

# İMALAT İŞLETMELERİNDE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ: BIST 100 ÖRNEĞİ

Feyzi YAŞAR<sup>1</sup>, Selahattin YAVUZ<sup>2</sup>

Geliş: 09.12.2017 Kabul: 15.12.2017

DOI: 10.29029/busbed.364139

## Öz

Günümüzde artan rekabet ortamı, işletmelerin kaynaklarını daha etkin şekilde kullanmayı gerekli kılmaktadır. Özellikle üretim sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin ulusal ve uluslararası piyasalarda rekabet edebilmeleri ve başarılı olabilmeleri için etkinlik ölçümleri hayati önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı, Veri Zarflama Analizi ile BIST 100'de işlem gören imalat işletmelerinin etkinliklerinin ölçülmesidir. Çalışma sonucunda CCR modeline göre, 2012 yılında, 23 işletmenin etkin 16'sının etkin olmadığı; 2013 yılında, 19 işletmenin etkin 20'sinin etkin olmadığı; 2014 yılında, 24 işletmenin etkin 15'inin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Bu işletmelerin üç yıllık ortalama etkinlik skoru %88,94 olarak bulunmuştur. BCC modeline göre, her üç yılda da 34 işletmenin etkin 5'inin ise etkin olmadığı ve üç yıllık etkinlik ortalamasının %99,01 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 2014 yılında etkin olmayan işletmelerin etkin hale gelebilmeleri için potansiyel iyileştirme oranları ve referans kümeleri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Veri Zarflama Analizi, Etkinlik, BIST 100, İmalat İşletmeleri, Potansiyel iyileştirme.

## MEASURING EFFECTIVENESS IN MANUFACTURING ENTERPRISES: SAMPLE OF BIST 100

### Abstract

Today, increasingly competitive environment makes it necessary to use resources of enterprises more effectively. Efficiency measures are especially vital for enterprises operating in the manufacturing sector to compete and succeed in

1 Öğr.Gör, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Gökşun Meslek Yüksekokulu, Kahr - manmaraş, feyzi12@ksu.edu.tr

2 Doç. Dr., Erzincan Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü, syavuz@erzincan.edu.tr

*national and international markets. The purpose of this study is to measure the activities of manufacturing enterprises traded in BIST 100 with Data Envelopment Analysis. As a result of the study, according to the CCR model, it was determined that in 2012, 23 enterprises were active but 16 enterprises were not active and in 2013, 19 enterprises were active but 20 enterprises were not active and in 2014, 24 enterprises were active but 15 enterprises were not active. The three-year average efficiency score of these enterprises was found as 88.94%. According to the BCC model, it was determined that 34 enterprises were active and 5 enterprises were not active in each three year and three year average efficiency score was found as 99.01%. Potential improvement ratios and reference clusters were also identified in order to enable ineffective businesses to become effective in 2014.*

**Key Words:** *Data Envelopment Analysis, Efficiency, BIST 100, Manufacturing Businesses, Potential Improvement.*

## 1. Giriş

Mükemmeli bulma ve mükemmele ulaşma gayretleri dün olduğu gibi bugünde işletmelerin en önemli hedeflerini oluşturmaktadır. Söz konusu hedefe ulaşma arzusu günümüzün gelişen teknolojisi ile birleştiğinde gerek kurumsal yapılarda gerekse yönetim anlayışında hızlı değişimlere neden olmuştur. İşletmelerin artık kaçınılmaz olan bu değişimlere ayak uydurabilmeleri, rekabetin arttığı dünyada ayakta kalabilmeleri, stratejilerini doğru belirleyebilmeleri ve gelecekte nerede olabileceklerini öngörebilmeleri için performanslarını doğru biçimde ölçüp değerlendirebilme ihtiyacını doğurmuştur (Erpolat 2011:3).

İşletmelerin performanslarının belirlenebilmesi gerek işletme yönetimi gerekse yatırımcılar açısından önemlidir. Ancak, tek bir kriterle işletmelerin performanslarının ölçülmesi mümkün değildir. İşletmelerin farklı zaman periyotlarını ve farklı yönetim düzeyleri içeren, dolayısıyla girdi çıktı kombinasyonları farklı olan görev ve hedefleri vardır. Kısa vadede kârlılığı çok iyi olan bir işletme uzun dönemde yanlış pazarlama politikaları nedeniyle kötü bir performans sergileyebilmektedir. Yatırımların getirisi ya da satışların getirisi gibi finansal oranlar, işletmenin finansal performanslarını iyi yansıtırsalar da şirketin genel performansını göstermede yetersiz kalmaktadırlar. Öte yandan, işletmenin tüm performansını gösterdiği varsayılan girdi ve çıktılar kümesini ağırlıklandırarak birleştirmek ve işletmenin tüm performansını ortaya koyma çabalarının da en büyük eksiği, verilen ağırlıkların subjektif olabilmesidir (Ulucan 2000:186).

Günümüzde artan rekabet, işletmeleri kaynaklarını en etkin şekilde kullanmaya zorlamaktadır. Bunu sağlamak için işletmelerin rekabet ettikleri sektör içindeki performanslarını göreceli olarak değerlendirmeleri ve etkinlik sınırında yer almak için

referans almaları gereken işletmeleri belirlemeleri ve benzer şekilde stratejiler takip etmeleri gerekmektedir. Bu açıdan ele alındığında, işletmelerin istenilen çıktılar elde etme sürecinde girdilerini hangi seviyede kullandıklarının belirlenmesinde etkinlik ve verimlilik analizleri yaygın olarak ön plana çıkmaktadır. (Yılmaz ve Çıracı 2004:130-131).

Bu bağlamda etkinlik, işletmelerin üretim kaynaklarından ne düzeyde yararlandıklarını ya da bu üretim kaynaklarını nasıl kullandıklarını gösteren bir performans boyutudur. Dolayısıyla etkinlik, çıktılar üretmede kaynakların en iyi seviyede kullanma derecesi olarak ifade edilebilir. Bu özelliğinden dolayı, toplam performansı yansıtan en önemli bir performans boyutudur (Dinçer 2011:45).

Farklı işletme politikalarının etkinlik açısından sonuçlarını değerlendirebilmek için, etkinliğin gözlenmesi, dolayısıyla ölçülmesi gerekmektedir. Geleneksel etkinlik ölçümü, üretim sınırı veya etkin üretim fonksiyonu varsayımı altında yapılmaktadır (Tarım 2001: 5). Buna göre firmanın gözlenen performansı, mutlak (veya mükemmel) etkinlik standardı ile kıyaslanmaktadır. Dolayısıyla etkinlik standardının veya etkin üretim fonksiyonunun doğru bir şekilde belirlenmesi önemli olmaktadır. Modern etkinlik ölçümü Farrell (1957) tarafından geliştirilmiş ve bir firma için söz konusu olan etkinliğin teknik etkinlik ve tahsis etkinliği olmak üzere iki bileşeni olduğu belirtilmiştir. Teknik etkinlik, belirli bir miktarda etkinlik için mümkün olan en çok çıktıyı elde edebilme kabiliyetidir. Teknik etkinlikte firma performansının ölçümünde çıktılar için girdilerin minimize edilmesi, girdiler için ise çıktılar maksimize edilmesi söz konusu olmaktadır (Ata ve Yakut 2009:81). Tahsis etkinliği ise, maliyetleri de dikkate alarak en uygun oranda girdi kullanma kabiliyeti olarak ifade edilmektedir. Bu iki etkinlik bir araya getirilerek toplam etkinlik elde edilmektedir (Karacabey 2001:1).

Etkinlik ölçümü ile firmaların içinde buldukları sektördeki durumlarının ne olduğu, mevcut girdiler ile ne denli verimli çıktılar elde edebildiklerini göstermek amaçlanmaktadır (Yolalan 1993:6). Dolayısıyla firmalarda etkinlik ölçümü, firmanın devamlılığı açısından önem arz etmektedir. Etkinlik ölçümünde parametrik olmayan yaklaşımlardan en yaygın olarak kullanılanı VZA'dır. Veri Zarflama Analizi benzer birimlerin etkinliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan doğrusal programlama tabanlı bir yöntemdir (Ulucan ve Karacabey, 2002:102). Veri Zarflama Analizi (VZA), işletmelerin göreceli etkinliğini parametresiz birtakım teknikler kullanarak ölçen ve işletmelere girdi ve çıktıları arttırmak/azaltmak suretiyle etkinliğin ne oranda değişebileceği hakkında bilgi veren bir metottur. (Yılmaz ve Çıracı 2004:131). Bu analiz yardımıyla firmalar, etkin olup olmadıklarını belirlemede, eğer etkin olmadıkları söz konusu ise buna neden olan faktörleri belirleyerek gerekli önlemleri almalarına olanak sağlamaktadır. Bu yöntem yardımıyla işletmeler, etkin olup olmadıklarını belirlemede, eğer etkin olmadıkları söz konusu

ise buna neden olan faktörleri belirleyerek gerekli önlemleri almalarına olanak sağlamaktadır (Tosunoğlu ve Uysal 2012:334).

Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen ve karar verme birimleri için bir etkinlik değerlendirme aracı olarak kullanılan VZA, bankalar, hastaneler ve eğitim kurumları gibi birçok alanda başarıyla uygulanmıştır (Liang vd. 2006:405). Son zamanlarda bu yöntem kâr amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde işletmeler arası karşılaştırmalı teknik verimliliğin ölçülmesinde de en sık kullanılan yöntemlerden biri haline gelmiştir (Yavuz ve İşçi 2013:158).

Bu çalışmanın amacı, BIST 100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2012-2014 dönemi itibariyle etkinliklerini hesaplayarak analiz yapmaktır. Çalışmada birden çok girdi ve çıktı değişkeni kullanıldığından görece etkinliklerinin hesaplanmasında, VZA yöntemi kullanılmıştır. İşletmelerin etkinlik skorları girdi yönelimli CCR ve BCC modelleri kullanılarak hesaplanmıştır. Daha sonra 2014 yılında etkin olmayan işletmelerin etkin hale gelebilmeleri için potansiyel iyileştirme oranları ve referans kümeleri belirlenmiş ve gerekli önerilerde bulunulmuştur.

## **2. Literatür Araştırması**

Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen ve etkinlik ölçümünde yaygın olarak kullanılan veri zarflama analizi parametrik olmayan bir yöntemdir. İlk başta kâr amacı gütmeyen kamu kuruluşlarının etkinliğinin ölçülmesini amaçlayan bu yöntem, daha sonra kâr amacı güden kuruluşlarda sıkça kullanılmaya başlanmıştır (Yalama ve Sayım 2008:90). Literatürde yapılan çalışmalar incelediğinde, VZA farklı birçok kuruluşun etkinliğinin ölçülmesinde kullanıldığı görülmektedir. Burada imalat ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları ise şunlardır;

Al-Shammari (1999), 1995 yılı itibariyle Ürdün Amman Finans Borsası (AFM) imalat sanayi sektöründe işlem gören 55 şirketin etkinliğini ölçmek için VZA yönteminin BCC modelini kullanmıştır. Çalışmada üç girdi (çalışanların sayısı, ödenmiş sermaye, duran varlıklar) ve üç çıktı (hisse başına pazar değeri, net satışlar, vergi sonrası net karlar) olmak üzere toplam altı değişken kullanılmıştır. Bulgular neticesinde, 12 işletmenin etkin olduğu ve ortalama etkinlik skorunun %54,7 olduğu tespit edilmiştir.

Mahadevan (2002), 1981-1996 döneminde Malezya’nın 28 imalat sanayisinin verimliliklerini veri zarflama analizi yöntemiyle hesaplamış ve analiz sonucunda imalat sanayi büyümesinin yıllık toplam faktör verimliliğinin %0,8 altında olduğunu tespit etmiştir.

Yıldız (2007) çalışmasında, 2005 yılı itibariyle İMKB’de işlem gören ve imalat sanayi alanında faaliyette bulunan 105 işletmenin etkinliklerini veri zarflama ana-

lizi yöntemiyle değerlendirmiştir. Bu çalışmada işletmelerin maliyet etkinliğinin ölçülmesi amacıyla 2 girdi (toplam aktif ve sermaye) ve 2 çıktı (net satışlar ve net karlar) değişkeni belirlenmiş hem işletme hem de sektörel bazda analiz yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda işletmelerin %70'nin etkin olduğunu ve en etkin sektörün ise kâğıt-kâğıt ürünleri sektörü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca ölçek etkinliği incelenmiş ve buna göre işletmelerin %50'den fazlasının optimum etkin olabilmeleri için ölçek büyüklüklerini azaltmaları gerektiğine işaret edilmiştir.

Yalama ve Sayım (2008) çalışmalarında, İMKB'ye kote olan imalat sektöründeki işletmelerin VZA yöntemiyle performanslarının karşılaştırılmasını yapmışlardır. Çalışma sonucunda 2005 Aralık dönemine ilişkin 157 imalat işletmesinin ortalama etkinlik skoru %83,94 olarak bulunmuştur. Daha sonra etkin ve etkin olmayan işletmeler tespit edilmiş, etkin olmayan işletmeler için potansiyel iyileştirme oranları hesaplanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Saranga (2009), Hindistan'da oto yedek parça endüstrisindeki 50 firmanın verimliliğini VZA yöntemiyle incelemiştir. Buna göre, teknolojinin kullanılması verimlilikte önemli bir etki göstermezken, kısa dönemde çalışma sermayesi yönetimindeki verimliliğin, endüstride operasyonel verimliliği artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ata ve Yakut (2009) çalışmalarında, Türkiye'de İmalat sektöründe faaliyet gösteren firmaların etkinlik ölçümleri 1996-2006 dönemi itibariyle Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanılarak finansal açıdan değerlendirmişlerdir. Çalışmada dört girdi ve altı çıktı olmak üzere toplam on değişken kullanılmıştır. Analiz sonucunda 1996-2006 döneminde devamlı etkin olan sektör bulunmamaktadır. Sektörlerin etkinliklerini artırabilmeleri için sahip oldukları kaynaklarını etkin kullanmaları, disiplinli, düzenli ve doğru sonuçlar üreten çalışmalar yapmalarının gerekliliği vurgulanmıştır.

Memon ve Tahir (2011) çalışmalarında, Pakistan'da 2008-2010 dönemine ait 49 imalat şirketi için girdiye yönelik CCR ve BCC veri zarflama modellerini kullanarak etkinlik analizi yapmışlardır. Bu bağlamda 4 girdi (hammadde, personel giderleri, tesis ve makineler, satılan malın maliyeti) ve 2 çıktı değişkeni (net satışlar ve vergi sonrası kazançlar) belirlenmiş, teknik, saf teknik ve ölçek etkinlik skorları tespit edilmiştir. Analiz sonucunda şirketlerin %16'sının çalışma süresi boyunca her iki verimlilik parametresinde de (CCR ve BCC) en verimli ölçekte (MPSS) sürekli olarak çalıştıkları, şirketlerin %20'si, üç yıldan en az birinde en verimli ölçekte (MPSS) faaliyet gösterdiği ve ayrıca Pakistan'daki verimsiz şirketlerin, 2008-2010 yılları arasında, en iyi uygulama şirketlerine göre girdilerini azaltabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Tosunoğlu ve Uysal (2012) çalışmalarında, 2009 yılı itibariyle İMKB'ye kote olan ve İSO500'de bulunan yabancı sermaye payına sahip imalat sektöründeki işletmelerin etkinliklerini veri zarflama analizi yöntemiyle değerlendirmişlerdir.

Çalışmada sekiz girdi ve iki çıktı olmak üzere toplam on değişken kullanılmıştır. Analiz kapsamında 29 işletme incelenmiş ve bu işletmelerden 8'i etkin, 21'inin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Sektörel bazda bakıldığında ise en etkin alt sektörün kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörü olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada ayrıca etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için kullandıkları girdi-çıkıtı miktarlarında hangi oranlarda iyileştirme yapmaları gerektiği belirlenmeye çalışılmıştır.

Floros, Voulgaris ve Lemonakis (2014), 2003-2011 yılları arasında Yunanistan'da 13 bölgede faaliyet gösteren 3600 imalat işletmesinin etkinliğini karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre 2008 ekonomik krizi 13 bölgedeki imalat sektörlerinin etkinliğini 2010'dan 2011 yılına kadar etkilemiştir. Tüm sektörlerin etkinliğinin en yüksek olduğu yıl 2003 yılı olup, 2004'ten sonra etkinliğin hızlı bir şekilde azaldığı belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca ekonomik bir model kurulmuş ve sonuç olarak; etkinlik değerleri ile ihracat arasında negatif, firma büyüklüğü arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Orçun, Çimen ve Şahin (2014), İMKB 100'de bulunan 25 imalat işletmesinin 2008 ekonomik kriz öncesi ve sonrası döneme ilişkin etkinlik düzeylerini analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre sadece üç işletme her iki dönemde de etkin kalmayı başarmış, bununla birlikte üç işletmede kriz sürecinde etkin kalmayı başaramamıştır. Çalışmada ayrıca etkin olan işletmeler için süper etkinlik skorları hesaplanmış, kriz öncesi ve sonrası en yüksek etkinliğe sahip işletmenin TRCAS olduğu tespit edilmiştir.

Akyüz, Yıldırım ve Balaban (2015) çalışmalarında, 2012 yılı itibariyle İMKB'de işlem gören kâğıt ve kâğıt ürünleri, basım ve yayın sanayine ait 16 işletmenin etkinliklerini analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda sektörün ortalama etkinlik skoru %60,8 bulunmuştur. HÜRRİYET, KOZA, DURAN DOĞAN ve DENTA sektör içinde kaynaklarını tam etkin kullanan ve referans olarak seçilen işletmeler olarak belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca etkin olmayan işletmeler için gerekli iyileştirme oranları hesaplanarak gerekli önerilerde bulunulmuştur.

Özek (2015) çalışmasında, 2005-2013 yılları arasında Borsa İstanbul'da işlem gören 105 imalat işletmesinin etkinlik analizini yapmıştır. İşletmelerin etkinlikleri hem imalat sektörü bazında hem de imalat alt sektörü bazında VZA yönteminin CCR ve BCC modelleri kullanılarak ölçülmüş ve elde edilen skorlar, sektörler ve yıllar itibariyle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda imalat sektöründe faaliyet gösteren birçok işletmenin etkin olmadığı ve 2011'den sonra etkinliğin azaldığı bulgusuna ulaşılmıştır. Çalışmada ayrıca etkinlik düzeyi ile firma değeri arasındaki ilişki incelenmiş ve anlamlı bir ilişkinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Osamwonyi ve Imafidon (2016), 2004-2010 yılları arasında Nijer'ya Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören 58 imalat işletmesinin teknik ve ölçek etkinliğini

analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda imalat şirketlerinin, ortalama teknik etkinlik skoru %85 ve ölçek etkinlik skoru %76 olarak bulunmuştur. Çalışma için seçilen 58 şirketten 31 şirketin üretim imkânı sınırında faaliyet gösterdiği, 27 şirketin ise faaliyet gösteremediği tespit edilmiştir. Çalışmada ölçeğe göre azalan bölgede faaliyet gösteren şirketlerin girdilerini küçültmeleri, ölçek artışının arttığı bölgelerde ise girdilerini artırmaları gerektiği önerilmiştir.

### 3. Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi (VZA), çoklu girdi ve çıktılar içeren karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini değerlendiren bir tekniktir (Kordrostami ve Noveiri 2015:1). Bu teknik, karar verme birimlerinin çıktıları oluşturmak için mevcut kaynakları nasıl etkin bir şekilde kullanacağını belirlemesini sağlar (Keçek 2010:55).

Veri zarflama analizinde karar verme birimlerinin etkinlik ölçüleri girdi ve çıktı değişkenlerine göre belirlenmektedir. VZA ile hesaplanan etkinlik değerleri göreceli olup en yüksek etkinlik değerine sahip olan karar verme birimlerine göre karşılaştırma yapılmaktadır. Etkinliği en yüksek olan karar verme biriminin etkinlik değeri %100 olarak belirlenmekte ve diğer karar verme birimlerinin göreceli etkinlikleri %0 ile %100 arasında değişmektedir (Ramathan, 2003:26). VZA, etkin olmayan bir karar verme biriminin etkin sınıra ulaşması için girdiyi azaltma ve çıktıyı arttırma seçeneklerinden birini kullanmaktadır. Etkin sınırı girdi azaltmanın veya çıktı arttırmanın gerekli olmadığı karar birimleri oluşturmaktadır. Sonuç olarak VZA modeli, çıktıların mevcut düzeyleri korunarak girdilerin optimize edildiği (azaltıldığı) girdiye yönelik model ve girdilerin mevcut düzeylerinin korunarak çıktıların optimize edildiği (arttırıldığı) çıktıya yönelik model olmak üzere iki şekilde oluşturulabilmektedir (Özek, 2015:104).

Veri zarflama analizinde ister girdi odaklı olsun ister çıktı odaklı olsun bütün modellerin ortak yanı, hangi KVB'lerin etkinlik sınırını oluşturduklarını, böylece etkinlik sınırının oluşturulmasıyla, etkin ve etkin olmayan KVB'lerin tespit edilmesidir. Modeller arasındaki fark, kullanılan modele göre bu yüzeyin geometrisinde ortaya çıkmaktadır. Sınırın oluşturulmasıyla birlikte sınırın altında kalan etkin olmayan KVB'ler için kullanılmayan kaynaklar tanımlanabilir (Örcü ve Doğan 2015:28).

Veri zarflama analizinde yer alan temel modeller; CCR ve BCC modelleridir. Bu modeller girdi odaklı ve çıktı odaklı olmak üzere iki farklı şekilde kurulabilir. Eğer girdiler üzerinde kontrol azsa (ya da yoksa) çıktı odaklı bir model; eğer çıktılar üzerinde kontrol azsa (ya da yoksa) girdi odaklı bir model kurulmalıdır. Girdi odaklı modellerde; mevcut çıktının üretilmesi için en az girdinin kullanılmasına,



çıktı odaklı modellerde ise mevcut girdi ile en fazla çıktının üretilmesine çalışılır. Eğer, en fazla çıktının en az girdi ile üretilmesi isteniyorsa, o zaman toplamsal veya yönelimsiz modeller kullanılmaktadır (Özden 2008:170). Çalışmada girdi odaklı CCR ve BCC modelleri kullanıldığından yalnızca bu modeller anlatılacaktır.

### 3.1. CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Modeli

CCR modeli, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında geliştirilmiş ilk VZA modelidir. Bu model, ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında karar verme birimlerinin toplam etkinlik skorlarını hesaplamaktadır (Behdioğlu ve Özcan 2009:305; Keçek 2010:66). Charnes ve Cooper'a göre herhangi bir karar verme biriminin etkin olabilmesi aşağıdaki şartlardan birinin sağlanması ile mümkün olmaktadır (Erpolat, 2011:71-72).

- Herhangi bir çıktının artırılabilmesi için bir veya birden çok girdinin artırılması ya da diğer çıktılardan bazılarının azaltılması gerekir.
- Herhangi bir girdinin azaltılabilmesi için çıktılardan bazılarının azaltılması ya da diğer girdilerden bazılarının artırılması gerekir.

Farrel'in önerdiği tek çıktının girdiye oranlanmasıyla elde edilen etkinlik oranını Charnes, Cooper ve Rhodes çoklu çıktılardan çoklu girdilere oranlanmasıyla genişletmişlerdir. Böylece her bir karar verme birimi için birer sanal girdi ve çıktı belirlenip bu sanal girdi ve çıktılar ile karar verme birimlerinin etkinlik değeri belirlenmektedir (Erpolat 2011:72).

Girdiye yönelik CCR modeli, çıktı seviyesini değiştirmeden en az girdi bileşiminin ne kadar olmasını araştıran bir modeldir. Bu modelde girdileri çıktılara dönüştüren n tane karar verme birimi olsun ve her bir karar verme birimi için m tane girdi kullanarak s tane çıktı ürettiği varsayalım. Buna göre herhangi bir j (j=1,2, 3, ..., n) karar biriminin etkinliği belirlenecektir. Bunun için öncelikle her bir karar biriminin sanal girdi ve çıktılar ile ağırlık değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır (Keçek 2010:66):

$$\text{Sanal girdi} = v_1 x_{1o} + \dots + v_m x_{mo}$$

$$\text{Sanal çıktı} = u_1 x_{1s} + \dots + u_s x_{so}$$

Burada;

$v_i$  : i. girdinin ağırlığı,

$u_r$  : r. çıktının ağırlığı,

Buna göre etkinlik ölçüsü; Sanal çıktı / Sanal girdi olarak ifade edilebilir. Değerlendirilecek karar verme birimini o indisi ile, diğerlerini ise j indisi ile gösterilsin (Örkcü ve Doğan, 2015:29). Bu durumda o. karar biriminin etkinliği  $h_o$  ise amaç, bu değerin maksimizasyonu olmalıdır. Bu durumda amaç fonksiyonu



girdiye yönelik olarak aşağıdaki formülle gösterilebilir (Yavuz ve İşçi 2013:161; Liang vd. 2006:405).

$$\text{Max } h_o = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}$$

Kısıtlar:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 ; \quad j=1,2, \dots, n$$

$$u_r \geq 0 \quad ; \quad r=1,2, \dots, s$$

$$v_i \geq 0 \quad ; \quad i=1,2, \dots, m$$

Modelde bulunan notasyonların açıklaması ise;

$u_r$  : o karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık,

$v_i$  : o karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık,

$y_{ro}$  : o karar birimi tarafından üretilen r. çıktı,

$x_{io}$  : o karar birimi tarafından kullanılan i. girdi,

$y_{rj}$  : j. KVB tarafından üretilen r. çıktı,

$x_{ij}$  : j. KVB tarafından kullanılan i. girdi,

şeklinde dir. Veri zarflama analizinde n tane karar verme birimi varsa n tane model oluşturulur ve her bir karar verme biriminin görece etkinliğinin ölçülebilmesi için n tane optimizasyon modelinin çözülmesi gerekir. Modellerin amaç fonksiyonu, o karar verme birimi için toplam ağırlıklandırılmış çıktılar (sanal çıktılar), toplam ağırlıklandırılmış girdilere (sanal girdilere) oranının maksimizasyonudur. Modeldeki kısıtlar, her bir KVB için sanal çıktının sanal girdiye oranının 1'i geçmemesi gerektiğini ve en iyi amaç fonksiyonu değerinin en fazla 1 olacağını gösterir (Özden 2008:171).

Yukarıdaki model kesirli programlama modeli olup hesaplama bakımından zorluklar içerir. Bu nedenle, kesirli programlama modeli daha uygun bir yapı olan doğrusal programlama modeline dönüştürülmüş ve aşağıdaki gibi gösterilmiştir (Örkcü ve Doğan 2015:29).

$$\text{Max } w_o = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad ; \quad j=1,2, \dots, n$$

$$u_r \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad r=1,2, \dots, s$$

$$v_i \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad i=1,2, \dots, m$$

$\varepsilon$  : Pozitif çok küçük bir değer ( $\varepsilon \leq 10^{-6}$ ),

Bu model girdi yönelimli primal CCR modeli olup, ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında, görece toplam etkinliği ölçmekte ve kesirli modelle aynı en iyi çözümü vermektedir (Özden 2008:171).

Tüm doğrusal programlama modellerinde olduğu gibi veri zarflama analizi modelleri de primal ve dual olmak üzere iki farklı şekilde ifade edilebilir. Veri zarflama analizinde dual model, primal modele göre en iyi çözüme ulaşmak için hem daha az matematiksel işlem gerektirdiğinden, hem de sonuçları etkin olmayan birimlerin etkin hale getirilebilmesi için ne yapılması konusunda yol gösterici olmak gibi önemli yönetsel bilgiler sağladığından daha çok kullanılmaktadır (Erpolat 2011:74). Primal ve dual modellerin optimal çözüm değerleri birbirine eşittir. VZA'da o. KVB için girdiye yönelik dual model aşağıdaki gibi yazılabilir (Dinçer 2011:76).

Amaç fonksiyonu:

$$E_o = \min \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{io} \quad ; \quad i=1,2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \theta y_{ro} \quad ; \quad r=1,2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad ; \quad j=1,2, \dots, n \quad i=1,2, \dots, m \quad r=1,2, \dots, s$$

Burada,

$\theta$  : KVB<sub>0</sub>'nun girdilerinin radyal olarak ne kadar azaltılabileceğini belirleyen büzülme katsayısı

$\lambda_j$  : Girdiye yönelik modeller için j. KVB'nin aldığı yoğunluk değeri (o. KVB'nin referans kümesinin alacağı değer)

$s_i^-$  : KVB<sub>0</sub>'nun i. girdisine ait aylak(atıl) girdi değeri

$s_r^+$  : KVB<sub>0</sub>'nun r. çıktısına ait aylak(atıl) çıktı değeri

Veri zarflama analizinde KVB<sub>0</sub>'nun girdiye yönelik CCR etkinliği, primal modelde  $\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$  amaç fonksiyonu değeri 1'e eşitse KVB<sub>0</sub> etkindir, diğer durumlarda KVB<sub>0</sub> etkin değildir. Dual modelde;  $\theta = 1$  ve  $s_i^-, s_r^+ = 0$  için KVB<sub>0</sub> etkindir. Diğer durumlar için etkin değildir ve  $0 < \theta < 1$ 'dir (Dinçer 2011:77).

$\theta < 1$  olduğunda etkin olmayan karar verme birimi, KVB<sub>0</sub> ve referans kümesi R<sub>0</sub> olsun. Böyle bir KVB<sub>0</sub>'nun etkin olabilmesi için R<sub>0</sub> kümesinde bulunan karar verme birimlerin girdi ve çıktı miktarlarının doğrusal kombinasyonları yardımıyla kuramsal bir karar verme birimi tanımlanır. Bu kuramsal karar verme biriminin girdi ve çıktıları, aylak değişkenler yardımıyla;

$$x_{io}^* = \theta x_{io} - s_i^- \quad ; \quad i= 1,2, \dots, m$$

$$y_{ro}^* = y_{ro} + s_r^+ \quad ; \quad r= 1,2, \dots, s$$

elde edilir. R<sub>0</sub>'da bulunan etkin karar verme birimleri, etkin olmayan KVB<sub>0</sub> için örnek teşkil etmektedir. Daha açık bir ifadeyle etkin olmayan KVB<sub>0</sub>'nun referans kümesindeki gibi karar verme birimleri gibi etkin hale gelebilmesi için kuramsal KVB'nin girdi ve çıktı düzeylerini hedeflemesi gerekir. Hedeflenen bu girdi ve çıktı düzeylerine ulaşmak için etkin olmayan KVB<sub>0</sub>'nun her bir girdisini  $([1-\theta]x_{io} + s_i^-)$  kadar azaltmak ve her bir çıktısını  $(s_r^+)$  kadar arttırmak şartı ile etkin hale gelebilir (Özden 2008:172-173; Dinçer 2011:77-78).

Burada etkin olmayan karar verme birimleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin yapılacak potansiyel iyileştirmeler aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Babacan, Kartal ve Bircan 2007:103).

$$P.İ (\%) = \frac{Hedef - Gerçekleşen}{Gerçekleşen} * 100$$

P.İ oranı, etkin olmayan KVB'nin etkin olabilmesi için yapılması gereken iyileştirmenin nasıl ve ne oranda olması gerektiğini ifade eden bir orandır. Bu

oranın sonucu negatif, pozitif ve sıfır olabilir (Erpolat, 2011:77). Buna göre, etkin olmayan bir KVB'nin etkin duruma gelebilmesi için, P.İ yüzdesi negatif çıkan değişken değeri P.İ oranında azaltılmalı, pozitif çıkan değişken değeri P.İ oranında arttırılmalıdır. Eğer P.İ değeri sıfır ise herhangi bir iyileştirme yapmaya gerek yoktur (Özden 2008:173).

### 3.2. BCC (Banker-Charnes-Cooper) Modeli

1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen bu model ölçüğe göre değişken getiri varsayımı altında karar verme birimlerinin etkinliğini ölçmektedir. Banker, Farrell'in tanımladığı ve CCR modeliyle bulunan teknik etkinliğin, ölçek etkinliğiyle karıştığı belirlenmiş, teknik etkinliğin saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği olarak ayrılması gerektiğini göstermiştir (Örkcü ve Doğan 2015:29). Saf teknik etkinlik skorunun elde edildiği BCC modelinin CCR modelinde olduğu gibi hem girdi hem de çıktı odaklı modelleri bulunmaktadır. Çalışmada girdi odaklı BCC modeli kullanıldığından dolayı bu modelin amacı, girdileri minimize etmektir. Girdi odaklı CCR modeline konvekslik kısıtının eklenmesiyle girdi odaklı BCC modeli elde edilmektedir. Girdiye yönelik BCC modeline ait kesirli, doğrusal ve dual (zarflama) modeller Tablo 1'de verilmiştir (Budak 2011:100).

**Tablo 1: Girdi Odaklı BCC Modelleri**

Girdi Odaklı BCC Kesirli Model	Girdi Odaklı BCC Doğrusal Model	Girdi Odaklı BCC Dual Model
$E_o = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}$ $\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_o}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$ $u_r \geq \varepsilon \quad \varepsilon \geq 0$ $u_o: \text{serbest}$	$E_o = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o$ $\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_o \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$ $u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon$ $u_o: \text{serbest}$	$E_o = \text{min} \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$ $\sum_{j=1}^n x_j \lambda_j - \theta x_o + s_i^- = 0$ $\sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - y_{ro} - s_r^+ = 0$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ $\lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0$

Girdi odaklı CCR ile BCC modelleri arasındaki fark,  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  dışbükeylik kısıtı ve modelde bulunan serbest işaretli değişken olarak tanımlanan  $u_o$ 'dan kaynaklanmaktadır. Konvekslik kısıtı ve serbest işaretli değişken ile etkin üretim sınırı doğrusal yapıdan konveks yapıya dönüşmektedir. Girdi odaklı BCC modelinde;  $u_o$  değişkeninin negatif değer alması o. karar verme biriminin ölçüğe göre artan,

pozitif değer alması ölçeğe göre azalan ve sıfır değeri alması ise ölçeğe göre sabit getirili olduğunu göstermektedir (Dinçer 2011:83).

Girdi odaklı BCC doğrusal modelin çözümünde;  $E_0=1$  ise  $KVB_0$  etkindir. Aksi taktirde  $KVB_0$  etkin değildir. Dual modelin çözümünde;  $\theta=1$  ve  $s_i^-, s_r^+=0$  ise  $KVB_0$  etkindir. Diğer şartlarda  $KVB_0$  etkin değildir. Etkin olmayan  $KVB_0$ 'nun etkin olabilmesi için girdiye yönelik CCR modelindeki gibi dual model kısıtları kullanılır ve aynı sonuçlar elde edilir (Dinçer 2011:83).

#### 4. BIST 100'de İşlem Gören İmalat İşletmelerine VZA'nın Uygulanması

##### 4.1. Amaç, Yöntem ve Kullanılan Değişkenler

Çalışmada, Borsa İstanbul 100 endeksinde (2016 itibarıyla) işlem gören 39 imalat işletmesinin 2012, 2013 ve 2014 yıllarına ait etkinlik değerlerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda; 39 firmaya ait 3 yıllık verilerden hareketle, VZA yöntemiyle girdiye yönelik CCR ve BCC modelleri kullanılarak etkinlik analizi yapılmıştır. Analizler excel tabanında çalışan “**Frontier Analyst Professional**” paket programı yardımıyla yapılmıştır. Analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 2’de verilmiştir. Girdi değişkenlerinin seçiminde sektör özellikleri dikkate alınmış ve çıktı değişkenlerin belirlenmesinde ise işletmelerin temel amacı olan karlılık oranları göz önüne alınmıştır.

Tablo 2: Analizde Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

	Değişkenin Adı	Değişkenin Kısaltması	Değişkenin Açıklaması
Girdi Değişkenleri			
1	Cari Oran	G1	Dönen varlıklar, kısa vadeli yabancı kaynaklara bölünmüştür.
2	Alacak Devir Hızı	G2	Net satışlar, ortalama ticari alacaklara bölünmüştür.
3	Stok Devir Hızı	G3	Satışların maliyeti, ortalama stoklara bölünmüştür.
4	Finansal Kaldıraç Oranı	G4	Toplam borçlar, toplam aktiflere bölünmüştür
5	Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye	G5	Duran varlıklar, öz sermaye ile uzun vadeli yabancı kaynaklar toplamına bölünmüştür.
Çıktı Değişkenleri			
1	Net Kar Marjı	Ç1	Net kar, net satışlara bölünmüştür.
2	Özsermaye Kar Marjı	Ç2	Net kar, öz sermayeye bölünmüştür.
3	Aktif Kar Marjı	Ç3	Net kar, toplam aktiflere bölünmüştür.

İşletmelerin finansal tablolarından elde edilen değişkenlerden negatif değer alanlar için VZA'nın değişkenlere ilişkin pozitif olma varsayımından hareketle aşağıdaki normalleştirme formülü ile pozitif değerlere dönüştürülmüştür (Budak 2011:101, 102).

$$\frac{Y_{rj} - Y_{j\min}}{Y_{j\max} - Y_{j\min}}$$

Formüldeki;

$Y_{rj}$ : j. karar verme birimine ait r. çıktı değeri,

$Y_{j\min}$ : En küçük r değeri,

$Y_{j\max}$ : En büyük r değeri,

VZA'da karar verme birimlerine ait etkinlik skorlarının anlamlı ve güvenilir olması önem arz etmektedir. Bu bakımdan araştırmanın güvenilirliği açısından KVB sayısı ile değişken sayısı arasındaki ilişki önemli olmaktadır. Bu konuda literatürde farklı görüşler yer almaktadır. KVB sayısı N, girdi sayısı m ve çıktı sayısı s ile gösterilirse,

1.  $N \geq (m+s+1)$  (Bousofiane vd. 1991:3)
2.  $N \geq 2(m+s)$  (Akyüz vd. 2015:31)
3.  $N \geq 3(m+s)$  (Vassiloglu ve Giokas 1990:592)

şeklinde formülize edilebilir.

Analiz için belirlenen KVB'lerin sayısı ile değişkenler arasındaki ilişki bu üç görüş içinde sağlanmaktadır. Burada,  $N=39$ ,  $m=5$  ve  $s=3$  olmak üzere,  $39 > 3(5+3)$  ise  $39 > 24$  olup bu üç şartta sağlanmaktadır.

## 4.2. Bulgular

Çalışmada öncelikle değişkenler arasında korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Buna göre değişkenler arasında korelasyon değerleri çok yüksek olmadığı gözlenmiştir. Daha sonra işletmelere ait veriler yıl bazında (2012-2014) analiz edilmiştir. Analizle işletmelerin CCR, BCC ve ölçek etkinlik skorları belirlenmiş ve değerlendirilmeler yapılmıştır.

İşletmelerin 2012, 2013 ve 2014 yıllarına ait girdiye yönelik CCR modeline göre etkinlik skorları Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3: İşletmelerin CCR Girdi Yönelimli Etkinlik Skorları (%)**

<b>İşletmenin Borsa Kodu</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
ADEL	100,00	100,00	100,00
AEFES	100,00	100,00	<b>42,78</b>
AFYON	100,00	100,00	100,00
AKSA	100,00	<b>81,09</b>	100,00
ALKIM	<b>81,01</b>	<b>72,05</b>	<b>82,69</b>
ANACM	100,00	100,00	100,00
ARCLK	<b>85,01</b>	<b>92,37</b>	<b>98,09</b>
AYGAZ	100,00	100,00	100,00
BAGFS	<b>82,35</b>	100,00	100,00
BRISA	100,00	100,00	100,00
BRSAN	<b>88,12</b>	<b>73,36</b>	<b>91,79</b>
CCOLA	<b>66,86</b>	<b>73,85</b>	<b>69,42</b>
CIMSA	100,00	100,00	100,00
DEVA	100,00	100,00	100,00
EGEEN	100,00	100,00	100,00
EREGL	<b>78,77</b>	<b>72,15</b>	<b>97,05</b>
FROTO	100,00	100,00	100,00
GOLTS	<b>72,92</b>	<b>76,18</b>	100,00
GOODY	<b>78,95</b>	100,00	<b>76,35</b>
GUBRF	100,00	<b>96,15</b>	100,00
IZMDC	100,00	<b>7,19</b>	100,00
KARNS	<b>31,66</b>	<b>46,57</b>	<b>5,27</b>
KARTN	100,00	100,00	100,00
KONYA	100,00	<b>82,83</b>	100,00
KORDS	<b>74,77</b>	<b>73,77</b>	<b>86,24</b>
KRDMD	<b>97,82</b>	<b>74,54</b>	100,00
OTKAR	100,00	100,00	100,00
PARSN	100,00	<b>85,38</b>	100,00
PETKM	<b>87,65</b>	<b>96,12</b>	<b>63,08</b>
SODA	100,00	<b>69,31</b>	100,00
TATGD	<b>67,81</b>	<b>62,24</b>	100,00
TMSN	100,00	100,00	<b>97,76</b>
TOASO	91,55	100,00	100,00
TRKCM	100,00	<b>69,60</b>	100,00
TTRAK	100,00	100,00	<b>95,51</b>
TUPRS	100,00	100,00	100,00
ULKER	100,00	100,00	<b>66,54</b>
VESBE	<b>80,86</b>	<b>96,67</b>	<b>78,85</b>
VESTL	<b>60,27</b>	<b>40,07</b>	<b>86,29</b>
<b>ORTALAMA</b>	90,42	85,68	90,71



Tablo 3'te görüldüğü gibi 2012-2014 yıllarına ait CCR girdi yönelimli analiz sonucunda etkinlik skoru %100 olan işletmeler etkindir. Buna göre 2012 yılında 23 işletmenin etkin bulunduğu ve tüm işletmelerin 2012 yılına ait ortalama etkinlik skorunun %90,42 olduğu, 2013 yılında 19 işletmenin etkin bulunduğu ve tüm işletmelerin 2013 yılına ait ortalama etkinlik skorunun %85,68 olduğu, 2014 yılında 24 işletmenin etkin bulunduğu ve tüm işletmelerin 2014 yılına ait ortalama etkinlik skorunun %90,71 olduğu görülmektedir. Bu işletmelerin üç yıllık ortalama etkinlik skoru %88,94 olarak bulunmuştur. İşletmelerin ortalama etkinlik skorlarının 2012 ile 2014 yıllarında hemen hemen yatay seyir izlediği, 2013 yılında ise düştüğü görülmektedir. Dolayısıyla 2012 ve 2014 yılında etkin olan firma sayılarının birbirine yakın olduğu, 2013 yılında ise etkin olan firma sayısının azaldığı gözükmektedir.

Ayrıca Tablo 3'teki sonuçlara bakıldığında, her üç yılda da etkin olan firmaların ADEL, AFYON, ANACM, AYGAZ, BRISA, CIMSA, DEVA, EGEEN, FROTO, KARTN, OTKAR, TUPRAS olduğu, bunun yan sıra ALKIM, ARCLK, BRSAN, CCOLA, EREGLI, KARSN, KORDS, PETKM, VESBE ve VESTL firmalarının ise tüm yıllar boyunca etkin olmadığı görülmektedir.

İşletmelerin 2012, 2013 ve 2014 yıllarına ait girdiye yönelik BCC modeline göre etkinlik skorları Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4: İşletmelerin BCC Girdi Yönelimli Etkinlik Skorları (%)**

İşletmenin Borsa Kodu	2012	2013	2014
ADEL	100,00	100,00	100,00
AEFES	100,00	100,00	<b>80,03</b>
AFYON	100,00	100,00	100,00
AKSA	100,00	100,00	100,00
ALKIM	<b>93,53</b>	100,00	100,00
ANACM	100,00	100,00	100,00
ARCLK	100,00	100,00	100,00
AYGAZ	100,00	100,00	100,00
BAGFS	<b>96,91</b>	100,00	100,00
BRISA	100,00	100,00	100,00
BRSAN	100,00	100,00	100,00
CCOLA	<b>73,54</b>	<b>95,01</b>	<b>86,71</b>
CIMSA	100,00	100,00	100,00
DEVA	100,00	100,00	100,00
EGEEN	100,00	100,00	100,00
EREGL	100,00	<b>95,45</b>	<b>98,51</b>
FROTO	100,00	100,00	100,00

GOLTS	92,76	95,50	100,00
GOODY	100,00	100,00	100,00
GUBRF	100,00	100,00	100,00
IZMDC	100,00	100,00	100,00
KARNS	100,00	84,49	100,00
KARTN	100,00	100,00	100,00
KONYA	100,00	100,00	100,00
KORDS	100,00	100,00	99,98
KRDMD	100,00	100,00	100,00
OTKAR	100,00	100,00	100,00
PARSN	100,00	100,00	100,00
PETKM	100,00	100,00	100,00
SODA	100,00	93,80	100,00
TATGD	100,00	100,00	100,00
TMSN	100,00	100,00	100,00
TOASO	99,16	100,00	100,00
TRKCM	100,00	100,00	100,00
TTRAK	100,00	100,00	99,23
TUPRS	100,00	100,00	100,00
ULKER	100,00	100,00	100,00
VESBE	100,00	100,00	100,00
VESTL	100,00	100,00	100,00
<b>ORTALAMA</b>	98,87	99,08	99,09

Tablo 4'te görüldüğü gibi 2012-2014 yıllarına ait BCC girdi yönelimli analiz sonucunda etkinlik skoru %100 olan işletmeler etkindir. Buna göre 2012, 2013 ve 2014 yıllarında 34 işletmenin etkin bulunduğu ve yıllara göre sırasıyla ortalama etkinlik skorlarının %98,87, %99,08 ve %99,09 olduğu görülmektedir. Buna göre tüm işletmelerin bu üç yıl için ortalama etkinlik skoru %99,01 olarak bulunmuştur. İşletmelerin ortalama etkinlik skorlarının her üç yılda da hemen hemen yatay seyir izlediği gözükmektedir.

Ayrıca Tablo 4'teki sonuçlara bakıldığında, her üç yılda da etkin olmayan tek işletmenin CCOLA olduğu, AEFES, ALKIM, BAGFS, EREGL, GOLTS, KARNS, KORDS, SODA, TOASO ve TTRAK'ın ise en az bir yıl etkin olduğu görülmektedir.

Genel olarak Tablo 3 ve Tablo 4 incelendiğinde; CCR modeliyle elde edilen etkinlik skorlarının, BCC modeliyle elde edilen etkinlik skorlarından daha düşük olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle; BCC modeliyle elde edilen etkinlik skor-

ları, CCR modeliyle elde edilen etkinlik skorlarından daha yüksektir. Buna göre, BCC modelinin CCR modeline göre daha esnek yapıda olduğunu söyleyebiliriz.

İşletmelerin 2012, 2013 ve 2014 yıllarına ait ölçek etkinlik skorları Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5: İşletmelerin CCR/BCC Girdi Yönelimli Ölçek Etkinlik Skorları (%)**

İşletmenin Borsa Kodu	2012	2013	2014
ADEL	100,00	100,00	100,00
AEFES	100,00	100,00	<b>53,45</b>
AFYON	100,00	100,00	100,00
AKSA	100,00	<b>81,09</b>	100,00
ALKIM	<b>86,61</b>	<b>72,05</b>	<b>82,69</b>
ANACM	100,00	100,00	100,00
ARCLK	<b>85,01</b>	<b>92,37</b>	<b>98,09</b>
AYGAZ	100,00	100,00	100,00
BAGFS	<b>84,98</b>	100,00	100,00
BRISA	100,00	100,00	100,00
BRSAN	<b>88,12</b>	<b>73,36</b>	<b>91,79</b>
CCOLA	<b>90,92</b>	<b>77,73</b>	<b>80,06</b>
CIMSA	100,00	100,00	100,00
DEVA	100,00	100,00	100,00
EGEEN	100,00	100,00	100,00
EREGL	<b>78,77</b>	<b>75,59</b>	<b>98,52</b>
FROTO	100,00	100,00	100,00
GOLTS	<b>78,61</b>	<b>79,77</b>	100,00
GOODY	<b>78,95</b>	100,00	<b>76,35</b>
GUBRF	100,00	<b>96,15</b>	100,00
IZMDC	100,00	<b>7,19</b>	100,00
KARSN	<b>31,66</b>	<b>55,12</b>	<b>5,27</b>
KARTN	100,00	100,00	100,00
KONYA	100,00	<b>82,83</b>	100,00
KORDS	<b>74,77</b>	<b>73,77</b>	<b>86,26</b>
KRDMD	<b>97,82</b>	<b>74,54</b>	100,00
OTKAR	100,00	100,00	100,00
PARSN	100,00	<b>85,38</b>	100,00
PETKM	<b>87,65</b>	<b>96,12</b>	<b>63,08</b>
SODA	100,00	<b>73,89</b>	100,00
TATGD	<b>67,81</b>	<b>62,24</b>	100,00

TMSN	100,00	100,00	<b>97,76</b>
TOASO	<b>92,33</b>	100,00	100,00
TRKCM	100,00	<b>69,60</b>	100,00
TTRAK	100,00	100,00	<b>96,25</b>
TUPRS	100,00	100,00	100,00
ULKER	100,00	100,00	<b>66,54</b>
VESBE	<b>80,86</b>	<b>96,67</b>	<b>78,85</b>
VESTL	<b>60,27</b>	<b>40,07</b>	<b>86,29</b>
<b>ORTALAMA</b>	91,41	86,30	91,31

Ölçek etkinlik skoru, girdi yönelimli CCR etkinlik skorunun BCC etkinlik skoruna oranlanmasıyla bulunmaktadır. Bundan dolayı her iki etkinliğe dayanan bir fonksiyon olmaktadır. Ölçek etkinliğini aşağıdaki gibi gösterebiliriz.

$$\text{Ölçek Etkinliği } i = \frac{\text{CCR Etkinlik Skoru}}{\text{BCC Etkinlik Skoru}}$$

Ölçek etkinliği veya etkinsizliği, operasyonel problemlerin yanı sıra dışsal etkenler nedeniyle işletmelerin tercih ettikleri ölçek büyüklüğünden kaynaklanmaktadır. Bu etkinliğin elde edilmesi ile toplam etkinsizliğin ne kadarının teknik etkinsizlikten ne kadarının ölçek etkinsizlikten (1-Görece ölçek etkinliği) kaynaklandığı kolayca tespit edilebilir (Erpolat 2011:167; Özden 2008:180). 2012-2014 yıllarına ait girdi yönelimli olarak hesaplanan ölçek etkinlik değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5'e göre analize tabi tutulan 39 işletmeden 2012 yılı için 23'ünün etkin geriye kalan 16'sının etkin olmadığı, 2013 yılı için 19'unun etkin geriye kalan 20'sinin etkin olmadığı, 2014 yılı için 24'ünün etkin geriye kalan 15'nin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. 2012-2014 dönemi boyunca her üç yılda da etkin olan 12 işletmenin ADEL, AFYON, ANACM, AYGAZ, BRISA, CIMSA, DEVA, EGE-EN, FROTO, KARTN, OTKAR, TUPRS ve etkin olmayan 8 işletmenin ALKIM, ARCLK, BRSAN, CCOLA, EREGL, KARSN, KORDS, PETKM, VESBE ve VESTL olduğu görülmektedir. Yıllar itibariyle en yüksek ölçek etkinlik ortalamasına 2012 yılında ulaştığı, 2013 yılında düşüş gösterdiği ve 2014 yılında ise tekrar yükseldiği gözükmektedir.

Uygulamada 2012-2014 döneminden 2014 yılı için girdi yönelimli CCR ve BCC modelleri sonucunda etkin olmayan işletmelerin etkin hale gelebilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken potansiyel iyileştirmeler ve belirlenen referans kümeleri sırasıyla Tablo 6 ve Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 6: Girdi Yönelimli CCR Modeli Sonucu Etkin Olmayan İşletmelerin 2014 Yılı İçin Potansiyel İyileştirme Oranları ve Referans Kümeleri**

İşletmeler	Değişkenler	Gerçekleşen	Hedeflenen	Potansiyel İyileştirme (%)	Referans Kümesi	
AEFES	Girdiler	G1	1,78	0,76	-57,22	CIMSA, KARTN, KRDMD, TATGD
		G2	10,23	2,43	-76,28	
		G3	5,47	2,34	-57,22	
		G4	0,41	0,18	-57,22	
		G5	1,17	0,39	-67,04	
	Çıktılar	Ç1	0,2	0,2	0	
		Ç2	0,27	0,27	0	
		Ç3	0,06	0,11	75,59	
ALKIM	Girdiler	G1	2,88	2,38	-17,31	CIMSA, EGEEN, KARTN, SODA, TATGD
		G2	4,51	3,73	-17,31	
		G3	4,9	3,8	-22,48	
		G4	0,21	0,17	-17,31	
		G5	0,66	0,41	-37,21	
	Çıktılar	Ç1	0,33	0,33	0	
		Ç2	0,45	0,47	3,37	
		Ç3	0,17	0,23	34,9	
ARCLK	Girdiler	G1	1,91	1,87	-2,07	BRISA, DEVA, EGEEN, TATGD
		G2	2,9	2,84	-1,91	
		G3	4,15	2,66	-35,97	
		G4	0,65	0,42	-35,2	
		G5	0,5	0,49	-1,91	
	Çıktılar	Ç1	0,3	0,3	0	
		Ç2	0,48	0,48	0	
		Ç3	0,14	0,18	31,18	
BRSAN	Girdiler	G1	1,02	0,94	-8,21	IZMDC, KARTN, KRDMD, OTKAR
		G2	7,77	5,17	-33,51	
		G3	3,45	3,17	-8,21	
		G4	0,63	0,4	-36,89	
		G5	0,99	0,76	-23,38	
	Çıktılar	Ç1	0,27	0,27	0	
		Ç2	0,37	0,38	1,91	
		Ç3	0,1	0,12	17,43	
CCOLA	Girdiler	G1	1,56	1,08	-30,58	CIMSA, KRDMD, TATGD, TUPRS
		G2	14,86	7,92	-46,69	
		G3	7,34	4,36	-40,56	
		G4	0,53	0,37	-30,58	
		G5	0,92	0,64	-30,58	
	Çıktılar	Ç1	0,3	0,3	0	
		Ç2	0,44	0,44	0	
		Ç3	0,13	0,16	20,64	

EREGL	Girdiler	G1	2,37	2,24	-5,63	ADEL, DEVA, EGEEN, PARSN, TATGD
		G2	6,63	6,43	-2,95	
		G3	2,72	2,64	-2,95	
		G4	0,35	0,34	-2,95	
		G5	0,68	0,65	-4,57	
	Çıktılar	Ç1	0,39	0,39	0	
		Ç2	0,5	0,52	3,2	
		Ç3	0,19	0,21	9,71	
GOODY	Girdiler	G1	2,38	1,82	-23,65	AFYON, EGEEN, KARTN, TATGD
		G2	6,1	3,4	-44,24	
		G3	6,16	3,16	-48,75	
		G4	0,32	0,21	-32,94	
		G5	0,46	0,35	-23,65	
	Çıktılar	Ç1	0,29	0,29	0	
		Ç2	0,45	0,45	0	
		Ç3	0,17	0,21	20,98	
KARSN	Girdiler	G1	1,62	0,09	-94,73	EGEEN, TATGD
		G2	2,29	0,12	-94,73	
		G3	3,48	0,11	-96,86	
		G4	0,79	0,01	-98,7	
		G5	0,84	0,01	-98,82	
	Çıktılar	Ç1	0,01	0,0125	25,21	
		Ç2	0,01	0,02	113,24	
		Ç3	0,01	0,01	0	
KORDS	Girdiler	G1	1,32	1,14	-13,76	ADEL, GUBRE, KARTN, KRDMD, TATGD
		G2	5,85	4,94	-15,59	
		G3	3,29	2,84	-13,76	
		G4	0,45	0,34	-24,32	
		G5	0,98	0,68	-30,4	
	Çıktılar	Ç1	0,3	0,3	0	
		Ç2	0,43	0,43	0	
		Ç3	0,13	0,15	13,85	
PETKM	Girdiler	G1	1,56	0,98	-36,92	KARTN, KRDMD, TATGD, TOASO
		G2	6,5	4,1	-36,92	
		G3	9,03	3,41	-62,21	
		G4	0,42	0,26	-36,94	
		G5	0,78	0,49	-36,92	
	Çıktılar	Ç1	0,25	0,25	0	
		Ç2	0,34	0,37	8,93	
		Ç3	0,09	0,14	51,86	
TMSN	Girdiler	G1	2,45	2,4	-2,24	EGEEN, KARTN, TATGD
		G2	6,6	4,23	-35,91	
		G3	4,06	3,1	-23,52	
		G4	0,28	0,15	-45,29	
		G5	0,46	0,45	-2,24	
	Çıktılar	Ç1	0,3	0,31	4,85	
		Ç2	0,44	0,44	0	
		Ç3	0,16	0,22	36,78	

TTRAK	Girdiler	G1	1,79	1,71	-4,48	OTKAR, TATGD
		G2	6,61	3,9	-41,05	
		G3	5,26	3,51	-33,26	
		G4	0,63	0,51	-18,56	
		G5	0,51	0,49	-4,48	
	Çıktılar	Ç1	0,35	0,39	10,65	
		Ç2	0,71	0,71	0	
		Ç3	0,23	0,27	18,47	
ULKER	Girdiler	G1	3,1	2,06	-33,46	EGEEN, GOLTS, TATGD
		G2	4,62	3,07	-33,46	
		G3	11,12	2,91	-73,84	
		G4	0,61	0,29	-52,21	
		G5	0,47	0,31	-33,46	
	Çıktılar	Ç1	0,32	0,32	0	
		Ç2	0,53	0,53	0,34	
		Ç3	0,16	0,24	47,9	
VESBE	Girdiler	G1	1,76	1,39	-21,15	CIMSAA, OTKAR, TATGD
		G2	3,9	3,07	-21,15	
		G3	7,35	2,96	-59,72	
		G4	0,57	0,34	-40,48	
		G5	0,45	0,35	-22,31	
	Çıktılar	Ç1	0,31	0,31	0	
		Ç2	0,54	0,54	0	
		Ç3	0,17	0,22	29,65	
VESTL	Girdiler	G1	1,06	0,91	-13,71	KARTN, OTKAR
		G2	4,36	3,76	-13,71	
		G3	4,14	2,84	-31,32	
		G4	0,81	0,49	-39,95	
		G5	0,91	0,75	-17,65	
	Çıktılar	Ç1	0,26	0,26	0	
		Ç2	0,41	0,45	10,37	
		Ç3	0,1	0,12	20,72	

Tablo 6'da görüldüğü gibi, girdi yönelimli CCR modeline göre 2014 yılında etkin olmayan işletmelerin etkin hale gelebilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinin potansiyel iyileştirme yüzdeleri ve referans almaları gereken işletmeler belirtilmiştir. Burada etkin olmayan işletmeler için girdi ve çıktı değişkenlerinin potansiyel iyileştirme değerleri ile ilgili açıklamalar birbirine benzediğinden dolayı; sadece, en düşük etkinlik değerine sahip olan KARSN (%5,27) firmasının etkinsizliğine neden olan değişkenlerin, potansiyel iyileştirme değerleri açıklanacaktır.

KARSN işletmesinin referans kümesindeki işletmelere göre toplam etkinsizliği; Cari Oran, Alacak Devir Hızı, Stok Devir Hızı, Finansal Kaldıraç Oranı, Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye oranı girdi değişkenlerinin fazlalığı ile Net Kar Marjı ve Özsermaye Kar Marjının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre KARSN firması Cari Oran ve Alacak Devir Hızını %94,73; Stok Devir Hızını %96,86; Finansal Kaldıraç Oranını %98,70; Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye oranını %98,82 azaltır-



sa ve Net Kar Marjı'nı %25,21; Özsermaye Kar Marjını da %113,24 artırır, aynen referans kümesindeki EGEEN, TATGD işletmeleri gibi etkin hale gelecektir.

**Tablo 7: Girdi Yönelimli BCC Modeli Sonucu Etkin Olmayan İşletmelerin 2014 Yılı İçin Potansiyel İyileştirme Oranları ve Referans Kümeleri**

İşletmeler	Değişkenler	Gerçekleşen	Hedeflenen	Potansiyel İyileştirme (%)	Referans Kümesi	
AEFES	Girdiler	G1	1,78	1,42	-19,97	BRSAN, KARSN, KARTN, PARSN
		G2	10,23	5,92	-42,12	
		G3	5,47	3,89	-28,88	
		G4	0,41	0,33	-19,97	
		G5	1,17	0,94	-19,97	
	Çıktılar	Ç1	0,2	0,3	52,31	
		Ç2	0,27	0,35	29,7	
Ç3		0,06	0,13	108,34		
CCOLA	Girdiler	G1	1,56	1,35	-13,29	ADEL, AKSA, BRSAN, KARTN
		G2	14,86	6,49	-56,34	
		G3	7,34	5,08	-30,75	
		G4	0,53	0,46	-13,29	
		G5	0,92	0,8	-13,29	
	Çıktılar	Ç1	0,3	0,33	10,41	
		Ç2	0,44	0,46	5,09	
Ç3		0,13	0,16	20,51		
EREGL	Girdiler	G1	2,37	2,24	-5,49	ADEL, DEVA, EGEEN, KARTN, KONYA, PARSN
		G2	6,63	6,53	-1,49	
		G3	2,72	2,68	-1,49	
		G4	0,35	0,34	-1,49	
		G5	0,68	0,67	-1,49	
	Çıktılar	Ç1	0,39	0,39	0,22	
		Ç2	0,5	0,51	2,45	
Ç3		0,19	0,21	8,06		
KORDS	Girdiler	G1	1,32	1,32	-0,02	ADEL, BRSAN, DEVA, GUBRF, KARTN, OTKAR
		G2	5,85	5,85	-0,02	
		G3	3,29	3,29	-0,02	
		G4	0,45	0,43	-4,6	
		G5	0,98	0,91	-7,55	
	Çıktılar	Ç1	0,3	0,32	5,87	
		Ç2	0,43	0,43	0	
Ç3		0,13	0,13	3,28		
TTRAK	Girdiler	G1	1,79	1,78	-0,77	OTKAR, TATGD, VESBE
		G2	6,61	4,05	-38,78	
		G3	5,26	4,25	-19,17	
		G4	0,63	0,55	-13,37	
		G5	0,51	0,51	-0,77	
	Çıktılar	Ç1	0,35	0,39	11,2	
		Ç2	0,71	0,71	0	
Ç3		0,23	0,27	15,38		

Tablo 7’de görüldüğü gibi, girdi yönelimli BCC modeline göre 2014 yılında etkin olmayan işletmelerin etkin hale gelebilmeleri için potansiyel iyileştirme yüzdeleri ve referans kümeleri verilmiştir. Tablo 4’te görüldüğü gibi, en düşük etkinlik değerine sahip olan AEFES (%80,03) etkisizliğine sebep olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme değerleri açıklanacaktır.

AEFES işletmesinin referans kümesindeki işletmelere göre toplam etkinsizliği; Cari Oran, Alacak Devir Hızı, Stok Devir Hızı, Finansal Kaldıraç Oranı, Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye oranı girdi değişkenlerinin fazlalığı ile Net Kar Marjı, Özsermaye Kar Marjı, Aktif Kar Marjının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre; AEFES firması Cari Oranı %19,97; Alacak Devir Hızını %42,12; Stok Devir Hızını %28,88; Finansal Kaldıraç Oranı ve Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye oranını %19,97 azaltırsa ve Net Kar Marjı’nı %52,31; Özsermaye Kar Marjını %29,70; Aktif Kar Marjını da %108,34 artırır, aynen referans kümesindeki BRSAN, KARSN, KARTN, PARSN işletmeleri gibi etkin hale gelecektir. Diğer etkin olmayan işletmeler için de hesaplamalar aynı şekilde yapılabilir.

## 5. Sonuç

Günümüzde yoğun rekabet ortamı içinde gerek ulusal ve gerekse uluslararası düzeyde faaliyet gösteren işletmelerin hayatlarını sürdürmeleri ve başarılı olabilmeleri için etkinlik ölçümü büyük önem taşımaktadır. İşletmelerin etkinliklerinin ölçülmesinde kullanılan yöntemlerden biri de Veri Zarflama Analizi ’dir. VZA, birden çok girdi ve çıktı değişkenini bir arada kullanabilmesi ve herhangi bir analitik forma ihtiyaç duymadan işlem yapılabilmesi bakımından tercih edilen bir yöntem olmaktadır.

Bu çalışmada VZA yöntemi, BIST 100’de işlem gören imalat işletmelerinin etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu amaçla 2012-2014 yılları arasında 39 işletmenin cari oran, alacak devir hızı, stok devir hızı, finansal kaldıraç oranı ve duran varlıklar/ devamlı sermaye oranından oluşan girdileri net kâr marjı, özsermaye kâr marjı ve aktif kâr marjından oluşan çıktılara dayalı olarak girdi yönlü CCR ve BCC modelleri ile etkinlik değerleri hesaplanmış ve ölçek etkinliği bulunmuştur. Bu üç yıl için ortalama etkinlik değerleri tespit edilmiş ve gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca 2014 yılında etkin olmayan işletmelerin etkin hale gelebilmeleri için potansiyel iyileştirme oranları ve referans kümeleri belirlenmiş ve gerekli önerilerde bulunulmuştur.

Analizler sonucunda öncelikle, 2012, 2013 ve 2014 yıllarına ait girdi yönelimli CCR ve BCC modellerine göre etkinlik değerleri ve Tablo 4 ve Tablo 5’de verilmiştir. Bu tablolarda hangi işletmelerin kaynaklarını etkin kullandıkları, hangi işletmelerin kaynaklarını rakiplerine göre daha az etkin kullandıklarını tespit etmeye

imkân tanımaktadır. Burada etkinlik değeri %100 olan işletmelerin göreceli olarak etkin olduğunu ve kaynaklarını etkin kullandığı söylenebilir. Bu taktirde, etkin olan işletmelerin rakiplerine göre kaynaklarını daha iyi kullandıklarından rekabet etme noktasında güçlerini arttırdığı söylenebilir.

Girdi yönelimli CCR modeliyle yapılan analiz sonucunda 2012 yılında, 23 işletmenin etkin 16'sının etkin olmadığı; 2013 yılında, 19 işletmenin etkin 20'sinin etkin olmadığı; 2014 yılında, 24 işletmenin etkin 15'inin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Bu işletmelerin üç yıllık ortalama etkinlik skoru %88,94 olarak bulunmuştur. Girdi yönelimli BCC modeliyle analiz tekrarlandığında her üç yılda da 34 işletmenin etkin 5'inin ise etkin olmadığı ve üç yıllık etkinlik ortalamasının %99,01 olduğu tespit edilmiştir.

Bunun yanı sıra işletmelerin girdi yönelimli ölçek etkinlik değerleri, CCR etkinlik değerlerinin BCC etkinlik değerlerine bölünmesiyle hesaplanmıştır. Buna göre analize tabi tutulan 39 imalat işletmesinden 2012 yılı için 23, 2013 yılı için 19 ve 2014 yılı için 24 işletmenin etkin olduğu tespit edilmiştir. 2012-2014 dönemi boyunca her üç yılda da etkin olan işletme sayısının 12 ve etkin olmayan işletme sayısının ise 8 olduğu saptanmıştır.

Çalışmada son olarak, 2014 yılı için girdi yönelimli CCR ve BCC modelleri sonucunda etkin olmayan işletmeler için referans kümeleri belirlenmiş ve bu işletmelerin etkin hale gelebilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken potansiyel iyileştirmeler hesaplanmıştır. Bu bağlamda CCR modeli sonucunda en düşük etkinlik değerine sahip olan KARSN (%5,27) firmasının referans kümesindeki işletmeler gibi etkin hale gelebilmesi için girdilerindeki fazlalıklar ve çıktılarındaki azalışlar tespit edilmiştir. Benzer şekilde BCC modeli sonucunda en düşük etkinlik değerine sahip olan AEFES (%80,03) firmasının referans kümesindeki işletmeler gibi etkin hale gelebilmesi için girdilerindeki fazlalıklar ve çıktılarındaki azalışlar tespit edilmiştir. KARSN ve AEFES firmalarının kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadığı söylenebilir. Genel olarak etkin olmayan işletmeler için yapılan hesaplamalar sonucunda, girdi değişkenlerinin fazla olduğu, çıktı değişkenlerinin ise az olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, analize tabi tutulan 39 işletmeden kaynaklarını etkin ve verimli kullanan işletmelerin göreceli olarak etkin olduğu ve kullanamayanların etkin olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Etkin olan işletmelerin sadece belirlenen girdi ve çıktı değişkenleri bakımından diğer işletmelere göre etkin olduğunu göstermektedir. Farklı girdi ve çıktı değişkenleri kullanıldığında işletmelerin etkinlik değerlerinin değişeceği unutulmamalıdır. Çalışma sonunda, etkin olmayan işletmelerin etkinliklerini arttırmaları bakımından etkin olan işletmeleri referans almaları gerekir.

## KAYNAKÇA

- AKYÜZ, Kadri Cemil, YILDIRIM, İbrahim ve BALABAN, Yasin (2015), “Kâğıt Sektöründe Yer Alan Firmaların Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Etkinliklerinin Ölçümü”, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 7(14), ss.23-38.
- ATA, H. Ali ve YAKUT, Emre (2009), “Finansal Performansa Dayalı Etkinlik Ölçümü: İmalat Sektörü Uygulaması”, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(2), ss.80-100.
- BABACAN, Âdem, KARTAL, Mahmut ve BİRCAN, Hüdaverdi, (2007), “Cumhuriyet Üniversitesi’nin Etkinliğinin Kamu Üniversiteleri ile Karşılaştırılması: Bir VZA Tekniği Uygulaması”, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 8, Sayı: 2, ss.97-114.
- BERGER, A.N., and HUMPREY, D.B. (1997), “Efficiency of Financial Intuitions: International Survey and Directions for future Research”, *European Journal of Operational Research*, 98 (2), pp.175-212.
- BOUSSOFIANE, Aziz, DYSON, Robert G. and THANASSOULIS, Emmanuel (1991), “Applied Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, 52(1), ss.1-15.
- BUDAK, Hüseyin (2011), “Veri Zarflama Analizi ve Türk Bankacılık Sektöründe Uygulaması”, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(3), ss.95-110.
- CHARNES, A., COOPER, W. W. and RHODES, E. (1978), “Measuring The Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, Vol: 2, pp. 429-444.
- ERPOLAT, Semra (2011), Veri Zarflama Analizi (Ağırlık Kısıtlamasız, Ağırlık Kısıtlı, Şans Kısıtlı, Bulanık) Türkiye’deki Özel Bütçeli İdarelerin Etkinlik Analizi, 1.Basım, Evrim Yayınevi ve Bilgisayar San.Tic. Ltd. Şti., İstanbul.
- FLOSOS, Christos, VOULGARIS, Zacharias and LEMONAKIS, Christos (2014), “Regional Firm Performance: The Case of Greece”, *Procedia Economics and Finance*, 14, pp.210-219.
- KARACABEY, Ali Argun (2001), Veri Zarflama Analizi, Tartışma Metinleri, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi, Ankara, No.33, ss. 1-4.
- KECEK, Gülnur (2010), Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama Örneği, Ankara: Siyasal Kitabevi.
- KORDROSTAMI, Sohrab and NOVEIRI, Monireh Jahani Sayyad (2015), “Data Envelopment Analysis with Integer-Valued Factors in a Fuzzy Environment”, *2015 4th Iranian Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems (CFIS)*, pp.1-3.
- LIANG, Gin-Shuh, LIU, Chin-Feng, LIN, Wen-Cheng and YEH, Chen-Huei (2006), “A Data Envelopment Analysis of Shipping Industry Bond Ratings”, *Tamkang Journal of Science and Engineering*, Vol: 9, No: 4, pp. 403-408.
- MAHADEVAN, R. (2002), “A DEA approach to understanding the productivity growth of Malaysia’s manufacturing industries”, *Asia Pacific Journal of Management*, 19(4), 587-600.

- MEMON, Mehran Ali and TAHİR, Izah Mohd (2011), “Relative Efficiency of Manufacturing Companies in Pakistan Using Data Envelopment Analysis”, *International Journal of Business and Commerce*, Vol: 1, No: 3, pp.10-27.
- ORÇUN, Çağatay, ÇİMEN, Ayşegül ve ŞAHİN, Ayşegül (2014), “Şirket Etkinlikleri: İMKB 100 İmalat Sanayi Şirketleri Uygulaması”, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 39, ss.21-33.
- OSAMWONYI, Ifuero Osad and IMAFIDON, Kennedy (2016), “The Technical Efficiency of Manufacturing Companies on the Nigerian Stock Exchange”, *Journal of Applied Finance & Banking*, Vol: 6, No: 1, pp.127-138.
- ÖRKÇÜ, H. Hasan ve DOĞAN, Mustafa İsa (2015), “Veri Zarflama Analizi Tabanlı Yeni Bir Hibrid İki Gruplu Sınıflandırma Modeli”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 19, Sayı: 3, ss.26-38.
- ÖZDEN, Ünal H. (2008), “Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, Cilt:37, Sayı: 2, ss.167-185.
- ÖZEK, Pelin (2015), “İmalat Firmalarının Etkinlik Analizi: 2005-2013 Dönemi”, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 10(1), ss. 100-120.
- RAMANATHAN, R. (2003), *An Introduction to Data Envelopment Analysis, A Tool for Performance Measurement*, New Delhi: Sage Publications.
- TARIM, Armağan (2001), *Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Göre Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı*, Ankara: Sayıştay Yayınları.
- TOSUNOĞLU, Büşra ve UYSAL, Mustafa (2012), “İSO 500’de Yer Alan İmalat Sektöründeki Yabancı Sermaye Payına Sahip Şirketlerin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 26, Sayı: 3-4, ss.333-344.
- ULUCAN, Aydın ve KARACABEY, Ali Argun (2002), “İMKB Hisse Senedi Piyasasının Teknik Etkinliğinin AB Aday ve Üye Ülkelerle Karşılaştırmalı Analizi”, *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 3, ss. 101-111.
- ULUCAN, Aydın, (2000), “İSO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri Ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları İle Değerlendirmeler”, *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, ss.186-202.
- VASSILOGLU, M. and GIOKAS, D. (1990), “A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: an Application of Data Envelopment Analysis”, *Journal of the Operational Research Society*, 41(7), ss.591-597.
- YALAMA, Abdullah ve SAYIM, Mustafa (2008), “Veri Zarflama Analizi İle İmalat Sektörünün Performans Değerlendirmesi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 23, Sayı:1, ss.89-107.
- YAVUZ, Selahaddin ve İŞÇİ, Öznur (2013), “Veri Zarflama Analizi İle Türkiye’de Gıda İmalatı Yapan Firmaların Etkinliklerinin Ölçülmesi”, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 36, ss.157-174.

YILMAZ, Mustafa K. ve ÇIRACI, Dilek D. (2004), “Hisse Senetleri İMKB’de İşlem Gören Çimento Şirketlerinin Likidite ve Karlılık Açısından Veri Zarflama Yöntemi İle Etkinlik Analizi”, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, Cilt: 6, Sayı: 3, ss.129-148.

YOLALAN, Reha (1993), İşletmelerarası Göreceli Etkinlik Ölçümü, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No: 483, Sayı: 28.