecinde Türk Bankacılık Sektöründe Etkinliğin Gelişimi”, BDDK, ARD Çalışma Raporları.
 15. KAYALIDERE, K. ve KARGIN, S. ,(2004), “Çimento ve Tekstil Sektöründe Etkinlik Çalışması ve VZA”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6: 196-219.
 16. KILINÇ F.E. ,(2009), “Türk Sigortacılık Sektörünün Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Etkinliğinin Araştırılması ”, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, (Yüksek Lisans Tezi), Isparta.
 17. Kılı, M. ,(2004), “Toplam Etkinlik ve VZA Üzerine Karşılaştırmalı Yaklaşımlar ve Bir Uygulama”, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara.
 18. KOÇYİĞİT, M. M. ,(2013), “Mevduat Bankalarının Etkinliği ve Hisse Senedi Getirileri Arasındaki İlişki”, Muhasebe Ve Finansman Dergisi, 1: 73-88.
 19. KUBALI, D. ,(1999), “Performans Denetimi”, Anne İdaresi Dergisi, 32(1).
 20. ONARAN, S. ,(2006), “VZA Kullanılarak Üniversite Kütüphanelerinin Performanslarının Değerlendirilmesi”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara.
 21. ÖNÜT, S. ve SONER S. ,(2006), “Energy Efficiency Assessment For The Antalya Region Hotels İn Turkey”, Energy And Buildings, 38: 964-971.
 22. ÖZTÜRK, Y. E. ,(2004), “Performans Denetimi ve Türkiye’de Uygulanabilirliği”, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler MYO Dergisi, ss. 154-170.
 23. SCHEEL, H. ,(2001), “Undesirable Outputs in Efficiency Valuations”, European Journal of Operational Research, 132(2), ss. 400-410.
 24. TEKTÜFEKÇİ, F. ,(2010), “İmkb’ye Kayıtlı Halka Açık Teknoloji Şirketlerinde Finansal Etkinliğin Veri Zarflama Analizi (VZA) İle Değerlendirilmesi” Organizasyon Ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 2(2): 69-77.
 25. TETİK, S. ,(2003), “İşletme Performansını Belirlemede VZA”, Celal Bayer Üniversitesi İİBF, Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 10(2): 221-229.
 26. TİMOR, M. ,(2001), “Yöneylem Araştırması ve İşletmecilik Uygulamaları”, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, İstanbul.
 27. ULUCAN, A. ,(2002). "İSO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler", Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, Cilt: 57, Sayı: 2, ss. 185-202.
 28. VASSİLOGLOU, M. ve GİOKAS, D. ,(1990), “A Study of The Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis”, Journal of Operational Research Society, 41(7): 591-597.
 29. YILDIZ, A. ,(2007), “İmalat Sanayi Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesi”, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9(2): 91-103.
 30. YILMAZ, M.K. ve Çıracı, D. ,(2004), “Hisse Senetleri İMKB’de İşlem Gören Çimento Şirketleri’nin Likidite Ve Karlılık Açısından Veri Zarflama Yöntemi İle Etkinlik Analizi”, Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 6(3): 129-148.
 31. YOLALAN, R. ,(1993), “İşletmeler Arası Görelî Etkinlik Ölçümü”, Milli Produktivite Yayınları, Ankara.
 32. ZEREY, G. ,(2010), “Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Etkinlik Ölçümü ve Bir Uygulama”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
 33. <https://www.kap.org.tr/tr/Sektorler>, 10.01.2016.
 34. <http://kişi.deu.edu.tr/k.yaralioglu/>, 10.12.2015.