

T.C.  
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE  
BIST100'DE İŞLEM GÖREN İMALAT  
İŞLETMELERİNİN ETKİNLİKLERİNİN  
ÖLÇÜMÜ**

**Doktora Tezi**

**Feyzi YAŞAR**

**Danışman**

**Doç. Dr. Selahattin YAVUZ**

**Erzincan 2019**

## TEZ BİLDİRİMİ

"Veri Zarflama Analizi ile BIST100'de İşlem Gören İmalat İşletmelerinin Etkinliklerinin Ölçümü" isimli "Doktora" tezime tarafımda intihal programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim.



Feyzi YAŞAR

## TEZ KABUL TUTANAĞI

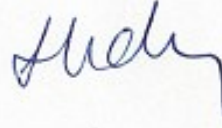
### SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Feyzi YAŞAR'a ait Veri Zarflama Analizi ile BIST100'de İşlem Gören İmalat İşletmelerinin Etkinliklerinin Ölçümü adlı çalışma, jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalının İşletme Bilim Dalında **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman / Jüri** : Doç. Dr. Selahattin YAVUZ



**Jüri** : Prof. Dr. Suat YILDIRIM



**Jüri** : Prof. Dr. Mahmut KARTAL



**Jüri** : Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN



**Jüri** : Dr. Öğr. Üyesi Zülcüf AYRANGÖL



# VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE BIST100'DE İŞLEM GÖREN İMALAT İŞLETMELERİNİN ETKİNLİKLERİNİN ÖLÇÜMÜ

**Feyzi YAŞAR**

**Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme  
Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ağustos 2019**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Selahattin YAVUZ**

## ÖZET

Günümüzde artan rekabet ortamı, işletmelerin mevcut kaynaklarını daha etkin şekilde kullanmayı gerektirmektedir. Özellikle üretim sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin, ulusal ve uluslararası piyasalarda rekabet edebilmeleri ve başarılı olabilmeleri için etkinlik ölçümleri yapmaları ya da yaptırmaları hayati önem taşımaktadır. Veri Zarflama Analizi (VZA), geniş uygulama alanı olan önemli bir etkinlik ölçüm tekniğidir. VZA, birden çok girdi ve çıktıya sahip karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini ölçmeye yarayan matematiksel programlamaya dayalı, parametresiz bir yöntemdir. VZA, etkin olmayan karar verme birimleri için etkin karar verme birimlerden oluşan referans kümesi sağlamakta ve etkin duruma gelebilmeleri için gerekli iyileştirme önerilerini de beraberinde sunmaktadır.

Bu çalışmada, veri zarflama analizi ile Borsa İstanbul BIST 100'de işlem gören imalat işletmelerinin etkinlikleri ölçülmüştür. 2010-2017 yıllarını kapsayan çalışma döneminde 37 işletmeye ait cari oran, aktif devir hızı, alacak devir hızı, stok devir hızı, finansal kaldıraç oranı, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranı girdi değişkenleri olarak; net kâr marjı, faaliyet kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık oranı da çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır. VZA'nın girdi odaklı modelleriyle imalat işletmelerinin toplam etkinlik (CCR-I),

teknik etkinlik (BCC-I), ölçek etkinlik, süper etkinlik ve Malmquist toplam faktör verimlilik endeks değerleri hesaplanmıştır.

Çalışma sonucunda her bir yıl için etkin ve etkin olmayan işletmeler elde edilmiş, etkin olmayan işletmelerin etkin hale gelebilmeleri için potansiyel iyileştirme oranları ve referans kümeleri belirlenmiş ve süper etkinlik modelleriyle de etkin işletmelerin sıralamaları yapılmış ve yıllar itibariyle en etkin işletmeler belirlenmiştir. Ayrıca, işletmelerin toplam faktör verimlilik değerleri elde edilmiş ve gerekli değerlendirmeler yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Veri Zarflama Analizi, Etkinlik, BIST100 İmalat İşletmeleri, Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi, CCR, BCC.

**MEASUREMENT OF THE EFFICIENCY OF MANUFACTURING  
COMPANIES AND DATA ENVELOPMENT ANALYSIS TRADED ON  
BIST100**

**Feyzi YAŞAR**

**Erzincan Binali Yıldırım University, Institute of Social Sciences,  
Department of Business Administration**

**Ph. D. Thesis, August 2019**

**Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Selahattin YAVUZ**

**ABSTRACT**

Nowadays, the increasing competition environment necessitates to use the existing resources of the enterprises more effectively. In particular, it is vital for enterprises operating in the manufacturing sector to make efficiency measurements in order to compete and succeed in national and international markets. Data Envelopment Analysis (DEA) is an important efficiency measurement technique with a wide range of applications. DEA is a parameterless method based on mathematical programming to measure the relative effectiveness of decision-making units with multiple inputs and outputs. DEA provides a reference set of effective decision-making units for ineffective decision-making units and provides the necessary improvement suggestions to make them effective.

In this study, the efficiency of manufacturing enterprises traded on Stock Exchange İstanbul (BIST 100) was measured by data envelopment analysis. The current ratio, asset turnover rate, receivables turnover rate, inventory turnover rate, financial leverage ratio, long-term debts / equity ratio and fixed assets / continuous capital ratio of 37 enterprises were used as input variables; net profit margin, operating profit margin, return on equity and return on assets of 37 enterprises as output variables

in the study period covering 2010-2017. Total efficiency (CCR-I), technical efficiency (BCC-I), scale efficiency, super efficiency and Malmquist total factor productivity index values of manufacturing enterprises were calculated by using input-oriented models of VZA.

As a result of the study, effective and inefficient enterprises were obtained for each year, potential improvement rates and reference sets were determined for the ineffective companies to become effective, and the ranking of the most effective enterprises were determined with super efficiency models and the most effective enterprises were determined by years. In addition, total factor productivity values of enterprises were obtained and necessary evaluations were made.

**Keywords:** Data Envelopment Analysis, Efficiency, BIST 100 Manufacturing Enterprises, Malmquist Total Factor Productivity Index, CCR, BCC.

## ÖN SÖZ

“Veri Zarflama Analizi ile BIST100’de İşlem Gören İmalat İşletmelerinin Etkinliklerinin Ölçümü” konulu doktora tezimin başlatılmasında, bir düzen içerisinde yürütülmesinde ve tamamlanmasında görüş ve desteklerinden yararlandığım danışmanım sayın Doç. Dr. Selahattin YAVUZ’a, lisansüstü eğitim sürecimin her aşamasında önemli katkılarıyla her türlü desteğini sağlayan tez izleme komitesi üyesi sayın Prof. Dr. Suat YILDIRIM’a ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Zülküf AYRANGÖL’e, tez savunma jürime katılan sayın Prof. Dr. Mahmut KARTAL’a ve sayın Prof. Dr. Hüdaverdi BİRCAN’a, çalışma sürecinde değerli bilgilerinden istifade ettiğim sayın Prof. Dr. Yücel AYRIÇAY’a ve sayın Prof. Dr. Muhammet Mustafa KISAKÜREK’e, çalışma modelinin kurulması ve değişkenlerin seçimi noktasında yardımlarını esirgemeyen sayın Dr. Öğr. Üyesi Şule Yüksel YİĞİTER’e ve tezin düzenlenmesinde destek olan sayın Öğr. Gör. Fatih AKIN’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bugüne kadar büyük bir özveri ve sabır örneği sergileyerek, bir an bile maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen fedakâr eşime ve çocuklarıma en hasbi duygularıyla sonsuz teşekkür ederim.

**Feyzi YAŞAR**



## İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ .....	I
TEZ KABUL TUTANAĞI .....	II
ÖZET .....	III
ABSTRACT .....	V
ÖNSÖZ .....	VII
İÇİNDEKİLER .....	VIII
KISALTMALAR .....	XIII
ŞEKİL LİSTESİ .....	XV
TABLO LİSTESİ .....	XVII
GİRİŞ .....	1

### I. BÖLÜM

PERFORMANS VE İLGİLİ KAVRAMLAR .....	6
1. 1. Performans Kavramı .....	6
1. 2. Performans Ölçümü .....	7
1. 3. Performans Ölçümünün Amaçları .....	8
1. 4. Performans Ölçümünün Önemi .....	10
1. 5. Performans Boyutları .....	10
1. 5. 1. Verimlilik .....	11
1. 5. 2. Etkililik .....	13
1. 5. 3. Etkinlik .....	13
1. 5. 4. Kalite .....	14
1. 5. 5. Yenilik .....	16
1. 5. 6. Çalışma Yaşamının Kalitesi .....	17
1. 5. 7. Kârlılık ve Bütçeye Uygunluk .....	19
1. 5. 8. Sosyal Sorumluluk .....	20
1. 6. Performans Ölçümünde Kullanılan Finansal Oranlar .....	21

1. 6. 1. Likidite Oranları .....	21
1. 6. 1. 1. Cari Oran .....	21
1. 6. 1. 2. Asit Test Oranı .....	22
1. 6. 1. 3. Nakit Oran .....	23
1. 6. 2. Kaldıraç Oranları .....	23
1. 6. 2. 1. Finansal Kaldıraç Oranı .....	24
1. 6. 2. 2. Toplam Borçların Öz Kaynaklara Oranı .....	24
1. 6. 2. 3. Kısa Vadeli Borçların Toplam Borçlara Oranı .....	25
1. 6. 2. 4. Uzun Vadeli Borçların Öz Kaynaklara Oranı .....	25
1. 6. 2. 5. Duran Varlıkların Devamlı Sermayeye Oranı .....	26
1. 6. 3. Faaliyet Oranları .....	26
1. 6. 3. 1. Stok Devir Hızı .....	27
1. 6. 3. 2. Ticari Alacak Devir Hızı .....	28
1. 6. 3. 3. Aktif Devir Hızı .....	28
1. 6. 3. 4. Öz Kaynak Devir Hızı .....	29
1. 6. 4. Kârlılık Oranları .....	29
1. 6. 4. 1. Net Kâr Oranı .....	30
1. 6. 4. 2. Faaliyet Kâr Oranı .....	30
1. 6. 4. 3. Aktif Kârlılık Oranı .....	31
1. 6. 4. 4. Öz Kaynak Kârlılık Oranı .....	31
1. 6. 4. 5. Hisse Senedi Başına Kâr Oranı .....	32

## II. BÖLÜM

ETKİNLİK VE ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ .....	33
2. 1. Etkinlik Kavramı .....	33
2. 2. Etkinlik ile İlgili Temel Kavramlar .....	34
2. 2. 1. Karar Verme Birimi .....	34
2. 2. 2. Üretim Olanakları Kümesi .....	35
2. 2. 3. Üretim Fonksiyonu .....	42
2. 3. Etkinliğin Sınıflandırılması .....	44
2. 3. 1. Teknik Etkinlik .....	44

2. 3. 2. Yapısal Etkinlik.....	46
2. 3. 3. Kaynak Dağılım Etkinliği .....	47
2. 3. 4. Ölçek Etkinliği .....	47
2. 3. 5. Tahsis Etkinliği (Fiyat Etkinliği).....	50
2. 3. 6. Ekonomik Etkinlik .....	51
2. 3. 7. Toplam Etkinlik.....	52
2. 4. Farrell'in Teknik, Tahsis (Fiyat) ve Toplam Etkinlik Yaklaşımı.....	52
2. 5. Etkinlik Ölçümünde Kullanılan Yöntemler .....	55
2. 5. 1. Oran Analizi .....	56
2. 5. 2. Parametrik Yöntemler .....	57
2. 5. 2. 1. Stokastik Sınır Yaklaşımı (SSY).....	59
2. 5. 2. 2. Serbest Dağılım Yaklaşımı (SDY).....	60
2. 5. 2. 3. Kalın Sınır Yaklaşımı (KSY) .....	61
2. 5. 3. Parametrik Olmayan Yöntemler.....	62
2. 5. 3. 1. Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis- VZA) ...	63
2. 5. 3. 2. Serbest Atılabilir Zarf (Free Disposal Hull – FDH) Yöntemi..	64

### III. BÖLÜM

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ .....	66
3. 1. Veri Zarflama Analizi'nin Tanımı .....	66
3. 2. Veri Zarflama Analizi'nin Tarihsel Gelişimi .....	68
3. 3. Veri Zarflama Analizi'nin Uygulama Alanları .....	74
3. 4. Veri Zarflama Analizi'nin Matematiksel Yapısı.....	75
3. 5. Veri Zarflama Analizi'nin Grafikselsel Gösterimi .....	79
3. 6. Veri Zarflama Analizi Modelleri.....	83
3. 6. 1. Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) Modelleri.....	87
3. 6. 1. 1. Girdi Odaklı CCR Modeli .....	88
3. 6. 1. 2. Çıktı Odaklı CCR Modeli.....	95
3. 6. 2. Banker, Charnes, Cooper (BCC) Modelleri .....	99
3. 6. 2. 1. Girdi Odaklı BCC Modeli .....	100
3. 6. 2. 2. Çıktı Odaklı BCC Modeli.....	103

3. 6. 3. Toplamsal (Additive) Modeli .....	108
3. 6. 4. Çarpımsal (Multiplicative) Modeli.....	110
3. 6. 5. Slack Based Modeli (SBM).....	112
3. 6. 6. Hybrid (Karma) Model.....	116
3. 6. 7. Süper Etkinlik Modeli .....	120
3. 7. Veri Zarflama Analizi'nin Uygulama Süreci .....	122
3. 7. 1. Karar Verme Birimlerinin Belirlenmesi .....	123
3. 7. 2. Yeterli Sayıda Güvenilir Girdi ve Çıktının Seçilmesi.....	124
3. 7. 3. Uygun VZA Modelinin Seçimi .....	126
3. 7. 4. Etkinlik Skorları ve Sınırı.....	126
3. 7. 5. Referans Kümesinin Belirlenmesi.....	126
3. 7. 6. Etkin Olmayan Birimler İçin Potansiyel İyileştirme.....	127
3. 7. 7. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	128
3. 8. Veri Zarflama Analizi'nin Güçlü ve Zayıf Yönleri.....	129
3. 8. 1. Veri Zarflama Analizi'nin Güçlü Yönleri .....	129
3. 8. 2. Veri Zarflama Analizi'nin Zayıf Yönleri .....	130
3. 9. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi .....	132

#### IV. BÖLÜM

BORSA İSTANBUL BIST100 ENDEKSİNE KOTE OLAN İMALAT İŞLETMELERİNİN ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ .....	136
4. 1. Araştırmanın Amacı .....	136
4. 2. Araştırmanın Kapsamı.....	137
4. 3. Araştırmada Kullanılan Veri Setinin Oluşturulması .....	139
4. 4. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi.....	139
4. 5. Girdi ve Çıktı Değişkenlerin Seçilmesi.....	140
4. 6. Araştırmanın Yöntemi .....	146
4. 7. Araştırma Verilerinin Analizi ve Bulguları.....	149
4. 7. 1. 2010 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular .....	150
4. 7. 2. 2011 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular .....	173
4. 7. 3. 2012 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular .....	189

4. 7. 4. 2013 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular .....	205
4. 7. 5. 2014 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular .....	220
4. 7. 6. 2015 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular .....	236
4. 7. 7. 2016 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular .....	250
4. 7. 8. 2017 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular .....	264
4. 7. 9. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Analizine Ait Bulgular ..	280
SONUÇ .....	294
KAYNAKLAR.....	309
İNTERNET KAYNAKLARI .....	330

## KISALTMALAR

<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>ADD-CRS</b>	: Additive Model with Constant Returns to Scale
<b>ADD-VRS</b>	: Additive Model with Variable Returns to Scale
<b>Ar- Ge</b>	: Araştırma ve Geliştirme
<b>BIST100</b>	: Borsa İstanbul 100 Endeksi
<b>BCC</b>	: Banker, Charnes, Cooper Modeli
<b>BCC-I</b>	: Banker, Charnes, Cooper Girdi Odaklı Modeli
<b>BCC-O</b>	: Banker, Charnes, Cooper Çıktı Odaklı Modeli
<b>CCR</b>	: Charnes, Cooper, Rhodes Modeli
<b>CCR-I</b>	: Charnes, Cooper, Rhodes Girdi Odaklı Modeli
<b>CCR-O</b>	: Charnes, Cooper, Rhodes Çıktı Odaklı Modeli
<b>CRS</b>	: Constant Returns of Scale
<b>DEA</b>	: Data Envelopment Analysis
<b>DMU</b>	: Decision Making Units
<b>DRS</b>	: Decreasing Returns to Scale
<b>FDH</b>	: Free Disposal Hull
<b>IRS</b>	: Increasing Returns to Scale
<b>KSY</b>	: Kalın Sınır Yaklaşımı
<b>KVB</b>	: Karar Verme Birimi
<b>MTFV</b>	: Malmquist Toplam Faktör Verimliliği
<b>MPSS</b>	: Most Productive Scale Size
<b>PIO</b>	: Potansiyel İyileştirme Oranı

<b>S.</b>	: Sayfa
<b>SBM</b>	: Slack Based Modeli
<b>SDY</b>	: Serbest Dağılım Yaklaşımı
<b>SSY</b>	: Stokastik Sınır Yaklaşımı
<b>TD</b>	: Teknolojik Değişme
<b>TED</b>	: Teknik Etkinlikteki Değişme
<b>TFV</b>	: Toplam Faktör Verimliliği
<b>TFVD</b>	: Toplam Faktör Verimlilik Değişimi
<b>ÜOK</b>	: Üretim Olanakları Kümesi
<b>Vd.</b>	: Ve diğerleri
<b>VRS</b>	: Variable Returns to Scale
<b>VZA</b>	: Veri Zarflama Analizi

## ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 1	Üretim Olanakları Kümesi	39
Şekil 2	Üretim Sınırı	41
Şekil 3	Referans Teknolojisi	41
Şekil 4	Tek Girdili ve Tek Çıktılı Üretim Fonksiyonu	42
Şekil 5	İki Girdili ve Tek Çıktılı Üretim Fonksiyonu	43
Şekil 6	Çıktı Eş Ürün Eğrileri	44
Şekil 7	Ölçeğe Göre Sabit Getiri	48
Şekil 8	Ölçeğe Göre Azalan Getiri	49
Şekil 9	Ölçeğe Göre Artan Getiri	49
Şekil 10	Farrell'in Etkinlik Yaklaşımı	53
Şekil 11	FDH'de Etkin Sınır ve VZA Sınırı ile Karşılaştırma	65
Şekil 12	VZA ile İlgili Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı (1978-2016)	74
Şekil 13	Bir Girdi İki Çıktıdan Oluşan Üretim Sistemi	80
Şekil 14	İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Üretim Sistemi	82
Şekil 15	Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Modeller	84
Şekil 16	BCC-I Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması	106



Şekil 17	BCC-O Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması	107
----------	--	-----



## TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 1	Yaklaşımlara Göre Performans Tanımları	7
Tablo 2	BIST100'deki İmalat Şirketlerinin Ünvan ve Borsa Kodları	138
Tablo 3	İmalat Alanında VZA ile Yapılan Etkinlik Ölçüm Çalışmalarında Kullanılan Girdi ve Çıktılar	141
Tablo 4	Girdi-Çıktı Değişkenleri ile Değişkenlerin Kısaltma ve Açıklamaları	146
Tablo 5	2010 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler	150
Tablo 6	2010 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları	152
Tablo 7	2010 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	153
Tablo 8	İşletmelerin 2010 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği	154
Tablo 9	2010 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları	156
Tablo 10	İşletmelerin 2010 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti	159
Tablo 11	VESTL İşletmesinin Girdi ve Çıktıları İçin Hedef, Fark, PI (%) ve Aylak Değişken Değerleri	160

Tablo 12	VESTL İşletmesinin Referans Kümesinde Bulunan İşletmelerin Yoğunluk Oranları ile Girdi ve Çıktı Değerleri	162
Tablo 13	2010 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	164
Tablo 14	2010 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	166
Tablo 15	2010 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	167
Tablo 16	2010 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	171
Tablo17	2011 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler	174
Tablo 18	2011 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları	175
Tablo 19	2011 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	175
Tablo 20	İşletmelerin 2011 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği	176
Tablo 21	2011 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları	178
Tablo 22	İşletmelerin 2011 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti	180

Tablo 23	2011 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	181
Tablo 24	2011Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	182
Tablo 25	2011 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	184
Tablo 26	2011 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	187
Tablo 27	2012 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler	190
Tablo 28	2012 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları	191
Tablo 29	2012 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	192
Tablo 30	İşletmelerin 2012 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği	192
Tablo 31	2012 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları	194
Tablo 32	İşletmelerin 2012 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti	197
Tablo 33	2012 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	197

Tablo 34	2012 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	199
Tablo 35	2012 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	200
Tablo 36	2012 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	203
Tablo 37	2013 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler	206
Tablo 38	2013 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları	207
Tablo 39	2013 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	207
Tablo 40	İşletmelerin 2013 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği	208
Tablo 41	2013 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları	210
Tablo 42	İşletmelerin 2013 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti	212
Tablo 43	2013 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	213
Tablo 44	2013 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	214

Tablo 45	2013 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	216
Tablo 46	2013 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	219
Tablo 47	2014 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler	221
Tablo 48	2014 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları	222
Tablo 49	2014 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	223
Tablo 50	İşletmelerin 2014 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği	223
Tablo 51	2014 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları	225
Tablo 52	İşletmelerin 2014 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti	228
Tablo 53	2014 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	228
Tablo 54	2014 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	230
Tablo 55	2014 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	231

Tablo 56	2014 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	234
Tablo 57	2015 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler	236
Tablo 58	2015 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları	237
Tablo 59	2015 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	238
Tablo 60	İşletmelerin 2015 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği	239
Tablo 61	2015 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları	240
Tablo 62	İşletmelerin 2015 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti	243
Tablo 63	2015 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	244
Tablo 64	2015 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	245
Tablo 65	2015 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	246
Tablo 66	2015 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	249

Tablo 67	2016 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler	251
Tablo 68	2016 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları	252
Tablo 69	2016 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	252
Tablo 70	İşletmelerin 2016 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği	253
Tablo 71	2016 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları	255
Tablo 72	İşletmelerin 2016 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti	257
Tablo 73	2016 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	258
Tablo 74	2016 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	259
Tablo 75	2016 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	261
Tablo 76	2016 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	263
Tablo 77	2017 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler	265



Tablo 78	2017 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları	266
Tablo 79	2017 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler	266
Tablo 80	İşletmelerin 2017 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği	267
Tablo 81	2017 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları	269
Tablo 82	İşletmelerin 2017 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti	271
Tablo 83	2017 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	272
Tablo 84	2017 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları	273
Tablo 85	2017 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	275
Tablo 86	2017 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları	278
Tablo 87	İşletmelerin Teknik Etkinlik Değişim Değerleri	281
Tablo 88	İşletmelerin Teknolojik Değişim Değerleri	284
Tablo 89	Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeks Değerleri (TFV Değişimleri)	287

Tablo 90	2010-2017 Yılları Arası Malmquist Toplam Faktör Verimlilik ve Bileşenlerinin Ortalama Değişim Değerleri	290
Tablo 91	Dönemlere Göre Malmquist Toplam Faktör Verimlilik ve Bileşenlerinin Ortalama Değişim Değerleri	292



## GİRİŞ

Teknolojinin hızla geliştiği ve rekabetin her geçen gün arttığı günümüzde, üretim ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmeler, rakiplerine üstünlük sağlamak ve başarılı olabilmek için performanslarını değerlendirmek ve geliştirmek zorundadırlar. Bu bakımdan performansı ölçmek için kullanılan etkinlik ve verimlilik analizleri giderek daha fazla önem kazanmaya başlamıştır.

Performans hesaplamada en basit yöntem olarak bilinen oran analizi, bir girdi ile bir çıktının olduğu üretim sisteminde, girdinin çıktıya oranı biçiminde ölüm yapabilen, çok sade ve basit bir etkinlik yöntemidir. Bu yöntemle kr amaçlı basit üretim sistemine sahip olan işletmeler, üretim sonucunda hem kendi durumlarını hem de rakiplerinin durumlarını öğrenebilmekte ve gerekli tedbirleri alabilmektedirler. Ancak birden çok çıktı ve girdinin olduğu durumlarda yöntem yetersiz kalmaktadır. Bu yöntemin zayıf yönlerini gidermek için zm tekniği olarak parametrelili yöntemlerden regresyon analizi kullanılabilir. Yöntem, birden çok girdi ile tek çıktının elde edildiği durumlarda kullanılabilir. Bu yöntemde sadece ortalama etkinlik değeri belirlenebilmekte ve ona göre karar verme birimleri ortalamasının altında veya üstünde şeklinde etkinlikleri tespit edilebilmektedir. Ancak en etkin birim tespit edilememektedir.

Oran analizi ve parametrik yöntemlerin (işletmeler arası kıyaslama yapamaması ve en etkin birimi belirleyememesi gibi) birtakım yetersizliklerinden dolayı, karar vericileri çok faktörlü etkinlik analizi yapabilen yöntemlere yönelmiştir. Bu yöntemlerden biri de herhangi bir fonksiyonel bağıntı gerektirmeden birden çok girdi ve çıktıyı aynı anda değerlendirebilen Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemidir.

VZA, benzer nitelikli girdileri kullanarak benzer nitelikli ıktıları üreten karar verme birimlerinin (KVB) göreli etkinliklerini ölçen parametresiz ve doğrusal programlamaya dayalı bir yöntemdir. İlk önceleri kr amaı olmayan kamu kuruluşlarının etkinliklerinin ölümünde kullanılan VZA, daha sonraları kr amaı olan kuruluşların etkinlik ölümünde de kullanılmaya başlanmıştır.

VZA’da bir KVB’nin etkinliği, grubun gözlemlenen en iyi uygulamasına göre hesaplanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, gözlemlenen en iyi karar verme birimleri etkinlik sınırını oluşturmakta ve herhangi bir KVB’nin etkinliği bu sınıra göre ölçülmektedir. Buna göre etkinlik sınırı üzerinde olan KVB’ler “etkin”, olmayanlar ise “etkinsiz” olarak değerlendirilmektedir.

VZA yapısı gereği statik bir yöntem olduğundan elde edilen etkinlik skorları sadece incelenen döneme aittir. Bu özelliğinden dolayı, ilgili dönemde etkin veya etkinsiz olan bir KVB’nin sonraki dönemlerde etkin veya etkinsiz olacağı hakkında herhangi bir bilgi verememektedir.

1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen VZA, Farrell’in etkinlik ölçümünde önerdiği görelilik teknik etkinliği yaklaşımından hareketle ağırlıklandırılmış çoklu çıktıının çoklu girdiye oranlanmasıyla elde edilmiştir. Modelin ilk hali kesirli olup, daha sonra Charnes ve Cooper tarafından doğrusal programlamaya dönüştürülmüştür. Böylece, doğrusal programlama ile çoklu girdi ve çıktıları aynı anda modellenmiş, etkinlik skorları her bir karar verme birimi için optimum ağırlıklar hesaplanarak tespit edilebilmiş, etkin olmayan karar verme birimleri için girdi ve çıktılarında ne kadar iyileştirme yapmaları gerektiği belirlenerek, hangi etkin karar verme birimlerine benzeyebileceği de ortaya koyulabilmiştir.

VZA, gözlem kümesindeki verileri kullanarak etkinliği ölçtüğü için verilerin eksik ve yanlış olmasına karşı oldukça duyarlıdır. Bundan dolayı, modelde kullanılacak girdi ve çıktıların eksiksiz olarak üretim sürecini en iyi şekilde temsil etmesi gerekir. Aksi takdirde, model KVB’lerin etkinlik değerlerini doğru yansıtmayacağından yanlış yorumlara sebebiyet verebilir. VZA’da bulunan bir diğer sorun serbestlik derecesidir. Banker vd. (1989), analizde yer alan KVB sayısının kullanılan girdi ve çıktı sayısının toplamının üç katı veya daha az olmasını önermişlerdir. Diğer durumda, yöntemin ayırt etme gücü zayıflayacağından çok sayıda birim etkin veya etkinsiz olabilir. Bu durumda ya girdi /çıkıtı sayısı azaltılmalı ya da KVB sayısı artırılmalıdır.

VZA yönteminde hesaplanan etkinlik değerinin 1 veya %100 olması, gözlenen KVB’nin etkin olduğunu, yani gözlenen performans ile potansiyel performansın

çakıştığını gösterir. 1'den daha küçük değer alan KVB'ler etkinsizdir. Bu durumda, etkinsiz olarak tespit edilen KVB'ler, ancak etkin olan KVB'lerin belirli oranlardaki doğrusal kombinasyonu ile etkin hale gelebilirler.

VZA modelleri, girdi odaklı ve çıktı odaklı olarak iki yönlü kullanılabilir. Özelliğine sahiptir. Girdi odaklı modeller, belirli bir çıktı düzeyi için en az girdi kullanımını belirlemeye çalışırken, çıktı odaklı modeller ise belirli bir girdi bileşimi ile en fazla çıktı düzeyini belirlemeye çalışmaktadır.

CCR ve BBC modelleri, VZA'nın temel modelleridir. CCR modeli, KVB'lerin toplam etkinliğini ölçmekte ve "ölçeğe göre sabit getiri" varsayımı esasına dayanmaktadır. Bu varsayım, girdi bileşimindeki bir birimlik artışın çıktılarda da bir birimlik artışa sebep olduğunu göstermektedir. CCR modeline konvekslik kısıtı eklenerek elde edilen BBC modeli ise, "ölçeğe göre değişken getiri" varsayımı altında teknik etkinliği ölçmekte ve girdi bileşimindeki bir birimlik artışın çıktı bileşiminde bir birimden daha fazla veya daha az değişime sebep olduğunu göstermektedir. Buda BBC modelinin CCR modeline göre daha esnek yapıda olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, CCR modelinden elde edilen toplam etkinlik skorunun BBC modelinden elde edilen teknik etkinlik skoruna oranlanmasıyla ölçek etkinlik skoru bulunabilmektedir. Ayrıca, etkin olan KVB'lerin sıralanması CCR ve BBC modelleriyle yapılamazken, süper etkinlik modelleri ile bu sıralama yapılabilmektedir.

VZA, statik bir analiz yöntemi olduğundan sadece ilgili dönemdeki KVB'lerin etkinliğini ölçmekte, fakat etkinliğin zaman içindeki değişimini incelememektedir. Etkinliğin zaman içindeki değişiminin nasıl olduğunu tespit etmek amacıyla Malmquist toplam faktör verimlilik (MTFV) endeksi geliştirilmiştir. Bu endeks, üretkenliğin zaman içerisindeki gelişimini ölçmek ve nedenlerini incelemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. MTFV endeksi, her bir veri noktasının ortak teknolojiye göre nispi uzaklık oranlarını hesaplayarak, iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimliliğindeki değişimi ölçmekte ve toplam verimliliğin nedenini; teknik etkinlikteki değişim ile teknolojik değişime dayandırmaktadır.

VZA, doğuşundan bugüne kadar bankacılık, sağlık, eğitim gibi kuruluşlar başta olmak üzere, imalat sanayi, restoranlar, pazarlama, reklam, tarım, turizm, taşımacılık,

hisse senedi seçimi, spor, bölgesel gelişme, personel seçimi, kütüphaneler ve telekomünikasyon gibi alanlarda; karşılaştırma yapmak, yönetim performanslarını değerlendirmek ve kaynak kullanımı ile ilgili etkinliklerini ölçmek amacıyla uygulanmıştır.

Bu çalışmada, Borsa İstanbul BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toplam dört bölümden oluşan çalışmanın ilk bölümünde, performans ve ilgili kavramlar ele alınarak performans kavramı, performans ölçümü, performans ölçümün amaçları, performansın önemi, performansın boyutları ve performans ölçümünde kullanılan finansal oranlar üzerinde durulmuştur.

İkinci bölümünde, performansın boyutları içerisinde önemli bir yere sahip olan etkinlik ve etkinlik ölçüm yöntemleri ele alınmıştır. Bu bölümde etkinlik kavramına daha detaylı bir şekilde değinilerek etkinlikle ilgili kavramlar, etkinliğin sınıflandırılması, Farrell’in etkinlik yaklaşımı ve etkinlik ölçümünde kullanılan yöntemlere değinilmiştir.

Üçüncü bölümde, Veri Zarflama Analiz (VZA) ile ilgili çeşitli tanımlar, VZA’nın tarihsel gelişimi, VZA’nın uygulama alanları, VZA’nın matematiksel yapısı, VZA’nın grafiksel gösterimi, VZA’nın modelleri, VZA’nın uygulama süreci, VZA’nın güçlü ve zayıf yönleri ve Malmquist toplam faktör verimlilik endeksine yer verilmiştir.

Çalışmanın son bölümü olan uygulama bölümünde ise, bir önceki bölümde anlatılmış olan etkinlik ölçüm modelleri Borsa İstanbul BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin etkinliklerinin ölçümü amacıyla uygulanmıştır.

VZA’nın uygun modelleriyle Borsa İstanbul BIST100 endeksine kote olan 37 imalat işletmesinin 7 girdi ve 4 çıktı kullanılarak 2010-2017 dönemine ait etkinliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda veriler “DEA Solver” paket programına aktararak, CCR-I, BCC-I ve süper etkinlik modelleri ile etkinlik analizi ve ayrıca, etkinliklerin zaman içindeki gelişiminin tespit edilmesi amacıyla da Malmquist toplam faktör verimlilik analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda

elde edilen bulgulara göre değerlendirmeler yapılmış ve gerekli önerilerde bulunulmuştur.



# I. BÖLÜM

## PERFORMANS VE İLGİLİ KAVRAMLAR

### 1. 1. Performans Kavramı

Belli amaç ve görevleri gerçekleştirmek için kurulan işletmeler, amaçları doğrultusunda faaliyette bulunarak varlıklarını sürdürürler. İşletmelerin amaç ve görevlerini yerine getirme derecesi performans olarak ifade edilir (Dereköy, 2012:16). Başka bir deyişle performans, işletmenin amaçlarını gerçekleştirebilmesi için gösterilen planlı tüm gayretlerin nitel ya da nicel olarak değerlendirilmesi şeklinde tanımlanabilir (Yiğiter, 2009:9).

En basit şekilde verimliliğin ölçülmesi olarak tanımlanan performans, bir faaliyeti yapan bireyin, grubun veya kurumun o faaliyetle ilgili amaçladığı hedeflere ne derece ulaşabildiğinin nicel (miktar) ya da nitel (kalite) olarak değerlendirilmesidir (Lorcu, 2008:3). Yani performans, amaçlı ve planlı bir etkinliğin neticesinde elde edileni, nicel veya nitel olarak belirleyen bir kavramdır (Şimşek ve Nursoy 2002: 43; Dereköy, 2012:16). Çağdaş yönetim anlayışında performans, bir şirketin başarı seviyesini, yani işletmenin önceden belirlenmiş amaçlarını gerçekleştirme seviyesini gösteren çok boyutlu bir kavram olarak tanımlamak mümkündür (Karaman, 2009:413).

İşletme düzeyinde performans, bu tanımlardan farklı bir anlam taşımamaktadır. Buna göre işletme performansı, işletmenin belli bir süre sonunda elde ettiği başarı seviyesi olarak tanımlanabilir (Tetik, 2003:222). Başka bir tanımlamada, işletmenin amaçlarını gerçekleştirmesi için gösterilen tüm gayretlerin değerlendirilmesi olarak ifade edilmektedir (Yıldız, 2010:180). O halde performans, bir işletmenin önceden belirlediği amaçlara ulaşabilmesi için gösterdiği tüm gayretlerin değerlendirilmesidir (Karaman, 2009:413). Kısaca performans, var olan imkanlarla hedeflere ulaşmadaki başarı ölçüsü olarak tanımlanabilir.

Söz konusu performans kavramı ile ilgili tanımların farklılaşması ele alınan yaklaşıma göre değişmektedir. Buna göre performansı inceleyenler, incelediği



organizasyonların veya bireylerin hangi faaliyetleriyle ilgilendiği noktada farklı şekillerde performans tanımı ortaya çıkmaktadır. Tablo 1’de ele alınan yaklaşıma göre bazı performans tanımlarına yer verilmiştir.

**Tablo 1:** Yaklaşımlara Göre Performans Tanımları

<b>YAKLAŞIM</b>	<b>PERFORMANS TANIMI</b>
<b>Amaç Yaklaşımı</b>	Bir organizasyon, belirttiği amaçlara ulaştığı derecede başarılıdır.
<b>Sistem Kaynakları Yaklaşımı</b>	Bir organizasyon, ihtiyaç duyduğu kaynakları elde ettiği derecede başarılıdır.
<b>İç süreç Yaklaşımı</b>	Bir organizasyon, iç bileşenleri arasında uyumluluk gösterdiği derecede başarılıdır.
<b>Yüksek performanslı Sistemler Yaklaşımı</b>	Bir organizasyon, benzerlerine göreceli olarak üstün olduğu derecede başarılıdır.
<b>Organizasyonel Rekabet Yaklaşımı</b>	Bir organizasyon, amaçlarına ulaşmak için sahip olduğu potansiyel kadar başarılıdır.
<b>Rasyonel Sistem Yaklaşımı</b>	Bir organizasyon, belirli bir zaman periyodunda gerçekleştirdiği üretim miktarı kadar başarılıdır.
<b>Doğal Sistem Yaklaşımı</b>	Bir organizasyon, yaptığı üretim ve üretim hacmini koruduğu derecede başarılıdır.

**Kaynak:** ERPOLAT, Semra; “Veri Zarflama Analizi (Ağırlık Kısıtlamasız, Ağırlık Kısıtlamalı, Şans Kısıtlı, Bulanık), Türkiye’deki Özel Bütçeli İdarelerin Etkinlik Analizi”, Evrim Yayınevi, İstanbul, 2011, s. 4.

## **1. 2. Performans Ölçümü**

Bilgiyi elde etmenin yollarından biri de ölçmedir. Teknik anlamda ölçme; varlıkların, olayların ve sonuçların gözle görülebilen hususiyetlerini temsil eden nicel veya nitel sembolleri bulma sürecidir. Başka bir ifadeyle herhangi bir nesnenin veya olayın ölçülmesi gereken özelliğinin ölçülmesine yarayan bir ölçekle aslına uygun

olarak belirlenmesidir (Işığık, 2008:4). Kısaca ölçmeyi, elde edilen sonuçların belirlenen kriterlere uygunluğu şeklinde ifade edebiliriz.

İşletmelerde yürütülen faaliyetlerin, işletmenin amaçlarına uygun olup olmadığı, elde ettiği sonuçların hedefe ulaşip ulaşmadığı, hedeflere ulaşırken kaynakların israf edilip edilmediğini, hizmetlerin verimli ve etkin bir şekilde olup olmadığının değerlendirilmesi performans ölçümü ile yapılmaktadır. İyi bir performans ölçümü bu faaliyetlerinin istenen sonuçları ne oranda yerine getirdiğine ilişkin bir değerlendirme yapmayı mümkün kılar (Dinçer, 2011:43).

Nelly ve arkadaşları (1995) performans ölçümünü, herhangi bir faaliyetin etkinliğini ve etkililiğini nicel olarak belirleme süreci şeklinde tanımlamaktadır (Oliveira ve Bronzo, 2006:2). Performans ölçümü; kullanılan kaynakların, üretilen ürün veya hizmetlerin, elde edilen sonuçların takip edilmesi için düzenli ve sistematik biçimde veri toplanmasını, analiz edilmesini ve raporlanmasını başka bir ifadeyle yürütülen faaliyetlerin rakamsal olarak ifade edilmesini gerektirmektedir (Erpolat, 2011:5).

Çağdaş bir işletme yönetiminde performans ölçümü, faaliyetlerin miktar ile ölçümü ve hesaplamının ötesine geçmiştir. Performans ölçümü, işletmelerin önceden tanımlanan stratejik amaçlarına ulaşabilmesi için yöneticiler tarafından uygulanan bir işlem olarak tanımlanmaktadır (Tezsürücü, 2013:39). Kısacası performans ölçümü, işletmelerin önceden belirlenen amaçlarına ne ölçüde ulaşıldığını gösteren bir işlem dizisidir (Ege ve Şener, 2013:108).

Performans ölçümünün neticesinde işletme yönetimi, işletmenin eksik yönlerini tespit ederek ve gerekli tedbirleri alarak işletmenin gelişimine katkı sağlayabilir. Bu bağlamda performans ölçme ve değerlendirme, işletmelerin ilerleyebilmesi için önem arz etmektedir.

### **1. 3. Performans Ölçümünün Amaçları**

Günümüz rekabet şartlarında işletmeler hayatta kalabilmek, rakipleriyle aynı kulvarda yer alabilmek, mevcut durumlarını belirlemek ve stratejiler geliştirmek için performans ölçümü kaçınılmaz olmaktadır. “*Ölçmeden yönetmenin olanaksız olduğu*”

varsayımı göz önüne alındığında; etkinliğin ve verimliliğin artırılması için ilk adımın ölçme olduğu anlaşılmaktadır (Dinçer, 2011:43; Kasap, 2008:26). Ölçme işlemi ile, herhangi bir faaliyetin ölçülmek istenen özelliğinin, bu özelliğin ölçülmesine yarayan bir ölçek ile aslına uygun olarak tanımlanması amaçlanmaktadır (Özçelik, 1992:221). Bu bağlamda işletmelerde performans ölçümünün amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- İşletme yönetiminin karar almasını destekleyen güvenilir bilgi sunmak (Ukko vd., 2007:39)
- İşletmenin uzun dönemli planlarını izleyerek başarısını ölçmek (Ukko vd., 2007:39)
- İşletmenin stratejik plan ve amaçlarına uygun olarak yeniliklerin uygulanmasını sağlamak (Lohman vd., 2004:269)
- İşletmenin etkinliği ve verimliliği hakkında çeşitli fikirlerin gelişimine katkı sağlamak (Dinçer, 2011:43)
- İşletmenin çıktıları hakkında bilgiler vererek mal ve hizmetlerin kalitesini geliştirmek (Polat, 2016:66)
- İşletmenin ve iş süreçlerinin rakip ve diğer işletmelerle karşılaştırmasına olanak sağlamak (Polat, 2016:66)
- İşletmeyle ilgili kişilerin memnuniyet düzeylerinden haberdar olmasını sağlamak (Polat, 2016:66)
- İşletmenin temel ilkelerinden sapmanın olup olmadığını tespit etmek (Akal, 2003:65)
- İşletmenin hedeflere ulaşma derecesini tespit etmek (Akal, 2003:65)
- İşletmenin kaynaklarını öncelikli faaliyetlere tahsis edilmesi gerektiğini tespit etmek (Yıldız, 2013:38)
- İşletmelerde subjektif değerlendirme yerine sürekli ve objektif bir değerlendirme oluşturarak, çalışanların yeteneklerini geliştirmek, iş memnuniyetini artırmak ve bütün potansiyellerini kullanmayı sağlamak (Yiğiter, 2009:16-18)

#### **1. 4. Performans Ölçümünün Önemi**

İşletmelerin hedefleri doğrultusunda çalışıp çalışmadığını belirlemek ve rakipleriyle adaptasyonu sağlamak için performans ölçümü önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. İşletmeler gelecekte faaliyetleri bakımından nerede olabileceklerini anlamaları bakımından performans ölçümü ve değerlendirmesi, bütün organizasyonlarda önem kazanmıştır (Karahan ve Özgür, 2011:53).

Performans ölçümü, işletmenin dış çevredeki değişimlere ayak uydurması ve rakiplerine göre hayatını sürdürmesi için önemli bilgiler sağlaması bakımından önem taşımaktadır (Yiğiter,2009:11). İyi bir performans ölçümü, işletmelerin hedeflenen sonuçları hakkında bir değerlendirme yapılmasını sağlayarak yapılan faaliyetlerin etkinliğini ve etkililiğini belirlemeye yardımcı olmaktadır (Karahan ve Özgür, 2011:53).

İyi kurgulanmış bir performans ölçüm sistemi, karşılaştırma yapabilmek için standartları belirler, geçmiş dönemdeki performansı gözlemlemek ve gelecek dönemdeki performansı planlamak için gerekli verileri kapsar, şeffaflığı sağlayıp kendi performansını gözlemek isteyenler için iyi bir ölçüt oluşturur, kaliteye ilişkin sorunları belirleyerek öncelikli konuların ortaya çıkarılmasını sağlar, kaynak kullanımını dengeler ve gelişmelerin sürdürülmesi için geri besleme sağlar (Kecek, 2011:13).

Performans ölçüm kavramı, işletmelerin planlama ve kontrol faaliyetlerinin uyum içinde olmasını sağlayarak yöneticiler için yönetim faaliyetlerinde anahtar rol olmaktadır. Bu bağlamda performans ölçümü, stratejik amaçların uygulanabilirliği noktasında yöneticilere rehber olmaktadır (Tezsürücü,2013:40).

#### **1. 5. Performans Boyutları**

Yakın zamana kadar performans belirleyicisi olarak kar ve maliyet kavramları kullanılırken, daha sonra verimlilik ve müteakip süreçte kalite ve müşteri memnuniyeti de kullanılmaya başlanmıştır (Erpolat, 2011:9). Daha sonra girdilerden yararlanma, kalite ve yenilik gibi boyutların eklenmesiyle performans boyut süreci genişlemiştir. Günümüze gelindiğinde ise bu sınıflandırmaya kamu sorumluluğu, pazar durumu,

ürün liderliği ve çalışanların davranışları gibi yeni boyutlar eklenmiştir. Dolayısıyla işletmelerin performansını etkileyen birçok boyut bulunmaktadır (Polat, 2016:67). Bunlardan verimlilik, etkililik, etkinlik, kalite, yenilik, karlılık ve bütçeye uygunluk, çalışma yaşamının kalitesi ve sosyal sorumluluk boyutları aşağıda ayrı başlıklar halinde incelenmiştir.

### 1. 5. 1. Verimlilik

Bu kavram ilk olarak 1776 yılında Quesnay tarafından yapılan bir çalışmada kullanılmıştır (Şimşek, 2013:41). Daha sonra 1883 yılında Littre tarafından üretim yeteneği veya üretme gücü olarak tanımlanmıştır. Günümüzde kullanılan verimlilik kavramı ise 20. yüzyılın başında oluşmuştur (Erpolat, 2011:13).

Üretim ve hizmet sistemlerinin performans değerlendirilmesinde kullanılan verimlilik, “belirli bir dönemde üretilen ürün veya hizmetler (çıktılar) ile bu çıktıları elde etmek için aynı dönemde kullanılan kaynaklar (girdiler) arasındaki ilişki” olarak tanımlanmaktadır (Kecek, 2010:14). Buna göre verimlilik teknik anlamda “üretilen ürün ve hizmet miktarı ile bu ürün ve hizmet miktarının üretilmesinde kullanılan girdiler arasındaki oran” olarak tanımlanır ve aşağıdaki gibi formüle edilir (Erpolat, 2011:13).

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}} \quad (1.1)$$

Verimlilik veya üretkenlik, bir işletmenin belli bir çıktıyı en az girdi kullanarak elde etmesi olarak tanımlanabilir (Dinçer, 2011:43). Diğer bir ifadeyle çıktının girdiye oranlanmasıyla elde edilen bir katsayı şeklinde tanımlanmaktadır.

Verimlilik, performans ölçümünde kullanılan ölçütlerden biri olup, çoğu kez etkinlik kavramıyla karıştırılmaktadır. Verimlilik, belirlenen değişkeni bir bütün olarak algılayıp, kaynak etkinliğini ölçerken, etkinlik ise her bir üretim kaynağı başına elde edilen çıktıyı değerlendirmektedir (Dinçer, 2011:43-44). Yani girdi olarak değerlendirilen kaynakların ne derece iyi kullanıldığını ortaya koymaktadır.

Sadece tek bir girdi ile tek bir çıktının bulunduğu bir üretim sürecinde verimliliğin hesaplanması kolay olmaktadır. Fakat girdi ve çıktıların çok olduğu

durumlarda verimliliğin hesaplanması karmaşık bir hal olmaktadır. Bu durumda bütün girdi ve çıktılar bir araya getirilerek tek bir sanal çıktı ve tek bir sanal girdi oluşturulur ve sanal çıktının sanal girdiye oranlanmasıyla toplam faktör verimliliği elde edilir. Diğer taraftan, üretimdeki faktörlerin ortalamalarını dikkate alarak hesaplanan verimlilik kısmi verimliliktir. Kısmi verimlilik, üretimde etkin olan tüm faktörler için ayrı ayrı hesaplanabilir ve istenilen girdi ve çıktılar hesaplamadan çıkarılabilir. Bu şekilde hesaplanan verimlilik ölçütüne de çoklu faktör verimliliği denilmektedir (Noyan, 2012: 158-159).

Verimlilik hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için büyük öneme sahiptir. Gelişmiş ülkeler için ekonomik büyüme ile fiyat istikrarını korumak bakımından esas öge olan verimlilik, gelişmekte olan ülkeler için de ülkenin yapısal değişimi noktasında kalkınmanın ve gelişmenin sorunlarının çözümünde etkin bir araçtır. Ülke ekonomisi bakımından kaynakların gerçekçi bir şekilde kullanılabilmesinin en etkin yolu verimliliktir. Verimliliğin artışı, sadece üretimin artışı olarak değil aynı zamanda üretim faktörlerinin etkin bir biçimde kullanıldığının da göstergesi olmaktadır (Karabulut v.d., 2006:110). Bu bakımdan verimlilik artışının pozitif etkisiyle ülkenin refah seviyesi artacak ve toplumun yaşam düzeyinin gelişimine de katkı sağlayacaktır (Kecek, 2010:19).

İşletmeler için verimliliğin ölçülmesiyle aşağıdaki faydaları sağladığı söylenebilir (Köksal, 2001:60-61):

- Teknoloji kullanımıyla doğru orantılı olan verimlilik, işletmelerin teknolojiyi kullanma düzeyini gösterir.
- İşletmelerin belirli bir dönem sonundaki başarı düzeyini gösterir.
- İşletmelerin uzun dönem karlılık oranların belirlenmesi neticesinde gelecek planlanması noktasında kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlayabilir.
- İşletme yöneticileri için etkin bir denetim mekanizması sağlayabilir.

### **1. 5. 2. Etkililik**

Etkililik (Effectiveness); “bir örgütün, önemli bir hedef, amaç ya da misyonu başarabilme yeteneğidir” (Şimşek, 2013:44). Etkililik, doğru şeyleri doğru zamanda, doğru nitelikte yapmayı gerektiren ve fiili çıktı ile beklenen çıktı arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır. Hedeflerin gerçekleştirilme derecesi olan etkililik, sonuçların ne kadar iyi neticelendiğini gösterir. Bu bağlamda etkililik, “istenen hedefe ulaşma yeteneği” veya “arzulanan sonuçların elde edilme derecesi” olarak tanımlanabilir (Tangen, 2004: 46-47).

Etkililik ve etkinlik terimleri sıklıkla birbiriyle karıştırılmaktadır. 1989 yılında Sink ve Tuttle tarafından ifade edilen etkililik, “doğru şeyleri yapmak” olarak tanımlanırken, etkinlik ise “işleri doğru yapmak” şeklinde tanımlanmaktadır. Etkinlik amaçların gerçekleşmesi için kullanılan kaynak, araç ve yöntemlerle ilgili bir kavram iken etkililik amaçlarla ilgili bir kavramdır. Bununla birlikte, etkinlik sürecin iç performansı ile ilişkili iken etkililik sürecin dış performansı ile ilişkilidir (Tangen, 2004: 46-47).

Küreselleşen ortamda işletmelerin önceden belirlediği amaçlarına ne kadar ulaştığını gösteren etkililik performans değerlendirmesi bakımından önemli bir unsurdur. Bu bakımdan ürün ve/veya hizmet üreten işletmelerin yürüttükleri faaliyetlerde amaçlarına ne düzeyde ulaştığını ve başarılı olduğunu performans ölçümünün etkililik boyutuyla belirleyebilmektedirler (Şimşek, 2013:44).

### **1. 5. 3. Etkinlik**

Dünya ekonomisindeki değişim ve artan rekabet ortamı işletmeleri daima yenilik yapmaya zorlamakta ve oluşan yoğun rekabet karmaşası karşısında işletmelerin kaynaklarını daha etkin bir şekilde kullanmalarını zorunlu kılmaktadır.

Literatürde bazen etkenlik olarak da kullanılan etkinlik (efficiency), iktisat biliminde; “en az gayret veya maliyet ile en fazla çıktı elde etme” olarak tanımlanmaktadır. İşletme açısından etkinlik, belirlenen hedefler doğrultusunda hammadde, işçilik, malzeme ve diğer kaynakların kullanımının ne derece etkin veya yeterli olduğunu gösteren bir değerlendirme ölçütüdür. Başka bir ifadeyle etkinlik,

işletmelerin üretim sürecinde kullandıkları faktörlerin gerçekleştirme derecesini gösterir (Erpolat, 2011:11). Etkinlik, mevcut girdilerden mümkün olan en iyi çıktıyı üretme başarısını göstermektedir (Özden, 2008:168).

Sumanth (1994) etkinliği, elde edilen fiili çıktının beklenen standart çıktıya oranı şeklinde tanımlamakta ve bu oranın sonucuna göre kaynakların ne kadar iyi kullanıldığını ifade etmektedir (Tangen, 2004:46). Yani ortaya çıkan değer sonucuna göre işletme kaynaklarını iyi kullanarak hedeflerine ulaşabilmişse etkin, ulaşamamışsa etkin değil şeklinde yorumlanmaktadır.

Babacan (2006) etkinliği, gerçekleşen çıktının beklenen çıktıya oranı olarak ifade etmekte ve elde edilen sonucu performansın bir göstergesi olarak değerlendirmektedir. Buna göre oranın değeri 1'e eşit ise etkin, 1'den küçük ise etkin değil ve 1'den büyük ise beklenenden daha etkin şeklinde sınıflandırmaktadır. Ayrıca etkinliği, bir işletmenin amaçlarını gerçekleştirme derecesi olarak ifade etmektedir (Babacan, 2006:8).

Etkinlik hem kaynakların hem de sonuçların bir arada değerlendirilmesini gerektirir. Yani, ne kadar girdi kullanılarak çıktıya ulaşıldığı sorusuna cevap aranmaktadır (Şimşek, 2013:43). İşletmeler doğru yönetsel başarıyı elde etmek ve hedeflerine ulaşmak için kaynak kullanımında etkinliği sağlamaları gerekir.

#### **1. 5. 4. Kalite**

Kalite, kullanılan kaynakların verimliliğini sağlamak, ürün ve hizmetlere uygunluk kazandırmak, müşterilerin gereksinimlerini karşılayacak şekilde üretimi gerçekleştirmek gibi yararları sağlayan bir performans boyutudur (Bayyurt, 2011:585). Kalite yaşam standartlarında ek bir üretim kaynağı oluşturarak devamlı ve aynı özellikte ürün veya hizmeti verme olarak tanımlanabilir (Karahana ve Özgür, 2011:55).

Kalite ile ilgili farklı tanımlamalar yapılmış ve bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir (Kecek, 2010:22-25):

- Kalite, bir ürün veya hizmetin müşteri gereksinim ve beklentilerini karşılayabilme yeteneğidir (Erpolat, 2011:15).



- Kalite, bir ürün veya hizmetin düşük bir maliyetle müşterinin ihtiyaçlarına cevap verebilecek güvenilirlikte üretilmesidir.
- Kalite, hatalardan arındırılmış bir üründür.
- Kalite, gereksinimlerin tam olarak karşılanması bakımından bir mükemmellik değil, gerekliliklere uygunluktur.
- Kalite, gereksinimleri karşılayacak uygunluk derecesidir.
- Kalite, bir ürünün kullanıma sunumundan sonra karşılaşılan hataların en az olmasıdır.
- Kalite, ürün veya hizmeti ekonomik bir yoldan üreten ve müşteri isteklerine cevap veren bir üretim sistemidir.

Kalite ilgili en kapsamlı çalışmalardan birini gerçekleştiren Garvin (1984), kalitenin ürüne, tüketiciye, üreticiye ve değere göre değerlendirmesi gerektiğini vurgulayarak kalitenin performans, donanım, güvenilirlik, uygunluk, dayanıklılık, hizmet edebilirlik (servis), estetik ve algılanan kalite (itibar) olmak üzere aşağıda kısaca açıklanan sekiz bileşenden oluştuğunu belirtmiştir (Erpolat, 2011:16):

**Performans:** Ürünün temel özelliğidir.

**Donanım:** Ürünün çekici olmasını sağlayan ikinci bir özelliktir.

**Güvenilirlik:** Ürünün kullanımı süresince gösterdiği performans özelliğidir.

**Uygunluk:** Ürünün dizayn ve işleyiş özelliklerinin önceden belirlenen standartlara uygunluğunu gösterir.

**Dayanıklılık:** Ürünün kullanım süresini gösteren bir özelliktir.

**Hizmet Edebilirlik (Servis):** Ürüne ilişkin sorun ve şikayetlerin kolay ve hızlı bir şekilde çözümlenmesi, başka bir ifadeyle ürünün arızalanması durumunda yedek parça ve onarım gereksinimlerinin karşılanmasıdır.

**Estetik:** Ürünün müşteriyi etkileyen çekim gücünü gösteren bir özelliktir.

**Algılanan Kalite (İtibar):** Ürünün geçmişe ait performansını gösterir.

Kalite, işletmelerin verimliliklerinin artırımında önemli bir etkiye sahiptir (Kabadayı, 2002:64). Kalite, malzeme kayıplarını ve özürlü ürün üretilmesini azaltarak, işçilik maliyetlerini ve buna bağlı olarak üretim maliyetlerinin düşmesini

sağlar. Bu da verimliliğin artışına sebep olmaktadır. Verimliliğin artışı neticesinde fiyatların düşmesi sağlanır, dolayısıyla pazar payı ve kârlılık artış gösterir (Ertuğrul, 2006:11).

### **1. 5. 5. Yenilik**

Yenilik, önceki gereksinimleri daha iyi bir şekilde karşılama, yeni gereksinimleri yerine getirebilme oranı olarak tanımlanabilir (Kecek, 2011:30). Başka bir ifadeyle yenilik, müşterilerin mevcut ihtiyaçlarını daha iyi bir şekilde giderme ve yeni istek ve gereksinimlerini hızlı bir biçimde karşılayabilmektir. Yeniliğin temel bileşenleri ise icat, değişim, gelişim, risk ve girişimciliğdir. İşletmelerde girişimciliğin göstergeleri olarak belirli zamanlarda sundukları yeni mal ve hizmetlerin sayısı, gerçekleştirdikleri projelerin sayısı, teknoloji öncülüğü ve Ar-Ge'ye verdiği önem şeklinde sayılabilir (Bayyurt, 2011:583).

İşletmelerdeki yeniliği dört grupta incelemek mümkündür (Erpolat, 2011):

**Ürün ve Hizmet Yenilikleri:** Teknolojinin gelişmesiyle meydana gelen değişimlere uyum sağlamak, ihtiyaçları karşılamak ya da doyum oluşturmak amacıyla gerçekleştirilen yeniliklerdir.

**Üretim Süreci ya da Üretim Yöntemlerindeki Yenilikler:** Bilgi ve beceri değişimlerinden kaynaklanan yenilikler, kalitenin iyileşmesini, maliyetin azaltılmasını ve işin basitleşmesini sağlayan değişimleri kapsar.

**Kullanım Yenilikleri:** Yeni bir ürünün geliştirmek için var olan teknolojinin kullanılması ya da mevcut ürünler için yeni kullanım alanlarının bulunmasını kapsayan yeniliklerdir.

**Pazar Yenilikleri:** Yerleşim yerlerindeki nüfus değişimleri, ürünlere yeni kullanım imkanlarının sağlanmasının yanı sıra, ekonomik ve sosyal koşulların, kültürel değerlerin, toplumların ve ülkeler arasındaki ilişkilerin değişmesidir.

Yenilik, işletmelerin rekabet edebilirliği bakımından çok önemlidir. Yani, işletmeler rakiplerine üstünlük sağlayabilmeleri için yeniliği esas tutmaları gerekir. Yoğun rekabet ortamında işletmelerin hayatta kalabilmeleri ve varlıklarını devam ettirebilmeleri için yenilik kabiliyetlerini arttırmaları gerekir. Dolayısıyla yeniliği esas

alan işletmeler hedeflerine daha kısa zamanda ulaşabilirler. Ayrıca yenilik, işletmelerin karlılığını ve verimliliğini arttırmaktadır. Böylece işletmelerin performansını pozitif yönde etkilemektedir (Bayyurt, 2011:584; Polat, 2016:70).

İşletmeler, mevcut kaynaklarını iyi yönetmek ve onlardan maksimum seviyede istifade etmenin yanında geleceklerini de düşünmek zorundadırlar. Bundan dolayı işletmelerin ayakta kalabilmeleri ve hayatlarını sürdürebilmeleri için yenilikçi olmaları gerekir (Yeşilyurt, 2003:70).

### **1. 5. 6. Çalışma Yaşamının Kalitesi**

Günümüzde kuruluşların performansını belirleyen en önemli unsurun insan (emek) faktörü olduğu her geçen gün daha iyi anlaşılmaktadır. Bununla birlikte organizasyonlarda insan kaynakları yönetimi uygulamalarının işlevsellik kazanmasıyla “Çalışma Yaşamının Kalitesi” kavramı ortaya çıkmıştır. Bu kavram işin insancillaştırılması ve çalışma ortamının iyileştirilmesi sürecini ifade etmektedir. Çalışma yaşamı kalitesinin amaçlarından biri, çalışanlara önem vermek ve uygun çalışma ortamı sağlamak, diğeri de organizasyonlarda etkinlik ve verimliliği artırmaktır (Şahin, 2011:30).

Literatürde, “çalışma yaşamının kalitesi” kavramı ile ilgili çok sayıda tanım yapılmıştır. Bu tanımlardan bazıları şunlardır:

Harrison (1985), çalışma yaşamının kalitesini “çalışma örgütünün, üyelerinin maddi ve psikolojik refahına ne derecede katkıda bulunduğu derecesi” olarak tanımlamaktadır.

Çalışma yaşamının kalitesi, bireylerin iş hayatında yaşadıkları tatmin, motivasyon, katılım ve taahhüt düzeyi olarak tanımlanmaktadır (Srivastava ve Kanpur, 2014: 54).

Çalışma yaşamının kalitesi, organizasyonda çalışan insanlar için iş ortamının olumlu ya da olumsuz tarafını ifade eder (Gaurav, 2012:63).

Çalışma yaşamının kalitesi, çalışanın kendi iş yerindeki deneyimlerini kullanarak önemli kişisel ihtiyaçlarını karşılayabilme derecesi şeklinde ifade edilmektedir. Bireyin çalışma hayatının kalitesi ise, bireyin çalışma ortamındaki hem

objektif hem de deneyimli özelliklere duyduğu tepki şeklinde tanımlanmaktadır (Chinomona ve Dhurup, 2014:365).

Amerikan Eğitim ve Gelişim Derneği (1979), çalışma yaşamının kalitesini “bir örgütün her seviyedeki üyelerinin örgüt ortamını, yöntemlerini ve sonuçlarını şekillendirmeye aktif olarak katılmalarını sağlayan bir çalışma organizasyonu” olarak tanımlamaktadır.

Bir başka tanımlamada çalışma yaşam kalitesi, “çalışmayı doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen tüm etkenler” olarak ifade edilmektedir. Çalışma hayatının kalitesini etkileyen etkenlerin ise; işin yapısı, çalışma ortamı ve şartları, ücretler, kullanılan teknoloji, kararlara katılım, sosyal güvenlik, endüstriyel ilişkiler, iş güvencesi, sosyal adalet, iş doyumunu, demografik yapı, motivasyon ve sürekli eğitim olduğu ifade edilmektedir (Şahin, 2011:30).

Diğer bir tanımlamada çalışma yaşamının kalitesi, “çalışanın çalışma ortamına ait ihtiyaçlarının karşılanma algısı” şeklinde ifade edilmektedir (Türkay, 2015:240).

Özet olarak çalışma hayatının kalitesi, işgörenlerin çalışma hayatının değişik veçhelerine ait düşünce ve tepkilerini ifade etmektedir. Çalışanların düşünce ve tepkileri kuruluşların performansını önemli derecede etkilemektedir. Çünkü çalışanlar çalışma hayatlarında olaylardan ve çalışma şartlarından farklı şekilde etkilenmekte ve bu durumda farklı şekilde tepkiler gösterebilmektedirler. Kuruluşlar belirlenen amaç ve hedeflerini gerçekleştirmek için, çalışanların zaman içinde değişen istek ve ihtiyaçlarını mümkün olduğunca karşılamaları gerekir. Böylece çalışanlar kendilerine gereken önemin verildiğini hissettikleri zaman daha verimli çalışacaklardır. Organizasyonların ve çalışanların ortak bir payda da birleşmeleri sonucu hem kuruluşların hem de çalışanların yaşam kalitesini artıracaktır. Bu da verimliliği artırarak, organizasyonların performansını olumlu yönde etkileyecektir (Şahin, 2011:31). Çalışma yaşam kalitesinin yüksek olması, iş doyumuna, dolayısıyla da etkili ve verimli bir performansa neden olur (Srivastava ve Kanpur, 2014: 58).

### 1. 5. 7. Kârlılık ve Bütçeye Uygunluk

İşletmeler hayatta kalmak ve uzun bir süre büyüyebilmek için yeterli ölçüde kâr elde etmeleri gerekir. İşletmelerin esas amacının kâr olduğu gerçeği göz önüne alındığında kârlılık, işletme performansını gösteren önemli bir boyuttur.

Kâr, belirli bir süre boyunca bir etkinlik için toplam gelir ile toplam maliyet arasındaki pozitif fark olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifadeyle kâr, bir firmanın belli bir dönem sonunda elde ettiği gelirler ile giderler arasındaki olumlu farktır.

Kârlılık, bir organizasyonun, şirketin, firmanın veya bir teşebbüsün tüm ticari faaliyetlerinden kâr elde etme olanağı anlamına gelir. Piyasadaki tüm kaynakları kullanarak yönetimin kârını ne kadar verimli kılacağını gösterir. Başka bir ifadeyle kârlılık, bir işletmenin kâr elde etme yeteneğidir. Yani, bir işletmenin mevcut kaynakları kullanarak ne kadar iyi kazanç sağladığını gösterir.

Üretim, satış miktarı, giderler ve satış fiyatı kârlılığı belirleyen esas unsurlardır. İşleme yöneticileri, kârlılığı performans ve karar verme ölçütü olarak kullanabilmeleri için üretim ile satış arasındaki ilişkiyi iyi kurmaları gerekir. Kârlılık ile ilgili analizler yapılırken ekonomideki dalgalanmalar, işletmenin geçmiş dönemlerdeki kâr oranları, aynı sektördeki firmaların kâr oranları ve sermayenin diğer alanlara yatırılması durumunda elde edilecek gelir göz önüne alınmalıdır (Kecek, 2010:21).

Genel olarak kârlılık, işletme tarafından üretilen kârlar ile bu kârların elde edilmesine katkıda bulunan yatırımlar arasındaki ilişkidir ve kârlılık oranları, bir şirketin işletme faaliyetini kâra dönüştüreceği etkinliği ölçer. Kâr marjları, geliri kâra dönüştürme yeteneğini değerlendirir. Aktif kârlılığı, net gelir elde etmek için varlıkları kullanma becerisini ölçer. Özkaynak kârları, net kârı öz kaynak ile karşılaştırır (Alshatti, 2015:64).

Kâr ve kârlılık işletmeler için önemli olduğu gibi toplum için de önemlidir. Kâr sadece işletmelerin sahiplerinin ödülü olmakla kalmaz, aynı zamanda toplumun diğer kesimlerinin çıkarlarıyla da ilgilidir. Kâr, yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda yönetsel etkinlik ve sosyal hedefleri de değerlendiren bir ölçüttür.

Bütçeye uygunluk da kârlılık gibi maliyet ve gelir ilişkisini esas alan bir performans boyutu olduğundan bütçe ve bütçe kontrolleri, para, miktar, kalite ve zaman cinsinden (biri veya birkaçı) ifade edilen planlanan değerler ile gerçekleşen değerler arasında ilişki kurularak belirlenir (Erpolat, 2011:22). Planlanan değerler ile gerçekleşen değerler arasındaki farkın ölçüsü nispetinde işletmenin bütçeye uygunluk performans düzeyi belirlenir. Buna göre farkın az olması performans düzeyinin yüksekliğini, çok olması ise performans düzeyinin düşüklüğünü gösterir (Başat, 2009:22). Bütçeye uygunluk ile ilgili değerlendirmeler, performans ölçümünün yanı sıra performans geliştirmek için geleceğe ait düzeltici önlemler alınmasını sağlar (Kecek, 2010:22).

#### **1. 5. 8. Sosyal Sorumluluk**

Sosyal sorumluluk, işletmelerin kâr sağlama faaliyetlerini toplum yararına faaliyetlerle dengelemesi anlamına gelmektedir. Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO), sosyal sorumluluğu, işletmelerin faaliyet gösterdiği toplum ve çevre arasındaki ilişkinin “etkin bir şekilde faaliyet göstermeye devam edebilme yetenekleri açısından kritik bir faktör” olduğunu ifade etmekte ve giderek genel performansının bir ölçüsü olarak kullanılmaya başlandığını vurgulamaktadır (www. Investopedia.com., 20.12.2018).

Rekabetin arttığı günümüz dünyasında, işletmelerin ürünlerini sadece tüketicilerin istedikleri faydalar doğrultusunda sunmaları ya da sadece kendi çıkarlarını ön planda tutarak kârlılıklarını arttırmaları mümkün olmamaktadır. Tüketicilerde toplum bilincinin gelişmesiyle birlikte, işletmelerin topluma yararlı olmasının yanı sıra sosyal sorumluluklarının da yerine getirilmesi beklenmektedir. Hususan son zamanlarda tüketiciler, satın alma tercihlerini genellikle bireysel yararlarının yanı sıra toplumsal yararları da dikkate alarak tercih yapmakta ve toplum yararına projeler gerçekleştiren işletmelere daha olumlu bakmaktadır (Akkoyunlu ve Kalyoncuoğlu, 2014:126). Sosyal sorumluluğu göz önüne alarak hareket eden işletmelerin uzun vadede başarılı olacakları; ekonomiye, çevreye ve topluma katkılarından dolayı daha kazançlı çıkacakları beklenmektedir (Başar ve Başar, 2006:2014).

Sosyal sorumluluk; işletmelere, daha iyi tanınma, saygınlık, operasyonel maliyet tasarrufu, artan satışlar ve müşteri sadakati, daha iyi mali performans, örgütsel büyüme, çalışanları korumak ve sermaye erişimini kolaylaştırmak gibi faydalar sağlamaktadır (www.nibusinessinfo.co.uk, 20.02.2018).

## **1. 6. Performans Ölçümünde Kullanılan Finansal Oranlar**

### **1. 6. 1. Likidite Oranları**

Likidite, bir varlığın hızlı bir şekilde ve düşük bir maliyetle nakde dönüşme özelliğini ifade eder. Likit varlıklar ise hızla, kolayca ve düşük maliyetle nakde dönüştürülebilen varlıklardır (Elmas, 2015:193).

Likidite oranları, bir işletmenin kısa vadeli borç yükümlülüklerini yerine getirme kabiliyetini ölçen oranlardır. Bu oranlar, bir işletmenin vadesi geldiğinde kısa vadeli yükümlülüklerini yerine getirme yeteneğini ölçer (www.readyratios.com, 22.02.2018). Likidite oranları işletmenin net işletme sermayesinin yeterli olup olmadığını gösteren bir ölçüttür (Çabuk ve Lazol, 2009:178). Likidite oranları, işletmenin mevcut likit ve likit benzeri değerlerin kısa vadeli borçlara bölünmesiyle hesaplanır (Polat, 2016:82).

Bir işletmenin hayatını sürdürebilmesi için vadesi gelen borç yükümlülüklerini yerine getirebilecek kabiliyette olması gerekir. İşletmenin uzun vadede borçlarını ödeyebilmesi kârlılığa ve işletmenin borçluluk durumuna bağlıdır. Ancak kısa vadede firmanın borçlarını ödeyebilmesi likidite durumuna bağlıdır. Geleceği iyi olan bir işletme dahi kısa vadeli borçlarını ödemedelikit durumuna dikkat etmezse daha işin başında bile başarısızlığa uğrayabilir (Polat, 2016:82-83). Genel olarak likidite oranları üç kısımda incelenir. Bunlar cari oran, asit test oranı ve nakit orandır.

#### **1. 6. 1. 1. Cari Oran**

Cari oran, bir işletmenin faaliyetlerini sürdürebilmesi için lazım olan dönen varlıkların kısa vadeli borç yükümlülüklerine bölünmesiyle hesaplanır (Yurdakul ve İç, 2003:3). Bu oran, işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücünü gösterir (Çabuk ve Lazol, 2009:178). Cari oran aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{Cari Oran} = \frac{\text{Dönen Varlıklar}}{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}$$

Cari oran, işletmenin likidite seviyesini, borç ödeyebilme kapasitesini ve net işletme sermayesinin yeterli olup olmadığını göstermektedir. Bir işletmenin likiditesinin fazlalığı, kısa vadede borç yükümlülüklerini yerine getirebilme kapasitesini göstermektedir (Yurdakul ve İç, 2003:3). Ancak oranın çok yüksek olması kredi verenlerin lehine olurken, işletme lehine kabul edilemez. Çünkü oranın yüksekliği işletmede kullanılmayan (âtlı) fonun bulunduğu, mevcut kaynakların etkin kullanılmadığına delalet eder. Cari oran sektörlere göre farklılık göstermesine rağmen, bu oranın 2 olması genellikle yeterli görülmektedir. Ancak kaynakların kısıtlı ve enflasyonun yüksek olduğu ülkelerde bu oranın 1,5 olması normal kabul edilmektedir (Çabuk ve Lazol, 2009:178).

#### **1. 6. 1. 2. Asit Test Oranı**

Bu oran, cari oranı tamamlayan ve onu daha da anlamlandıran bir orandır. Asit test oranı, dönen varlıklar içinde likiditesi en düşük olan stokların dönen varlıkların toplamından düşürüldükten sonra kısa süreli borçlara bölünerek bulunur. Stokların diğer dönen varlık kalemlerine göre nakde çevrilmesi daha fazla zaman alıcı olduğundan asit test oranının hesaplanmasında nakit varlık olarak alınmamıştır. Bundan dolayı cari orana göre daha hassas bir orandır (Elmas, 2015:196). Asit test oranını hesaplamak için genel kabul görmüş formül şu şekilde yazılabilir:

$$\text{Asit Test Oranı} = \frac{\text{Dönen Varlıklar} - \text{Stoklar}}{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}$$

Genel itibariyle bu oranın 1 (%100) olması yeterli bir ölçü olarak kabul edilmektedir. 1'den küçük olması durumunda ise işletmenin likidite sıkıntısı çekebileceği yorumu yapılmaktadır. Ancak bir işletmenin likidite oranı 1'den küçük olsa dahi stoklarını kolaylıkla nakde çevirebiliyorsa borç ödemedeki sıkıntı yaşamayabilir. Tabi ki sektörel farklılıkları göz önüne almak gerekir (Akgüç, 2006:403-404). Asit test oranı genellikle yukarıdaki formülle bulunur. Ancak bilanço kaleminde likiditesi stoklardan daha az olan kalemler de bulunmaktadır. Bundan



dolayı bu kalemlerin bu oranda bulunmaması gerekmektedir. Öyleyse bu oranın hesaplanması şu şekilde de yapılabilir (Polat, 2016:84):

$$\text{Asit Test Oranı} = \frac{\text{Nakit} + \text{Hızla Nakde Dönüſen Varlıklar}}{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}$$

Nakit ve hızla nakde dönüſen varlıklar, nakit ve nakit benzerleri, finansal yatırımlar ve tüm alacaklar kalemlerini kapsamaktadır.

### 1. 6. 1. 3. Nakit Oran

Bu oran işletmenin elinde bulunan hazır değerlerinin kısa vadeli borçlarını ne ölçüde karşıladığını gösterir (Usta, 2012:114). Likidite oranları içinde en keskin ve en hassas olanıdır. Nakit oranıyla işletmenin alacaklarını tahsil edememesi ve stoklarını satamaması halinde nakit ve nakit benzeri varlıklar ve finansal varlıklarla kısa süreli borçlarının ne kadarını karşılayabileceği tespit edilir ve aşağıdaki formülle hesaplanır (Elmas, 2015:197).

$$\text{Nakit Oran} = \frac{\text{Nakit ve Nakit Benzerleri} + \text{Finansal Varlıklar}}{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}$$

Genel olarak gelişmiş ülkelerde nakit oranın 0,20 olması yeterli görülmektedir. Ancak ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde bu oran 0,20 altına düşebilmektedir. Nakit oranın çok yüksek olması işletmelerin gereğinden fazla hazır değerlere ve menkul kıymetlere sahip olduğunu gösterir. Bu da işletmelerin kârlılığını olumsuz yönde etkilemektedir (Elmas, 2015:197).

### 1. 6. 2. Kaldıraç Oranları

Kaldıraç oranlarına, finansal (mali) yapı veya borç oranları da denir. Kaldıraç oranları, işletmenin ne oranda borçla finanse edildiğini, borçla finansmanın ne oranda faydalı olduğunu ölçmeye yarar. Bu oranlar, işletmenin faaliyetleri sonucunda zarar etmesi, aktiflerinin düşmesi veya gelecekte yeterli seviyede fon sağlayamaması ve uzun vadeli borçlarını ödeyip ödeyemeyeceği hakkında önemli ipucu bilgilerini sağlar (Ceylan, 1995:27). Finansal yapı oranları, aynı zamanda işletmenin öz kaynaklarının yeterli seviyede olup olmadığını, öz kaynak ve borç dengesinin uygun olup olmadığını gösterir (Gümüş ve Bolel, 2017:89).

Bir işletmenin faaliyetinden elde ettiği kâr, borçlanma maliyetinden daha yüksek ise, söz konusu işletme finansmanda daha fazla borçlanarak öz kaynak kârlılığını artırabilir. Borçlanma maliyeti, öz kaynak maliyetinden düşük olduğu sürece, işletmenin yabancı kaynak kullanması, ortalama kaynak maliyetini düşürür. Ancak işletmenin borç yükü arttıkça işletmeye kredi sağlayanlar, şartları ağırlaştırarak kredi fiyatını, riski de karşılayacak şekilde yükseltirler. Bu da borçlanma maliyetini yükseltebilir ve dolayısıyla kârlılığı düşürebilir (Akgüç, 2006:407-409). Finansal yapıyla ilgili birçok oran hesaplamak mümkündür. Bunlardan sıkça kullanılanlar aşağıda verilmiştir.

#### **1. 6. 2. 1. Finansal Kaldıraç Oranı**

Finansal kaldıraç oranı, toplam borçların toplam aktiflere bölünmesiyle bulunur. Toplam borç oranı olarak da bilinen bu oran, işletmeye yabancı kaynak sağlayanların oluşturdukları fonların toplam kaynak içindeki payını gösterir (Ceylan ve Korkmaz, 2014:52). Borç oranı şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Finansal Kaldıraç Oranı} = \frac{\text{Toplam Borçlar}}{\text{Toplam Aktifler}}$$

Bu oran aynı zamanda bir işletmenin varlıklarıyla borçlarını ödeyebilme kabiliyetini gösterir (www.myaccountingcourse.com., 01.03.2018). Oranın yüksek olması işletmenin borçlarını ödemedeki sıkıntıya düşme ihtimalinin yüksek olduğunu gösterir. Bundan dolayı işletmeye borç verenler oranın çok yüksek olmasını istemezler. Fakat işletme yöneticileri ise bu oranın finansal etkisinden istifade ederek kârlılığı artırmak için yüksek olmasını isterler. Bu oran yükseltirken işletmenin finansal riski ve kârlılık arasındaki ilişki göz önüne alınmalıdır (Elmas, 2015:199). Gelişmiş ülkelerde bu oranın %50 olması makul bir seviye olarak kabul edilmektedir. Fakat ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde bu oran %60'ın üzerine çıkabilmektedir (Çabuk ve Lazol, 2009:182).

#### **1. 6. 2. 2. Toplam Borçların Öz Kaynaklara Oranı**

Bir işletmenin finansal politikalarının sağlamlığını belirten borç ödeme oranıdır. Alacaklılar tarafından finanse edilen varlıkların payı ile pay sahipleri tarafından

finanse edilen varlıkların payı arasındaki ilişkiyi gösterir (www.accountingformanagement.org., 02.03.2018). Yani, işletmeye kredi (borç) verenlerin arz ettikleri sermaye ile işletmenin öz kaynakları arasındaki ilişkiyi ölçen bu oran, işletme borçlarının işletme sermayesi ile ne oranda karşılandığını ortaya koymaktadır (Şimşek ve Çelik, 2010:218). Bu oran şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Toplam Borçların Öz Kaynaklara Oranı} = \frac{\text{Toplam Borçlar}}{\text{Öz Kaynaklar}}$$

Öz kaynak borç dengesi bakımından oranın 1 olması yeterli görülmektedir. Oranın 1'den küçük olması ağırlıklı olarak işletmenin faaliyetlerini öz kaynakla, 1'den büyük olması durumunda ise borçla finanse ettiğini göstermektedir.

#### **1. 6. 2. 3. Kısa Vadeli Borçların Toplam Borçlara Oranı**

Borç yapısı oranı olarak da bilinen bu oran, toplam yükümlülükler içindeki kısa vadeli yükümlülüklerinin oranı hakkında bilgi vermektedir. Yani kısa vadeli borçların toplam borçlar içindeki payını ifade etmektedir. Bu oran aşağıda verilen formülle hesaplanır (Yurdakul ve İç, 2003:5):

$$\text{Kısa Vadeli Borçların Toplam Borçlara Oranı} = \frac{\text{Kısa Vadeli Borçlar}}{\text{Toplam Borçlar}}$$

Bu oran işletmelerin üretim şekline göre farklılık göstermektedir. Emeğin yoğun olduğu işletmelerde bu oranın yüksek olduğu, buna mukabil teknolojinin yoğun olduğu işletmelerde ise bu oranın daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca işletmelerin uzun vadeli yabancı kaynak bulma olanakları da bu oranın gelişimini etkilemektedir. Örneğin ülkemiz gibi uzun vadeli yabancı kaynak bulmanın maliyetli ve zor olduğu ülkelerde iş yapan işletmelerde bu oran daha da yüksektir (Polat, 2016:87).

#### **1. 6. 2. 4. Uzun Vadeli Borçların Öz Kaynaklara Oranı**

Bir işletmenin finansal ödeme gücüne ışık tutan bir sermaye yapısı oranıdır. Bu oran bir işletmenin uzun vadeli borcunu öz sermayeyle karşılaştırarak, işletmenin temel faaliyetlerini nasıl finanse ettiğine ilişkin bilgiler vermektedir (wealthyeducation.com., 02.03.2018). Bu oran optimal sermaye yapısının

oluşturulması, borç verenlere sağlanan güvenlik, işletme faaliyetlerinin yürütülmesinde borçların oranı bakımından önemlidir (Usta, 2012:127). Bu oran aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\text{Uzun Vadeli Borçların Öz Kaynaklara Oranı} = \frac{\text{Uzun Vadeli Borçlar}}{\text{Öz Kaynaklar}}$$

Genel olarak bu oranın 1'den küçük çıkması ve özellikle 0,5'in altında olması ideal olarak kabul edilmektedir. Uzun vadeli borçların öz sermayeye oranı yüksek olan işletmeler riskli olarak kabul edilmektedir (wealthyeducation.com., 02.03.2018).

Bu oran işletmelerin başarı derecesinin ve yönetim etkinliğinin tespitinde iyi bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (Usta, 2012:127).

#### **1. 6. 2. 5. Duran Varlıkların Devamlı Sermayeye Oranı**

Duran varlıkların sürekli sermayeye bölünmesiyle bulunan bu oran şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Duran Varlıkların Devamlı Sermayeye Oranı} = \frac{\text{Duran Varlıklar}}{\text{Devamlı Sermaye}}$$

Bu formülün payda kısmında bulunan devamlı sermaye öz kaynak ile uzun vadeli yabancı kaynakların toplamından oluşmaktadır.

Bu oran ile işletmenin duran varlıkların fonlanmasında hangi kaynağın ne oranda kullanıldığı tespit edilmektedir. Hususan duran varlıkların tümünün öz kaynaklarla karşılanmadığı firmalarda bu oranın hesaplanması önem arz etmektedir. Öz kaynakla karşılanamayan duran varlıklar uzun vadeli borçlarla karşılanmaktadır (Gündoğdu, 2017:134).

#### **1. 6. 3. Faaliyet Oranları**

Faaliyet oranları, işletmelerin varlıklarını ne kadar verimli kullandıklarını gösteren oranlardır (Ceylan ve Korkmaz, 2014:57). Bu oranlar, bir işletmenin gelirlerini üretmek için varlıklarını ne kadar verimli kullandığını ve bu varlıkları yönetme kabiliyetini ölçer (www.investopedia.com., 05.03.2018). Ayrıca bu oranlarla aktiflere yapılan yatırımın fazla ya da eksik olup olmadığı anlaşılır. Aktiflere yapılan

yatırımın yüksekliği, kaynakların israf edildiğini, maliyetlerin arttığını ve işletmenin etkin nakit akımını düşürdüğünü gösterirken, eksikliği de işletmenin faaliyetlerini rahat yerine getirmediğini, kârlı çalışmadığını, piyasada mevcut talebi karşılamadığını ve dolayısıyla satışların düşme riskinin olduğunu gösterir. Aktiflerin etkin kullanılması işletmenin kârlılığını olumlu yönde etkilemektedir (Okka, 2009:112-113). Faaliyet oranlarından stok devir hızı, ticari alacak devir hızı, aktif devir hızı ve öz kaynak devir hızı aşağıda sunulmuştur.

### 1. 6. 3. 1. Stok Devir Hızı

Stok devir hızı, bir işletmede stokların ne kadar hızlı çevrildiğini gösteren bir ölçüdür (Akgüç,2006:422). Bu oran, bir dönem boyunca ortalama stoklarla satılan malların maliyetini karşılaştırarak envanterin ne kadar etkili bir şekilde yönetildiğini gösteren bir etkinlik oranıdır. Stok devir hızı, aşağıda gösterildiği gibi bir dönem içinde satılan malların maliyetini, o dönem içinde ortalama stoka bölünerek hesaplanır (www.myaccountingcourse.com., 06.03.2018):

$$\text{Stok Devir Hızı} = \frac{\text{Satılan Malın Maliyeti}}{\text{Ortalama Stoklar}}$$

Ortalama stoklar, aşağıda gösterildiği gibi dönem başı stok miktarı ile dönem sonu stok miktarı toplanıp ikiye bölünerek bulunur.

$$\text{Ortalama Stoklar} = \frac{\text{Dönembası Stoklar} + \text{Dönemsonu Stoklar}}{2}$$

Stok devir hızı, işletmenin stoklarının bir yıl içinde kaç kez satıldığını gösterdiği gibi stokların likiditesi konusunda da iyi bir göstergedir. Stok devir hızı yüksek olan bir işletmenin stok yönetiminde iyi olduğu ve buna bağlı olarak daha fazla kâr elde etme olasılığının bulunduğu söylenebilir. Ancak buna karşın yüksek bir stok devir hızı, işletmenin stok miktarının az olduğunu ve stokların satışları karşılayamadığını da gösterebilir. Stok devir hızının düşük olması, stoklama maliyetinin yükselmesine, malların satış yeteneğinin kaybetmelerine ve finansman ihtiyacının artmasına neden olabilir (Ceylan ve Korkmaz, 2014:60-61).

### 1. 6. 3. 2. Ticari Alacak Devir Hızı

Alacak devir hızı, işletmenin bir faaliyet dönemi içinde kredili satışlarının ticari alacaklarına bölünmesiyle bulunur. Eğer işletmenin kredili satışlarına ulaşamıyorsa bunun yerine net satışlar alınmak suretiyle de hesaplanabilir (Okka, 2006:113). Alacak devir hızı şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Ticari Alacak Devir Hızı} = \frac{\text{Kredili Satışlar Toplamı}}{\text{Ortalama Ticari Alacaklar}}$$

Ortalama ticari alacaklar ise aşağıdaki formül yardımıyla bulunur.

$$\text{Ortalama Ticari Alacaklar} = \frac{\text{Dönem Başı Tic. Alacaklar} + \text{Dönem Sonu Tic. Alacaklar}}{2}$$

Payda kısmında bulunan ticari alacaklar, bir işletmenin senetli ve senetsiz alacaklarını kapsar. Alacak devir hızı, işletmenin alacaklarını yılda kaç kez tahsil ettiğini ve dolayısıyla alacaklarının paraya dönüşüm hızını gösterir. Oranın büyümesi alacak devir hızının arttığını, küçülmesi ise devir hızının düştüğünü gösterir (Çabuk ve Lazol, 2009:188).

Bir işletmenin alacakları tahsil etmede güçlük çekmesi, piyasada rekabet edebilme gücünün zayıflaması, etkili bir tahsilat politikasının olmaması, müşteri seçimi ve müşterilere sunulan imkanlara özen göstermemesi gibi nedenler işletmenin alacak devir hızının yavaşlamasına sebep olmaktadır (Ceylan ve Korkmaz, 2014:59).

### 1. 6. 3. 3. Aktif Devir Hızı

Aktif devir hızı, bir işletmenin satışlarının varlıklarına oranıdır. İşletmenin gelir elde etmek için varlıklarını ne kadar başarılı kullandığını gösteren bir verimlilik oranıdır (accountingexplained.com., 10.03.2018). Bu oran toplam varlıkların yılda kaç kez devrettiğini gösterir ve işletmede varlık etkinliğinin ölçümünde kullanılır. (Okka, 2006:115). Aktif devir hızı oranı, sektörlere göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle sadece aynı sektördeki işletmelerin oranları karşılaştırılmalıdır. Aktif devir hızı şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Aktif Devir Hızı} = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Toplam Aktifler}}$$

Aktif devir hızının yüksek olması şirketin varlıklarını etkin kullandığını, şirkette âtıl kapasitenin bulunmadığını, özsermaye kârlılığının yüksek olabileceğini ve riskin az olduğunu gösterir. Oranın düşük olması ise şirkette varlıkların etkin kullanılmadığını, âtıl kapasitenin bulunduğunu, üretilen mallara karşı yeterli seviyede talebin olmadığını ve riskin yüksek olduğunu gösterir (Usta, 2012:120).

#### **1. 6. 3. 4. Öz Kaynak Devir Hızı**

Öz kaynak devir hızı, bir işletmede öz kaynağın ne ölçüde etkin kullanıldığını gösteren bir orandır. Bu oran, bir işletmenin belli bir dönemdeki net satışlarının ortalama öz kaynaklarına bölünmesiyle bulunur (Elmas, 2015:225). Bu oran aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\text{Öz Kaynak Devir Hızı} = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Ortalama Öz Kaynaklar}}$$

Bir işletmenin öz kaynak devir hızının yeterlilik seviyesi, faaliyet gösterdiği sektör içindeki işletmelerle veya işletmenin geçmiş dönemlerdeki sonuçlarıyla karşılaştırılarak tespit edilir. Öz kaynak hızının yüksek olması, işletmede öz sermayenin etkin kullanıldığını gösterdiği gibi, işletmenin öz sermayesinin yetersizliği nedeniyle, büyük ölçüde yabancı kaynak kullanıldığının da göstergesi olabilir. Oranın düşüklüğü ise öz sermayenin etkin kullanılmadığını ve böylece kârlılığı olumsuz yönde etkilediğini gösterir (Akgüç, 2006:440).

#### **1. 6. 4. Kârlılık Oranları**

Kârlılık, işletmenin faaliyetlerinin ve uyguladığı politikaların somut bir sonucu olduğundan dolayı işletmenin toplam performansını gösteren iyi bir ölçüttür (Elmas, 2015:226). Kârlılık oranları, işletmenin belirli bir faaliyet döneminde kâr elde etme açısından verimliliğini ve gücünü gösteren oranlardır. Bu oranlar, bir işletmenin elde ettiği kârın yeterli olup olmadığını ve dolayısıyla da işletmenin etkin yönetilip yönetilmediğini gösterir (Okka, 2009:121). Kârlılık oranları, bir işletmenin hissedarlarına kâr ve değer üretmek için varlıklarını ne kadar iyi kullandıklarını gösterir ([https:// corporatefinanceinstitute.com.](https://corporatefinanceinstitute.com.), 12.03.2018). Kısacası kârlılık oranları, bir işletmenin belirli bir faaliyet dönemi içinde gerçekleştirdiği faaliyetlerden elde

ettiği kazançların ölçümünde kullanılır. Bu oranlar, işletmenin elde ettiği kârın satışlara, aktiflere ve öz sermaye gibi kalemlere bölünmesiyle bulunur (Polat, 2016:90).

Kârlılık, geçmişte olduğu gibi günümüzde de performans ölçümünde kullanılan önemli bir boyuttur. Çünkü işletmelerin hayatlarını sürdürebilmeleri için kâr elde etmeleri gerekir. Bundan dolayı kârlılığın ölçülmesi işletmeler için son derece önemlidir. Başlıca kârlılık oranları aşağıda verilmiştir.

#### **1. 6. 4. 1. Net Kâr Oranı**

Net kâr oranı, bir işletmenin satışlardan elde ettiği kâr tutarını ölçer. Yani bu oran işletmenin satış yoluyla elde ettiği net kâr tutarını ifade eder. Bir işletmenin net kâr oranının yüksek olması, işletmenin her bir satışta daha fazla kazanç elde ettiğini gösterir (<https://courses.lumenlearning.com.>, 12.03.2018). Bu oran, işletmenin her bir liralık satıştan sağladığı net kârı gösterir. Net kârın satışlara bölünmesiyle hesaplanan bu oran aşağıdaki formül ile gösterilir (Ceylan ve Korkmaz, 2014:67):

$$\text{Net Kâr Oranı} = \frac{\text{Net Kâr}}{\text{Satışlar}}$$

Net kâr oranı, işletmelerde kârlılığın ölçümünde ve geleceğe yönelik performans hedeflerinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir orandır. Bu oran, işletmede üretilen mal ve hizmetlerin etkinliğini, fiyat, maliyet ve varlıkların etkin kullanımını ölçen bir performans ölçütüdür.

#### **1. 6. 4. 2. Faaliyet Kâr Oranı**

Faaliyet kâr oranı, belli bir dönemde firmanın ana faaliyetlerinden elde ettiği kârın net satışlara bölünmesiyle bulunur:

$$\text{Faaliyet Kâr Oranı} = \frac{\text{Faaliyet Kârı}}{\text{Net Satışlar}}$$

Bu oran, bir firmanın ana faaliyetlerinin ne kadar kârlı olduğunu belirlemek için kullanılır. Oranın yüksekliği, firmanın ana faaliyetlerinin kârlılığını ve verimliliğini gösterirken, düşüklüğü ise verimliliğin ve kârlılığın azaldığını gösterir. Ancak bunun



tespiti için bu oranın firmanın geçmiş dönemlerinin oranları, aynı endüstrideki benzer firmaların oranları ve sektör ortalamalarıyla karşılaştırılması gerekir (Çabuk ve Lazol, 2009:195).

#### **1. 6. 4. 3. Aktif Kârlılık Oranı**

Aktif kârlılık oranı, ortakların paylarının kârlılığını ölçen ve işletmenin varlıklarını ne ölçüde etkin kullandığını gösteren bir orandır. Normal şartlarda net kâr üzerinden hesaplanan bu oran, faiz ve vergi öncesi kâr kullanılarak vergi öncesi bazda da hesaplanabilir. Bu oranın yüksekliği, işletmenin varlıklarını daha kârlı ve etkili kullandığını gösterir (Warrad ve Al Omari, 2015:80). Bu oran şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Aktif Kârlılık Oranı} = \frac{\text{Net Kâr}}{\text{Aktifler Toplamı}}$$

Bir işletmenin toplam aktiflerine göre net kazancın yüzdesini gösteren bu oran, aynı zamanda varlık yoğunluğunu da gösterir (<https://corporatefinanceinstitute.com.>, 12.02.2018). Varlık yoğun sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler, bu sektörde olmayanlara göre daha düşük orana sahip olma eğilimindedir. Aktif kârlılık oranı, işletmeye, sektöre ve ekonomik çevreye bağlı olarak değişebilmektedir (<https://courses.lumenlearning.com.>, 12.02.2018).

#### **1. 6. 4. 4. Öz Kaynak Kârlılık Oranı**

Öz kaynak kârlılık oranı, ortakların işletmeye sağladığı sermayenin getirisini gösterir. Bu oran, net kârın hissedarların bir faaliyet dönemi içinde sağladıkları öz sermayeye bölünmesiyle hesaplanır. Hesaplama, hissedarların gerçekte sahip oldukları rakamları dikkate almak amacıyla, azınlık payları düşüldükten sonra net kâr ve öz kaynakların paylaşılması önem arz etmektedir. Bu oran yatırımcıya, farklı işletmelere yatırım yapma fırsatını verdiği gibi bunlar arasında karşılaştırma yapabilme imkânını da sağlamaktadır (Warrad ve Al Omari, 2015:80). Bu oran aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{Öz Kaynak Kârlılık Oranı} = \frac{\text{Net Kâr}}{\text{Öz Kaynaklar}}$$

Öz sermaye kârlılık oranı, işletmede öz kaynak karşılığında ne kadar kâr sağlandığını gösterdiği gibi işletmenin ek sermaye ihtiyacının olup olmadığını da gösterir (Şimşek ve Çelik, 2010:220-221).

#### **1. 6. 4. 5. Hisse Senedi Başına Kâr Oranı**

Bu oran, bir işletmenin kârlılığını gösteren önemli bir finansal ölçüdür. İşletmenin net gelirinin toplam pay tutarına bölünmesiyle bulunur. Hisse senedi başına kâr, bir işletmenin kârının hisse senedinin her bir hissesine tahsis edilen kısmıdır. Borsada işlem yapan yatırımcılar ve insanlar için çok önemli bir oran olmakla beraber piyasa katılımcılarının, hisselerini almadan önce bir işletmenin kârlılığını ölçmek için sıklıkla kullandıkları bir orandır (<https://economictimes.indiatimes.com.>, 15.03.2018). Bu oran şu şekilde hesaplanır (Ceylan ve Korkmaz, 2014:70):

$$\text{Hisse Senedi Başına Kâr} = \frac{\text{Dönem Net Kârı}}{\text{Hisse Senedi Sayısı}}$$

Dönem net kârın hisse senedi sayısına bölünmesiyle bulunan bu oran, işletmenin hissedar bazında ne kadar kârlı olduğunu gösterir. Böylece, büyük bir işletmenin hisse başına kârı, küçük bir işletmenin hisse başına kârı ile karşılaştırılabilir. Bir işletmenin hisse başına kâr oranının yüksek olması, her zaman düşük bir orandan daha iyidir. Çünkü bu, işletmenin daha kârlı olduğu ve işletmenin hissedarlarına dağıtmak için daha fazla kâr olduğu anlamına gelmektedir (<https://www.myaccountingcourse.com.>, 15.03.2018).

## II. BÖLÜM

### ETKİNLİK VE ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

#### 2. 1. Etkinlik Kavramı

Literatürde etkinlik ile verimlilik kavramları genellikle birbirinin yerine kullanılmaktadır. Ancak bu kavramlar arasında farklılıklar bulunmaktadır. Verimlilik; “belirli bir süre içerisinde üretilen ürün ve hizmet miktarının, aynı dönem de söz konusu ürün ve hizmet miktarının üretilmesi için kullanılan girdilere oranı” şeklinde tanımlanırken etkinlik ise; minimum (en az) girdi kullanarak maksimum (en fazla) çıktı elde etme başarısı olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamalara göre etkinlik, verimlilikten daha kapsamlı bir anlam taşımaktadır. Bu bağlamda etkinlik ile etkililik kavramlarının da farklı olduğunu ifade etmek gerekir. Çünkü etkililik kavramı belirlenen hedeflere ne oranda ulaştığını göstermekte ve hedeflere ulaşmada kullanılan kaynakların miktarıyla ilgilenmemektedir (Cihangir, 2004:164).

Bartol (1994) ise etkililik ve etkinliği performansın önemli iki boyutu olduğunu vurgulamaktadır. Etkililiği, önceden belirlenen hedefleri gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Etkinliği ise amaçları gerçekleştirme sürecinde kaynakları en verimli biçimde kullanma kabiliyeti olarak ifade etmektedir (Elitaş ve Eleren, 2007:108).

Etkinlik, “bir işletmenin en az kaynakla amacına ulaşma başarısı” olarak ifade edilmektedir. İşletmeler açısından etkinlik, işçilik, sermaye, hammadde, teknoloji, malzeme, yatırım ve diğer girdilerin belirlenen hedefler doğrultusunda ne oranda yeterli kullanıldığını gösteren bir ölçüttür. Etkinlik, bir işletmenin üretim veya üretim faktörleri için önceden belirlediği programın gerçekleştirilme derecesini gösterir. Başka bir ifadeyle gerçekleşen performans ile standart performans arasındaki ilişkinin ölçüsünü verir. Yani fiili (gerçekleşen) performansın olması gereken (standart) performansa ne oranda yaklaşıp yaklaşmadığını gösterir. Buna göre etkinliğin derecesini aşağıda verilen eşitlik ile tespit etmek mümkündür (Şimşek ve Çelik, 2010):

$$Etkinlik = \frac{Standart Performans}{Gerçekleşen Performans}$$

Bu oranın 1'e eşit olması, amaçlanan bir sonuçtur. Oranın 1'den küçük olması, faaliyetlerin istenen seviyede gerçekleşmediği ve dolayısıyla performansın hedeflenen performanstan daha düşük olduğunu gösterir. Etkinlik oranının 1'den büyük olması ise, söz konusu faaliyetlerin hedefin üzerinde gerçekleştiğini gösterir (Erpolat, 2011:29).

Bir üretim biriminin etkin olabilmesi için elde edilen çıktılarla istenilen çıktıların çakışması gerekir. Aksi takdirde bu birimin etkin olmadığı ifade edilir. Genel anlamda etkinlik ölçümünün konusu, kaynakların kullanımı ile elde edilen çıktılarla istenilen çıktılara göre değerlendirilmesidir. Burada asıl sorun, istenilen çıktılarla gerçekleşen çıktıların çakışmadığı zamanlarda etkinlik boyutunun ölçülmesinden kaynaklanmaktadır. Bu durumda kullanılacak kriterin elde edilen çıktılarla istenilen çıktılara ne oranda yaklaşabildiğini yansıtması gerekir (Elitaş ve Eleren, 2007:109).

Etkinliğin ölçülmesi, işletmelere üretim sürecinde teknik ya da kurumsal etkisizliklerini belirleme imkânını sağlayarak gerekli önlemlerin alınmasına yardımcı olmaktadır (Erpolat, 2011, s.30). Etkinlik ölçümü ile işletmeler nerede olduklarını gösteren bir göstereyi elde ederken, bununla birlikte girdiler ile ne ölçüde çıktı üretebileceklerini ve mevcut kapasite kullanım düzeylerini gösteren göstergeleri de elde edebilmektedirler (Lorcu, 2008:37).

Etkinlik, genel manada üretim sürecinde mevcut girdi bileşiminin kullanılarak en fazla çıktının elde edilmesi veya belirli bir çıktının en az girdiyle elde edilmesidir. (Cingi ve Tarım, 2000: 2).

## **2. 2. Etkinlik ile ilgili Temel Kavramlar**

Etkinlik kavramı içinde kullanılan karar verme birimi (KVB), üretim olanakları kümesi (ÜOK) ve üretim fonksiyonu hakkında kısa bilgi verilecektir.

### **2. 2. 1. Karar Verme Birimi**

“Karar Verme Birimi (KVB)” terimi ilk kez Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR)'in 1978 yılında yaptığı çalışmada ortaya çıkmıştır. Charnes, Cooper ve Rhodes, KVB'ni farklı girdi ve çıktılara sahip olan ve etkinlik bakımından değerlendirilen

işletmelerin, bölümlerin veya yönetsel birimlerin bir topluluğu olarak tanımlamışlardır (Kecek, 2010:37).

Bu terminoloji, kâr amacı olan ve olmayan tüm kuruluşların birimlerini kapsamaktadır. Charnes, Cooper ve Rhodes (1978)'in araştırması, daha çok “kâr amacı olmayan” varlıklarda karar verme üzerine odaklanmıştır (Ramanathan, 2003:26).

Ticari kuruluşların etkinliği, dönemsel kârlar veya stoklar gibi farklı göstergeler kullanılarak değerlendirilebilir. Ancak kâr amacı gütmeyen kuruluşlar için böyle ölçülebilir faktörlerin kullanımı uygun olmamaktadır. Karar birimlerinin çıktılarının ağırlıklı toplamının girdilerinin ağırlıklı toplamına bölünmesiyle elde edilen en iyi üretim bileşimini baz alıp bir sınır belirlenir ve her bir karar biriminin etkinliği bu sınıra göre analiz edilir. Sınırın üzerinde bulunan karar verme birimleri için “etkin” sınırın üzerinde bulunmayanlar için ise “etkin olmayan” birimler olarak değerlendirilir (Erpolat, 2011:30).

Karar verme birimleri; eğitim kurumları, bankalar, kütüphaneler, hastaneler, zincir marketleri, hapisaneler, güzellik merkezleri, havayolları, vergi ofisleri, vb. kuruluşlar veya bu kuruluşların bölümleri olabilmektedir.

### **2. 2. 2. Üretim Olanakları Kümesi**

Üretim, mevcut girdilerden çıktılar elde etme sürecidir. Yani bir anlamda mevcut kaynakların ürün haline dönüştürülme süreci olarak da ifade edilebilir. Üretim süreci ise, girdiler bileşiminin belirli değişimlerden sonra çıktılar olarak ortaya konulduğu bir süreçtir. Burada girdi ile çıktı arasındaki ilişki bir üretim işlevi olmakla beraber matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Demir ve Gümüšoğlu, 2009:55-56):

$$Çıktı = f(Girdi)$$

Burada  $f$ , değişimi gösteren bir fonksiyondur.

Bir üretim sürecinin etkinliği, mevcut ve/veya değişen teknoloji çerçevesinde, belirli bir girdi bileşiminden en fazla çıktının elde edilmesi ya da belirli bir çıktı bileşiminin minimum girdi ile elde edilmesine bağlıdır (Cingi ve Tarım, 2000:2).

Üretim olanakları kümesi (ÜOK), bir üretim teknolojisi tarafından gerçekleştirilen etkin veya etkin olmayan tüm girdi-çıktı dönüşümlerini kapsayan küme olarak tanımlanabilir (Yolalan, 1993:7).

KVB'lerin etkinlik ölçümlerinin belirlenebilmesi için söz konusu birimlerin girdi ve çıktı değişkenlerinin tespit edilmesi gerekmektedir (Gedik, 2010:4). Girdi ve çıktı değişkenlerinden elde edilen ölçüm sonuçlarından ve bazı varsayımlardan yararlanılarak üretim olanakları kümesi elde edilebilir.

Genel manada bir işletmenin etkinliği, mevcut girdilerle olabildiğince çıktı elde etme başarısı olarak tanımlanabilir. Farklı işletme politikalarının etkinlik bakımından sonuçlarının değerlendirilmesi için etkinlik ölçümlerinin yapılması gerekir. Geleneksel etkinlik ölçüm yöntemlerinde üretim sınırının veya etkin üretim fonksiyonunun bilindiği varsayılmaktadır. Diğer bir söylemle, işletmenin gözlemlenen performansı, en iyi (mutlak) etkinlik standardına göre mukayese edilmektedir. Buna göre etkinlik ölçüm sonuçları, kullanılan standarda bağlı olarak farklı olmaktadır. Bu durumda etkinlik standardının doğru bir biçimde belirlenmesi önem arz etmektedir. Üretim sınırının tespit edilmesinde iki temel yaklaşımdan bahsedilmektedir. Bunlar (Tarım, 2001:5);

1. Teorik bir fonksiyonun tespit edilmesi,
2. Gözlemlerden hareketle deneysel bir fonksiyonun tespit edilmesi biçimindedir.

Teorik üretim fonksiyonu, tam olarak belirlenebilmesi durumunda, etkinlik standardı olarak kullanılabilir. Fonksiyonun tam olarak belirlenememesi durumunda ise, mevcut gözlemlerden hareketle, etkin üretim fonksiyonun elde edilmesini sağlayacak yönteminin tespit edilmesi gerekir (Lorcu, 2008:9-10). Bu yöntemle ilgili ayrıntılı bilgiler, Bölüm 3'te verilecektir. Burada sadece üretim olanakları kümesi ile varsayımları incelenecektir.

Etkin üretim fonksiyonun belirlenmesinde, teorik fonksiyonun tespit edilemediği durumlarda var olan gözlemler kullanılmaktadır. Bu gözlemlerden her birine karar verme birimi-KVB (decision making unit-DMU) denilmektedir (Charnes,

Cooper ve Rhodes, 1978:429). Aynı üretim sürecinde yer alan karar verme birimleri, aynı amacı gerçekleştirmek üzere miktar ve oranları farklı olabilen aynı girdi ve çıktı ile benzer çevrelerde iş yapan homojen birimlerdir. Bu KVB'ler için gözlem kümesini  $G = \{1, 2, 3, \dots, N\}$  ile göstermek mümkündür (Erpolat, 2011:31). Gözlemlenen KVB sayısı,  $j = 1, 2, 3, \dots, N$  ile gösterildiğinde, gözlenen girdi ve çıktı bileşimi  $(X_j, Y_j)$  ile ifade edilebilir. Etkinlik karşılaştırmaları için kullanılan her bir KVB'nin, genel olarak farklı miktarlarda olmasına rağmen, aynı girdileri kullandığı ve aynı çıktıları ürettiği varsayılmaktadır (Banker, Charnes ve Cooper, 1984:1081).  $m$  tane girdi faktörü ile  $s$  tane çıktı faktörü üreten bu sisteminin  $j$ . inci KVB için girdi ve çıktı vektörleri şöyledir (Banker, Charnes ve Cooper, 1984:1081; Lorcu, 2008:10):

Girdi vektörü,

$$X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{mj}),$$

çıkıtı vektörü ise,

$$Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{rj}, \dots, y_{sj}) \text{ şeklindedir.}$$

Burada amaç, üretim olanakları kümesini tanımlamak ve gözlemlenen verilere dayanan etkin birimleri belirlemektir. Mevcut teknoloji ile yukarıda belirlenen varsayımlar doğrultusunda üretim olanakları kümesi aşağıdaki gibi gösterilebilir (Banker, Charnes ve Cooper, 1984:1081; Erpolat, 2011:32):

$$T = \{(X, Y) | Y \geq 0, X \geq 0 \text{ dan üretilebilir}\}$$

Yukarıda belirtilen ifadeler dikkate alındığında,  $T$  üretim olanakları kümesi için aşağıdaki varsayımlar söz konusudur (Tarım, 2001:6; Yeşilyurt, 2003:29; Yakut, 2008:7; Lorcu, 2008:11; Kecek, 2010:38; Erpolat, 2011:32; Amiri ve Malkhalifeh, 2016:16):

$$\textbf{Varsayım 2.1. } (x, y) \in T, y \neq 0 \Rightarrow x \neq 0$$

**Açıklama 2.1.** Üretim sürecinde çıktının gerçekleşmesi ancak girdinin kullanımı ile olmaktadır.

**Varsayım 2.2.**  $(x, y) \in T, x < \infty \Rightarrow y < \infty$

**Açıklama 2.2.** Bir üretim sürecinde sonlu miktarda girdi ile sonlu miktarda çıktı elde edilebilir.

**Varsayım 2.3.**  $(x, y) \in T, \bar{x} \geq x \Rightarrow (\bar{x}, y) \in T$

**Açıklama 2.3.** Daha fazla girdi kullanımı ile aynı çıktının üretilmesi mümkündür.

**Varsayım 2.4.**  $(x, y) \in T, \bar{y} \leq y \Rightarrow (x, \bar{y}) \in T$

**Açıklama 2.4.** Aynı girdiyle daha fazla çıktının üretilmesi mümkündür.

**Varsayım 2.5.**  $(x_k, y_k) \in T, \forall k \in (1, \dots, p)$  ve  $\sum_{k=1}^p \lambda_k = 1, \lambda > 0$  ise

$$T = \left\{ (x, y) \mid x = \sum_{k=1}^p \lambda_k x_k, y = \sum_{k=1}^p \lambda_k y_k \right\}$$

**Açıklama 2.5.** Gözlenen KVB'lerin girdi ve çıktı değerlerinden elde edilen doğrusal kombinasyonlarının gerçekleşme olasılıkları, gözlenmemiş olsa bile, mevcut şartlarda gerçekleşmesi mümkündür.

**Varsayım 2.6.**  $(x, y) \in T \Rightarrow (kx, ky) \in T, k \in (0, 1]$

**Açıklama 2.6.** Girdi ve çıktı oranının değişimi yapılmadan ölçeğin küçültülmesi mümkündür.

**Varsayım 2.7.**  $(x, y) \in T \Rightarrow (kx, ky) \in T, k \in [1, \infty)$

**Açıklama 2.7.** Girdi ve çıktı oranının değişimi yapılmadan ölçeğin büyütülmesi mümkündür.

**Varsayım 2.8.**  $\forall j = 1, 2, 3, \dots, N, (x_j, y_j) \in T$

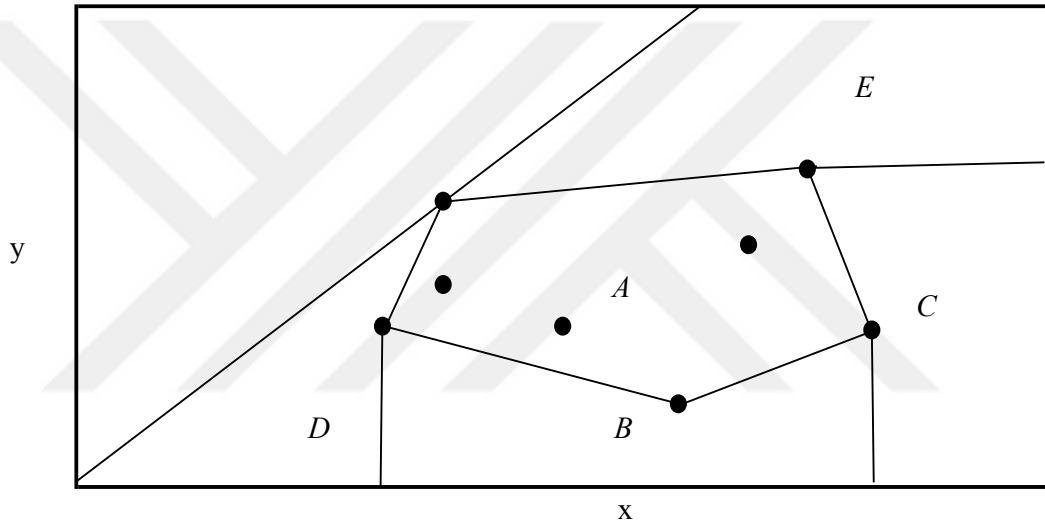
**Açıklama 2.8.** Gözlem kümesini teşkil eden N adet karar birimi, üretim olanakları kümesini doğru bir şekilde temsil etmektedir.



**Varsayım 2.9.**  $T$ , yukarıda açıklanan bütün varsayım şartlarını yerine getiren en küçük kümedir.

**Açıklama 2.9.** Üretim teknolojisine ilişkin herhangi bir ön bilgi bulunmuyorsa, mevcut gözlemler arasında minimum girdi ile maksimum çıktıyı üretenlerden daha iyi veya daha etkin bir girdi /çıkıtı bileşiminin varlığı kabul edilemez.

Tek bir girdi ile tek bir çıktının elde edildiği duruma ilişkin üretim olanakları kümesi Şekil 1’de görülmektedir.



**Şekil 1:** Üretim Olanakları Kümesi

**Kaynak:** TARIM, Armağan; Veri Zarflama Analizi, Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, 1. Basım, Ankara, 2001, s. 8.

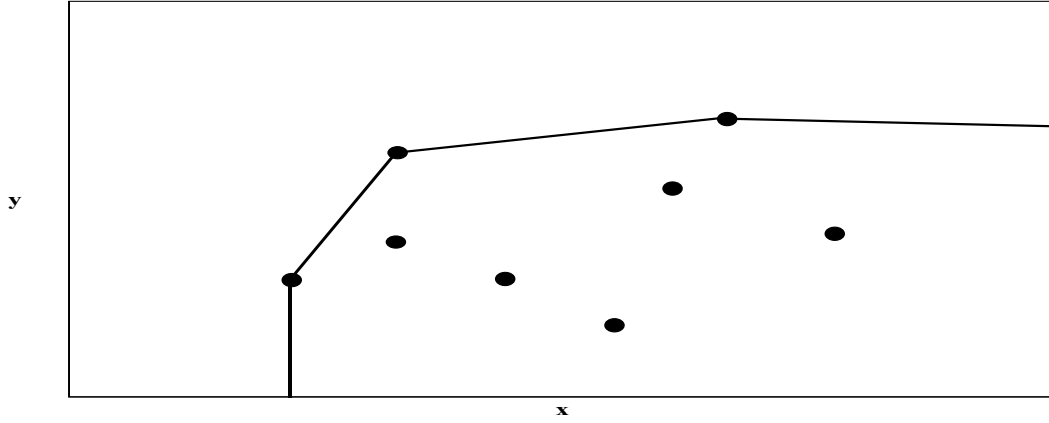
Şekil 1’de noktalarla gösterilen sekiz tane karar birimi mevcuttur. Buna göre üretim olanak kümeleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

- Varsayım 2.1, 2.2, 2.5, 2.8, 2.9’un geçerliliği durumunda belirlenen üretim olanakları kümesi (ÜOK)  $A$ ’dır.
- Varsayım 2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 2.8, 2.9’un geçerliliği durumunda belirlenen üretim olanakları kümesi  $A \cup B$ ’dir.
- Varsayım 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.8, 2.9’un geçerliliği durumunda belirlenen üretim olanakları kümesi  $A \cup B \cup C$ ’dir.

- Varsayım 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.8, 2.9'un geçerliliği durumunda belirlenen üretim olanakları kümesi AUBUCUD'dir.
- Varsayım 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.7, 2.8, 2.9'un geçerliliği durumunda belirlenen üretim olanakları kümesi AUBUCUE'dir.
- Varsayım 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9'un geçerliliği durumunda belirlenen üretim olanakları kümesi AUBUCUDUE'dir.

Yukarıda belirtildiği gibi, farklı varsayımların kombinasyonları sonucunda, farklı üretim olanakları kümesi tanımlanmaktadır. Tanımlanan üretim olanakları kümeleri arasında gerçekçi olmayan sadece A kümesidir. Çünkü, miktar olarak aynı seviyede girdinin kullanılması sonucunda daha az üretimin mümkün olamayacağı varsayımının gerçekçi olmadığıdır. Başka bir ifadeyle, kaynakların israf edilmesi neticesinde, mümkün olandan daha az üretmek imkân dahilindedir. Bundan dolayı A kümesine, B'nin de dahil edilmesi gerekir. Söz konusu durumun eksikliğini gidermek amacıyla Varsayım 2.4 aksiyomatik yapıya eklenmiştir. Yani A kümesine varsayım 2.4'ün eklenmesiyle AUB kümesi elde edilmektedir.

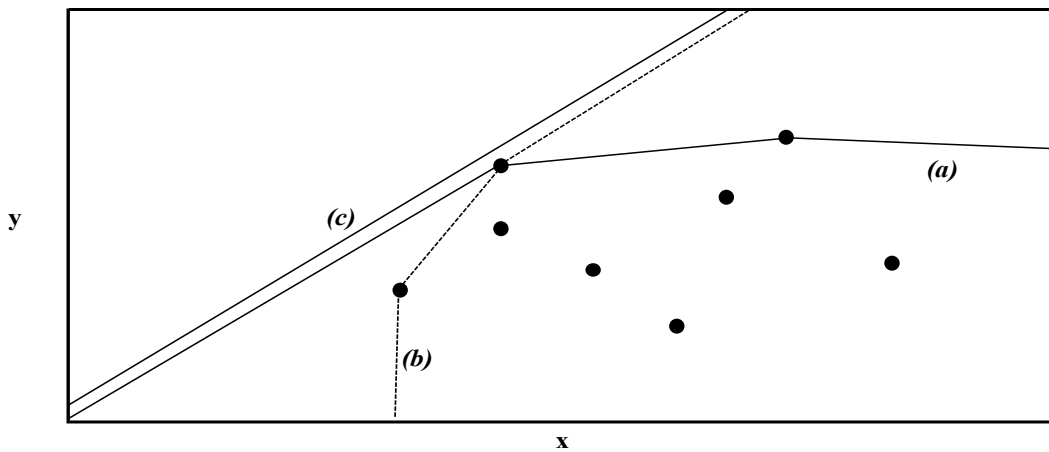
Benzer şekilde, çıktı miktarının belirli bir seviyede sabit tutulmasıyla, olması gerekenden daha çok girdinin kullanımı ile aynı üretim gerçekleştirilebilir. Bu ise, üretim olanakları kümesine C'nin de dahil edilmesini (Varsayım 2.3) gerektirmektedir. Kullanılan varsayımlar çerçevesinde elde edilen AUBUC kümesinin sınırları, aynı zamanda üretim sınırını da göstermektedir. Bu üretim sınırı, Şekil 2'de gösterilen varsayım 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.8 ve 2.9'un geçerli olduğu sınırdır. Üretim sınırının dışında herhangi bir KVB gözlemlemek mümkün değildir. Çünkü, üretim sınırının ötesi üretim olanakları kümesinin dışında kalmaktadır.



**Şekil 2:** Üretim Sınırı

**Kaynak:** TARIM, Armağan; Veri Zarflama Analizi, Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, 1. Basım, Ankara, 2001, s. 9.

Varsayım 2.6'nın geçerliliği durumunda, ölçeğin küçülmesi ile orantılı olarak, çıktının da azalacağını göstermiş olmaktadır. Şekil 1'de hiçbir gözlenen karar birimi olmayan D kümesi görülmektedir. D kümesine gözlenen karar birimleri ölçeklerini küçülterek dahil olabilirler. Bu durumda üretim olanakları kümesi AUBUCUD olur. Bu üretim sınırı, Şekil 3'teki (a) ile gösterilmektedir. Benzer bir şekilde, AUBUC üretim olanakları kümesine Varsayım 2.6'nın eklenmesiyle AUBUCUE üretim olanakları kümesi elde edilir ve bu üretim sınırı, Şekil 3'te (b) ile gösterilmiştir.



**Şekil 3:** Referans Teknolojisi

**Kaynak:** TARIM, Armağan; Veri Zarflama Analizi, Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, 1. Basım, Ankara, 2001, s. 10.

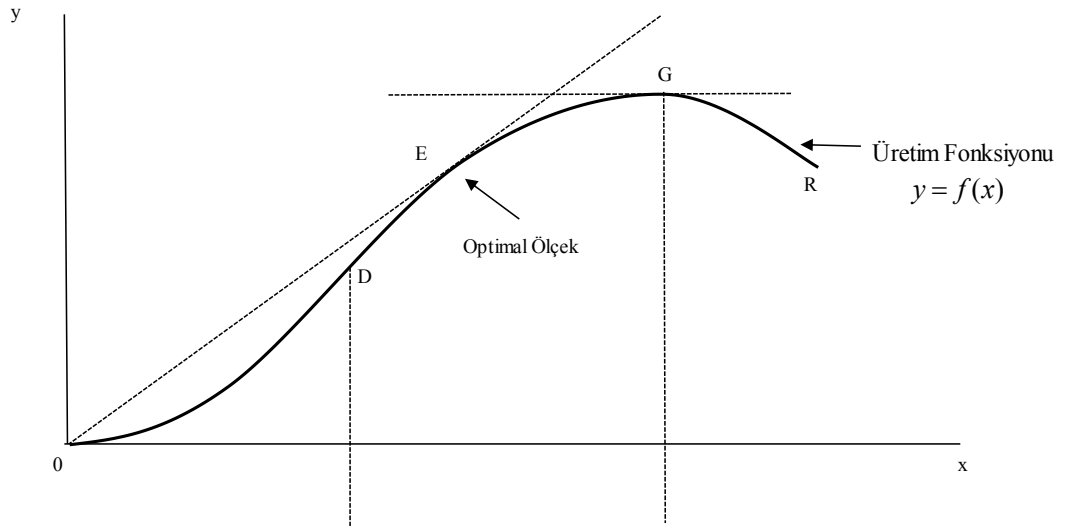
2.6 ve 2.7 varsayımları birlikte kabul edildiğinde üretim sınırı doğru şeklini alır ve bu durum Şekil 3’te (c) ile gösterilmiştir. Bu şekildeki üretim sınırı, “ölçeğe göre sabit getiri (Constant Return to Scale-CRS)” durumunu sağlamaktadır. CRS varsayımı, etkinlik ile ilgili analizlerde önemli yer tutmaktadır.

### 2. 2. 3. Üretim Fonksiyonu

Üretim sınırı veya eş ürün eğrisi olarak da bilinen üretim fonksiyonu, mikro iktisatta üretim teknolojisi hakkında bilgi veren bir fonksiyondur. Fonksiyon, üretim sürecinde mümkün olan en yüksek çıktı düzeyini ifade eder ve veri girdi bileşimi ile elde edilebilecek çıktı bileşimi arasındaki ilişkiyi gösterir (Erpolat, 2011:36). Başka bir ifadeyle üretim fonksiyonu, bir işletmenin girdileri ile çıktıları arasındaki ilişkinin fonksiyonel göstergesi olarak tanımlanabilir.

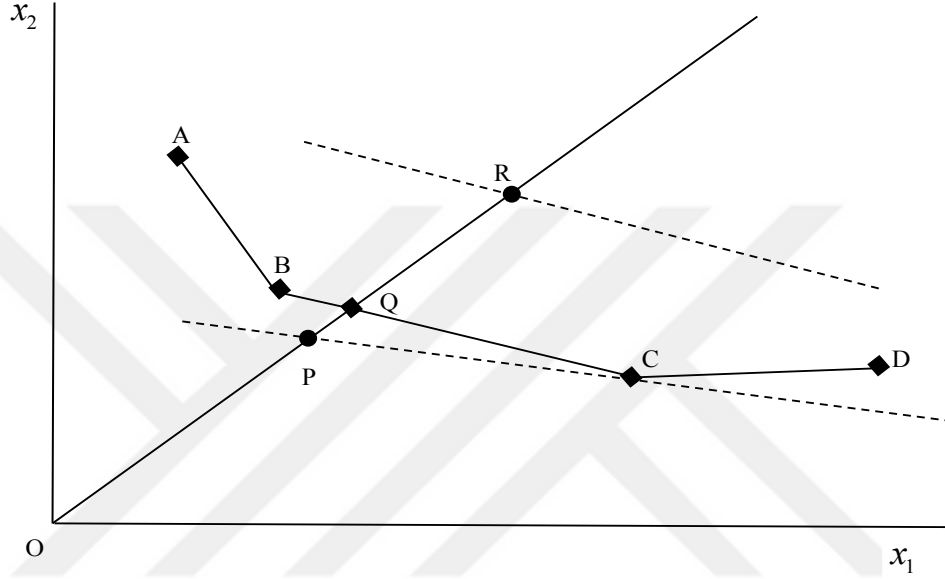
Üretim fonksiyonu ile ilgili ilk çalışmaları 1957 yılında Farrell ve 1962 yılında ise Farrell ve Fieldhouse gerçekleştirmiştir. Bu nedenle sınır etkinlik karşılaştırmaları “Farrell Etkinlik Ölçümü” olarak da anılmaktadır (Tarım, 2001:10-11; Erpolat, 2011:36).

Tek girdi ( $x$ ) ile tek çıktı ( $y$ ) üreten fonksiyonun durumu Şekil 4’te verilmiştir.



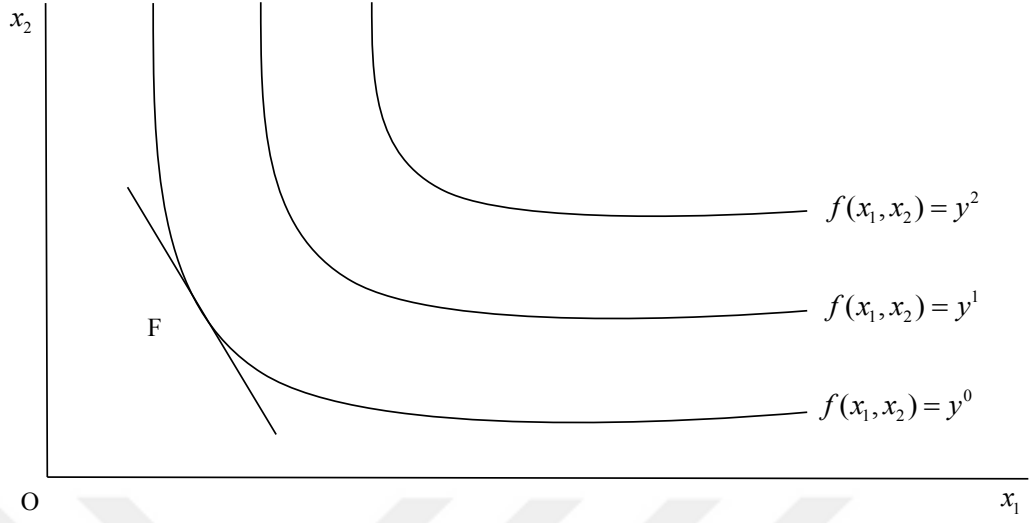
Şekil 4: Tek Girdili ve Tek Çıktılı Üretim Fonksiyonu

Çok girdili durumların grafikte gösterimi ise genellikle girdilerin ikili olarak ele alınması suretiyle gerçekleştirilir. Farrell, iki girdi ve tek çıktının olduğu durum için en iyi gözlemlerin bulunduğu noktalardan geçen parçalı doğrusal konveks bir sınır önermiştir. Şekil 5’te iki girdili ve tek çıktılı üretim fonksiyonunun grafiği yer almaktadır (Cooper, Seiford ve Zhu, 2011:28; Erpolat, 2011:37).



**Şekil 5:** İki Girdili ve Tek Çıktılı Üretim Fonksiyonu

Şekil 5’te A, B, C ve D noktalarının birleşimiyle oluşan ve sürekli çizgilerle gösterilen doğru parçaları, aynı miktarı üretmek için kullanılabilen  $(x_1, x_2)$  girdilerinin farklı miktarlarını temsil eden bir “eşik çizgisi” veya “seviye çizgisi”ni oluşturur. Bu seviye çizgisi, üretim olanakları kümesinin “etkinlik sınırı”nı temsil eder. Çünkü, aynı üretim seviyesinde kalabilmek için girdilerden birinin miktarını artırmadan diğerinin seviyesini azaltmak mümkün değildir (Cooper, Seiford ve Zhu, 2011:27). Bu şekilde elde edilen eğrilere “eş ürün eğrileri” denir ve Şekil 6’daki gibi gösterilir (Coelli, v.d., 2005:15; Erpolat, 2011:38; Kecek, 2010:41).



**Şekil 6:** Çıktı Eş Ürün Eğrileri

### 2. 3. Etkinliğin Sınıflandırılması

Etkinliği farklı şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Burada teknik, yapısal, kaynak dağılım, ölçek, tahsis, ekonomik ve toplam etkinlik hakkında bilgi verilecektir.

#### 2. 3. 1. Teknik Etkinlik

Teknik etkinlik kavramı ilk olarak 1951 yılında Koopmans tarafından ortaya atılmıştır. Koopmans teknik etkinliği şu şekilde tanımlamaktadır. Bir girdi-çıktı vektörü, eğer herhangi bir çıktının arttırılması ya da herhangi bir girdinin azaltılmasının ancak diğer bazı çıktıların düşürülmesiyle ya da diğer bazı girdilerin arttırılmasıyla mümkün olursa, teknik olarak etkilidir (Daraio ve Simar, 2007:14). Debreu (1951) ve Farrell (1957) teknik etkinliği, “çıktı verildiğinde girdilerdeki olası maksimum azalma” olarak tanımlayarak teknik etkinlik kavramının gelişimine katkı sağlamışlardır (Tutulmaz, 2014:3).

Teknik etkinlik, mevcut girdileri en iyi şekilde kullanarak maksimum çıktı elde etme başarısı olarak tanımlanabilir. Yani teknik etkinlik, fiziksel girdilerin (çalışanların ve makinelerin hizmetleri gibi) en iyi uygulamaya göre çıktılara dönüştürülmesidir. Diğer bir deyişle, mevcut teknoloji çerçevesinde, verilen çıktı miktarını üretmede herhangi bir girdi kaybının olmamasıdır. En iyi uygulamada çalışan bir işletmenin %100 teknik olarak etkin olduğu söylenir. Fakat en iyi uygulama

düzeylerinin altında faaliyet gösteriyorsa, işletmenin teknik etkinliği en iyi uygulamanın yüzdesi olarak ifade edilir (<http://ajbr.org/archives.htm>, Bhagavath, 61).

Teknik olarak etkin olan bütün mümkün üretim bileşimlerinin oluşturduğu küme, etkin üretim fonksiyonunu veya üretim sınırını (etkinlik sınırını) oluşturmaktadır (Lorcu, 2008:38). Buna göre, teknik etkin olan KVB'ler üretim sınırının üzerinde yer almaları gerekmektedir. (Kecek, 2010:46; Dinçer, 2011:46). Etkinlik sınırının altında yer alan karar verme birimleri ise, kaynaklarını israf ettiklerinden, başka bir ifadeyle üretimleri üretim sınırının altında olduğundan teknik olarak etkin olmayacaklardır (Erpolat, 2011:39).

Eğer T teknolojisi kullanılarak elde edilen etkin üretim fonksiyonu  $F(X^t, Y^t) = 0$  şeklinde ifade edilirse bu durumda teknik olarak etkin olmayan üretim bileşimleri  $F(X^t, Y^t) < 0$  ve üretilmesi mümkün olmayan bileşimleri de  $F(X^t, Y^t) > 0$  şeklinde gösterilebilir (Cingi ve Tarım, 2000:2).

Teknik etkinlik, girdi yönelimli ve çıktı yönelimli olmak üzere iki şekilde incelenebilir.

**1. Girdi Yönelimli Teknik Etkinlik:** Bir üretim biriminin mümkün olan en az girdi kullanımı ile mevcut çıktıyı elde etme başarısı olarak ifade edilmektedir (Porcelli, 2009:4). Eğer, mevcut çıktıları sabit tutarak daha da az girdilerle elde etme imkânı söz konusu ise, girdi yönelimli teknik etkinliğin tam olarak sağlanmadığını ve girdilerdeki bu azalış oranı, girdi yönelimli “teknik etkinsizliği” gösterir. Bu azalış oranının 1’den çıkarılmasıyla elde edilen değer ise girdi yönelimli teknik etkinliği gösterecektir (Lorcu, 2008:39).

**2. Çıktı Yönelimli Teknik Etkinlik:** Bir üretim biriminin mevcut girdilerini en iyi şekilde kullanarak en fazla çıktıyı elde etme başarısı olarak ifade edilmektedir (Porcelli, 2009:4). Burada da mevcut girdileri sabit tutarak, çıktılarda bir artış elde etmek mümkün ise, çıktı yönelimli teknik etkinliğin tam olarak sağlanmadığını ve çıktılardaki bu artış oranı, çıktı yönelimli “teknik etkinsizliği” gösterir. Bu artış oranının 1’den çıkarılmasıyla elde edilen değer çıktı yönelimli teknik etkinliği gösterecektir (Erpolat, 2011:40).

Bir üretim biriminin hem girdi yönelimli hem de çıktı yönelimli teknik etkin olabileceği gibi, her iki durumda da etkin olmayabilir veya sadece bir durum için etkin olabilir. Üretim biriminin tam olarak teknik etkin olabilmesi için hem girdi yönelimli hem de çıktı yönelimli teknik etkin olması gerekir (Lorcu, 2008:40, Erpolat, 2011: 40).

### **2. 3. 2. Yapısal Etkinlik**

Bir endüstrinin en iyi firmaların performansına ayak uydurduğunu göstermek için kullanılan “yapısal etkinlik” terimi Farrell’in 1957 yılında yaptığı çalışmaya dayanmaktadır. Her ne kadar “yapısal etkinlik”, bir endüstrinin (veya daha genel olarak çoklu üretim birimlerine sahip bir grup) performansı ile ilgili olsa da bu konsept genellikle bireysel üretim birimlerinin teknik etkinliği ile bağlantılıdır. Bu bağlamda, Farrell (1957), “yapısal etkinlik” kavramını “bir endüstrinin en iyi firmalarının performansı ile ne ölçüde örtüştüğü” olarak tanımlarken Forsund ve Hjalmarsson (1979), bu terimi “mikro birim için bireysel etkinlik ölçümleri olarak gösterilen sektör için aynısını yansıtmak” şeklinde tanımlamaktadır (Li ve Cheng, 2007: 713,716).

Anandalingam ve Kulatilaka (1987), yapısal etkinliği, “tahsis etkinliğinin yanlış ölçümünü tahmin etmede kullanılan bir etkinlik” olarak tanımlamakta ve yapısal bileşenlerin dış etkenlere bağlı olarak değişebileceği ve bundan dolayı yapısal etkinlik uygulanan ekonomik ve sosyal politikalar neticesinde ortaya çıktığını ifade etmektedir (Anandalingam ve Kulatilaka, 1987:144).

Üretim teorisinde yapısal etkinlik, girdi ve çıktıların bütününe “serbest olarak gerektiği gibi kullanılabilir/kullanıldıktan sonra atılabilir” varsayımı altında oluştuğu bir etkinliktir (Demirci, 2012:25).

Teknik olarak etkin olan bir KVB, etkinlik sınırının yoğun olduğu veya ekonomik bölgede üretimde bulunuyorsa “yapısal etkin”, yoğun olmadığı veya ekonomik olmayan bölgeler de üretimde bulunuyorsa “yapısal etkin değil”dir (Erpolat, 2011:40).

Yapısal etkinsizlik, öncelikli olarak firmanın üretim faaliyetlerinin dışında kalan çevreden kaynaklanmaktadır. Yapısal etkinsizliğin belirlenmesi ve tahmin edilmesi, endüstriyel performansın analizi için önemli olacaktır. Yapısal etkinsizlik temel olarak



dış çevreden kaynaklandığından, yapısal etkinliğin büyük olduğu durumlarda, bu katılıkların üstesinden gelmek için devlet politikasının oluşturulması gerekecektir. Ek olarak, yapısal etkinlik ölçümleri, endüstriyel verimlilik ve üretkenliğin uluslararası karşılaştırmaları için ek bir özellik sunmaktadır (Anandalingam ve Kulatilaka, 1987:148).

### **2. 3. 3. Kaynak Dağılım Etkinliği**

Teknik ve yapısal açıdan etkin olan bir KVB, üretim olanakları kümesi içinde yoğunluğun olmadığı bir alt kümede üretimini gerçekleştirebiliyorsa “kaynak dağılım etkinliğine sahiptir” denir. Kaynak dağılım etkinliği, maliyetin en aza indirilmesi veya kârın maksimum seviyeye çıkarılması gibi davranışsal amacı doğrudan içermektedir (Bakırcı, 2006:202). Maliyetin minimum seviyede tutulması ya da kârın maksimum seviyeye çıkarılması, kaynak dağılım etkinliğini teknik etkinlikten ayıran bir özelliktir. Burada önemli olan nokta bu amaçlardan hangisinin öncelikli olduğuna karar verip ona göre kaynakları dağıtmaktır.

### **2. 3. 4. Ölçek Etkinliği**

Bir işletmenin üretim olanakları sınırı üzerinde kalarak en etkin ölçek büyüklüğünde iş yapmasına ölçek etkinliği denilmektedir (Bakırcı, 2006:202). Ölçek etkinliği, bir işletmenin uygun ölçekte üretimi gerçekleştirme başarısı olarak ifade edilebilir. Ölçek etkinliğinde, karar verme biriminin tek başına etkin olmasından ziyade üretimde bulunan tüm karar verme birimlerinin toplamsal olarak etkin olmaları söz konusudur (Lorcu, 2008:43). Ölçek etkinliğinin toplam ve teknik etkinlik cinsinden gösterimi ise,

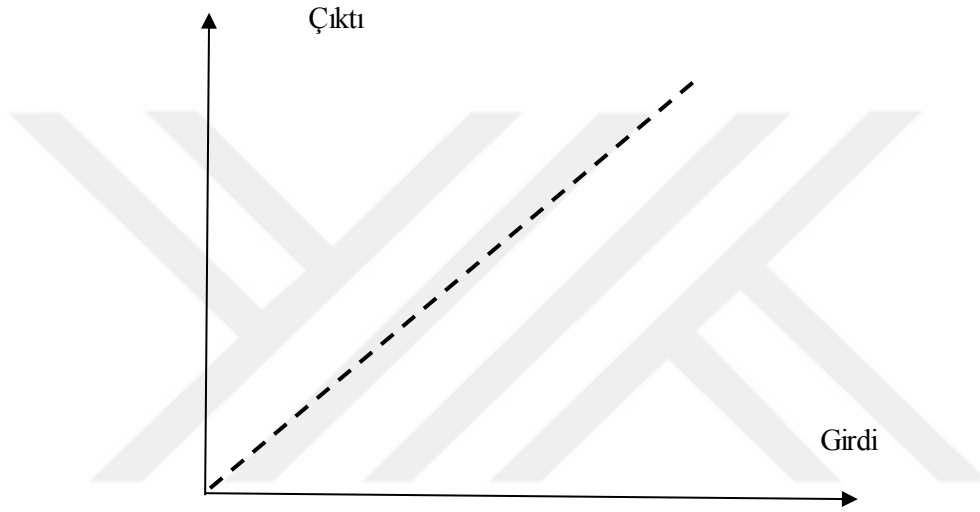
$$\text{Ölçek Etkinlik} = \frac{\text{Toplam Etkinlik}}{\text{Teknik Etkinlik}}$$

biçiminde formülüne edilebilir.

Uzun dönemde ölçeğin değişimine bağlı olarak girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi ifade etmek üzere “ölçeğe göre getiri” terimi kullanılmaktadır. Uzun dönemde üretimi etkileyen faktörlerin hiç birisi sabit olmamaktadır. Bundan dolayı girdi miktarındaki

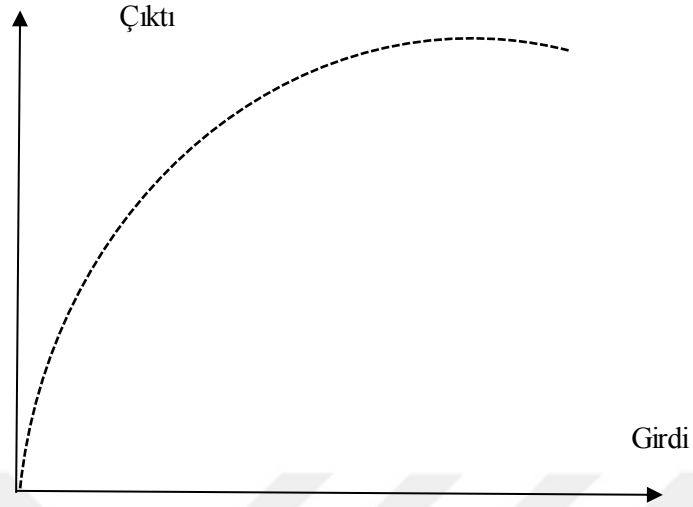
tüm artışların çıktıları üzerinde yaptığı etki aşağıda sıralanan üç durumdan biri ile ifade edilebilir (Erpolat, 2011:41).

**Ölçeğe Göre Sabit Getiri:** Girdi miktarındaki herhangi bir artış, çıktı miktarında da aynı oranda bir artışa neden oluyorsa buna, ölçeğe göre sabit getiri (Constant Returns Scale-CRS) denir. Ölçeğe göre sabit getirinin grafiksel gösterimi Şekil 7'deki gibidir.



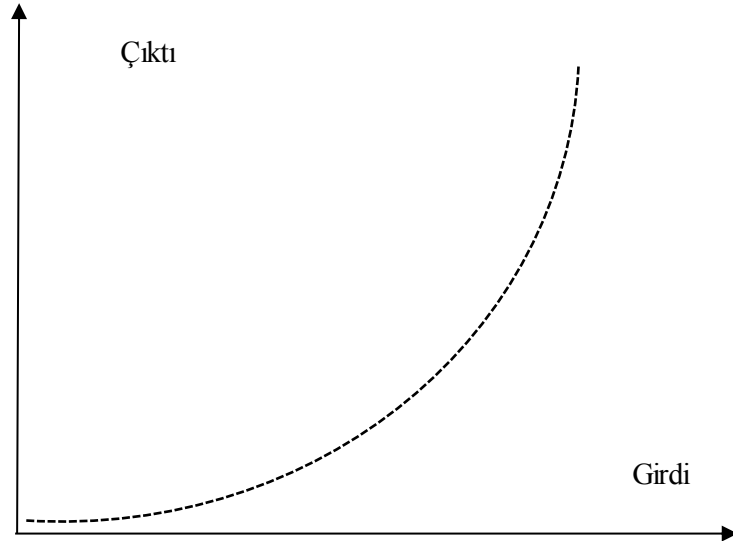
**Şekil 7:** Ölçeğe Göre Sabit Getiri

**Ölçeğe Göre Azalan Getiri:** Girdi miktarındaki herhangi bir artış çıktı miktarında daha az oranda bir artışa neden oluyorsa buna, ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing Returns to Scale-DRS) denir. Şekil 8'de ölçeğe göre azalan getirinin grafiği yer almaktadır.



**Şekil 8:** Ölçeğe Göre Azalan Getiri

**Ölçeğe Göre Artan Getiri:** Girdi miktarındaki herhangi bir artış çıktıda daha fazla oranda bir artışa neden oluyorsa buna, ölçeğe göre artan getiri (Increasing Returns to Scale-IRS) denir. Ölçeğe göre artan getirin grafiksel gösterimi Şekil 9’da yer almaktadır.



**Şekil 9:** Ölçeğe Göre Artan Getiri

Ölçeğe göre azalan ve artan getiri, Ölçeğe Göre Değişken Getiri (Variable Returns to Scale-VRS) kavramıyla ifade edilmektedir.

Genel olarak ölçeğin değişimi veya kullanılan faktör miktarının artırımı neticesinde, KVB'nin önce artan, sonra sabit ve en sonunda da azalan getiriye sahip olduğu görülür. Ancak bu üç durumda da üretim teknolojisi değişmemekte, sadece ölçek değişmektedir (Lorcu, 2008:44).

Banker (1984), yukarıda açıklanan ölçeğe göre getiri kavramlarını, birden fazla girdi ve çıktıyı içeren üretim süreçleri için üretim olanakları kümesi (ÜOK) yardımıyla şu şekilde tanımlamaktadır (Banker, 1984:36-37).

ÜOK,  $T = \{(x, y) | y \geq 0, x \geq 0\}$  dan üretilebilir} ve etkinlik sınırı üzerinde tanımlanan  $(x, y)$  noktası için ölçeğe göre getiri büyüklüğünü gösteren  $\rho$  ise;

$$\rho = \lim_{\beta \rightarrow 1} \frac{\alpha(\beta) - 1}{\beta - 1} \text{ şeklinde bulunur.}$$

Eşitlikteki  $\alpha(\beta) = \max \{\alpha | (\beta x, \alpha y) \in T\}, \beta > 0$  olmak üzere  $\rho$ 'nun alacağı büyüklüklere göre “ölçeğe göre getiri” durumları şu şekilde açıklanabilir:

- $\rho > 1$  ise ölçeğe göre artan getiri
- $\rho < 1$  ise ölçeğe göre azalan getiri
- $\rho = 1$  ise ölçeğe göre sabit getiri

söz konusudur.

Banker (1984), Tek girdinin ve tek çıktının olduğu üretim süreçlerinde, en verimli ölçek büyüklüğünü (Most Productive Scale Size-MPSS), girdilerin “birim başına” en çok çıktılarının üretildiği ölçek büyüklüğü olarak ifade etmektedir. Bundan dolayı  $(x_s, y_s) \in T$  üretim bileşiminin en verimli ölçek büyüklüğü olabilmesi için ancak ve ancak diğer tüm üretim olasılıklarının bileşimi  $(\beta x_s, \alpha y_s) \in T$  için  $\alpha / \beta \leq 1$  şartını sağlaması gerekmektedir (Banker, 1984:37).

### 2. 3. 5. Tahsis Etkinliği (Fiyat Etkinliği)

Tahsis etkinliği, girdi fiyatlarını göz önüne almak suretiyle üretim maliyetini en aza indirecek şekilde en uygun girdi bileşiminin seçilmesi olarak tanımlanabilir. Başka bir ifadeyle tahsis etkinliği, bir firmanın üretim teknolojisini ve girdi fiyatlarını hesaba

katarak girdileri en iyi şekilde kullanma başarısı olarak tanımlanmaktadır (Çavmak ve Çavmak, 2017:22). İktisat teorisinde tahsis etkinliği, bir firmanın belirli bir girdi seti ile optimal bir girdi grubu seçme başarısı olarak ifade edilmekte; bu belirli bir girdi setinden maksimum çıktı üretmede firmanın başarısını ölçen üretim sınırıyla ilişkili teknik etkinlik kavramından ayrılmaktadır (Daraio ve Simar, 2007:15). Etkinliği analiz edilecek KVB'lerinin girdi faktörlerine ait maliyet unsurlarının bilinmesi durumunda teknik etkinliğe bir seçenek oluşturulmakta ve esas olarak tahsis etkinliğinin sayımlanmasında eş maliyet ve eş ürün eğrilerinden faydalanılmaktadır (Tezsürücü, 2013:94). Eş ürün eğrileri, karar verme birimlerinin belirli bir çıktı miktarını, girdilerin hangi oranda kullanarak üretebileceğini göstermektedir (Dinçer, 2011:49).

Teknik olarak etkin olan ve üretim olanakları eğrisi üzerinde üretim yapan bir işletmenin, üretimi gerçekleştirdiği noktada aynı zamanda davranışsal hedefine de ulaşıyorsa fiyat etkinliği söz konusudur. Tahsis (fiyat) etkinliği girdi ve çıktı fiyatlarını nazara alarak, en uygun girdi ve çıktı birleşiminin oluşturulması ile ilgili bir kavramdır. Girdi miktarlarıyla birlikte girdi fiyatlarının da dikkate alınması gereği, bu etkinliğin önemini ortaya çıkarmaktadır (Karahana ve Özgür, 2011:44).

### **2.3.6. Ekonomik Etkinlik**

Etkinlik ölçümünün arkasındaki metodoloji, Farrell'in 1957 yılındaki çalışmasıyla başlar. Farrell (1957), üç çeşit etkinlikten bahsetmekte ve bunları, teknik, tahsis (fiyat) ve ekonomik (genel) etkinlik şeklinde sınıflandırmaktadır. Teknik etkinlik, bir KVB'nin belirli bir girdi demetinden maksimum uygulanabilir çıktıyı üretme veya minimum makul miktardaki girdileri kullanarak belirli bir çıktı seviyesini üretme yeteneği olarak ifade edilmektedir. Tahsis etkinliği ise, teknik olarak etkin bir KVB'nin girdi olarak verilen üretim maliyetlerini en aza indiren girdileri kullanabilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Maliyet etkinliği olarak da bilinen ekonomik etkinlik hem teknik hem de tahsis etkinliğin bir araya gelmesiyle elde edilen bir etkinliktir. Bu nedenle, bir KVB hem teknik hem de tahsisli bir şekilde etkin ise ekonomik olarak etkilidir (Watkins v.d., 2014:90). Ekonomik etkinlik, bir KVB'nin kaynaklarını, maliyetleri en aza indirecek şekilde ve en iyi girdi birleşimini sağlayarak kullanmaktır (Çavmak ve Çavmak, 2017:22).

Skaggs ve Carlson (1996), ekonomik etkinliği belirli bir maliyetten maksimum fayda elde etmek veya belirli bir fayda maliyetini en aza indirmek olarak tanımlamaktadır. Diğer bir deyişle, ekonomik etkinlik, bir faaliyetten azami net kazancın (alınan fayda ile oluşun maliyet arasındaki fark) elde edilmesi anlamına gelir. Yazarlar ayrıca ekonomik etkinliğin hem teknik etkinliği (atık üretmeden) hem de tahsisat etkinliğini (kaynakların en yüksek değer kullanımlarına tahsis edilmesini) içerdini açıklamaktadır (Kirigia ve Asbu, 2013:3).

KVB'lerinin ekonomik (genel) etkinliği; teknik etkinlik ile tahsis etkinliğin çarpımı olarak ifade edilmektedir. Yani,

*Ekonomik Etkinlik = Teknik Etkinlik \* Tahsis Etkinliği* 'dir (Bakırcı, 2006:202).

### **2. 3. 7. Toplam Etkinlik**

Toplam etkinlik, teknik etkinlik ile ölçek etkinliğin bir araya gelmesiyle elde edilen bir etkinliktir. Toplam etkinlik aşığıdaki gibi hesaplanır (Banker, Charnes ve Cooper, 1984:1089):

*Toplam Etkinlik = Teknik Etkinlik \* Ölçek Etkinliği*

Bir KVB hem teknik hem ölçek etkinliğini sağlıyorsa buna toplam etkindir denir. Başka bir deyişle, bir üretim biriminin toplam olarak etkin olabilmesi için, her iki etkinliği (hem teknik hem ölçek etkinliği) sağlaması gerekmektedir. Şayet KVB, toplam etkin değilse, ya teknik etkinsizlikten (kendisine ait etkin olmayan eylemlerden) ya da ölçek etkinsizliğinden (olumsuz şartlardan meydana gelen bir etkinsizlikten) kaynaklanmaktadır. Bu durumda KVB'nin etkinsizliğine neden olan faktörlerin belirlenerek gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir (Erpolat, 2011:44).

### **2. 4. Farrell'in Teknik, Tahsis (Fiyat) ve Toplam Etkinlik Yaklaşımı**

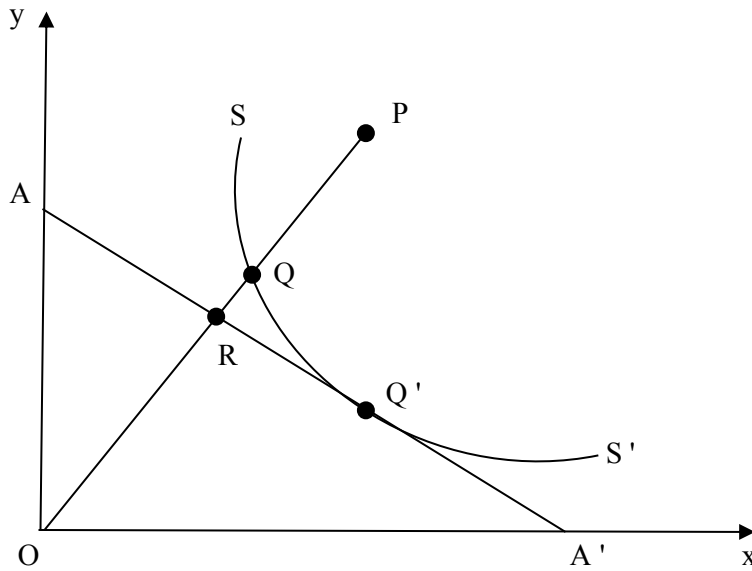
1957 yılında Farrell'in "The Measurement of Productive Efficiency" adlı çalışmasında önerilen bir yaklaşım olan "karşılaştırmalı verimlilik ölçme yöntemi", pek çok etkinlik ölçüm yönteminin geliştirilmesinde ilham kaynağı olmuştur. Farrell'in üretim fonksiyonunu bir sınır olarak yorumlanması ile geliştirdiği yaklaşım,

günümüzde kullanılan sınır karşılaştırmaları ile neredeyse aynı şeyi ifade etmektedir (Erpolat, 2011:47).

Farrell (1957), bir firmanın etkinliğinin iki bileşenden oluştuğunu ileri sürmüştür: teknik etkinliği, bir firmanın belirli bir girdi setinden maksimum çıktı elde etme kabiliyetini yansıtması ve tahsis (fiyat) etkinliğini ise, bir firmanın fiyatları ve üretim teknolojisini göz önünde bulundurarak girdileri optimal oranlarda kullanma yeteneğini yansıtmaya olarak tanımlamıştır. Bu iki etkinliğin birleştirilmesiyle toplam ekonomik etkinlik veya toplam etkinlik elde edilmektedir (Coelli v.d., 2005:51).

Farrell, ölçeğe göre sabit getiri ve etkin üretim fonksiyonunun bilindiği varsayımları altında “eş maliyet” ve “eş ürün” eğrilerini kullanarak, iki girdi ( $x_1$  ve  $x_2$ ) ile bir çıktının ( $y$ ) bulunduğu üretim süreci örneği için “teknik”, “tahsis” ve “toplam” etkinliğinin nasıl hesaplanacağını göstermiştir (Lorcu, 2008:49).

Farrell, etkin üretim fonksiyonunu, etkinliği ölçülecek işletme ile aynı endüstri dalında iş yapan en etkin işletmenin üretim faktörlerinin çeşitli kombinasyonları sonucu ortaya koyabilecekleri üretimi gösteren fonksiyon olarak tanımlamış ve etkinlik kavramlarını Şekil 10'daki gibi açıklamıştır (Farrell, 1957:254).



**Şekil 10:** Farrell'in Etkinlik Yaklaşımı

Şekil 10’da iki girdinin kullanılarak bir çıktının elde edildiği endüstri dalındaki etkin üretim fonksiyonunun eş ürün eğrisi  $SS'$  ile gösterilmektedir. Burada farklı miktarları kullanarak farklı çıktılar elde eden üç işletme  $P$ ,  $Q$  ve  $Q'$  ile gösterilmiştir.

$P$  ve  $Q$  işletmeleri incelenirse,  $Q$  işletmesi  $P$  işletmesiyle aynı çıktıyı elde etmek için her bir faktörden  $\frac{OQ}{OP}$  oranında daha az kullanarak üretim yaptığından  $Q$ ’nun  $P$ ’ye göre daha etkin olduğu söylenebilir. Başka bir ifadeyle,  $Q$  işletmesi aynı girdi miktarıyla  $\frac{OP}{OQ}$  oranı kadar daha fazla çıktı üretebilmektedir.  $\frac{OQ}{OP}$  oranına  $P$  işletmesinin “*teknik etkinliği*” denir. Teknik etkin olan işletmeler için bu oran %100 olarak elde edilmektedir. Buna göre  $Q$  işletmesi etkin üretim sınırında olduğundan teknik etkinliği %100’dür.

Şekil 2.10’da  $AA'$  ile gösterilen eş masraf doğrusu, girdi fiyatlarına göre belirlenmektedir. Buna göre  $Q$  ve  $Q'$  işletmelerinin teknik etkin oldukları açıkça görülmektedir. Girdi fiyatları göz önüne alındığında optimal üretime sahip olan işletmenin  $Q'$  olduğu görülmektedir.  $Q'$  işletmesinin birim çıktı maliyetinin  $Q$ ’ya göre  $\frac{OR}{OQ}$  oranı kadar daha az olacaktır.  $\frac{OR}{OQ}$  oranı,  $Q$  işletmesinin “*tahsis etkinliği*” olarak ifade edilir. Diğer taraftan teknik olarak etkin olmayan  $P$  işletmesinin tahsis etkinliği  $Q$  işletmesinin tahsis etkinliğine eşit olmaktadır.

Farrell, “*toplam etkinliği*” aşağıdaki gibi formülüze etmektedir (Farrell, 1957:255):

$$\text{Toplam Etkinlik} = \text{Teknik Etkinlik} * \text{Tahsis Etkinliği}$$

Teknik etkin olan  $Q$  işletmesinin toplam etkinliği yukarıdaki formülle hesaplandığında bu değer tahsis etkinliğe eşit olduğu görülmektedir.

$P$  işletmesinin toplam etkinliği ise;  $\frac{OR}{OQ} * \frac{OQ}{OP} = \frac{OR}{OP}$  olarak elde edilmektedir.



Gerek teknik gerek tahsis etkinlik değeri “1” olan  $Q'$  işletmenin toplam etkinlik değeri de “1” dir.

Yukarıdaki örnekte görüldüğü gibi, Farrell'in önerdiği etkinlik ölçüm yönteminde, teknik etkinlik ve tahsis etkinlik arasındaki fark kolaylıkla belirlenebilmektedir.

## 2. 5. Etkinlik Ölçümünde Kullanılan Yöntemler

Etkinlik ölçümü, işletmenin var olan rekabet ortamı içinde nerede olduğunu belirlemede ve mevcut girdilerden nasıl en iyi çıktıların üretilebileceğini göstermektedir. Etkinliğin artması ile üretimin ne kadar artabileceğini bilmek, işletmeler için büyük önem taşımaktadır. Bundan dolayı farklı etkinlik ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Etkinlik ölçümü ile ilgili ilk çalışma 1957 yılında Farrell tarafından yapılmıştır ve bu sebeple literatürde “Farrell'in etkinlik ölçüm yaklaşımları” adıyla anılmaktadır. Farrell'in yaptığı bu çalışma, tek çıktılı bir üretim teknolojisi varsayımı altında ve bazı sınırlayıcı varsayımlara dayandırılmakla beraber daha sonraki çalışmalar için kaynak niteliğinde bir çalışma olmuştur. Sonraları daha ileri yöntemler geliştirilerek, matematiksel tabanlı bir programlama ile veri zarflama analizi gibi yöntemler kullanılarak yapılmaya başlanmıştır (Dinçer, 2011:50).

Etkinliğin ölçülmesi ve değerlendirilmesinde hem doğrusal tabanlı teknikler hem de istatistiksel teknikler kullanılabilir.

Etkinlik ölçme yöntemleri, oran analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere üç grupta ya da parametrik ve parametrik olmayan yöntemleri birleştirip sınır etkinliği analizi adı altında iki grupta da incelemek mümkündür. Sınır etkinliği analizinde, performansı en iyi olan karar verme birimlerin etkin sınır üzerinde bulunduğu varsayılmaktadır. Gerek parametrik gerekse parametrik olmayan yöntemlerin ortak amacı, etkin sınır fonksiyonunu tahmin etmektir. Söz konusu etkin sınır fonksiyonu, parametrik olmayan yöntemlerde parçalı olurken parametrik yöntemlerde ise parçalı olmayan bir hal almaktadır (Erpolat, 2011:46). Etkinlik ölçmede kullanılan oran analizi, parametrik ve parametrik olmayan yöntemler aşağıda açıklanacaktır.

### 2. 5. 1. Oran Analizi

İki büyüklük arasındaki matematiksel bir ilişkiyi ifade eden oran, aynı tür çokluklardan birinin diğerine bölünmesiyle elde edilir. Bir oranın hesaplanması basit bir aritmetik işlem iken, onu anlamlandırılan ve yararlı bir araç haline getiren hesaplamadan ziyade, yorumlanmasıdır (Kharatyan, 2016:3).

Oran analizi, etkinlik ölçme yöntemleri içerisinde en sık kullanılan ve en basit olan yöntemdir. Genellikle firmaların finansal projeksiyonlarını belirlemede analistler tarafından sık uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntem bir tek girdi ile bir tek çıktının birbirine oranlanması ile elde edilen oranın zaman içinde izlenmesi şeklinde uygulanmaktadır (Kecek, 2010:51).

Birden fazla girdi ve çıktısı olan karar birimlerinde sadece bir orana göre karar vermek ve etkinliği belirlemeye çalışmak, bazı hatalara yol açabilmektedir. Bu sakıncanın giderilmesi için genellikle birden fazla sayıda oran aynı anda incelenmekte ve her bir oran performans boyutlarından sadece birini göz önüne alıp diğerlerini göz ardı etmektedir. Bu durumda da bazı oranlara göre işletme başarılı olarak yorumlanırken, bazı oranlara göre de başarısız olarak görülebilmektedir. Dolayısıyla bu yöntem de incelenen oranların anlamlı bir grup haline getirilememesi ve ortak bir şekilde değerlendirilip yorumlanamaması gibi sorunlar söz konusu olabilmektedir. Bunun yanı sıra, girdi ve çıktı sayısının çok olduğu durumlarda incelenen oran sayıları da çok artacağından analizin zorlaşması, amaca uygun ağırlıklandırma yapılamaması ve işletmenin sadece tek döneminin ele alınması yöntemin diğer dezavantajlarıdır (Kecek, 2010:51).

Oran analizinin bu dezavantajlarını ortadan kaldırabilmek ve tek başına birer etkili karşılaştırma ölçütü olabilmeleri için;

- Genel olarak kabul görmüş oranlarla,
- Aynı endüstri dalındaki benzer oranlarla,
- İşletmelerin geçmiş dönemdeki oranlarıyla,
- İşletmenin aynı dönem içindeki birbiriyle ilgili diğer oranlarıyla

kıyaslanmaları gerekmektedir.

Oran analizi, bir şirketin performansının ve finansal sağlığının mevcut ve geçmiş mali tablolardan elde edilen verileri kullanarak değerlendirilmesini içerdiğinden, şirketin gelişmekte olan veya kötüleşen bir durumunun olup olmadığını, zaman içinde iyi performans gösterip göstermediğini, sektör ortalaması ile uyuşup uyuşmadığını tespit etmede yardımcı olduğundan yöneticiler gibi diğer yatırımcılara da şirketin performansının izlenmesine, güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesine imkân sağlamaktadır (Kharatyan, 2016:3).

Oran analizi, genel olarak performans ölçümünde birçok eksikliği olmasına rağmen, tek girdi ve çıktının olduğu durumda, basit ve sadeliği de göz önüne alındığında, uygun bir değerlendirme metodu olarak görülebilmektedir. Ancak bu uygunluk, etkinliği optimize etmekten ziyade, daha çok istatistiksel bir gösterge olduğu unutulmamalıdır. Çünkü oran analizinde kullanılan oranlama, göreceli olmasına rağmen en iyiye göre değil, mevcut değerlerin birbirine bölünmesiyle elde edildiğinden, bu ise bir etkinlik iyileştirmesi değil sadece bir durum tespitidir (www.ekodialog.com, 10.05.2018).

### **2. 5. 2. Parametrik Yöntemler**

Parametrik yöntemlerde, etkinliği ölçülecek olan sektöre ilişkin bir üretim fonksiyonunun olduğu ve bu fonksiyonun analitik yapıda olduğu varsayılarak fonksiyona ilişkin parametreler belirlenmeye çalışılır (Depren, 2008:14). Parametrik yöntemlerin en önemli özelliği, sonlu sayıda parametresi olan ve fonksiyonel formu belirlenmiş bir üretim fonksiyonunun gerekliliği varsayımının yapılmasıdır (Dinçer, 2011:52).

Parametrik yöntemlerle etkinlik ölçümü yapılırken üretim sürecine giren girdi ve çıktılara ilişkin üretim fonksiyonu, regresyon analiz teknikleriyle tahmin edilmeye çalışılır. Regresyon analiz teknikleri, girdi ve çıktıları bir nedensellik ölçütüyle ilişkilendirerek fonksiyonel yapıyı tanımlamaktadır. Fonksiyonel yapı tanımlanırken girdi ile çıktı arasındaki ilişkiyi gösteren noktaların oluşturduğu grafiklerden yararlanılmaktadır. Birden çok girdi ve birden çok çıktının ilişkilendirildiği regresyon metotları geliştirilmiş ancak parametrik yöntemlerde pek çok kullanım alanı bulamamıştır. Bir bağımlı ve birden çok bağımsız değişkenin bulunduğu regresyon denklemi şu şekilde tanımlanmaktadır (Çavmak ve Çavmak, 2017:26):

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n + e_i$$

Yukarıda verilen denklemdeki notasyonların açıklamaları ise;

$y$  : Bağımlı değişken,

$b_0$  : Regresyon doğrusunun  $y$  eksenini kestiği nokta,

$b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$  : Bağımsız değişkenlerin katsayıları,

$e_i$  : Hata terimi

Çoklu regresyon analiziyle yapılan etkinlik ölçümlerinde, elde edilen regresyon doğrusu etkinlik doğrusu (etkinlik sınırı) olarak kabul edilir ve bu sınır üzerinde kalan karar verme birimleri göreceli olarak “etkin”, sınırın altında kalan karar verme birimleri de “etkinsiz” olarak tanımlanır (Erpolat, 2011:50). Çoklu değişkenleri kullanarak değerlendirme yapabilen bu yöntem, oran analizine göre daha kapsamlıdır (Sherman, 1984:924). Etkinlik ölçümlerinde sıklıkla kullanılmasına rağmen bazı sakıncalarının da bulunduğu bilinmektedir. Bunlardan ilki, basit regresyon analizinde, çoklu bağımsız değişkenine karşılık sadece bir tek bağımlı değişkenin analizini gerçekleştirmektedir (Çavmak ve Çavmak, 2017:27). İkincisi, performans kriteri olarak ortalama değeri kullandığından etkinliği ölçülecek herhangi bir karar verme biriminin performansını, en etkin karar birimine göre değil sadece ortalamaya göre değerlendirme yapmaktadır (Dinçer, 2011:53). Üçüncüsü ise, elde edilen üretim fonksiyonunun yapısının belirlenmesiyle ilişkilidir. Bir eşitlikte bulunan çıktıların girdilerle nasıl ilişkilendirileceğine dair bir üretim fonksiyonunun tanımlanmasını gerekli kılmakta ve etkin olarak çalışmayan karar birimlerini tanımlayamamaktadır. Bu durum üretim fonksiyonunun yapısının tanımlanmasını zorlaştırmakta ve regresyon analizinin etkinlik ölçümünde yetersizliğine sebep olmaktadır. (Çavmak ve Çavmak, 2017:27). Ayrıca parametrik yöntemlerde her zaman bir rassal hatanın olabileceği varsayılmaktadır. Dolayısıyla bu yöntemlerde etkinlik sınırından sapmaların, etkinsiz gözlem ve rassal hata gibi iki unsurdan oluştuğu görülmektedir ve bu unsurların birbirinden ayırt edilmesi önemli olmaktadır. Parametrik yöntemler içinde bu iki unsurun dağılımına ilişkin varsayımlardaki farklılıklara bağlı olarak çeşitli

yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan bazıları “stokastik sınır yaklaşımı”, “serbest dağılım yaklaşımı” ve “kalın sınır yaklaşımı” olarak sıralanabilir (Kecek, 2010:51-52).

### **2. 5. 2. 1. Stokastik Sınır Yaklaşımı (SSY)**

İktisadi hayatta üretimi yapanların asıl amacı, üretim için kullanılan girdileri en çok çıktıyı elde edecek biçimde dizayn etmektir. Çıktıya yönelik olarak ifade edilen bu amaç benzer biçimde girdiye yönelik olarak da ifade edilebilmektedir. Fakat amaç ister girdiye yönelik olarak en az girdi kullanımı olsun, isterse çıktıya yönelik olarak en çok çıktının üretilmesi olsun kaynakların en iyi şekilde kullanımının sağlanamaması durumunda etkinsizlik sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bu noktada etkinsizlik girdiye yönelik olarak incelendiğinde, mevcut girdilerin kullanılarak beklenen üretim seviyesinin altında ürünün elde edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca hem etkinlik hem de etkinsizlik ifadeleri birbirini tamamlayan kavramlardır. Bir firmanın kaynaklarını maksimum çıktı elde edecek şekilde organize etmemesi, herhangi bir kuruluşun çalışanlarını üretimi en çok elde edecek şekilde dizayn etmemesi iktisat mantığının gereklerine uymamaktadır (Çavmak ve Çavmak, 2017:27). Etkinlik analizlerinde genellikle ekonometrik temele dayalı stokastik sınır analizi ile matematiksel programlamaya dayalı veri zarflama analizi kullanılmaktadır. Parametrik olmayan kategoride ele alınan veri zarflama analizi yönteminde, üretimi rassal olarak etkileyen ve değişimleri içine alan değişkenler bulunmamaktadır. Veri zarflama analizi yönteminin bu eksikliğini gidermek için stokastik yöntemler geliştirilmiştir (Şahin, 2002:3). Bu yöntem ilk kez Farrell'in (1957) makalesinde, etkinlikle (teknik ve tahsis etkinlik) ilgili ölçümlerin yapıldığı doğrusal programlamaya dayalı parametrik olmayan testlerin yanında parametrik bir yaklaşım teklifi olarak sunulmuştur. Daha sonra Richmond (1974) yaptığı çalışmalarda frontier'i  $Y_f = f(x)$  biçiminde deterministik olarak incelemiş ve matematiksel programlama teknikleriyle çözümlenmeyi önermiştir (Çavmak ve Çavmak, 2017:27). İlk olarak hata teriminin istatistikî özelliklerini Schmidt (1976) ele almış ve ardından Aigner, Lovell ve Schmidt (1977) tarafından tanımlanmış olan stokastik sınır analizi ekonometrik bir yaklaşım olarak dünya çapında tanıtılmıştır (Greene, 2008:92-109).

Stokastik sınır yaklaşımı, regresyon analizinde olduğu gibi girdiler ve çıktılar arasında işlevsel bir ilişki kurarak üretim fonksiyonunu tahmin etmeye çalışmaktadır (Erpolat, 2011:50). Bu yaklaşımda herhangi bir KVB'nin en iyi durumdan sapmasının ne kadarının rassal hatadan ne kadarının etkinsizlikten kaynaklandığını belirlemek üzere hataların birbirinden ayırt edilmesine çalışılır. Bu amaçla rassal hatanın simetrik (standart normal), etkin olmayan KVB'lerin ise asimetrik dağıldığı varsayılmaktadır (Berger ve Humphrey, 1997:178). Ancak hataların dağılımlarına ilişkin yapılan varsayımlara çeşitli eleştiriler söz konusudur.

Stokastik sınır yaklaşımında bazı firmaların kaynaklarını iyi kullanmadığı hakikatini kabul etmektedir. Başka bir ifadeyle; bazı firmalar “en iyi teknoloji” şeklinde ifade edilen üretim sınırının altında üretimi gerçekleştirmektedir. Bu yaklaşımda ayrıca veri alınan girdi seviyesinde işletmelerin en çok belirli oranda çıktı üretebileceği varsayılmaktadır (Lorcu, 2008:21).

#### **2. 5. 2. 2. Serbest Dağılım Yaklaşımı (SDY)**

Bu yaklaşım, stokastik sınır yaklaşımına getirilen eleştirilere karşılık olarak Berger tarafından yeni bir sınır yaklaşımı olarak önerilmiştir. Serbest dağılım yaklaşımı, SSY'ye benzer bir şekilde, sınır için fonksiyonel bir form belirleyerek etkinliği tahmin etmekte, ancak etkinsizlikleri rastgele hatalardan farklı bir şekilde ayırmaktadır. SSY'den farklı olarak SDY, etkinsizlikleri veya rassal hataların spesifik dağılımları hakkında güçlü varsayımlarda bulunmamaktadır. Bunun yerine her bir KVB'nin etkinliğinin zaman içinde sabit olduğunu, rassal hata ortalamasının zamanla sifira düşeceğini varsaymaktadır. Bu varsayımlar etkin olmayan KVB'lerin pozitif olma koşuluyla sağlanmaktadır. SDY yaklaşımı KVB'lerin bir noktadaki etkinsizliğinden çok, her bir KVB'nin en iyi uygulama ortalama değerinden sapmasını göstermektedir. Ancak KVB'lerin etkinliği, zaman içinde yasal düzenlemeler, teknik ve teknolojik değişimler, faiz oranları ve diğer etkiler nedeniyle değişiyorsa; o zaman her bir KVB'nin en iyi gözlemden sapma değeri dikkate alınmaktadır (Berger ve Humphrey, 1997:178).

Serbest dağılım yaklaşımıyla etkinlikler hesaplanırken panel veri kullanılmakta ve bu yönüyle diğer yöntemlerden farklı olmaktadır. Ayrıca, hata dağılımındaki uç

değerler, yöntem de etkisini azaltmak için hesaplamaya katılmamaktadır. Etkinliğin uzun dönemde durağan olması, modelde bulunmayan ancak firmanın maliyetlerini etkileyen unsurların etkinlikten sapma şeklinde ele alınmasına sebep olmaktadır (Kale, 2009:38; Özdemir, 2011:50).

### **2. 5. 2. 3. Kalın Sınır Yaklaşımı (KSY)**

Berger ve Humphrey (1992) tarafından geliştirilen bu yöntem, her bir karar verme biriminin etkinliğini tahmin etmekten ziyade, toplam etkinliğin genel düzeyini ölçmektedir (İnan, 2000:83).

Kalın sınır yaklaşımı, rassal hata (rastgele hata) ile etkinsizlik dağılımlarına ait herhangi bir kısıtlama getirmemektedir. Bu yaklaşımda işlevsel bir form belirlenmekte, rastgele hata, en yüksek performans ile en düşük performans gözlemlerinin yer aldığı çeyreklerdeki performans değerlerini göstermektedir. En yüksek ve en küçük çeyrekler arasında tahmin edilen performanstaki sapmalar ise etkinsizliği temsil etmektedir (Berger ve Humphrey, 1997:178-179).

Kalın sınır yaklaşımı, tek bir firmanın etkinliğinin tahmin edilmesine uygun olmayıp sadece genel etkinlik seviyesinin hesaplamasında kullanılması, rassal hata ve etkinsizlik dağılımıyla ilgili herhangi bir varsayımda bulunmaması gibi özelliklerinden dolayı stokastik sınır ve serbest dağılım yaklaşımlarından ayrılmaktadır. Ancak rassal hatanın ayıklanması noktasında; en düşük ve en yüksek değerlerin rassal hata olarak sayılması bakımından da serbest dağılım ve stokastik sınır yaklaşımlarında bulunan “kısaltma (eksiltme)” işlemine benzemektedir (İnan, 2000:82).

Literatürde yukarıda ifade edilen her üç yaklaşımdan da hangisinin daha iyi ve elverişli olduğu konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır. Bu yaklaşımlarla yapılan çalışmalarda kalın sınır yaklaşımının çok kullanılmadığı, stokastik sınır ve serbest dağılım yaklaşımlarının sıklıkla kullanıldığı ve bu iki yaklaşım arasından da serbest dağılım yaklaşımının ön plana çıktığı söylenmektedir. Stokastik sınır yaklaşımı ile serbest dağılım yaklaşımından hangisinin daha kullanışlı olduğuna dair tartışma sürmektedir (Kale, 2009:39).

### 2. 5. 3. Parametrik Olmayan Yöntemler

Parametrik yöntemlerin yerine alternatif olarak ilk defa 1957 yılında Farrell tarafından ortaya atılan ve daha sonra 1962 yılında Fieldhouse tarafından geliştirilen parametrik olmayan yöntemlerin temeli doğrusal programlamaya dayanmaktadır (Erpolat, 2011:52). Buradaki amaç parametrik yöntemlerdeki gibi etkinlik sınırını belirleyip her bir birimin bu sınıra olan uzaklığını tespit etmektir. Ancak parametrik yöntemlerden en önemli farklılıkları bu amacı yerine getirirken üretim fonksiyonunun yapısıyla ilgili herhangi bir öngöründe bulunmamalarıdır. Çünkü bu yöntemlerde etkinlik sınırı, öngörülen bir durum olmayıp, gözlemlenen KVB'ler tarafından oluşturulmaktadır (Çavmak ve Çavmak, 2017:29-30).

Daha esnek bir yapıya sahip olan parametrik olmayan yöntemler, birbirinden bağımsız birden çok girdi ve çıktı değişkenini modelde kullanarak tek bir etkinlik ölçüsüne indirgeyebilmekte ve buna bağlı olarak KVB'lerin farklı boyutlarının eş zamanlı olarak ölçülebilmesine imkân sağlamaktadır (Yolalan, 1993:5).

Parametrik olmayan yöntemler, belli kısıtlayıcı koşullar altında bir amacı eniyilemeyi sağlayan doğrusal (matematiksel) programlama tabanlı yöntemleri kullanarak etkinlik sınırına olan uzaklığı ölçmeye çalışırlar. Bu yöntemlerin parametrik yöntemler gibi herhangi bir varsayıma ihtiyaç duymamaları ve çok sayıda girdi ve çıktı kullanabilmeleri gibi özelliklerinden dolayı göreceli olarak daha avantajlı oldukları söylenebilir. Buna rağmen, rassal bir hata terimini ihtiva etmedikleri için, veri hataları, ölçüm hataları, şans ve diğer faktörlerle oluşabilecek hatalara karşı daha hassastırlar. Söz konusu durumlarda etkinlik sınırının tespiti yanlış olabilmektedir (Atan, 2003:74). Etkinlik sınırının yanlış tespit edilmesi, karar verme birimlerin etkinlikleri konusunda yapılacak yorumların geçerliliğini tehlikeye atmaktadır.

Parametrik olmayan yöntemlerde etkinlik sınırının yanlış tespit edilmesi sadece ölçüm hatalarından kaynaklanmamaktadır. Gözlem kümesine göre karar verme birimlerinin büyük girdi ve çıktılara sahip olması da etkinlik sınırının yanlış oluşmasına sebep olmaktadır (Lorcu, 2008:28).



Parametrik olmayan yöntemler, meydana getirdikleri etkinlik sınırına göre KVB'leri etkin veya etkin olmayan biçimde ayırabilmelerine rağmen herhangi bir karşılaştırma imkânı sağlamazlar. Sadece etkin olmayan KVB'lerin etkin olabilmeleri için gerekli olan iyileştirmeleri ve referans alabilecekleri KVB'leri belirterek karar alma noktasında yol gösterici görevini üstlenmektedirler (Erpolat, 2011:53).

Literatüre bakıldığında, parametrik olmayan yöntemler içerisinde en yaygın kullanılanlar, "Veri Zarflama Analizi" ve VZA'nın özel bir durumu olarak geliştirilen "Serbest Atılabilir Zarf (Free Disposal Hull- FDH)" yöntemidir (Özdemir, 2011:52).

### **2. 5. 3. 1. Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis-DEA-VZA)**

Veri zarflama analizi, Farrell'in 1957 yılında önerdiği etkinlik kavramından yararlanarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilmiş bir yöntemdir. Önceleri kâr amacı olmayan kuruluşların etkinliğini ölçmek için kullanılan bir yöntem olmakla beraber daha sonraları bu yöntem geliştirilerek kâr amacı olan birimlerin etkinliklerinin ölçümünde de yaygın bir şekilde kullanılan bir yöntem olmuştur.

Veri zarflama analizi, parametresiz yöntemler içerisinde en çok kullanılan, doğrusal programlamaya dayanan, birden çok girdi ve çıktı değişkenini kullanarak girdiye ve/veya çıktıya yönelik olarak görelî etkinlik ölçümünü yapabilen bir yöntemdir. Bu yöntem aynı girdi ve çıktı değişkenlerini kullanan KVB'lerin etkinliklerini kıyaslamak için kullanılmaktadır. Parametrelî yöntemlerde karar verme birimleri ortalama değerleri göz önüne alarak değerlendirme yaparken VZA'da her bir KVB yalnız en iyi KVB ile karşılaştırılmaktadır (Özden, 2010:743).

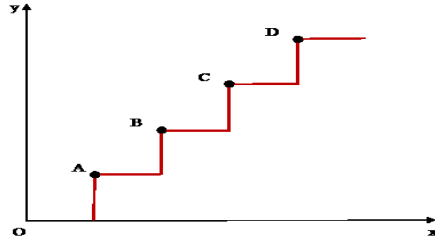
Doğrusal programla tekniği olan VZA, her bir KVB için çıktıların girdilere oranını ölçmekte ve ona göre diğer birimlerle kıyaslayarak görelî etkinlik skorunu tespit etmektedir. Veri zarflama analizinde etkinlik değerleri 0 ile 1 veya %0 ile %100 arasında değişmektedir (Avkiran, 1999:206). Etkinlik skorlarının 1 olması durumunda etkinliğin tam olduğunu ifade etmekte ve tam etkin bir KVB, etkin sınır üzerinde bulunduğunu göstermektedir (Kale, 2009:39). Dolayısıyla etkinlik değeri 1 olan birimler tam etkin, 1'den küçük olanlar ise etkin olmayan birimler olarak

nitelendirilmektedir (Kaya ve Doğan, 2005:4). VZA'da diğer önemli bir nokta da etkin olmayan KVB'ler için örnek oluşturan (referans) KVB'leri göstermesi ve gerekli potansiyel iyileştirmeyi hesaplayabilmesidir (Kale, 2009:39). Yani VZA, etkin olmayan birimler için potansiyel iyileştirmeler (ulaşılabilir hedefler) üretebilen ve karşılaştırma yapılan birimleri tanımlama yeteneğine sahip olan bir yöntemdir (Avkiran, 1999:206).

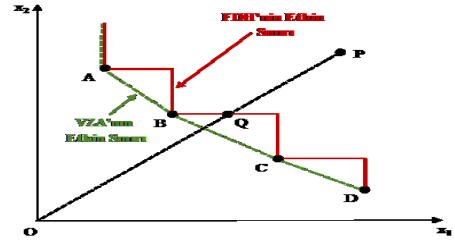
### **2. 5. 3. 2. Serbest Atılabilir Zarf (Free Disposal Hull – FDH) Yöntemi**

Serbest atılabilir zarf yöntemi, veri zarflama analizinin konvekslik varsayımının gevşetilmesiyle oluşan özel bir halidir (Thanassoulis, Portela ve Despić, 2008:8; Kale, 2009:99). İlk olarak 1984 yılında Deprins, Simar ve Tulken tarafından önerilen bu yöntem daha sonra Tulken tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde göre etkinlik ölçümleri sadece gerçek gözlemlere göre yapılmaktadır. Üretim imkanları kümesi sadece bu noktalardan oluştuğu kabul edilmektedir. Veri zarflama analizinde sınırdaki gözlemlenen noktaların birleştirilmesi mümkün iken serbest atılabilir zarf yönteminde ise bu noktaların birleştirilmesi mümkün olmamaktadır. Örneđin Şekil 11 (b)'deki Q noktası varsayıma dayalı olarak türetildiği için FDH yönteminde buna izin verilmemektedir. Çünkü Q noktası gerçekte gözlemlenen noktalardan biri değildir (Cooper, Seiford ve Tone, 2007: 117).

FDH yönteminde, (a) bir girdi ile bir çıktı (Conceiçao, Portela ve Borges, 2001:17; Thanassoulis, Portela ve Despic, 2008:8) ve (b) iki girdi ile bir çıktı olması halinde etkin sınırın gösterimi Şekil 11'deki gibidir (Tulkens, 1993:190; Cooper, Seiford ve Tone, 2007: 117).



(a) Bir girdi ile bir çıktı



(b) İki girdi ile bir çıktı

**Şekil 11:** FDH’de Etkin Sınır ve VZA Sınırı ile Karşılaştırma

**Kaynak:** KALE, Süleyman; “Veri Zarflama Analizi ile Banka Şubelerinin Performansının Ölçülmesi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Finans ve Bankacılık Anabilim Dalı, İstanbul, 2009, s. 100.

Şekil 11 (b)’de görüldüğü gibi VZA ile FDH’nin etkin sınırları karşılaştırılmaktadır. Burada FDH, sınırda bulunan tüm noktalardan geçmektedir.

VZA’nın etkinlik sınırı, FDH sınırını kapsadığından, FDH etkinlik ölçüm değerleri daha büyük olmaktadır. Söz konusu yöntemlerin her ikisi de etkinlik ile ilgili varsayımlarda bulunmamaktadır (Kale, 2009:100).

Serbest atılabilir zarf yöntemi, değişken ölçek varsayımının kabulünün yanında ayrıca “0-1 tamsayı” kısıtını yönteme eklemektedir. Bu kısıt sayesinde her bir KVB’nin göreceli olarak etkinliği hesaplanabilmektedir. “0-1 tamsayı” kısıtının geçerliliğinde gözlenen noktalar dik açı oluşturacak şekilde birleştirilerek üretim imkanları kümesi sınırını merdiven şeklinde oluşturur. Oluşan bu sınır ile gözlemler arasındaki uzaklık, her bir KVB’nin ne kadar etkin olduğunu belirlemektedir (Baykara, 2012: 65).

Serbest atılabilir zarf yöntemini, VZA yönteminden ayıran bir diğer özellik ise VZA yöntemleri gibi gözlemlenen noktaların birleştirilmesiyle oluşan etkin sınırı içine almak yerine, söz konusu gözlemlenen noktaları ve bunların güneydoğu tarafını içine alan bölgeyi etkin sınır kapsamına almasıdır. Bu bölgeye serbest atılabilir alan ismi verilmektedir. Dolayısıyla FDH, VZA yönteminin komşu veya iç bölgesini içine aldığından daha kapsamlı ortalama etkinlik tahminlerini yapabileme şansına sahip olabilmektedir (Lorcu, 2008:29).

## III. BÖLÜM

### VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

#### 3.1. Veri Zarflama Analizi'nin Tanımı

Etkinlik ölçümünde kullanılan ve temeli doğrusal programlamaya dayanan Veri Zarflama Analizi'nin literatürde değişik tanımlarına rastlamak mümkündür. Bu tanımlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

- Veri Zarflama Analizi (VZA), birden çok girdi ve çıktıya sahip karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini ölçmeye yarayan matematiksel programlamaya dayalı bir tekniktir.
- Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen veri zarflama analizi, bazı ortak fonksiyonel özelliklere sahip olan bir dizi kuruluşun göreceli etkinliğini hesaplamak için doğrusal bir programlama yöntemidir (Mahgary ve Lahdelma, 1995:700).
- VZA, homojen karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini ölçmek için çok faktörlü bir verimlilik analizi modelidir (Bal ve Örcü, 2011:163).
- VZA, çeşitli girdi ve çıktılarla benzer karar verme birimlerinin etkinliğinin belirlenmesinde uygulanan bir dizi doğrusal programlama yöntemidir (Ferdows, Keshvari ve Ferdows, 2011:169).
- VZA, kâr amacı gütmeyen kamu kuruluşlarının performanslarını değerlendirmek için Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen çok güçlü bir hizmet yönetimi ve kıyaslama tekniğidir (Sherman ve Zhu, 2006:49).
- Parametrik olmayan bir yaklaşım olarak veri zarflama analizi, üretim fonksiyonu varsayımı olmaksızın çoklu girdi / çıktılara dayanan bir dizi karar verme birimi için göreceli etkinlik sağlayabilen bir yöntemdir (Pourjavad ve Shirouyehzad, 2014:143).
- VZA, matematiksel programlama teorisinin ilkelerine dayanan ve her bir üretim biriminin göreceli etkinliğini ayrı ayrı tespit etmek amacıyla tasarlanmış nonparametrik bir yöntemdir (Yıldız, 2007:93).

- VZA, firmaların veya karar verme birimlerinin girdi ve çıktıların azaltım ya da artırım oranlarına göre etkinliklerinin ne oranda değişeceğine ilişkin bilgi veren bir tekniktir (Kula ve Özdemir, 2007:56).
- VZA, çoklu girdi ve çıktının ağırlıklı bir girdi veya çıktı kümesine dönüştürülmesinin güç olduğu durumlarda oldukça geçerli ve anlamlı sonuçlar üreten kesirli programlamaya dayalı bir yöntemdir (Erpolat, 2011:55).
- VZA, karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini 0 (en kötü) ile 1 (en iyi) arasında değişen bir skaler ölçüt ile ölçen ve değerlendiren parametrik olmayan bir tekniktir (Ohsato ve Takahashi, 2015:512).
- VZA, ilk önce kâr amacı olmayan kuruluşların etkinliklerini değerlendirmek amacıyla geliştirilen bir yöntem olmakla beraber daha sonraları kâr amacı olan kuruluşların göreceli etkinliklerinin ölçülmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yöntemin en önemli özelliği, çoklu girdinin kullanılarak çoklu çıktının elde edildiği üretim ortamlarında, herhangi bir fonksiyonel ilişkiye ihtiyaç duymadan etkinlik ölçümü yapabilmesidir.
- VZA, Farrell'in 1957 yılında yaptığı çalışmada önerdiği "göreceli teknik etkinlik" kavramının geliştirilerek, birden çok girdi ve çıktının ağırlıklandırılarak işlenmesi ve doğrusal programlama yöntemiyle bir tek sanal girdi-çıkıya indirgenmesine dayanmaktadır. Farrell KVB'lerin etkinliğinin, en iyi çıktı-girdi bileşimini gösteren etkin üretim fonksiyonu üzerinde yapabilecekleri en iyi sonuçlarla karşılaştırılma yapılması ile ölçülmesini esas almaktadır (Karahana ve Özgür, 2011:101).
- Veri Zarflama Analizi (Charnes, Cooper ve Rhodes, 1978), benzer karar verme birimlerinin performansını, girdi ve çıktı olarak adlandırılan çoklu performans ölçümleriyle değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. VZA ilk olarak en iyi uygulamaları sergileyen bir dizi KVB tarafından oluşturulan "etkin bir sınır" kurar ve daha sonra etkin sınırlara olan mesafelerine göre etkinlik düzeyini diğer sınırsız birimlere atar (Zhou vd., 2018:2).

Buna göre VZA, birden çok girdi ve çıktıya sahip karar birimleri için bir etkinlik sınırı belirlemekte ve bu sınıra uzaklığı oranına göre her bir karar biriminin göreceli etkinliğini tespit etmektedir.

### **3. 2. Veri Zarflama Analizi'nin Tarihsel Gelişimi**

Veri Zarflama Analizi (VZA), Debreu'nun 1951 yılında yaptığı çalışmaya kadar uzanan ve 1957 yılında Farrell tarafından tanıtılan bir etkinlik ölçme yöntemidir (Wheelock ve Wilson, 1995:42). Farrell (1957) 'in verimliliği değerlendirmek için daha iyi yöntemler ve modeller geliştirme yönündeki çalışması (Cooper ve Seiford, 2011:4), VZA'nın başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Farrell'in bu çalışması parametrik olmayan yaklaşımı gösteren ilk etkinlik analizidir. Farrell bu çalışmada tek çıktısı ve birden fazla girdisi olan birimlerin etkinliklerinin ölçümünde doğrusal programlamayı kullanmıştır (Ertuğrul ve Işık, 2008:205). Daha sonra birden fazla girdi ve çıktısı olan birimlerin etkinliklerinin ölçülmesinde Farrell'in bu çalışması yol gösterici olmuştur. Etkinlik kavramı üzerine yapılan bu temel çalışmayı farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmalar izlemiştir. Bunlardan en önemlisi 1967 yılında Boles tarafından geliştirilen doğrusal programlama modeli olmuştur. Boles, bildiri olarak sunduğu çalışmasında Farrell ve Fieldhouse 'ın 1962 yılında tek çıktı için geliştirdikleri doğrusal programlama modelini birden fazla çıktının olduğu durumlar için genelleştirmiştir. Bu model, VZA'nın ilk modeline oldukça yakın bir model olmuştur (Forsund ve Sarafoglou, 2003:7; Erpolat, 2011:56-57).

VZA'nın tam olarak ortaya çıkışı ise Edwardo Rhodes'in Carnegie Melon Üniversitesi'nde W. W. Cooper danışmanlığında yaptığı "Şehir ve Kamu" konulu doktora çalışmasıyla olmuştur. Rhodes bu çalışmada özellikle siyah ve İspanyol öğrenciler için geliştirilmiş olan ve Federal Hükümet'in desteği ile ABD'deki devlet okullarına uygulanan "Program Follow Through" adlı eğitim programının, programa katılanlar ve katılmayanlar açısından etkinliklerini incelemek için istatistiksel regresyon ve korelasyon yöntemleri kullanma girişimleri tatmin edici sonuçlar vermediğinden, farklı yöntemlerin arayışına gitmiştir. Bu amaçla yaptığı araştırmalar sonucunda Farrell'in VZA ile özdeşleştirilecek bir yaklaşımı tarif eden makalesini fark ederek geliştirdiği kesirli programlama modelinin işine yarayabileceğini düşünen

Rhodes, model üzerinde yaptığı çalışmalar neticesinde VZA olarak adlandırılan doğrusal programlama modeline ulaşmıştır (Cooper, 2005:4-5; Lorcu, 2008:54; Erpolat, 2011:57).

1957, 1962 ve 1967 yıllarındaki çalışmalardan sonra günümüzde VZA olarak bilinen model, 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından geliştirilmiştir. CCR modeli olarak bilinen bu model ölçeğe göre sabit getiri varsayımını esas almaktadır (Diaz, Poyato ve luque, 2004:136).

VZA, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen bir kesirli matematiksel programlama tekniğidir. Çoklu girdi ve çoklu çıktıları göz önünde bulundurarak homojen birimlerin göreceli etkinliğini değerlendirmektedir. Girdiler bir karar verme birimi (KVB) tarafından kullanılan kaynaklar ve çıktılar KVB'nin ürettiği ürünler ve/ veya performans ölçüleri olabilmektedir. Bir KVB'nin etkinliği, çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına oranı olarak tanımlanmaktadır (Baker ve Talluri, 1997:102).

VZA için geliştirilen ilk modeller sabit getiri varsayımına dayalı CCR modelleri, ilk önceleri kamu sektöründe faaliyet gösteren birimlerin etkinliklerini ölçmek için kullanılsalar da daha sonraları çok farklı alanlarda da kullanılmaya başlanmışlardır (Erpolat, 2011:57).

CCR modellerinden sonra VZA için geliştirilen diğer bir model çeşidi Banker, Charnes ve Cooper tarafından ortaya atılan ve ölçeğe göre değişken getiriye esas alan BCC modelleri olmuştur (Banker, Charnes ve Cooper, 1984:1078-1092). Konvekslik kısıtının CCR modellerine eklenmesiyle BCC modelleri elde edilmişlerdir. Daha sonra Banker, Charnes ve Cooper (1984), değişken getiriye esas alan etkinlik ölçüm modelleriyle, VZA'daki etkinliğin teknik ve ölçek etkinliğe ayrılmasını sağlamışlardır (Ji ve Lee, 2010:268).

1985 yılına gelindiğinde VZA teorisinin geliştiği ve model seçeneklerinin artış gösterdiği gözlemlenmiştir. CCR ve BCC modellerin yanı sıra parçalı log-lineer sınırları için çarpımsal model, girdi yönlü veya çıktı yönlü gibi zorunlulukları gideren toplamsal model eklendi. Pareto-Koopmans'ın üretim teorisi ile üretim sınırı

arasındaki ilişki sağlamlaştırıldı. Window (pencere) analizi ve en verimli ölçek büyüklüğü (most productive scale size-MPSS) analizi bu dönemdeki mühim çalışmalardan sayılabilir (Kale, 2009:57-58).

1990 yılı itibariyle VZA'nın kendisi, hesaplamaları, uzantıları ve uygulamaları ile ilgili çalışmalar hız kazandı. Bunlardan bazıları ise;

- VZA ile ilgili konferansların verilmesi
- Dergilerin VZA için özel sayı hazırlaması
- Farklı VZA modellerin karşılaştırılması
- VZA varsayımları ve gereksinimlerinin gevşetilmesi
- Konveks olmayan modellerin gündeme getirilmesi
- Yöneticilerin tercihlerine göre sınırlılıklarının getirilmesi
- Uygulama alanlarının genişletilmesi

biçiminde sıralanabilir (Kale, 2009:58).

1990-1995 dönemini kapsayan çalışmalara bakıldığında, VZA teorik altyapısının önemli derecede geliştiği, uygulamalardaki artışın teorisinin önüne geçtiği, veri odaklı bir analiz olarak çok yönlü ve etkili bir yöntem haline geldiği görülmektedir. Ayrıca Tulkens (1993) tarafından geliştirilen konveks olmayan serbest atılabilir zarf (Free Disposal Hull-FDH) modeli ve VZA'nın istatistiksel esaslarıyla ilgili çalışmalar da bu dönemdeki önemli çalışmalar olarak sayılabilir.

Yine bu dönem içinde ölçeğe göre, Charnes, Cooper, Lewin ve Seiford (1994), sabit getiri için toplamsal modeli (Additive Model with Constant Returns to Scale (ADD-CRS)) ve Lovell ve Pastor (1995), değişken getiri için toplamsal modeli (Additive Model with Variable Returns to Scale (ADD-VRS)) geliştirdiler (Razai, 2015:27).

Seiford (1996), 1978-1995 dönemini kapsayan VZA ile ilgili bibliyografik çalışmasında, söz konusu dönem için yayınlanan en etkili çalışmaların konu başlıklarına göre sıralaması aşağıdaki gibidir (Seiford, 1996:105):

- CCR modeli ve program değerlendirmesi
- BCC modeli



- Pareto-Koopmans ve toplamsal model (additive model)
- Tecrübe ve tercihleri modele ekleyen çalışmalar
- Kontrol edilemeyen değişkenler
- VZA ile ilgili bibliyografik çalışmalar
- Kavramsal çalışmalar ve inceleme yazıları
- Pencere (window) analizi ve Malmquist
- Konveks olmayan (nonkonvex) modeller ve FDH

Seiford (1996) söz konusu çalışmasında, gelecek hakkında düşüncelerini ifade ederken stokastik VZA ile ilgili çalışmaların önemli olduğunu ve hususan ölçüm hatalarının modele ilave edilmesiyle çalışmaların daha da önem kazanacağını, 2000 yılına ulaşıldığında ise bu sorunun çözülmüş olacağını belirtmektedir.

Bugün VZA konusunu ele alan kitap, dergi, makale ve inceleme yazı sayısı ve stokastik modellerle yapılan çalışmalar artmış olmasına rağmen, henüz VZA'nın yerini dolduracak bir stokastik VZA modeli geliştirilememiştir (Kale, 2009:59).

1995 yılından sonra VZA modelleriyle ilgili varyasyonların artış göstermesiyle VZA'da veri kullanım boyutu genişlemiş ve VZA ile ilgili çalışmalarda da hızlı bir artış olmuştur. Özellikle VZA'nın çok aşamalı ve seri yöntemlerinin kullanımıyla birbirine entegre olan üretim süreçleri için etkinlik ölçümlerinin arttığı gözlemlenmektedir.

1995'ten sonra önemli VZA model uzantılarını şu şekilde sıralamak mümkündür (Kale, 2009:60):

- Stokastik VZA
- Slack Based modeller
- Hibrid Model
- Süper Etkinlik Modeli
- Çok Düzeyli Modeller (Multilevel Models)

1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes'in tarafından yazılan makalenin yayınlanmasından sonra VZA ile ilgili çalışmaların hızlı bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Seiford'un VZA ile ilgili yaptığı bibliyografik çalışmalarda, 1978-

1995 dönemine ait 700, 1978-1999 döneminde ise 1500'e yakın esere ulaşıldığı belirtilmiştir (Lorcu, 2008:56).

Tavares (2002), 1978-2001 dönemine ait içerisinde kitap, araştırma raporu, kitap bölümü, makale, tez ve vakaların bulunduğu VZA ile ilgili 3203 yayına ulaşmış ve bu yayınlarla ilgili yaptığı istatistiki çalışmada; yayınlarla ilgili dergilerin sınıflandırılması, ülkelere göre dağılımları, çalışması bulunan yazarların sayısı vb. çeşitli bilgiler bulunmaktadır. Çalışma sonucunda, 1978-1997 yılları arasında yayın sayısında üstel bir artış olduğu, 1997-1999 yılları arasında VZA ile ilgili yayın sayılarının dengelendiği yani sabit kaldığı, 2000 ve 2001 yıllarında ise düşme gösterdiği belirtilmiştir (Tavares, 2002:3).

Emrouznejad, Parker ve Tavares (2008), 1978-2007 dönemine ait VZA ile ilgili bibliyografik çalışmalarında, çoğu son beş yılda olmak üzere 2007'e kadar dergi ve kitap bölümlerinde yayınlanan 4000'den fazla araştırma makalesinin olduğu, yayınlanan makale sayısının 2004 yılında en yüksek seviyeye ulaştığı belirtilmektedir. Ayrıca VZA'nın ve uygulamalarının ileriye dönük bir araştırma alanı olmaya devam edeceğini ve bu trendin güçlü bir şekilde devam etmesinin en az üç sebebinin olduğunu ifade etmişlerdir. Birincisi, birden çok girdi ve çıktıya sahip büyük organizasyonların etkinlik ve verimlilik ölçümlerinin taşıdığı önem; ikincisi, akademisyenlerin ve uygulayıcıların araştırma yürütme konusundaki ilgilerini uyandıran etkinlik ölçümü içeren tükenmez sayıda gerçek hayat uygulamaları; üçüncüsü, çalışmalarda kullanılacak ham verinin geçmişe oranla daha kolay elde edilebilmesidir (Emrouznejad, Parker ve Tavares, 2008: 156-157).

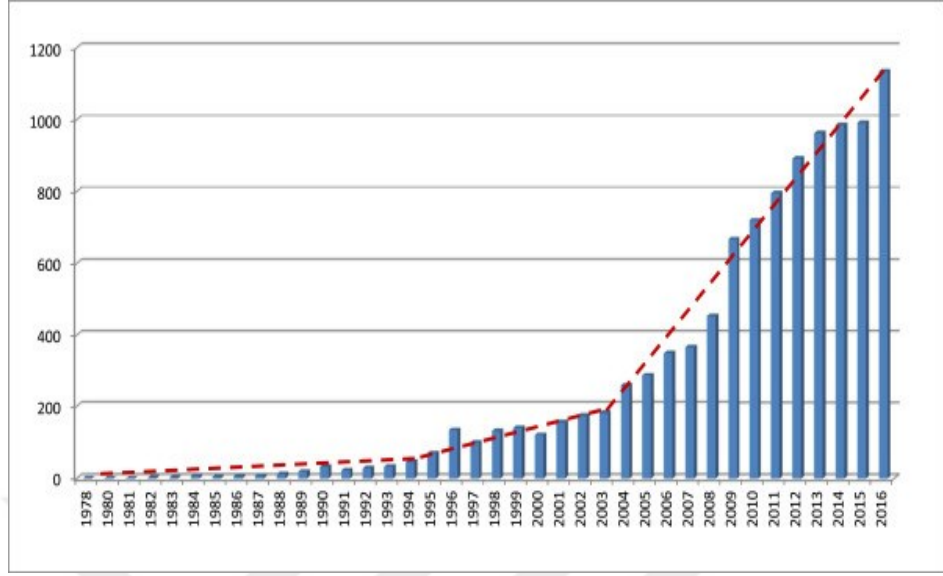
Emrouznejad ve Yang (2018) tarafından yapılan VZA'nın ilk 40 yıllık bibliyografik çalışmasında, 1978-2016 yılları arasında SCOPUS (<http://www.scopus.com/>) ve [www.DEAzone.com](http://www.DEAzone.com). web sitelerinde yayınlanan VZA ile ilgili makale sayısının 10.300 olduğu ve bu veri tabanlarında bulunmayan makale, kitap bölümü ve konferans ile ilgili çalışma sayısının ise 2200 olduğu bildirilmektedir. Çalışmada söz konusu veri tabanlarında yayınlanan makale sayısının 10300 esas alındığı ve dünya çapında kabul görmüş bir yönetim bilimi ve operasyon araştırması (MS / OR) aracı olarak VZA'nın evrimi, hem makalelerin hem de yazarların sayısının

artması açısından izlendiği, VZA'nın ortaya çıkan bir konu olduğu ve yönetim biliminin çeşitlendirilmiş alanlarında çok sayıda dikkat çeken etkinlik veya performansı ölçmek için gerekli bir matematiksel araç olduğu, VZA ile ilgili makalelerin gelişim durumunun üç aşamasının olduğu ve son yıllarda makale sayısında “üstel” bir büyüme olduğu, VZA yayınları için en çok kullanılan dergilerin Avrupa Operasyonel Araştırma Dergisi, Operasyonel Araştırma Derneği Dergisi, Verimlilik Analizi Dergisi, Omega ve Operasyon Araştırmaları Dergisi gibi pek çok geleneksel MS / OR dergiler olduğu, kamu sektöründeki uygulamalar için ilk seçimin Sosyo-Ekonomik Planlama Bilimleri Dergisi olduğu ifade edilmektedir. Toplamda, VZA ile ilgili makalelerin %94'ünün 4 yazardan az ve %34'ünün ise iki yazar tarafından yayınlandığı, hastane dahil olmak üzere endüstri, bankacılık, eğitim ve sağlık hizmetlerinin en popüler uygulama alanları olduğu bildirilmektedir (Emrouznejad ve Yang, 2018:4-5).

Emrouznejad ve Yang söz konusu çalışmada, VZA ile ilgili makalelerin gelişim durumunu üç aşamada ele almaktadır (Emrouznejad ve Yang, 2018:5):

- i. 1978-1994 dönemi: VZA ile ilgili makalelerin büyümesi, makale sayıları bakımından nispeten yavaştır.
- ii. 1995-2003 dönemi: VZA ile ilgili makalelerin büyümesi nispeten istikrarlıdır ve yayınlanmış makalelerin ortalama sayısı yılda yaklaşık 134'tür.
- iii. 2004-2016 dönemi: VZA ile ilgili makalelerin sayısı “üstel” büyümeyi gösterdiği ve ortalama sayı yılda yaklaşık 680'e ulaştığı, özellikle son üç yılda (2014, 2015 ve 2016) bu sayının yaklaşık olarak yıllık 1000 olduğu belirtilmektedir.

VZA ile ilgili makalelerin yıllara (1978-2016) göre dağılımı Şekil 12'de gösterilmektedir (Emrouznejad ve Yang, 2018:5).



**Şekil 12:** VZA ile İlgili Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı (1978-2016)

VZA ile ilgili çalışmalar, Charnes, Cooper ve Rodos'un orijinal çalışmalarından bu yana sürekli ve hızlı bir şekilde artış gösterdiği, 1978'den günümüze kadar olan bibliyografik çalışmaların, bu alandaki araştırmacılara ve uygulayıcılara hem teori hem de uygulamalarda yeni cephelerin keşfedilmesine yardımcı olacağı umulmaktadır.

### 3. 3. Veri Zarflama Analizi'nin Uygulama Alanları

Günümüzde birçok alanda KVB'lerin etkinliklerini değerlendirmek amacıyla VZA'dan yararlanılmaktadır (Erpolat, 2011:59). VZA'nın uygulama alanları, üretim, hizmet ve finans sektörlerinde faaliyet gösteren her bir birimi kapsamaktadır (Yeşilyurt, 2009:139). Bu yöntem kâr amacı olan ve olmayan tüm organizasyonların ayırımını yapmaksızın bugüne kadar eğitim, sağlık, bankacılık, imalat, Ar-Ge çalışmaları, spor, turizm, taşımacılık, yönetim performans değerlendirmeleri, restoranlar, mağaza zincirleri, kamu kurum ve kuruluşları, tarım, toptancılar, pazarlama ve reklam gibi birçok farklı alanlarda uygulanmaktadır. Genel olarak, yöntem aynı hedeflere sahip KVB'lerin etkinliklerini göreceli olarak ölçmek için kullanılmaktadır (Çavmak, 2017:36). Özellikle birden çok girdi ve çıktısı olan üretim ve hizmet işletmelerinin etkinliklerinin karşılaştırılmasında sıklıkla kullanılan bir yöntem olmaktadır (Yeşilyurt, 2009:139).

Dünya da geniş kullanım alanına sahip olan VZA, ülkemizde de son zamanlarda kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde ilk başta karmaşık gelen yapısı, uygulamada kullanılacak veri setini elde etmenin zorluğu ve özellikle kamu kurumlarının veri alt yapısının olmaması gibi sebeplerden dolayı yöntemin uygulama alanını sınırlandırsa da son zamanlarda geliştirilen paket programları ve bunlara erişebilme kolaylığı, VZA'nın yaygınlaşmasına büyük katkı sağlamaktadır (Kecek, 2010:82). Bu paket programlarının yardımı ile firmalar; hedeflerini, amaçlarını, stratejilerini, etkin çalışma alanlarını, doğru kaynak dağılımlarını ve zamanla etkinlik değişimlerinin gözlemlenmesi gibi konularda avantaj sağlamışlardır (Çavmak, 2017:37).

1978'den bugüne kadar geçen sürede VZA yönteminin birçok alanda kullanıldığı görülmektedir. Birçok alanda kullanılmasının en önemli sebepleri, VZA'nın performans değerlendirmesinde etkin bir teknik olması, bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu VZA ile ilgili paket programlarının artması ve bunlara erişebilme kolaylığı şeklinde sıralanabilir.

### **3. 4. Veri Zarflama Analizi'nin Matematiksel Yapısı**

VZA'da bir KVB'nin etkinlik değeri, çıktı değişkenlerin ağırlıklı toplamının girdi değişkenlerin ağırlıklı toplamına oranlanmasıyla elde edilmektedir. Her bir KVB için etkinlik değeri belirlenirken matematiksel program ayrı ayrı formüle edilerek çözüm gerçekleştirilmektedir (Golany, 1988:1029). Burada VZA ile her bir KVB'nin etkinlik değeri en büyük olacak şekilde girdi-çıktı ağırlık faktörlerinin seçileceği ve aynı ağırlık faktörleri altında diğer tüm KVB'lerin etkinlik değerlerinin bire eşit ya da birden küçük olacağı öngörülmektedir. Söz konusu problemin çözümünde amaç fonksiyonun sonucu "1" olan KVB'ler için "etkin" ve 1'den küçük olanlar için de "etkin olmayan" KVB'ler olarak nitelendirilmektedir. VZA, etkin olmayan KVB'ler için etkinsizliğin kaynağını ve miktarını belirlemekte ve böylece etkinsizliği giderecek gerekli önlemleri sunabilmektedir (Bal, 2010:36).

Çıktıların girdilere bölümünden elde edilen etkinlik, en basit matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir (Kutlar ve Kartal, 2004:53).

$$Etkinlik = \frac{\text{Çıktıların Ağırlıklı Toplamı}}{\text{Girdilerin Ağırlıklı Toplamı}} \quad (3.1)$$

Belirli bir birimin etkinliği ise şu şekilde formüle edilebilir.

$$Etkinlik = \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots} \quad (3.2)$$

Burada;

$v_1$ : Birinci girdi ağırlığı

$x_{1j}$ : j birimi tarafından kullanılan ilk girdi

$u_1$ : Birinci çıktı ağırlığı

$y_{1j}$ : j birimi tarafından üretilen ilk çıktıdır.

Bir “j” karar biriminin, ürettiği çıktı faktörleri miktarı  $y_{rj}$ ,  $r=1,2,\dots,s$  ve kullandığı girdi faktörleri miktarı  $x_{ij}$ ,  $i=1,2,\dots,m$  olsun. Karar birimi j’nin etkinliği, eğer faktörlere verdiği ağırlıklar çıktı ve girdiler için sırasıyla,  $u_r$ ,  $r=1,2,\dots,s$  ve  $v_i$ ,  $i=1,2,\dots,m$  ise matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir (Dinçer, 2011:57-58).

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad (3.3)$$

Yukarıda (3.3) ile gösterilen oran, tek bir KVB’nin etkinliğini ölçtüğü gibi aynı zamanda toplam faktör verimliliğini de ölçen kesirli programlama modelidir. Amaç (3.3)’te verilen oranı maksimize etmektir. Söz konusu oranı maksimize edecek ağırlıklar doğrusal programlama ile hesaplanır. Burada ağırlıklar önceden belirlenmeyip gözlemlenen veriler kullanılarak hesaplanmaktadır (Kale, 2009:69). Doğrusal programlama ile ağırlıklar hesaplanırken iki kısıt esas tutulmaktadır. Bunlardan birincisi, girdi ve çıktı ağırlıklarının pozitif olması; ikincisi ise, modeldeki

her bir karar verme birimi için etkinlik değerinin 1'den büyük olmamasıdır (Kutlar ve Kartal, 2004:54).

Parametresiz bir yöntem olan VZA'nın yapısı Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen kesirli programlamaya dayanmaktadır. Kesirli programlama, etkinliğin ölçümünü veren bir süreçtir (Erpolat, 2011:68).

Bir VZA uygulamasında etkinlikleri karşılaştırılacak n adet karar verme birimi olduğunda k'ncü karar verme biriminin etkinliğinin enbüyük (maksimum) yapılması istendiğinde matematiksel programlama modeli aşağıdaki gibi gösterilebilir (Kecek, 2010:58).

Amaç Fonksiyonu:

$$MaxE_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad (3.4)$$

Kısıtlayıcılar:

$$0 \leq \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 ; j=1,2,\dots,n \quad (3.5)$$

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

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

Modelde bulunan notasyonların açıklaması aşağıda verildiği gibidir.

$E_k$  : k. KVB'nin etkinliği

$u_r$  : k. KVB tarafından r. çıktıya verilen ağırlık

$v_i$  : k. KVB tarafından i. girdiye verilen ağırlık

$y_{rk}$  : k. KVB tarafından üretilen r. çıktı miktarı

$x_{ik}$  : k. KVB tarafından kullanılan i. girdi miktarı

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

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

$n$  : KVB sayısı

$s$  : Çıktı sayısı

$m$  : Girdi sayısı

Yöntem, birden çok girdi ve çıktıyı bir araya getirebilme özelliğine sahip olmakla beraber söz konusu girdi ve çıktı kümesindeki verilerin aynı ölçü birimiyle ölçülmüş olmasını da gerektirmez. Analizde kullanılan girdi ve çıktıların ayrı ayrı ağırlıklandırılması sayesinde birden çok veriyi kullanabildiği gibi, farklı ölçü birimleriyle ölçülmüş dataları da aynı formülde kullanabilmektedir (Demirci, 2012:41). Girdi ve çıktı ağırlıkları bazen “sanal çarpanlar” veya “sanal transformasyon” olarak adlandırılır ve bunların herhangi bir ekonomik karşılığı bulunmamaktadır (Kutlar ve Kartal, 2004:54).

Amaç fonksiyonu, k. KVB'nin etkinliğini maksimum yapacak  $u_r$  ve  $v_i$  ağırlık değerlerini bulmayı hedeflemektedir. Sınırlayıcı kısıtlar ise her bir KVB için “ağırlıklı çıktı/ ağırlıklı girdi” oranının 1'i geçmemesini ve dolayısıyla da etkinliğin  $[0,1]$  arasında bir değer almasını sağlamaktadır (Kocakoç, 2000:3).

Amaç fonksiyonuyla hesaplanan etkinlik değerinin “1” çıkması gözlemlenen performans ile hedeflenen performansın çakıştığını ve bu durumda olan KVB'lerin göreceli olarak en iyi durumda olduğunu gösterir. Gözlemlenen performansı hedeflenen performansın altında olan KVB'lerin etkinlik değerleri 1'den düşük olur (Kutlar ve Kartal, 2004:55).

Uygulamada etkinlik değerlerin hesaplanması kesirli programlama ile daha zor olduğundan, kesirli programlama yerine daha pratik bir yöntem olan doğrusal programlama kullanılmaktadır. Doğrusal programlama, herhangi bir “k” karar verme



birimi için, (3.4)'de verilen kesirli formülasyondaki amaç fonksiyonunun paydası 1'e eşitlenerek elde edilir (Dinçer, 2011:59):

Amaç Fonksiyonu:

$$MaxE_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (3.6)$$

Kısıtlayıcılar:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 ; j=1,2,\dots,n \quad (3.7)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad (3.8)$$

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

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

Her iki (kesirli ve doğrusal) model de birbirine denktir.

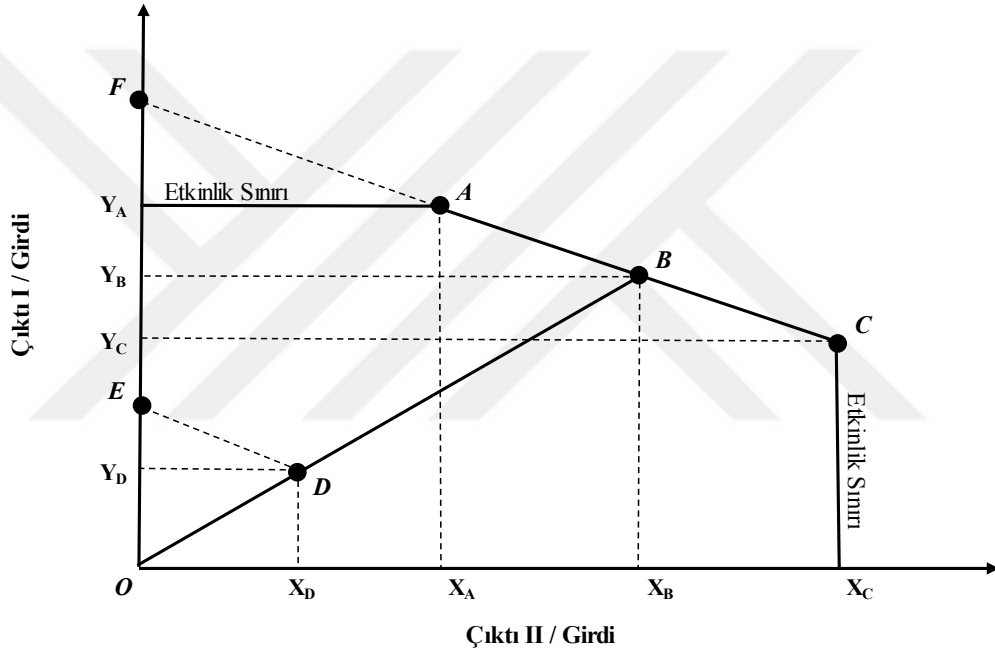
Genel olarak VZA ile herhangi bir KVB'nin etkinliği veri seti içindeki diğer tüm KVB'lere göre ölçülür. Buna göre veri seti içerisinde en az girdiyle en çok çıktı üreten "en iyi" KVB'ler (veya etkinlik sınırında bulunan gözlemler) belirlenir. Söz konusu etkin sınır "referans" kabul edilerek etkin olmayan KVB'lerin etkinlik düzeyleri bu sınıra olan uzaklıklarına göre tespit edilir (Yolalan, 1993:27-28) ve ona göre performans iyileştirme seçenekleri sunularak etkin olmayan karar verme birimlerinin de etkin sınıra ulaştırılmaları hedeflenir (Bal, 2010:38).

### 3. 5. Veri Zarflama Analizi'nin Grafiksel Gösterimi

VZA yöntemi, en etkin karar verme birimlerini tanımlamaktadır. VZA, herhangi bir veri seti içinde en az girdiyle en fazla çıktı üreten "en iyi" karar verme birimlerini saptar. En iyi üretim yapan karar verme birimlerinin teknik etkinlik değerleri 1'e eşit olup etkinlik sınırı üzerinde yer alırlar (Yeşilyurt, 2003:100). Etkinlik sınırı, mevcut karar verme birimlerinden hareketle, görel olarak etkin birimlerin oluşturduğu, sınırın solunda ve altında hiçbir karar verme biriminin bulunmadığı, doğrusal, parçalı,

konveks küme olarak tanımlanmaktadır (Güran ve Cingi, 2002:66). Herhangi bir karar verme biriminin göreceli etkinliği, bu sınıra olan konumuna göre belirlenmektedir. Veri zarflama analizi yöntemi, etkinlik sınırını referans alıp, etkin olmayan karar verme birimlerini “radyal” olarak ölçmektedir. Söz konusu etkin olmayan birimlerin teknik etkinlik değerleri 0 ile 1 arasında yer almaktadır (Yeşilyurt, 2003:100-101).

Örnek olarak üç adet KVB'nin olduğu bir girdi ve iki çıktıdan oluşan üretim sistemi incelenecektir. Bu durum Şekil 13'te gösterilmiştir (Dinçer, 2011:60).



**Şekil 13:** Bir Girdi İki Çıktıdan Oluşan Üretim Sistemi

Şekil 13'te görüldüğü gibi A, C ve D karar birimleri, bir girdi kullanarak iki çıktı üretmektedir. Bu iki çıktının girdiye oranı, karar birimlerinin grafikteki pozisyonlarını belirlemektedir. O noktası etkinlik değerinin en düşük olduğu nokta olup ve bu noktaya en uzak olan A ve C noktaları etkinliğin sınırını oluşturmaktadır. Bu durumda D noktasının etkinlik değeri, etkinliğin sınırına olan konumuna göre belirlenir. Öncelikle O noktasından başlayıp D noktasından geçecek şekilde etkinliğin sınırına ulaşan bir OB doğru parçası çizilir. Buna göre D noktasının etkinlik değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$D \text{ noktasının etkinlik değeri} = \frac{OD}{OB} = \frac{OE}{OF}$$

Şekil 3.2'deki AC doğru parçasının fonksiyonu göz önüne alındığında;

$$Y = a - bX$$

Öyle ki;

$$OE = Y_D + bX_D \quad (1)$$

$$OF = Y_A + bX_A = Y_C + bX_C \quad (2)$$

Yukarı verilen (1) ve (2) denklemleri, OF 'ye bölüldüğünde;

$$\frac{OE}{OF} = \frac{1}{OF} Y_D + \frac{1}{OF} X_D$$

$$1 = \frac{OF}{OF} = \frac{1}{OF} Y_A + \frac{1}{OF} X_A$$

$$1 = \frac{OF}{OF} = \frac{1}{OF} Y_C + \frac{1}{OF} X_C$$

eşitlikleri elde edilir. Burada,  $Y = \frac{O_1}{I}$  ve  $X = \frac{O_2}{I}$  dönüşümleri yapılarak söz konusu

eşitlikler yeniden düzenlendiğinde;

$$\frac{\left(\frac{1}{OF} \times \frac{1}{I_D}\right) \times O_{1D} + \left(\frac{b}{OF} \times \frac{1}{I_D}\right) \times O_{2D}}{\left(\frac{1}{I_D}\right) \times I_D} = \frac{OE}{OF} = D \text{ karar biriminin etkinlik değeri}$$

$$\frac{\left(\frac{1}{OF} \times \frac{1}{I_D}\right) \times O_{1A} + \left(\frac{b}{OF} \times \frac{1}{I_D}\right) \times O_{2A}}{\left(\frac{1}{I_D}\right) \times I_A} = \frac{OF}{OF} = 1 = A \text{ karar biriminin etkinlik}$$

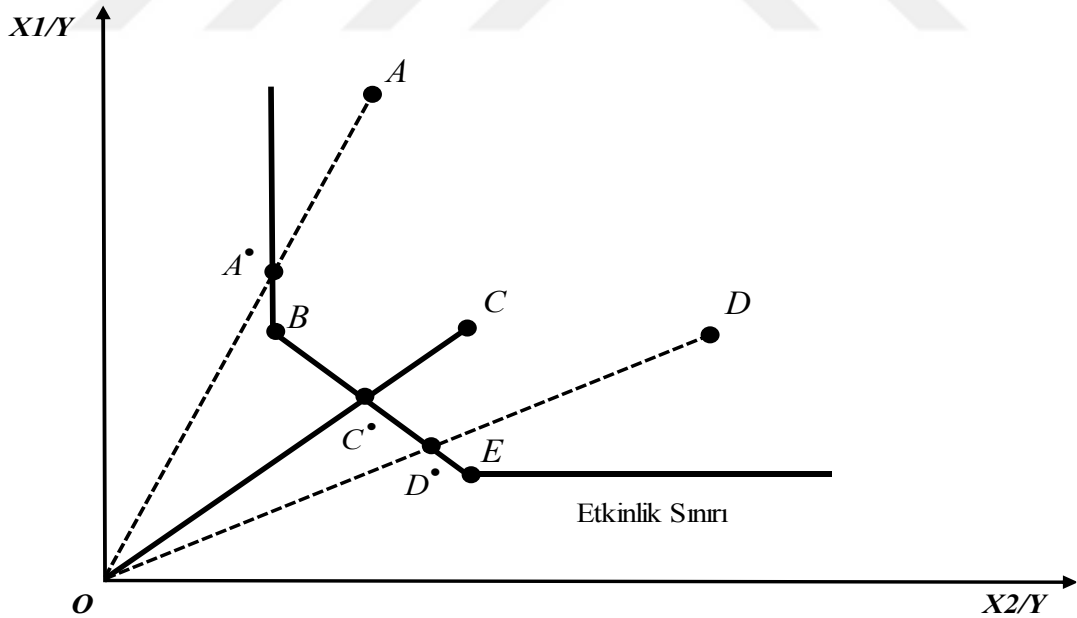
değeri

$$\frac{\left(\frac{1}{OF} \times \frac{1}{I_D}\right) \times O_{1C} + \left(\frac{b}{OF} \times \frac{1}{I_D}\right) \times O_{2C}}{\left(\frac{1}{I_D}\right) \times I_C} = \frac{OF}{OF} = 1 = C \text{ karar biriminin etkinlik değeridir.}$$

değeridir.

Yukarıdaki formülasyonlardan da görüldüğü gibi, A, C ve D karar birimlerinin girdi ve çıktıları aynı ağırlıklarla ağırlıklandırılarak yeniden düzenlenmiştir. Bu sayede ağırlıklı çıktı toplamının, ağırlıklı girdi toplamına oranlanması mümkün olmuştur. İstisna olarak bu örnekte sadece bir adet girdi vardır. Ağırlıklı çıktı toplamının, ağırlıklı girdi toplamına oranı, etkinlik sınırını oluşturan A ve C karar birimleri için etkinlik değeri 1'dir. D karar biriminin etkinlik değeri ise, etkinlik sınırına uzaklığıyla ölçülmektedir (Nun, Nakayama ve Tanino, 2004: 87-88; Dinçer, 2011:62).

Bu durumu iki girdi ve bir çıktıdan oluşan üretim sistemleri için de Şekil 14'ten yararlanılacaktır.



**Şekil 14:** İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Üretim Sistemi

Şekil 14'e göre A, C ve D karar verme birimleri etkin değildir. Çünkü bu karar verme birimleri B ve E karar verme birimlerine göre aynı miktardaki çıktıyı, daha fazla miktarda girdi kullanarak üretmektedir. Burada etkinlik sınırına en uzak olan A karar

verme birimi, en etkinsiz karar verme birimidir. Burada etkin B ve E karar verme birimleri ile çevrilmiş olan sınıra etkinlik sınırı (efficient frontier), bu sınır üzerinde ve içerisinde yer alan kümeye ise üretim olanakları kümesi (production possibility set) adı verilir. Bu grafikte etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin hale gelebilmeleri için, referans almaları gereken rol modelleri, girdi ve çıktı miktarlarındaki ötelemelerle belirlenebilmektedir (Dinçer, 2011:63). Örneğin, etkin olmayan bir birim olan D'nin

teknik etkinlik skoru  $\frac{OD^*}{OD}$  oranıyla elde edilir. D karar verme biriminin etkin

olabilmesi için aynı üretim sürecini kullanmak şartıyla  $D^*$  noktasına gelmesi gerekir (Güran ve Cingi, 2002:66).  $D^*$  noktası, B ve E noktalarını birleştiren doğru üzerindedir, D'nin etkinsizliği, B ve E'nin bir kombinasyonu ile elde edilir. Bu durumda B ve E noktaları, D'nin referans kümesi olarak adlandırılır (Dinçer, 2011:63).

VZA'nın en önemli özelliği KVB'ler arasındaki göreceli etkinliği ölçmesidir. Dolayısıyla ele alınan KVB'lerin etkinliği, etkinlik skoru en büyük olan KVB'ye göre belirlenmektedir. VZA'da etkinlik, etkin sınıra olan radyal uzaklık ile ölçüldüğünden Şekil 3.3'e göre B ve E karar birimlerinin etkinlik değerleri etkin sınır üzerinde

olduğundan dolayı tam etkin olup 1'dir ve D'nin etkinliği ise,  $\frac{OD^*}{OD}$  oranı ile hesaplanabilmektedir (Güran ve Cingi, 2002:66-67).

### 3. 6. Veri Zarflama Analizi Modelleri

Sınırlı kaynakların etkin bir biçimde kullanımını gerçekleştirmek üzere düzenlenen VZA modelleri aslında doğrusal programlama modellerinin geliştirilmiş bir biçimi olduklarından, doğrusal programlama modelleri için geçerli olan bütün özellik ve varsayımlar bu modeller içinde geçerlidir. Bu nedenle aynen doğrusal programlama da olduğu gibi VZA modellerinde de sınırlayıcı kısıtlar altında, amaç fonksiyonunun enbüyüklenmesi (maksimizasyon) ya da enküçüklenmesi (minimizasyon) problemi ile ilgilenir ve aşağıda sıralanan varsayımların geçerli olması istenir (Ünsal, Rüzgâr ve Ünsal, 2000:114; Bal, 2010:43):

**Kesinlik:** Kullanılan modelin bütün katsayılarının kesinlikle bilinmesi gerekir.

**Orantı:** Amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılarda orantının olmasıdır.

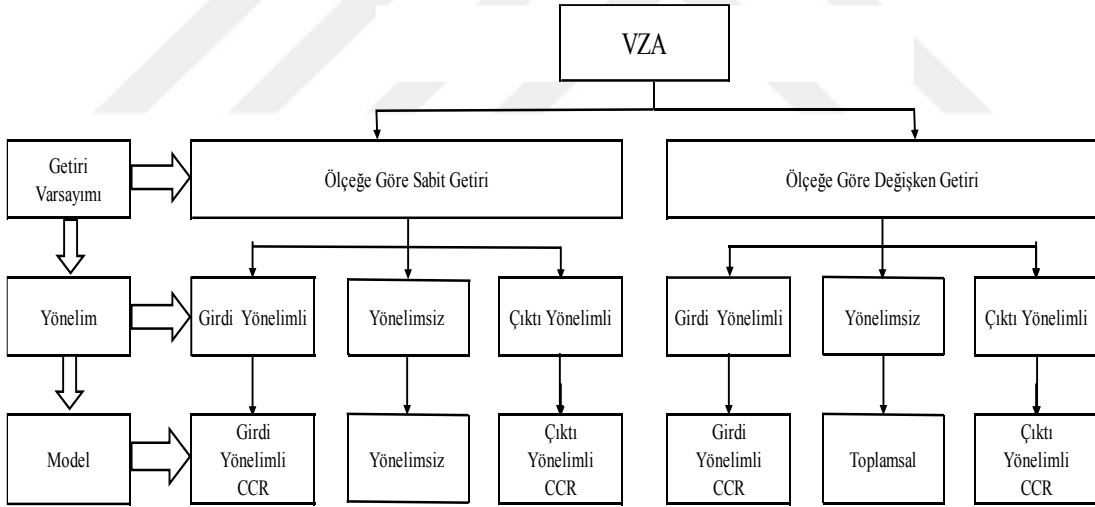
**Toplanabilirlik:** Bütün ürünlerin birbirinden bağımsız olmasıdır.

**Bölünebilirlik:** Çözüm sonuçlarının tamsayı olma zorunluluğunun bulunmamasıdır.

**Negatif olmama:** Modelde kullanılan değişkenlerin sıfır veya pozitif olduğudur.

VZA modelleri ölçeğe göre sabit, değişken getiri durumlarını dikkate alarak analiz yapabilmekte ve kullanılan her model girdi ya da çıktı yönelimli olabildiği gibi yönelimsiz de olabilmektedir (Dinçer, 2011:71). Bugün bu modellerin yanı sıra, pek çok farklı VZA modellerine rastlamak mümkündür.

VZA’da kullanılan modellerin zarflama biçimi ve etkin olmayan KVB’lerin etkinlik sınırına olan uzaklık durumlarına göre Şekil 15’te gösterildiği gibi sınıflandırmak mümkündür (Özden, 2008:170).



**Şekil 15:** Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Modeller

ÖZDEN, H. Ünal; “Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi”, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 37 (2), 2008, s.170.

Şekil 15’te verilen modellerden hangilerinin kullanılacağına araştırmamanın kapsamına ve kullanılacak varsayımlara göre karar verilir. Buna göre;

- KVB'lerin ölçeğe göre sabit getiriye sahip oldukları varsayılıyorsa ve birimlerin toplam etkinlikleri belirlenmek isteniyorsa, CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes) veya yönelimsiz modeller,
- KVB'ler için ölçeğe göre değişken getiri varsayımı geçerli ise ve yalnızca birimlerin teknik etkinlikleri hesaplanmak isteniyorsa, BCC (Banker, Charnes ve Cooper) veya toplamsal modeller,
- KVB'lerin etkinlikleriyle daha ayrıntılı bilgiler edinilmek isteniyorsa, yani toplam etkin olmayan KVB'lerin etkisizliğinin teknik etkinlikten mi, yoksa ölçekten mi kaynaklandığı da belirlenmek isteniyorsa toplam, teknik ve ölçek etkinliklerin hepsinin hesaplanması gerektiğinden hem CCR hem de BCC modeller,
- En fazla çıktının en az girdi ile üretilmesi isteniyorsa, toplamsal veya yönelimsiz modeller kullanılır (Erpolat, 2011:70-71).

Zarflama şekli olarak da ölçeğe göre sabit ve ölçeğe göre değişken getiri modelleri iki farklı şekilde incelenmektedir (Bayramoğlu, 2013:48):

1. Ölçeğe göre sabit getiri, 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından geliştirilmiş olup girdilerin bileşimi p kat artırıldığında, çıktı bileşiminin de p kat arttığı varsayımına dayanmaktadır. (Girdi bileşim oranı değiştirilmeden)
2. Ölçeğe göre değişken getiri, 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper (BCC) tarafından geliştirilmiş olup girdilerin bileşimi p kat artırıldığında, çıktı bileşiminin de p'den farklı oranda arttığı varsayımına dayanmaktadır. (Girdi bileşim oranı değiştirilmeden)

Etkin olmayan KVB'lerin etkinlik sınırına olan uzaklıkları göz önüne alındığında girdi ve çıktı odaklı yaklaşım modelleri kullanılır. VZA'da kullanılan CCR ve BCC modelleri hem girdi odaklı hem de çıktı odaklı olmak üzere iki farklı şekilde kurulabilir (Dinç ve Heynes, 1999:475):

1. Girdi odaklı yaklaşım, çıktı düzeyini değiştirmeden zarflama alanı içinde girdi değişkenlerindeki orantısal azalmayı en üst düzeye çıkarmaya çalışır.

2. Çıktı odaklı yaklaşım, girdi düzeyini değiştirmeden zarflama alanı içinde çıktı değişkenlerindeki oransal artışı en üst düzeye çıkarır.

Girdi odaklı modellerde esas amaç, kullanılan girdi miktarını en aza indirmektedir. Bu modellerde etkin olmayan karar birimlerine hangi girdide ne derecede bir azaltmaya gitmesi gerektiği tahmin edilebilmektedir. Çıktı odaklı modellerde ise amaç, çıktıların maksimize edilmesidir. Burada da yine, etkin olmayan karar birimlerinin etkinliklerini arttırmalarında çıktı seviyelerinde yapmaları gereken artırımların ne olduğu öngörülebilir (Dinçer, 2011:71).

VZA'da ölçeye göre sabit getiri varsayımı altında ister girdi odaklı olsun ister çıktı odaklı olsun her iki durumda da görelilik skorları aynı olmaktadır.

CCR ve BCC modelleri, veri zarflama analizi yönteminin temel modelleridir. Bunun yanı sıra girdi/çıkıtı ve etkinlik sınırıyla ilgili varsayımların değiştirilmesi veya veri zarflama analizinin diğer tekniklerle beraber kullanılmasıyla söz konusu modellerin farklı uzantıları geliştirilmiş olup aşağıda verilmiştir (Kale, 2009:66):

- CCR modeli
- BCC modeli
- Çarpımsal (Multiplicative) model
- Toplamsal (Additive) model
- Gevşek Tabanlı (Slack Based) modeller
- Süper Etkinlik modeli
- Hibrid model

Çarpımsal (multiplicative) model Charnes, Cooper, Seiford ve Stutz tarafından 1982 yılında geliştirilmiştir (Charnes vd., 1982:223-224). Etkinlik analizi için geliştirilen bu model, CCR modelinin kullandığı teori ve algoritmaları kullanmakta ancak sanal girdi ve çıktıların elde edilmesinde toplamsal bileşim yerine çarpımsal bileşimi almaktadır. Çarpımsal modeldeki zarflama yüzeyi doğrusal olmayıp parçalı logaritmik doğrusal yapıya sahiptir.

Toplamsal (additive) model Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından 1985 yılında geliştirilmiş olup (Charnes vd., 1985:91-107), girdiye veya



çıktıya yönelik olmaksızın etkinlik skorları üretmektedir. Bu model BBC modelinin zarflama yüzeyini kullanmakla birlikte, etkin olmayan birimler için de girdilerin azaltılması ve çıktıların artırılmasını aynı anda gerçekleştirerek etkin sınıra ulaşmasını sağlamaktadır.

Kullanılan modellerde etkinlik skoru 1 olan birçok KVB olabilmektedir. Söz konusu KVB'ler arasında bir sıralama yapılmak istendiğinde süper etkinlik modellerinden faydalanılarak sıralama yapılabilir.

Uygulamalarda karşılaşılan sorunlara ilişkin çözüm getirme adına farklı özellikler modele eklenerek VZA'nın kullanımı ile ilgili pek çok seçenek geliştirilmiştir. İlk ortaya çıkışından bugüne CCR yönteminin geliştirilmesi ile daha ayrıntılı analizler yapılabilmektedir. Ölçek ekonomisi, parçalı doğrusallık, parçalı log-doğrusallık, içbükey olmama, modelde kontrol altında olan ve olmayan girdi değişkenleri, verilerin önem dereceleri ve kategorik değişkenler gibi özellikler veri zarflama analizi yöntemine dahil edilebilmiştir (Kale, 2009:67).

Yukarıda belirtilen modellerden her birini girdiye ya da çıktıya yönelik, bazılarını yönelimsiz olarak kullanmak, ölçeğe göre sabit ya da değişken olduğunu öngörmek, kullanılan girdi ve çıktıları önceden belirlenmiş ağırlıkları atamak mümkündür (Kale, 2009:67).

### **3. 6. 1. Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) Modelleri**

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında geliştirilen CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında toplam etkinliği ölçen temel VZA modelidir.

Charnes ve Cooper'a göre herhangi bir KVB'nin etkin olabilmesi aşağıdaki şartlardan birinin sağlanması ile mümkün olmaktadır (Charnes ve Cooper, 1984:333-334).

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

Farrell'in 1957 yılında önerdiği tek çıktı / tek girdi oranı ile elde edilen etkinlik ölçüsünü, Charnes, Cooper ve Rhodes, çoklu çıktı / çoklu girdi oranına genişleterek elde etmişlerdir (Dinç ve Heynes, 1999:473). Böylece her bir KVB için birer yapay girdi ve çıktı belirlenip bu yapay girdi ve çıktılar ile KVB'lerin etkinlik skorları belirlenmektedir (Bal ve Örkü, 2005:359). CCR'de toplam etkinlik (teknik ve ölçek etkinliği), çoklu çıktı / çoklu girdi oranının maksimize edilmesiyle hesaplanır ve herhangi bir KVB'nin etkinliği ise, teknik ve ölçek etkinliğinin sağlanmasıyla bulunur.

CCR modelleri, girdi ve çıktı odaklı olmak üzere iki farklı şekilde incelenmekte ve her iki durumda da elde edilen zarflama yüzeyi aynı olmaktadır. Ancak, etkin olmayan KVB'ler için her iki modelde de farklı izdüşümleri alınmaktadır. Girdi odaklı CCR modelinde etkin olan bir KVB, çıktı odaklı modelde de mutlaka etkindir (Dinçer, 2011:73-74).

### 3. 6. 1. 1. Girdi Odaklı CCR Modeli

Çıktı düzeyini değiştirmeden, bu çıktı düzeyini en etkin bir şekilde elde etmek için, girdilerdeki azalmanın ne kadar olacağını araştıran bir modeldir (Charnes, Cooper ve Rhodes, 1978:430). Bu model temelde kesirli programlama formundadır.

N adet üretim biriminin olduğu bir sistemde, her bir üretim biriminin farklı m adet girdi kullanarak farklı s adet çıktı ürettiği varsayalım. Bu durumda j. üretim biriminin kullandığı i. girdi miktarı  $X_{ij} \geq 0$  ve j. üretim biriminin ürettiği r. çıktı miktarı  $Y_{rj} \geq 0$  olmak üzere, girdiye yönelik kesirli CCR modeli aşağıdaki gibi yazılabilir (Dinç ve Heynes, 1999:473; Chen ve Ali, 2002:477; Bayramoğlu, 2013:49):

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \quad (3.9)$$

Kısıtlayıcılar:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1 ; j = 1, 2, \dots, N$$

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

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

Modelde bulunan notasyonların açıklaması aşağıdaki gibidir.

Max: Maksimum

$u_r$  : k. KVB tarafından r. çıktıya verilen ağırlık

$v_i$  : k. KVB tarafından i. girdiye verilen ağırlık

$Y_{rk}$  : k. KVB tarafından üretilen r. çıktı miktarı

$X_{ik}$  : k. KVB tarafından kullanılan i. girdi miktarı

$Y_{rj}$  : j. KVB tarafından üretilen r. çıktı miktarı

$X_{ij}$  : j. KVB tarafından kullanılan i. girdi miktarı

Yukarıda verilen modelde amaç, k. KVB için hesaplanan  $E_k$  değerini maksimum yapacak girdi ( $v_i$ ) ve çıktı ( $u_r$ ) ağırlıklarını elde etmektir. Modeldeki kısıtlar, toplam ağırlıklandırılmış çıktıların (sanal çıktıların), toplam ağırlıklandırılmış girdilere (sanal girdilere) oranının bütün karar verme birimleri için 1'i geçmemesi gerektiğini ve amaç fonksiyonunun en iyi (optimal) değerinin ( $\theta_k^*$ ) en fazla 1 olabileceğini gösterir (Özden, 2008:71).

Yukarıda verilen kesirli modelin doğrusal programlama yöntemiyle çözümünü gerçekleştirebilmek için 1962 yılında Charnes ve Cooper  $\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1$  dönüşümünü kullanarak kesirli modeli doğrusal programlama modeli olarak aşağıdaki gibi yeniden düzenlemiştir (Martic, Novakovic ve Baggia, 2009:38).

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} \quad (3.10)$$

Kısıtlayıcılar:

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

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \quad ; j=1, 2, \dots, N$$

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

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

$\varepsilon$  : Yeterince küçük bir pozitif sayı ( $\varepsilon \leq 10^{-6}$ )

Yukarıda verilen doğrusal modelde k. KVB'ye atanan ağırlıkların ( $u_r, v_i$ ) pozitif değer alması (sıfır olmasını engellemek) için  $\varepsilon$  ile gösterilen ve genellikle  $\varepsilon \leq 10^{-6}$  olan çok küçük bir sayı tanımlanmıştır. Ayrıca  $\varepsilon$  değeri, dual modeldeki amaç fonksiyonunun aylak değişkenlerden ( $s_i^-, s_r^+$ ) etkilenmesini engellemektedir (Erpolat, 2011:73).

Kesirli programlama modelinin optimal çözüm seti ( $v_i = v_i^*, u_r = u_r^*$ ) ve amaç fonksiyonunun optimal değeri  $\theta_k^*$  ise, aynı zamanda doğrusal programlama modelinin optimal çözüm seti de ( $v_i = v_i^*, u_r = u_r^*$ ) ve optimal değeri  $\theta_k^*$ 'dir (Kecek, 2010:68). Kesirli model ile doğrusal model birbirine eşit olmakla beraber her ikisinin de optimal değerleri ( $\theta_k^*, v_i^*, u_r^*$ ) aynıdır.

CCR modelinde  $\theta_k^* < 1$  ise  $KVB_k$  etkin değildir. Doğrusal programlama modelinin amaç fonksiyonunun optimal çözümünü sağlayacak en az bir optimal çözüm ( $v_i^*, u_r^*$ ) bileşimi ile etkin bir KVB vardır. Etkin olan karar verme birimleri diğer birimler için referans küme ya da emsal grubu oluşturmaktadır (Kale, 2009:72).

Kesirli CCR programlama modeli ile doğrusal CCR programlama modelinde amaç fonksiyonunun optimal değerleri girdi ve çıktıların birimlerinden bağımsızdır (Kecek, 2010:68).

CCR modelinde herhangi bir  $k$ . KVB'nin etkin olabilmesi için aşağıdaki şartları sağlaması gerekir.

- i. Eğer  $\theta_k^* = 1$  ve  $v_i^*, u_r^* > 0$  olacak şekilde en az bir optimal bileşim  $(v_i^*, u_r^*)$  varsa,  $KVB_k$ , CCR modeline göre etkindir.
- ii. Değilse  $KVB_k$ , CCR'de etkin değildir.

Buna göre CCR-etkinsizliği,

- i.  $\theta_k^* < 1$  ya da
- ii.  $\theta_k^* = 1$  ve doğrusal programlama modelinin her bir optimal çözümü için,  $(v_i^*, u_r^*)$ 'nin en az bir değerinin sıfır olması demektir.

Her doğrusal programlama probleminin ilişkili olduğu bir ikiz problemi vardır. Herhangi bir doğrusal problemi primal olarak adlandırılırken ikizi de dual olarak ifade edilmektedir. Primal ve dual problemlerin optimal çözüm değerleri birbirinin aynısıdır (Dinçer, 2011:76).

Tüm lineer programlama modelleri gibi VZA modelleri de primal ve dual olarak iki farklı biçimde ifade edilebilir (Özden, 2008:171). Doğrusal programlama modellerinde bazen primal model yerine daha az hesaplama gerektiren dual model kullanılmaktadır. VZA modelleri için de bu geçerlidir. Ayrıca VZA'da dual model, sonuçları etkin olmayan birimlerin etkin hale getirilebilmesi için ne yapılması gerektiği konusunda yol gösterici olmaktadır (Dinçer, 2011:76).

Dualite kuramının gereği olarak primal model maksimum duali de minimum olmaktadır. Primal modelde amaç fonksiyonunun optimal değer  $\varphi_k^*$  ile dual modelde de  $\theta_k^*$  ile gösterilmekte olup her iki değer birbirine eşittir (Cinemre, 2004:107-109).

Bu nedenle dual model minimum olduğu için  $\theta_k^*$ 'nin optimal değeri en fazla 1 olur ve  $\theta_k^*$ 'nin değer aralığı  $0 < \theta_k^* \leq 1$  dir.

Buna göre (3.10)'da verilen k. KVB için girdi odaklı primal CCR modelinin duali aşağıdaki gibi yazılabilir (Demirci, 2012:59).

$$\theta_k^* = \min \theta_k \quad (3.11)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} X_{ij} \leq \theta_k X_{ik} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} Y_{rj} \geq Y_{rk} \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_{jk} \geq 0 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Yukarıdaki formülasyonda bulunan  $\theta_k$  ve  $\lambda_{jk}$  doğrusal programlama modelindeki değişkenlerin dual yöntemdeki karşılığıdır. Skaler değişken  $\theta_k$ , karar verme birimlerini etkin hale getirmek için tüm girdilere uygulanması gereken orantısal azaltmayı göstermektedir. Söz konusu azaltma bütün girdilere aynı anda uygulandığı ve zarf yüzeyine doğru bir radyal hareketi gösterdiğinden dolayı etkinlik “radyal etkinlik” olarak ifade edilmektedir (Sowlati, 2001:40-41).

Herhangi bir KVB'nin tükettiği girdi fazlalığının veya ürettiği çıktı eksikliğinin olup olmadığını tespit etmek için dual modelin standart doğrusal programlama modeline dönüştürülmesi ve slack (aylak) değişkenlerin ( $s^-$ ,  $s^+$ ) eklenmesi gerekir. Slack değişkeni, girdiye ait fazlalığı ya da çıktıya ait eksikliği göstermektedir. Slack değişkenleri, standart doğrusal programlamada kullanılan, eşitsizlik kısıtlamalarını eşitlik kısıtlamalarına dönüştürmek için modele eklenen ek değişkenlerdir. Ayrıca bu değişkenler VZA'da belirli girdilerde veya çıktılarda ilave iyileştirme mümkün olduğunda da kullanılmaktadır. Standart doğrusal programlama modeli aşağıdaki gibi yazılabilir (Sowlati, 2001:41):

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \min \theta_k - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right) \quad (3.12)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_{jk} - \theta_k X_{ik} + S_i^- = 0 \quad (i=1,2,\dots,m)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_{jk} - Y_{rk} - S_r^+ = 0 \quad (r=1,2,\dots,s)$$

$$\lambda_{jk} \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n)$$

$$S_i^- \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,m)$$

$$S_r^+ \geq 0 \quad (r=1,2,\dots,s)$$

Bir *KVB* için  $\theta_k = 1$ ,  $S_i^- \neq 0$  ve  $S_r^+ \neq 0$  ise bu durumda söz konusu *KVB*'nin etkinliğinde ek iyileştirmelerin yapılması gerekliliğini ifade etmektedir. Yani, bu iyileştirmeler ya belirli girdilerin azaltılması ile ya da belirli çıktılarının artırılması ile mümkün olabileceği anlamına gelmektedir.

Girdi odaklı CCR modelinin hesaplanması iki aşamada gerçekleştirilir (Cooper, Seiford ve Zhu, 2004:8-21):

Birinci aşamada, (3.11)'de verilen model çözülerek amaç fonksiyonunun optimum değeri  $\theta_k^*$  bulunur. Bu değerle girdilerin en çok ne kadar azaltılabileceği tespit edilir. İkinci aşamada ise; birinci aşamada elde edilen  $\theta_k^*$  değeri model (3.12)'de yerine yazılarak dual değişkenlerin  $\lambda^*$ ,  $S_i^{-*}$ ,  $S_r^{+*}$  değerleri elde edilir. Slack değişkenlerle etkin sınırdaki hareket araştırılır.

Bu durumda CCR- etkinliğini yeniden tanımlamak gerekirse, k. *KVB*'nin tam etkin olabilmesi için (Martic, Novakovic ve Baggia, 2009:39);

a)  $\theta_k^* = 1$  ve

b)  $S_i^{-*} = S_r^{+*} = 0$  olması gerekir. Aksi takdirde  $KVB_k$  CCR modeline göre etkin sayılmaz.

Diğer taraftan  $KVB_k$  için

a)  $\theta_k^* = 1$  ve

b)  $S_i^{-*} \neq 0$  ve  $S_r^{+*} \neq 0$  ise, söz konusu  $KVB_k$  VZA'da zayıf etkinliğe sahiptir (Sherman ve Zhu, 2006:96).

Yönetmel bir bakış açısından, VZA'da KVB'lerin tam etkin ve zayıf etkin olarak sınıflandırılması farklı anlamlar taşımaktadır (Sherman ve Zhu, 2006:96-97):

1. VZA, KVB'lerin performanslarını ölçerken etkin ve etkin olmayan birimler hakkında çok açık bilgiler vermektedir. Ancak "zayıf" etkinliğe sahip olan birimler için ayrıntılı bilgiler vermemektedir. VZA'da zayıf etkinliğe sahip birimler ile ilgili ayrıntılı çalışmalar yapılmamıştır.
2. İki aşamalı hesaplamanın yapılmadığı ve slack değişkenlerin dahil edilmediği model kullanıldığında zayıf etkili bazı birimler etkin olup, etkin olmayan birimlerin referans setinde olabilir. Çünkü bunun nedeni, etkinlik puanlarının 1'e eşit olmasıdır. Ancak iki aşamalı süreci benimseyen modellerle hesaplama yapıldığında, zayıf etkili birimler etkin referans kümesinde bulunmayacak ve diğer birimleri etkilemeyecektir.
3. VZA sonuçlarının analiz süreci, etkin referans seti, karar verme birimlerinin doğru bir şekilde belirlenip belirlenmediğini dikkate almayı gerektirir. Bu önemlidir, çünkü bu etkin referans seti üniteleri diğer birimlerdeki etkinsizlik derecesini tanımlar. Buna karşın, "zayıf" etkili birimler diğer birimlerin etkinlik derecelerini etkilememektedir.

Girdi odaklı CCR modelinde  $\theta_k^* < 1$  ve  $S_i^{-*} \neq 0$ ,  $S_r^{+*} \neq 0$  olması durumunda k. KVB'nin etkin olmadığını göstermektedir (Sowlati, 2001:43). Bu durumda etkin olmayan k. KVB'nin etkin hale getirilebilmesi için aşağıda verilen hipotetik (kuramsal) girdi ve çıktılar oluşturulur (Sherman ve Zhu, 2006:97, Erpolat, 2011:76).

$$X_{ik}^* = \theta_k^* X_{ik} - S_i^{-*} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$



$$Y_{rk}^* = Y_{rk} + S_r^{+*} \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

Oluşturulan bu kuramsal girdi ve çıktılar etkin olmayan k. KVB için aynı zamanda hedeflenen girdi ve çıktıları da ifade etmektedir. Hedef olarak belirlenen girdi ve çıktı seviyelerine ulaşmak için göreceli etkin olmayan k. KVB, i. girdisini  $(1 - \theta_k^*)X_{ik} + S_i^{-*}$  kadar azaltmak ve r. çıktısını  $(S_r^{+*})$  kadar artırmak suretiyle etkin hale gelebilmektedir (Cooper, Seiford ve Tone, 2007:47; Özden, 2008:173).

Yukarıdaki bilgiler ışığında etkin olmayan KVB'ler için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin yapılacak iyileştirmeler aşağıda verilen formülle hesaplanabilmektedir (Kutlar ve Kartal, 2004:61; Babacan, Kartal ve Bircan, 2007:103).

$$\text{Potansiyel İyileştirme (\%)} = \frac{\text{Hedeflenen} - \text{Gerçekleşen}}{\text{Gerçekleşen}} \times 100 \quad (3.13)$$

Potansiyel iyileştirme oranı (PİO), göreceli olarak etkin olmayan birimlerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmelerin yüzdeliklerini gösteren bir orandır. Söz konusu oran, pozitif ve negatif olabileceği gibi sıfır da olabilmektedir. Buna göre PİO değeri pozitif olan bir girdi ya da çıktının PİO oranında artırılması, buna karşın negatif çıkmışsa da PİO oranında azaltılması gerekmektedir. Eğer PİO değeri sıfır çıkmışsa herhangi bir iyileştirmenin olmayacağını ifade etmektedir (Babacan, Kartal ve Bircan, 2007:103). Ayrıca potansiyel iyileştirme tabloları da karar verme birimlerinin tükettikleri kaynaklardan hangisinin etkin hangisinin etkin kullanılmadığını tespit ederek kaynak israfını ve israfın ölçüsünü de belirtmektedir (Babacan, Kısakürek ve Özcan, 2009:26).

### 3. 6. 1. 2. Çıktı Odaklı CCR Modeli

Girdi düzeyini değiştirmeden, bu girdi düzeyi ile KVB'yi en etkin duruma getirebilmek için çıktıların ne kadar arttırılacağını araştıran bir modeldir. Çıktı odaklı CCR modelinin girdi odaklı modelden farkı, ağırlıklandırılmış girdinin ağırlıklandırılmış çıktıya oranının en küçükleşmesidir. Yani, minimize edilmesidir. Çıktı odaklı kesirli CCR modelin primal şekli aşağıdaki gibidir (Charnes vd., 1994:42):

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \min \frac{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}}{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}} \quad (3.14)$$

Kısıt denklemleri:

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}} \geq 1 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$
$$v_i \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$
$$u_r \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

Kesirli CCR modelinin doğrusal programlama modeli olarak aşağıdaki gibi yazılabilir (Cooper, Seiford ve Zhu, 2011:13):

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \min \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \quad (3.15)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} = 1$$
$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} \geq 0 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$
$$v_i \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$
$$u_r \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

Çıktı odaklı doğrusal CCR modelin duali aynı zamanda zarflama modeli olup aşağıdaki gibidir (Cooper, Seiford ve Zhu, 2011:13):

Amaç fonksiyonu:

$$\max \varphi_k + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right) \quad (3.16)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{j=1}^n \beta_j X_{ij} + S_i^- = X_{ik} \quad ; \quad i=1,2,\dots,m$$

$$\sum_{j=1}^n \beta_j Y_{rj} - S_r^+ = \varphi_k Y_{rk} \quad ; \quad r=1,2,\dots,s$$

$$\beta_j \geq 0 \quad ; \quad j=1,2,\dots,n$$

$$S_i^- \geq 0 \quad ; \quad i=1,2,\dots,m$$

$$S_r^+ \geq 0 \quad ; \quad r=1,2,\dots,s$$

Burada,

$\varphi_k$  : k. KVB'nin çıktılarının radyal olarak ne kadar arttırılabileceğini gösteren genişleme katsayısı

$\beta_j$  : çıktı odaklı modeller için j. KVB'nin aldığı yoğunluk değeri (k. KVB'nin referans kümesinde alacağı değer)

$S_i^-$  : k. KVB'nin i. girdisine ait aylak değişken

$S_r^+$  : k. KVB'nin r. çıktısına ait aylak değişken

Herhangi bir KVB'nin görel olarak toplam etkin olabilmesi için (3.15)'de verilen  $E_k = \min \sum_{i=1}^m v_i X_{ik}$  amaç fonksiyon değerinin 1'e eşit olması gerekir. Aksi halde etkin değildir ( $\varphi_k^* > 1$ ). (3.16)'da verilen dual modelde ise,  $\varphi_k^* = 1$  ve  $S_i^{-*} = 0, S_r^{+*} = 0$  için etkin, diğer durumlarda ise etkin olmamaktadır ( $\varphi_k^* > 1, S_i^{-*} \neq 0, S_r^{+*} \neq 0$ ).

Çıktı odaklı CCR modelde etkin olmayan k. KVB'nin etkin olabilmesi için oluşturulan hipotetik (kuramsal) girdi ve çıktılar aşağıda verildiği gibidir (Sherman ve Zhu, 2006:137).

$$X_{ik}^* = X_{ik} - S_i^{-*} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$Y_{rk}^* = \varphi_k^* Y_{rk} + S_r^{+*} \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

Hedef olarak belirlenen girdi ve çıktı seviyelerine ulaşmak için göreceli etkin olmayan k. KVB, i. girdisini ( $S_i^{-*}$ ) kadar azaltarak ve r. çıktısını  $(\varphi_k^* - 1)Y_{rk} + S_r^{+*}$  kadar arttırarak etkin hale gelebilmektedir (Erpolat, 2011:79).

Yukarıdaki ilişkilerden yola çıkarak, girdi odaklı CCR modelinde olduğu gibi çıktı odaklı CCR modelinde de etkin olmayan KVB'ler için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin potansiyel iyileştirme değerleri (3.13)'te verilen formülle hesaplanabilmektedir.

Girdi odaklı CCR modeli ile elde edilen potansiyel iyileştirme değerleri, çıktı odaklı CCR modeli ile elde edilen potansiyel iyileştirme değerleri birbirinden farklı çıkabilmektedir (Özden, 2008:170).

Girdi odaklı CCR modelinde etkin olan herhangi bir KVB, çıktı odaklı CCR modelinde de etkin olmaktadır. Aralarında  $\varphi_k = \frac{1}{\theta_k}$  ilişkisi vardır. Bu nedenle girdi

odaklı CCR modelinde her zaman  $\theta_k \leq 1$  olurken, çıktı odaklı CCR modelinde ise

$\varphi_k \geq 1$  olmaktadır. Ayrıca girdi odaklı CCR modelinde  $\frac{\lambda_j}{\theta_k}$  değeri çıktı odaklı

modelde  $\beta_j$  değerine eşittir. Girdi odaklı modelde aylak değişkenlerin  $\theta_k$ 'ya

bölünmesi ile  $\left( \frac{S_i^-}{\theta_k} \text{ ve } \frac{S_r^+}{\theta_k} \right)$  çıktı odaklı modeldeki aylak değişken değerlerine

ulaşılır (Aydemir, 2002:73).

### 3. 6. 2. Banker, Charnes, Cooper (BCC) Modelleri

1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen CCR modelin ardından VZA'nın farklı uzanımları araştırılmıştır. Bu araştırmalardan birisi de 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında KVB'lerin etkinliğini ölçen BCC modelidir (Banker, Charnes ve Cooper, 1984:1078). Bu model ile KVB'lerin saf teknik etkinliği ölçülmekte ve buna göre KVB'lerin ölçeğe göre artan, azalan ya da sabit getirili olup olmadığı belirlenebilmektedir (Sowlati, 2001:80).

CCR modelleri ile BCC modelleri arasındaki fark, etkinlik sınırının ölçeğe göre değişken özelliği göstermesini sağlayan  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  konvekslik kısıtıdır (Thanassoulis, 2001:129; Cooper, Seiford ve Tone, 2007:91). Bu kısıt yardımı ile karar birimlerinin ölçeğe göre getiri durumları da belirlenebilmektedir. Buna göre herhangi bir karar birimi için;

- i.  $\sum_{j=1}^n \lambda_j^* > 1$  ise ölçeğe göre azalan getiride,
- ii.  $\sum_{j=1}^n \lambda_j^* < 1$  ise ölçeğe göre artan getiride,
- iii.  $\sum_{j=1}^n \lambda_j^* = 1$  ise ölçeğe göre sabit getiride,

faaliyette bulunduğunu gösterir (Yıldız, 2006:216).

CCR ile BCC modelleri arasındaki bir diğer fark ise, BCC modellerinin amaç fonksiyonunda bulunan ve çıktılara ilişkin ağırlıkları ifade eden  $u_k$ 'nin ve/veya girdilere ilişkin ağırlıkları ifade eden  $v_k$ 'nin serbest işaretli değişken olarak modelde yer almasıdır (Cooper, Seiford ve Tone, 2007:91). Söz konusu kısıt ve serbest işaretli değişken sayesinde, etkinlik sınırı doğrusal yapıdan konveks yapıya dönüştürülmektedir. CCR modelinde olduğu gibi BCC modelini de girdi ve çıktı odaklı olmak üzere iki şekilde incelemek mümkündür (Erpolat, 2011:81-82).

### 3. 6. 2. 1. Girdi Odaklı BCC Modeli

Girdi odaklı CCR modelinde olduğu gibi, girdi odaklı BCC modelinde de amaç, belirli bir çıktı kombinasyonunu en etkin şekilde elde etmek için kullanılan girdileri en aza indirmektir. Bu model, etkin sınıra ulaşmanın, girdilerin orantılı bir biçimde azaltılmasıyla mümkün olabileceğini öngörmektedir (Demirci, 2012:62). Girdi odaklı CCR modelinin oran modeli aşağıdaki gibidir (Banker, Charnes ve Cooper, 1984:1085):

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - u_k}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \quad (3.17)$$

Kısıt denklemleri:

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

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

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

Burada,

$u_k$  : k. KVB'ye ait serbest işaretli değişken

$\varepsilon$  : Çok küçük pozitif bir sayı ( $10^{-6}$ )

Girdiye yönelik Kesirli BCC programlama modeli doğrusal programlama modeli olarak aşağıdaki gibi yazılabilir (Banker, Charnes ve Cooper, 1984:1085):

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - u_k \quad (3.18)$$

Kısıt denklemleri:

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

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

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

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

Girdiye yönelik doğrusal BCC modelinin duali ise aşağıdaki gibidir (Zhu, 2000:110):

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \min \theta_k - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right) \quad (3.19)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j - \theta_k X_{ik} + S_i^- = 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - Y_{rk} - S_r^+ = 0 \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

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

$$S_i^- \geq 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$S_r^+ \geq 0 \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Girdi odaklı BCC modelindeki  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  konvekslik kısıtı ile primal model de bulunan serbest işaretli değişken ( $u_k$ ), CCR ile BCC modelleri arasındaki farkı oluşturmaktadır. Girdiye yönelik primal model de bulunan  $u_k$  değişkeni ölçeğe göre getirinin yönünü belirlemektedir. Buna göre girdi odaklı BCC modelinin optimal çözümünde;  $u_k^* > 0$  ise KVB'nin ölçeğe göre azalan,  $u_k^* < 0$  ise ölçeğe göre artan ve  $u_k^* = 0$  ise ölçeğe göre sabit getirili olduğunu gösterir (Banker vd., 2004:354). Diğer taraftan  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  kısıtı hem etkin sınırın konveks olmasını hem de göreceli etkinliğin daha esnek olmasını sağlamıştır (Budak, 2011:100).

Girdi odaklı BCC modeli ile girdi odaklı CCR modelinin etkinlik şartları aynıdır. Girdi odaklı CCR modelinde olduğu gibi, BCC modelinde de herhangi bir KVB'nin etkin olabilmesi için (3.18)'de verilen  $E_k = \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - u_k$  amaç fonksiyon değerinin 1'e eşit olması gerekir. Aksi takdirde söz konusu KVB etkin değildir. Yani  $E_k < 1$  durumunda etkin değildir. Dual modelde ise,  $\theta_k^* = 1$  ve  $S_i^{-*} = 0$ ,  $S_r^{+*} = 0$  için KVB etkin, diğer durumlar için etkin değildir. Yani,  $\theta_k^* < 1$ ,  $S_i^{-*} \neq 0$  ve/veya  $S_r^{+*} \neq 0$  ise etkin değildir (Yun, Nakayama ve Tanino, 2004:91). Bu durum, girdilerin azaltılabileceğini göstermektedir.

Girdiye yönelik CCR modelinde etkin olan bir KVB, BCC modelinde de etkin olmaktadır. Ancak BCC modelinde etkin olan bir KVB, CCR'de etkin olmayabilir. BCC modeli CCR modeline göre etkinliği genellikle daha büyük ölçmektedir (Kale, 2009:83).

Girdi odaklı BCC modeline göre etkin olmayan KVB'lerin etkin hale getirilmesi için girdi odaklı CCR modelinde olduğu gibi önce girdi değişkenleri azaltılır ve daha sonra varsa ek iyileştirme için slack değişken değerleri düzeltilir (Sowlati, 2001:48). Buna göre etkin olmayan KVB'lerin girdi ve çıktılarında yapılacak potansiyel iyileştirmeler, girdi odaklı CCR modeline benzer olarak (3.13)'de verilen formül yardımıyla hesaplanabilmektedir.



### 3. 6. 2. 2. Çıktı Odaklı BCC Modeli

Çıktı odaklı BCC modelinin zarflama yüzeyi girdi odaklı BCC modeli ile aynı iken, etkin olmayan birimlerin etkin zarflama yüzeyine (etkinlik sınırına) taşınma biçimleri farklı olmaktadır (Sowlati, 2001:49). Çıktı odaklı BCC modelinde amaç, mevcut girdi seviyesini aşmadan çıktı üretimini maksimize etmektir (Elsayed ve Khalil, 2017:2). Çıktı odaklı BCC modelin kesirli formu aşağıdaki gibi yazılabilir (Chen ve Ali, 2002:477):

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \min \frac{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} - v_k}{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}} \quad (3.20)$$

Kısıt denklemleri:

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - v_k}{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}} \geq 1 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

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

$v_k$  : k. KVB'ye ait serbest değişken

Çıktı odaklı kesirli BCC modelin doğrusal formu ise aşağıdaki gibidir (Budak, 2011:100):

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \min \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} - v_k \quad (3.21)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} = 1$$

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

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

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

$v_k$  : serbest değişken

Çıktıya yönelik doğrusal BCC modelin dual formu şu şekilde yazılabilir (Elsayed ve Khalil, 2017:2):

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \max \varphi_k + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right) \quad (3.22)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j - X_{ik} + S_i^- = 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \beta_j - \varphi_k Y_{rk} - S_r^+ = 0 \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

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

$$S_i^- \geq 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$S_r^+ \geq 0 \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\beta_j \geq 0 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

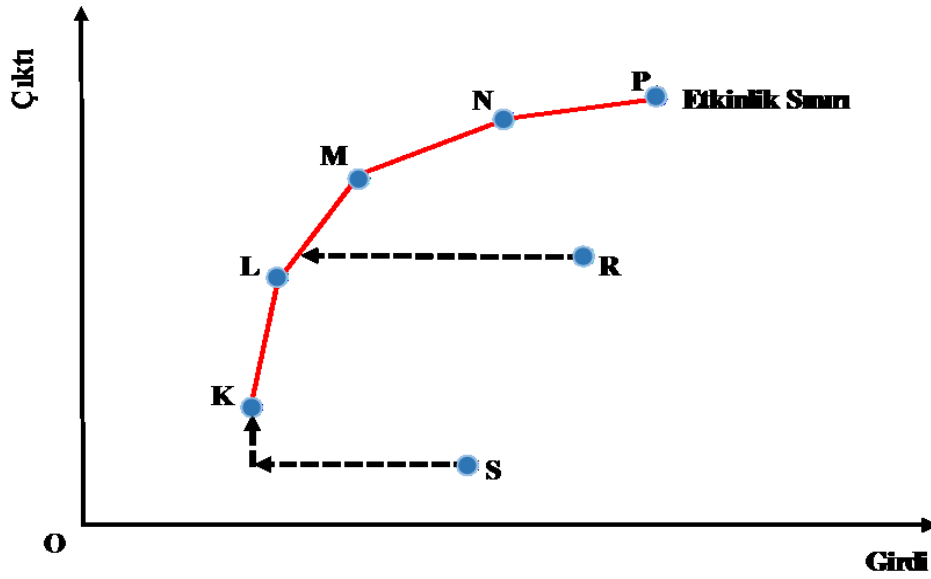
Çıktı odaklı BCC modelinde herhangi bir KVB'nin görece teknik etkin olabilmesi için (3.21)'de verilen  $E_k = \min \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} - v_k$  amaç fonksiyon değerinin 1'e

eşit olması gerekir. Aksi takdirde söz konusu KVB etkin değildir. Yani  $E_k > 1$  olduğunda KVB etkin değildir (Depren, 2008:43). Dual modelde ise,  $\varphi_k^* = 1$  ve  $S_i^{-*} = 0$ ,  $S_r^{+*} = 0$  için KVB etkin, diğer durumlar için etkin değildir. Yani,  $\varphi_k^* > 1$ ,  $S_i^{-*} \neq 0$  ve/veya  $S_r^{+*} \neq 0$  ise etkin değildir (Sowlati, 2001:51). Bu durum, çıktıların arttırılabileceğini göstermektedir.

Çıktı odaklı BCC modeline göre etkin olmayan KVB'lerin etkin olabilmesi için çıktı odaklı CCR modelinde olduğu gibi ilk önce çıktılar artırılır ve daha sonra varsa ek iyileştirme için slack değişken değerleri düzeltilir. Etkin olmayan KVB'lerin girdi ve çıktılarında yapılacak potansiyel iyileştirmeler, (3.13)'de verilen formülle hesaplanabilir (Babacan, Kartal ve Bircan, 2007:103). Elde edilen potansiyel iyileştirme oranlarının yorumu benzer şekildedir.

İster girdi odaklı BCC modeli olsun isterse çıktı odaklı BCC modeli olsun her iki modelde de zarflama yüzeyleri (etkinlik sınırı) aynı, ancak etkin olmayan KVB'lerin etkinlik sınırına taşınması farklı olmaktadır. Etkin olmayan KVB'lerin etkinlik sınırına taşınması için girdi (çıktı) odaklı modellerde ilk önce girdilerin azaltılması (arttırılması) ve daha sonra varsa slack değerlerin düzeltilmesi gerekmektedir.

Girdi odaklı BCC modelinde etkin olmayan KVB'lerin etkinlik sınırına taşınmaları Şekil 16'da ve çıktı odaklı BCC modelinde etkin olmayan KVB'lerin etkinlik sınırına taşınmaları ise Şekil 17'de gösterilmektedir.

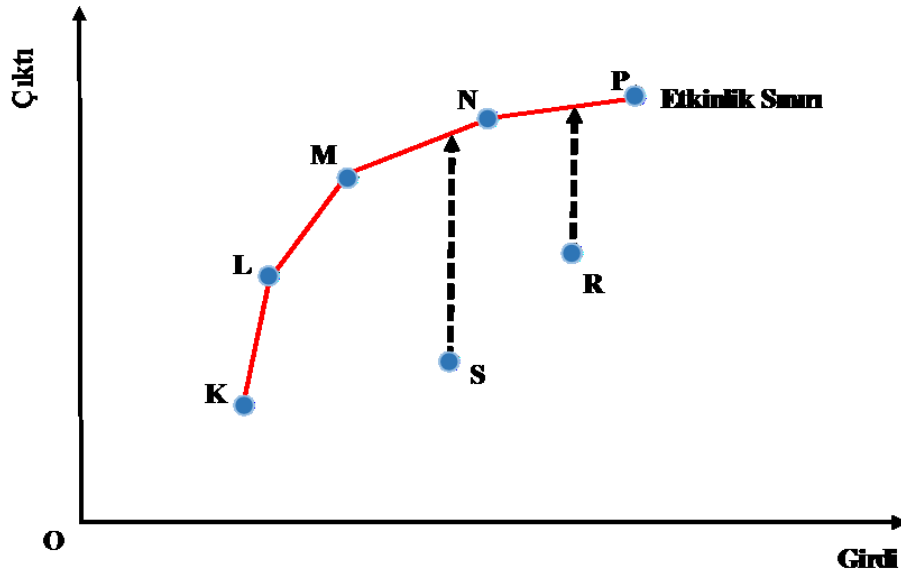


**Şekil 16:** BCC-I Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması

**Kaynak:** KALE, Süleyman; “Veri Zarflama Analizi ile Banka Şubelerinin Performansının Ölçülmesi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Finans ve Bankacılık Anabilim Dalı, İstanbul, 2009, s. 83.

Şekil 16’da görüldüğü gibi, etkin olan K, L, M, N, P birimleri etkinlik sınırını oluşturmaktadır. R ve S birimleri etkinlik sınırı üzerinde yer almadığından etkin olmayan birimler olarak tanımlanmaktadır. Burada etkin olmayan R biriminin etkin olabilmesi için girdilerini orantısal olarak azaltması gerekir. Diğer taraftan S biriminin etkin olabilmesi için ilk önce girdilerini azaltması daha sonra da çıktıları arttırması gerekmektedir. Yani, S birimi girdilerini azaltmakla etkinlik sınırına ulaşmayıp ancak çıktıları da arttırarak etkinlik sınırına ulaşabilmektedir. Bu da çıktı slack değerinin sıfır olmadığını göstermekle birlikte iyileştirmenin mümkün olduğunu göstermektedir (Kale, 2009:82).

Şekil 17’de BCC-O modeline göre etkin sınır ve etkin olmayan birimlerin etkin sınıra taşınması gösterilmiştir (Kale, 2009:85).



**Şekil 17:** BCC-O Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması

**Kaynak:** KALE, Süleyman; “*Veri Zarflama Analizi ile Banka Şubelerinin Performansının Ölçülmesi*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Finans ve Bankacılık Anabilim Dalı, İstanbul, 2009, s. 85.

Şekil 16’da olduğu gibi Şekil 17’de de K, L, M, N, P birimleri etkinlik sınırını oluşturmaktadır. Benzer şekilde R ve S birimleri de etkin olmayan birimler olmaktadır. Hem girdi odaklı hem de çıktı odaklı BCC modellerinin etkinlik yüzeyleri aynı olmasına rağmen etkin olmayan R ve S birimleri etkinlik sınırına farklı şekillerde taşınmaktadır (Sowlati, 2001:51). Çıktı odaklı BCC modelinde R ve S birimleri etkin olabilmeleri için çıktıları arttırmaları gerekmektedir.

CCR modelinde olduğu gibi, girdi ve çıktı yönelimli BCC modellerinde etkinlik sınırı aynı olduğundan etkin olan KVB’lerin skorları aynı iken, etkin olmayan KVB’lerin etkinlik skorları farklı olabilmektedir (Coelli vd., 2005:181). BCC modeli ile teknik etkinlik skoru bulunurken, CCR modeli ile de toplam etkinlik skoru bulunur. Buna göre ölçek etkinlik skoru ise aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir (Yaylalı vd., 2007:9).

$$\theta_{\text{Ölçek}} = \frac{\theta_{\text{Toplam}}}{\theta_{\text{Teknik}}} = \frac{\theta_{\text{CCR}}}{\theta_{\text{BCC}}}$$

### 3. 6. 3. Toplamsal (Additive) Modeli

1985 yılında Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından geliştirilen bu model, CCR ve BCC modelleri gibi girdi ve çıktı yönlü olmayıp yönsüz olarak nitelendirilmekte olup, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında etkinlik ölçümünü yapmaktadır (Demir, 2012:64). Girdi yönelimli model, girdilerin orantılı olarak azaltılması ile sınırlara doğru maksimum harekete odaklanırken, çıktı yönelimli model de çıktıların orantılı olarak artırılmasını sağlamaktadır (Sowlati, 2001:52). Toplamsal model ile hem girdi hem de çıktı yönelim bir tek modelde birleştirilmiştir. Yani, söz konusu model ile aynı anda girdilerin ne kadar azaltılacağı ve çıktıların ne kadar artırılacağı hesaplanabilmektedir (Depren, 2008:44). Bu modelde, etkin olmayan KVB'lerin etkin sınıra taşınması, girdilerin azaltılması ve çıktıların eş zamanlı olarak artırılmasıyla gerçekleştirilmektedir (Sowlati, 2001:52). Toplamsal model ile ilgili birçok model olduğundan burada anlatılacak model aşağıdaki gibi formüle edilmiştir (Bowlin, 1998:13; Khodabakhshi, Gholami ve Kheirollahi, 2010:1249):

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } z_k = \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \quad (3.23)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- = X_{ik}$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_r^+ = Y_{rk}$$

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

$$S_i^- \geq 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$S_r^+ \geq 0 \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Bu formülasyon, VZA'nın BCC zarflama versiyonuna benzemektedir. Additive modelin CCR modeline benzemesi için (3.23)'deki amaç fonksiyonunun kısıt denklemlerinde verilen  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  şartının çıkarılması gerekir. Toplamsal modelle BCC modeli arasındaki temel fark,  $\theta$  (etkinsizliğin orantı miktarı)'nın modelden düşürülmesi ve tüm etkinsizliklerin slack değerlerde ( $S_i^-$  ve  $S_r^+$ ) yakalanmasıdır. Böylece, etkinlik testi için tek şartın tüm slack değişkenlerin sıfır olup olmadığıdır (Bowlin, 1998:14).

Yukarıda (3.23)'de verilen model toplamsal modelin primal modeli olup zarflama formu olarak tanımlanmaktadır. Toplamsal modelin dual modeli ise aşağıdaki gibi gösterilebilir (Banker vd., 2004:356; Depren, 2008:45-46):

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } w_k = \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} - \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} + u_k \quad (3.24)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} + u_k \geq 0 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

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

$u_k$  : serbest

Yukarıda verilen primal ve dual modeller çözüldüğünde amaç fonksiyonlarının optimal değerleri sıfıra eşit ise KVB etkindir. Yani,  $z_k^* = w_k^* = 0$  ise etkindir. Eğer aylak (slack) değişkenlerden ( $S_i^{*-}$  veya  $S_r^{*+}$ ) herhangi biri sıfırdan farklı ise KVB'nin

etkin olmadığını ve slack değerlerinin karşılık geldiği girdi ve çıktılardaki etkinsizlik kaynaklarını ve miktarlarını tanımlar (Sowlati, 2001:53).

Primal modelde bulunan  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  konvekslik kısıtı ile dual modelde bulunan

$u_k$  serbest değişkenden dolayı toplamsal modelin zarflama yüzeyi, BCC modelinde olduğu gibi ölçeğe göre değişken olmaktadır (Sowlati, 2001:53). Bundan dolayı BCC modeli için etkin olan bir KVB, toplamsal model için de etkindir. Bunun tersi de doğrudur (Bowlin, 1998:14).

#### 3. 6. 4. Çarpımsal (Multiplicative) Modeli

CCR, BCC ve toplamsal modeller girdilerin ve çıktılardan toplamsal bir kombinasyonunu rapor etmiştir. 1982 yılında Charnes, Cooper, Seiford ve Stutz tarafından geliştirilen çarpımsal model, diğer modellerdeki gibi toplamsal bir kombinasyon ile değil çarpımsal bir kombinasyon ile etkinlik analizi yapmaktadır. Bu model ile diğer modeller arasındaki fark, sanal çıktı ve girdilerin toplamsal olarak değil de çarpımsal olarak ifade edilmeleridir. Yani, denklemlerdeki toplam işaretinin ( $\Sigma$ ) yerine çarpım işareti ( $\Pi$ ) kullanılmıştır. X ve Y girdi ve çıktılara ait vektörler olup logaritmik yapıdadır. Bundan dolayı etkinlik sınırı, CCR, BCC ve diğer modellerdeki gibi parçalı doğrusal olmayıp parçalı log-lineerdir (Bowlin, 1998:14).

Çarpımsal modelde etkinlik, çıktılardan çarpımsal bileşiminin girdilerin çarpımsal bileşimine bölünmesiyle elde edilmektedir. Çarpımsal modelin teorisi, CCR modeline benzer olmakta, ancak toplamsal bileşim yerine çarpımsal bileşim kullanılmaktadır (Sowlati, 2001:54).

Toplamsal modelde olduğu gibi, çarpımsal modelde de etkinsizlik sadece slack değerlerle belirlenmekte ve hiçbir yoğunluk ya da orantılı değer ( $\theta$ ) hesaba katılmamaktadır (Bowlin, 1998:14-15)

Çarpımsal model, aşağıdaki gibi formüle edilebilir (Charnes vd., 1982:223):



Amaç fonksiyonu,

$$Max h_k = \frac{\prod_{r=1}^s Y_{rk}^{u_r}}{\prod_{i=1}^m X_{ik}^{v_r}} \quad (3.25)$$

Kısıtlar,

$$\frac{\prod_{r=1}^s Y_{rj}^{u_r}}{\prod_{i=1}^m X_{ij}^{v_r}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

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

Yukarıdaki formülasyonun logaritması alınarak doğrusal programlama modeli olarak aşağıdaki gibi yazılabilir (Charnes vd., 1982:223; Kale, 2009:87):

Amaç fonksiyonu,

$$Max h_k = \sum_{r=1}^s u_r \cdot \log Y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_r \cdot \log X_{ik} \quad (3.26)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{r=1}^s u_r \cdot \log Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_r \cdot \log X_{ij} \leq 0 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

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

Doğrusal programlamanın duali şu şekilde yazılabilir:

Amaç fonksiyonu,

$$Min z_k = -\sum_{i=1}^m S_i^- - \sum_{r=1}^s S_r^+ \quad (3.27)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n \log X_{ij} \cdot \lambda_j + S_i^- = \log X_{ik} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \log Y_{rj} \cdot \lambda_j - S_r^+ = \log Y_{rk} \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$S_i^- \geq 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, s$$

$$S_r^+ \geq 0 \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, m$$

Yukarıdaki model, varyant çarpımsal modeli olarak adlandırılmakta ve zarflama yüzeyi de ölçüğe göre sabit getiri özelliğini göstermektedir. Invaryant çarpımsal modeli, primal modeldeki  $u_k$  serbest değişkeni ve dual modeldeki konvekslik kısıtı hariç varyant çarpımsal model ile aynı formülasyona sahiptir. Sonuç olarak primal modele eklenen  $u_k$  değişkeni ile dual modele eklenen  $\sum_{j=1}^n \lambda_j$  konvekslik kısıtı, varyant çarpımsal modelini invaryant çarpımsal modele ve zarflama yüzeyini de ölçüğe göre değişken getiri biçimine dönüştürmektedir (Charnes vd., 1994:31).

VZA ile ilgili uygulamalarda çarpımsal modeller çok fazla kullanılmamakla birlikte daha çok diğer VZA modelleri ile elde edilemeyen ölçek esnekliğinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Sherman (1988), çarpımsal modelin yönetimin iç görüşünün üretim sürecinin çarpımsal ilişkiyle daha fazla temsil edildiğini gösterdiği bir durumda yararlı olacağını belirtmiştir. Model, veri zarflama analizine yeni bir boyut kazandırması bakımından önem arz etmekte ve ayrıca etkinlik sınırının içbükey olduğu ve olmadığı bölgelerde de VZA'nın kullanılabileceğini göstermiştir (Kale, 2009:87).

### 3. 6. 5. Slack Based Modeli (SBM)

VZA'da, radyal ve radyal olmayan, KVB'lerin etkinliğini değerlendirebilen iki tip ölçüm vardır. Radyal modeller, girdilerin veya çıktılarının orantısal olarak değiştiğini

varsaymakta ve genellikle etkinlik puanlarında slack (gevşek) değerlerin varlığını göz ardı etmektedir. İlk kez, radyal VZA modeli Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından önerilmiş ve daha sonra Banker, Charnes ve Cooper (BCC) tarafından genişletilmiştir. Diğer taraftan, her bir girdinin veya çıktının slack değerlerini dikkate alan radyal olmayan modeller vardır. Bu modellerde girdi ve çıktılarının varyasyonları orantılı değildir; diğer bir deyişle radyal olmayan modellerde girdi / çıktılarının farklı oranlarda düşmesine / artmasına izin verilir. Radyal olmayan VZA modeli, ilk olarak Fare ve Lovell, daha sonra Russell, Pastor ve diğerleri tarafından önerilmiştir. Slacks Based Measure (SBM) adıyla yeni bir radyal olmayan model, 2001 yılında Tone tarafından geliştirilmiştir. SBM modeli, doğrudan girdi fazlalığı ve çıktı eksiklikleri ile çalışır ve bunları bir etkinlik ölçütü ile bütünleştirir (Ashrafi vd., 2011:1437). SBM’de etkinlik ölçütü 0 ile 1 arasında değişebilen bir değer almaktadır. KVB etkinlik sınırının üzerinde ve tüm slack değerler sıfır ise bu durumda etkinlik skoru 1’dir (Morita, Hirokawa ve Zhu, 2005: 359).

2001 yılında Tone tarafından geliştirilen SBM modeli aşağıdaki iki koşulu sağlayacak şekilde tasarlanmıştır (Tone, 2001:499; Tone, 2015:1).

1. **Birimler Değişmez (Units Invariant):** Ölçümler, verilerin birimlerinden etkilenmez.
2. **Monotonluk (Monotone):** Ölçüm, girdi ve çıktıdaki her bir slack (aylak) değişkeni için tekdüze olarak azalmalıdır.

N adet KVB’nin olduğu bir üretim sisteminde j. KVB’nin m adet girdi kullanarak s adet çıktı ürettiği ve tüm girdi ve çıktılarının pozitif olduğu varsayılmaktadır. Buna göre ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında herhangi bir KVB’nin etkinliğini değerlendirmek için kullanılan SBM modeli aşağıdaki gibi yazılabilir (Ashrafi vd., 2011:1438):

Amaç fonksiyonu,

$$\rho^* = \min \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}}} \quad (3.28)$$

Kısıtlar,

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

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

$$\lambda_j \geq 0 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$s_i^- \geq 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$s_r^+ \geq 0 \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

Burada,  $\lambda_j = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n) \in R^n$  yoğunluk vektörü, negatif olmayan  $s_i^- = (s_1^-, s_2^-, \dots, s_m^-) \in R^m$  ve  $s_r^+ = (s_1^+, s_2^+, \dots, s_s^+) \in R^s$  vektörleri ise sırasıyla girdi fazlalığını ve çıktı eksikliklerini göstermektedir. Amaç fonksiyonun optimal çözümü olan  $\rho^*$  ise SBM modelinin etkinlik skoru olup 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Yani,  $0 < \rho^* \leq 1$  dir. Bu da yukarıda belirtilen birim değişmezliği ve monoton özelliklerini desteklemektedir. Modelin optimal çözüm değerleri  $(\rho^*, s_i^{-*}, s_r^{+*}, \lambda^*)$  ile gösterilmektedir (Ashrafi vd., 2011:1438).

SBM modelinde herhangi bir KVB'nin etkin olabilmesi için  $\rho^* = 1$  olmalıdır. Bu durum,  $s_i^{-*} = s_r^{+*} = 0$ 'a eşdeğerdir. Yani, herhangi bir optimal çözümde hiçbir girdi fazlası ve çıktı eksikliğinin olmadığını gösterir (Ashrafi vd., 2011:1438). Diğer taraftan  $\rho^*$ 'nın değeri CCR modelinin ile elde edilen etkinlik  $\theta^*$ 'nın değerinden büyük değildir. Bir KVB, SBM'de etkin ise CCR'de de etkindir (Cooper, Seiford ve Tone, 2007:103-104).

Eğer  $\rho^* < 1$  ise söz konusu KVB, SBM modeline göre etkin değildir. Bu durumda ilgili KVB'nin etkin olabilmesi için üretim sürecinde tükettiği fazla girdilerini düşürmesi ve ürettiği çıktıları yükseltmesi gerekir. Buna SBM modelinin projeksiyonu denmekte ve aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Cooper, Seiford ve Tone, 2007:102).

$$\hat{x}_o \leftarrow x_o - s^{-*}$$

$$\hat{y}_o \leftarrow y_o + s^{+*}$$

Modelin çözümü sonucunda elde edilen  $\lambda^*$  ile referans seti aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

Bu  $R_o = \{j / \lambda_j^* > 0\}$  ( $j \in \{1, 2, \dots, n\}$ ),  $R_o$  kümesi kullanılarak söz konusu KVB'nin etkin sınıra varması için tüketmesi gereken girdi miktarı,

$$\hat{x}_o = \sum_{j \in R_o} x_j \lambda_j^*$$

bağıntısı ile ve üretmesi gereken çıktı miktarı da,

$$\hat{y}_o = \sum_{j \in R_o} y_j \lambda_j^*$$

bağıntısı ile elde edilmektedir.

Yukarıda (3.28)'de verilen amaç fonksiyonu, SBM modelinin kesirli formu olup, CCR modeline benzer şekilde doğrusal programlamaya dönüştürülebilir. Pozitif bir  $t$  skaler değişkeninin eklenmesiyle model aşağıdaki gibi doğrusal programlamaya dönüşür (Tone, 2001:500; Tone, 2015:3-4):

Amaç fonksiyonu,

$$\tau^* = \min \tau = t - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{S_i^-}{x_{io}} \quad (3.29)$$

Kısıtlar,

$$1 = t + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{S_r^+}{y_{ro}}$$

$$tx_{io} = \sum_{j=1}^n \Lambda_j x_{ij} + S_i^- \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$ty_{ro} = \sum_{j=1}^n \Lambda_j y_{rj} - S_r^+ \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\Lambda_j \geq 0 \quad ; \quad j=1,2,\dots,n$$

$$S_i^- \geq 0 \quad ; \quad i=1,2,\dots,m$$

$$S_r^+ \geq 0 \quad ; \quad r=1,2,\dots,s$$

SBM doğrusal programlama modelinin optimal çözüm değerleri  $(\tau^*, t^*, \Lambda^*, S^{-*}, S^{+*})$  ile gösterilsin. Buna göre (3.28) ve (3.29)'da verilen SBM modellerin optimal çözümleri arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir (Tone, 2015:4).

$$\rho^* = \tau^*, \lambda^* = \Lambda^* / t^*, s^{-*} = S^{-*} / t^*, s^{+*} = S^{+*} / t^*$$

Etkinlikte slack değişkenler ölçümü (SBM), girdi ve çıktı etkinsizliklerinin bir ürünü olarak yorumlanabilir (Sinha, 2015:261; Kutlar ve Bakırcı, 2018:166). Buna göre SBM'nin (3.28)'de verilen amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir (Tone, 2001:501):

$$\rho = \left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{x_{io} - s_i^-}{x_{io}} \right) \left( \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{y_{ro} + s_r^+}{y_{ro}} \right)^{-1} \quad (3.30)$$

(3.30)'da bulunan  $(x_{io} - s_i^-) / x_{io}$  oranı, girdi i'nin görece azaltma oranını değerlendirir ve bu nedenle eşitliğin sağındaki ilk terim yani  $\left( \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{x_{io} - s_i^-}{x_{io}} \right)$  terimi girdilerin ortalama azaltma oranına veya girdi etkinsizliğine karşılık gelir. Benzer şekilde eşitlikteki ikinci terimde bulunan  $(y_{ro} + s_r^+) / y_{ro}$  oranı, çıktı r'nin görece genişleme oranını değerlendirir ve  $\left( \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{y_{ro} + s_r^+}{y_{ro}} \right)$  terimi ise çıktıların ortalama genişleme oranını verir. Bu terimin tersi olan  $\left( \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{y_{ro} + s_r^+}{y_{ro}} \right)^{-1}$  terimi de çıktı etkinsizliğini ölçer (Tone, 2001:501; Sinha, 2015:261).

### 3. 6. 6. Hybrid (Karma) Model

Hybrid modeli, 2004 yılında Tone tarafından önerilmiş karma bir ölçüm modelidir (Mirsalehy vd., 2016:159). Bu model radyal (CCR) ve radyal olmayan

(SBM) modellerin birleşiminden oluşur, bunların güçlü yanlarını kullanır ve eksikliklerini telafi eder. Yani, bu modelde, girdi ve çıktılar radyal ve radyal olmayan gruplara ayrılır ve her biri kendi özelliklerine göre etkin sınıra ulaşmaya çalışır (Fazlı ve Agheshlouei, 2009:278).

CCR ve BCC gibi radyal yaklaşımların en önemli eksikliği, radyal olmayan girdi ve çıktılardan aylak (slack) değerlerini ihmal etmesidir. Radyal olmayan yaklaşım SBM, doğrudan aylak (slack) değişkenlerle uğraşır ancak girdilerin ve/veya çıktılardan radyal özelliklerini ihmal eder (Tone, 2004:1-2).

$X \in R_+^{m \times n}$  ve  $Y \in R_+^{s \times n}$  sırasıyla gözlemlenen girdi ve çıktı veri matrisleri olsun. Girdi matrisi radyal ve radyal olmayan şeklinde iki kısma ayrılabilir.  $X^R \in R_+^{m_1 \times n}$ , girdi matrisinin radyal kısmını ve  $X^{RN} \in R_+^{m_2 \times n}$  de radyal olmayan kısmını göstermektedir ve  $m = m_1 + m_2$  dir. Buna göre  $X$  matrisi aşağıdaki gibi yazılabilir (Cooper, Seiford ve Tone, 2007:107; Depren, 2008:53, Kutlar ve Bakırcı, 2018:167):

$$X = \begin{pmatrix} X^R \\ X^{NR} \end{pmatrix} \quad (3.30)$$

Benzer şekilde çıktı veri matrisi olan  $Y$  'de radyal ve radyal olmayan şeklinde iki kısma ayrılabilir.  $Y^R \in R_+^{s_1 \times n}$ , çıktı matrisinin radyal kısmını ve  $Y^{RN} \in R_+^{s_2 \times n}$  de radyal olmayan kısmını göstermektedir ve  $s = s_1 + s_2$  dir. Buna göre  $Y$  matrisi aşağıdaki gibi yazılabilir (Cooper, Seiford ve Tone, 2007:107; Depren, 2008:53, Kutlar ve Bakırcı, 2018:167):

$$Y = \begin{pmatrix} Y^R \\ Y^{NR} \end{pmatrix} \quad (3.31)$$

Burada veri setinin pozitif yani  $X > 0$  ve  $Y > 0$  olduğu varsayılmakta ve  $P$  üretim imkanları kümesi de,

$$P = \{(x, y) \mid x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda, \lambda \geq 0\} \quad (3.32)$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

$\lambda$ ,  $R^n$ 'de negatif olmayan bir vektörü temsil etmek üzere,  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  kabul

edilirse, belirli bir KVB  $(x_o, y_o) = (x_o^R, x_o^{NR}, y_o^R, y_o^{NR}) \in P$  için,

$$\begin{aligned}
 \theta x_o^R &= X^R \lambda + s^{R-} \\
 x_o^{NR} &= X^{NR} \lambda + s^{NR-} \\
 \phi y_o^R &= Y^R \lambda - s^{R+} \\
 y_o^{NR} &= Y^{NR} \lambda - s^{NR+} \\
 \theta &\leq 1, \phi \geq 0 \\
 \lambda, s^{R-}, s^{NR-}, s^{R+}, s^{NR+} &\geq 0
 \end{aligned} \tag{3.33}$$

şeklinindedir.

$s^{R-} \in R^{m_1}$  ve  $s^{NR-} \in R^{m_2}$  vektörleri sırasıyla radyal ve radyal olmayan girdilerdeki fazlalığı gösterirken,  $s^{R+} \in R^{s_1}$  ve  $s^{NR+} \in R^{s_2}$  vektörleri ise radyal ve radyal olmayan çıktılardaki eksikliği gösterir ve bunlara slack değişkenler denir.

Bu tanımlamalardan hareketle  $\theta = 1$ ,  $\phi = 1$ ,  $\lambda_o = 0$ ,  $\lambda_j = 0$  ve tüm slack değişkenlerin değeri sıfır olması durumunda bir  $p$  indeksi,

$$p = \frac{1 - \frac{m_1}{m} (1 - \theta) \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m_2} s_i^{NR-} / x_{io}^{NR}}{1 + \frac{s_1}{s} (\phi - 1) \frac{1}{s} \sum_{r=1}^{s_2} s_r^{NR+} / y_{ro}^{NR}} \tag{3.34}$$

şeklinde elde edilebilir. Görüldüğü gibi  $p$  indeksi doğrudan  $s^{R-}$  ve  $s^{R+}$  ye bağlı değildir. Buna göre hybrid modelin oransal şekli aşağıdaki gibi yazılabilir (Tone, 2004:3):

Amaç fonksiyonu,



$$(Hybrid) \quad p^* = \min \frac{1 - \frac{m_1}{m}(1-\theta) \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m_2} s_i^{NR-} / x_{io}^{NR}}{1 + \frac{s_1}{s}(\phi-1) \frac{1}{s} \sum_{r=1}^{s_2} s_r^{NR+} / y_{ro}^{NR}} \quad (3.34)$$

Kısıtlar,

$$\theta x_o^R \geq X^R \lambda$$

$$x_o^{NR} = X^{NR} \lambda + s^{NR-}$$

$$\phi y_o^R \leq Y^R \lambda$$

$$y_o^{NR} = Y^{NR} \lambda - s^{NR+}$$

$$\theta \leq 1, \phi \geq 0, \lambda \geq 0, s^{NR-} \geq 0, s^{NR+} \geq 0$$

(3.34)'de verilen amaç fonksiyonunun optimal çözüm değerleri  $(\theta^*, \phi^*, \lambda^*, s^{NR-*}, s^{NR+*})$  olsun. Buna göre bir KVB'nin etkin olabilmesi için  $p^* = 1$  yani  $\theta^* = 1, \phi^* = 1, s^{NR-*} = 0, s^{NR+*} = 0$  olması gerekir. Aksi takdirde KVB etkin değildir ( $p^* < 1$ ) (Cooper, Seiford ve Tone, 2007:109).

Hybrid modelin kesirli şekli, Charnes ve Cooper'ın 1962 yılında geliştirdikleri dönüşüm tekniği uygulanarak doğrusal programlama şekline getirilebilir. Bu teknikte  $p^*$ 'ın paydası 1'e eşitlenerek bir kısıt olarak yöntem eklenir (Depren, 2008:54).

Hybrid modelde optimal çözüm değerlerini  $(\theta^*, \phi^*, s^{NR-*}, s^{NR+*})$  kullanarak etkinsizlik faktörleri  $p^*$  etkinlik skorundan ayrıştırılabilir ve aşağıdaki gibi tanımlanır (Huang vd., 2012:552):

- Radyal girdi etkinsizliği:  $\alpha_1 = \frac{m_1}{m}(1-\theta^*)$
- Radyal olmayan girdi etkinsizliği:  $\alpha_2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m_2} s_i^{NR-*} / x_{io}^{NR}$
- Radyal çıktı etkinsizliği:  $\beta_1 = \frac{s_1}{s}(\phi^* - 1)$

- Radyal olmayan çıktı etkinsizliği:  $\beta_2 = \frac{1}{S} \sum_{r=1}^{S_2} S_r^{NR+*} / y_{ro}^{NR}$

Girdi ve çıktı etkinsizlikleri ise aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Tone, 2004:5):

- Girdi etkinsizliği:  $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$
- Çıktı etkinsizliği:  $\beta = \beta_1 + \beta_2$

Hybrid etkinlik skoru şu şekilde de ifade edilebilir:

$$\rho^* = \frac{1-\alpha}{1+\beta} = \frac{1-\alpha_1-\alpha_2}{1+\beta_1+\beta_2}$$

Bu ifade, etkinsizlik kaynaklarını ve bunların etkilerinin büyüklüğünü etkinlik puanı üzerinde bulmak için kullanışlıdır (Cooper, Seiford ve Tone, 2007:110).

### 3. 6. 7. Süper Etkinlik Modeli

VZA'nın temel modelleri olan CCR ve BCC modellerinde etkin birimlerin etkinlik skoru 1 olarak elde edilirken, etkin olmayan birimlerin etkinlik skoru ise modelin yönelimine bağlı olarak girdi odaklı ise 1'den küçük, çıktı odaklı ise 1'den büyük skorlar elde edilebilmektedir. Bu modeller yalnızca etkin ve etkin olmayan KVB'leri belirleyebilmektedir. Yani KVB'lerin sıralanması hakkında herhangi bir malumat (bilgi) vermemektedir. 1993 yılında Andersen ve Petersen tarafından geliştirilen ve etkin olan KVB'ler arasında sıralama yapabilen bu modele "süper etkinlik" modeli denir ve AP modeli olarak adlandırılmaktadır. Bu model ile etkin KVB'ler diğer bütün KVB'ler ile karşılaştırılarak sıralanmaktadır (Kutlar ve Bakırcı, 2018:168).

Andersen ve Petersen 'nin geliştirdiği modelde, incelenen KVB diğer bütün KVB'lerin doğrusal bileşimleri ile karşılaştırılmakta ve bu sebeple referans kümesinden çıkarılmaktadır. Böylece etkin KVB'ler etkinliğini muhafaza ederken, etkin KVB'lerin girdilerinde de maksimum artış olmaktadır. Bu durumda referans kümesinden çıkartılan etkin KVB'nin girdi vektörü de artmaktadır. Andersen ve Petersen 'nin süper etkinlik modeline göre sıralama yapılırken en yüksek puana sahip olan KVB birinci, en düşük puana sahip olan KVB ise sonuncu olmakta ve bu şekilde

tüm KVB'ler büyükten küçüğe doğru sıralanmaktadır (Depren, 2008:55). Elde edilen bu sıralamada en üstte yer alan KVB en etkin birim olarak ifade edilmektedir (Erpolat, 2011:84).

Etkin olmayan KVB'lerin süper etkinlik değerleri ile görece etkinlik değerleri birbirine eşit olacağından etkinlik sıra numaralarında bir değişim olmayacaktır (Andersen vd., 2004:444-446). Andersen ve Petersen tarafından geliştirilen süper etkinlik modeli aşağıdaki gibi formüle edilebilir (Perçin ve Çakır, 2012:37):

$$E_k = \min \theta_k$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1, \neq k}^n \lambda_j X_{ij} + s_i^- - \theta X_{ik} = 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.35)$$

$$\sum_{j=1, \neq k}^n \lambda_j Y_{rj} - s_r^+ - Y_{rk} = 0 \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$s_i^- \geq 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$s_r^+ \geq 0 \quad ; \quad r = 1, 2, \dots, s$$

Yukarıdaki model çözüldüğünde elde edilen  $E_k$  değerleri süper etkinlik değerleridir. Andersen ve Petersen 'nin bu çalışmasını takiben; Mehrabian vd. (1999), Adler vd. (2002), Tone (2002) ve Khodabakshi (2007) tarafından farklı modeller sunulmuştur (Lorcu, 2008:113).

Süper etkinlik modeli ile yapılan analizlerde aşağıda belirtilen iki özellik hayati önem taşımaktadır (Depren, 2008:56; Kutlar ve Bakırcı, 2018:170):

- VZA modellerinde etkin olmayan herhangi bir KVB, Andersen ve Petersen (AP) modelinde de etkin değildir. Bu durumda etkinlik skorları aynı olmaktadır. Ancak VZA modellerinde etkin olan herhangi bir

KVB'nin etkinlik skoru 1 iken Andersen ve Petersen (AP) modelinde ise 1'den büyük olmaktadır.

- Çıktı miktarları aynı olan KVB'ler arasında nispi olarak en az girdi miktarına sahip olan KVB en yüksek süper etkinlik skoruna sahip olacaktır.

Bu özelliklerden ötürü süper etkinlik modelinde KVB'lerin sıralaması yapılabilmektedir (Depren, 2008:56).

### **3. 7. Veri Zarflama Analizi'nin Uygulama Süreci**

VZA, üretim süreci birbirine benzeyen KVB'lerin etkinliklerini görel olarak ölçmek için geliştirilmiş, parametrik olmayan bir ölçüm yöntemidir. Önceden belirlenmiş herhangi bir fonksiyonel ilişkiye bağlı olmaksızın, birden çok girdi ve çıktı kullanarak analiz yapabilen VZA, her bir KVB'nin etkinsizliğini miktar ve kaynağı itibarıyla belirleyebilmekte, bu doğrultuda iyileştirici politikaların üretilmesine yardımcı olmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı pek çok mal ve üretim sahasında, popüler bir kullanıma sahip olmaktadır (Kutlar ve Bakırcı, 2018:181).

VZA'nın üretim ekonomisinin temel yapısıyla tutarlı olması ve teorik olarak cazip görülüp, etkinlik çalışmalarında kullanılması ve güvenilir sonuçlar vermesi, alternatif ölçüm yöntemlerine göre daha ileri teknikler içermesi ve bu olumlu özellikleri içerisinde barındırması, onun mutlak manada olumlu sonuçlar vereceğini garanti etmemektedir. Uygulamada başarılı sonuçlar elde edebilmek için işlem adımlarına titizlikle uyulması gerekir (Kutlar ve Bakırcı, 2018:182) VZA uygulamalarında takip edilmesi gereken işlem adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Karahana ve Özgür, 2011:114):

- Karar verme birimlerinin belirlenmesi
- Yeterli sayıda güvenilir girdi ve çıktının seçilmesi
- Uygun VZA modelinin seçilmesi
- Etkinlik skorları ve sınırı
- Referans kümesinin belirlenmesi
- Etkin olmayan karar verme birimleri için potansiyel iyileştirme

- Sonuçların değerlendirilmesi

### 3. 7. 1. Karar Verme Birimlerinin Belirlenmesi

VZA göreceli bir etkinlik ölçüm yöntemi olduğundan, analizi gerçekleştirmek için öncelikle uygun KVB'lerin belirlenmesi gerekmektedir. Hangi karar biriminin uygun olduğu sorusu yapılacak çalışmanın amacına, ya da ana temayı hangi konunun oluşturduğuna bağlıdır. Seçilecek karar verme birimleri, girdileri çıktılarına dönüştüren herhangi bir üretim veya ekonomik birim olabilir. Birim olarak işletmenin kendisi olabileceği gibi, alt departmanları da olabilir (Dinçer, 2011:64).

Karar verme birimleri, yaptıkları üretim açısından birbirlerine yeterince benzer olmalı, benzer girdileri kullanarak benzer çıktıları üretmeleri gerekir. Başka bir deyişle, karar verme birimlerinin homojen olması gerekmektedir (Kutlar ve Bakırcı, 2018:182). Bu durum analizlerin güvenilirliği açısından büyük önem taşımaktadır (Kecek, 2010:78).

Etkinlik ölçümünün anlamlı olabilmesi için KVB'lerin seçimine ilişkin dikkat edilmesi gereken hususları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Baysal ve Toklu, 2001:206):

- Üretim veya ekonomik birimler aynı işlevleri benzer amaçlarla yapmaları gerekir.
- Tüm karar verme birimleri aynı pazar koşullarında çalışmaları gerekir.
- Kümedeki tüm birimlerin etkinliklerini karakterize eden etkenlerin yoğunluk ve büyüklük farkları haricinde aynı olmaları gerekir.

VZA'da etkinlik ölçümlerinin anlamlı ve doğru sonuçlar verebilmesi için seçilen KVB'lerin sayısı önem taşımaktadır (Karahan ve Özgür, 2011:115). Buna göre seçilen KVB'lerin sayısı yeterli sayıda olmalıdır. KVB'lerin sayısı ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Vassiloğlu ve Giokas (1990), seçilen KVB'lerin etkinliklerinin doğru bir şekilde ölçülebilmesi için gerekli birim sayısının girdi ve çıktı toplamının en az üç katı olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu durumda ele alınan KVB sayısı  $N$ , girdi sayısı  $M$  ve çıktı sayısı  $S$  olmak üzere VZA'nın uygulanabilmesi için gerekli olan KVB sayısı  $N \geq 3(M + S)$  olmalıdır (Vassiloglu ve Giokas 1990:592). Bunun yanı

sıra Norman ve Stoker (1991), KVB sayısının en az “20” olması gerektiğini savunmuşlardır (Norman ve Stoker, 1991:15). Boussofiene, Dyson ve Thanassoulis (1991), çalışmanın güvenilirliği bakımından gerekli KVB sayısının girdi ve çıktı toplamının en az bir fazlası olması gerektiğini ifade etmişlerdir (Boussofiene vd., 1991:3). Bowlin (1987) ise, her bir girdi veya çıktı için en az iki KVB’nin olması gerektiğini savunmuş ve bunu da Charnes ve arkadaşlarının yaptığı ampirik çalışmanın sonucuna dayandırmıştır (Bowlin, 1987:128-129). Ancak literatürde KVB sayısının yukarıda ifade edilen şartları sağlamayacak kadar az olan VZA çalışmaları da bulunmaktadır (Erpolat, 2011:64).

Seçilen KVB’lerin ölçek büyüklüğü bakımından da homojen bir yapıda olmaları gerekmektedir. Kullandıkları üretim teknolojileri benzer olan ve aynı girdi-çıkıtı bileşimlerini kullanan homojen birimlerin etkinlik analizleri, sonuçların sağlıklı çıkmasını sağlar. Ölçek büyüklükleri dengesiz olduğunda, büyük ölçekli KVB’ler, etkin olmayan birimler olarak belirlenebilir. Özellikle firmalar, bankalar ve okullarda bu duruma çok rastlanmaktadır. Ölçek büyüklüklerinin homojen hale getirilebilmesi için, girdi ve çıktılarının farklı şekillerde ölçülerek bazı düzeltmelerin yapılması gerekebilir (Kutlar ve Bakırcı, 2018:183).

### **3. 7. 2. Yeterli Sayıda Güvenilir Girdi ve Çıktının Seçilmesi**

Veri zarflama analizinde kullanılacak girdi ve çıktılar, çalışmadaki KVB’leri mukayese etmenin temelini oluşturacağından dikkatli bir şekilde seçilmelidir. Her ne kadar işlevsel bir ilişki olmasa da aynı KVB için farklı girdi ve çıktılarının kullanılması, farklı etkinlik skorlarının elde edilmesine neden olacağından, daha çok üretim sürecine bağlı olan girdi ve çıktılarının seçilmesi gerekir (Aydemir, 2002:89). Modelde önemli bir girdi veya çıktı değişkeninin dikkate alınmaması yani göz ardı edilmesi, bu değişkeni kullanan birimlerin etkinliğinin düşük çıkmasına neden olabilir (Dinçer, 2011:65).

Bununla birlikte, modele çok fazla girdi ve çıktı eklenmesi, VZA’nın etkin ve etkin olmayan KVB’leri birbirinden ayırma yeteneğini azaltmaktadır. Çünkü; çalışmada kullanılan girdi ve çıktı sayısı arttırıldıkça KVB’lerin çoğu etkin hale gelecek ve bundan dolayı analize dahil edilen KVB’lerin gerçek etkinliği

yansıtılmamış olur. Girdi ve çıktı sayılarını artırmak gerekiyorsa, KVB'leri de artırmak gerekir. Modelde kullanılan girdi ve çıktıların sayısını azaltmak gerektiğinde, aralarında güçlü korelasyon ilişkisi olan veriler çalışmadan çıkarılabilir. En iyi girdi ve çıktı bileşimi, çeşitli senaryolar denenerek belirlenebilir (Kutlar ve Bakırcı, 2018:183).

VZA'da kullanılan girdi ve çıktılar tespit edildikten sonra, bütün KVB'ler için girdi ve çıktı verileri doğru, eksiksiz ve güvenilir bir şekilde elde edilmesi gerekir. Verileri doğru, eksik ve güvenilir olmayan birimler çalışmaya dahil edilmez. Verileri yanlış elde edilen birimlerin analize dahil edilmesi durumunda hem söz konusu KVB'lerin hem de diğer tüm KVB'lerin etkinlik skorlarının hatalı olarak belirlenmesine neden olabilir (Aydagün, 2003:3). Bundan dolayı analizlerde kullanılacak verilerin mümkün olduğunca doğru, eksiksiz ve güvenilir olmalarına dikkat edilmelidir.

VZA modelinin özelliklerinden birisi de araştırmalarda kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerin farklı birimlerle ifade edilebilmesidir. Girdi ve çıktılar muhasebe kayıtlarından elde edilen parasal birim olduğu gibi bu parasal birimlerin oransal değerleri de olabilmektedir. Bu ve benzeri ölçümlere "oransal değişkenler" denmektedir. Ayrıca; litre, adet, kg, metre, saat, kişi, TL gibi nicel ölçüm birimleriyle de ölçülebilmektedir (Karahana ve Özgür, 2011:116).

VZA ile ilgili çalışmalarda oransal olarak ölçülen değişkenler ile, nicel olarak ölçülen değişkenlerin birlikte kullanılması sonuçları etkileyebilmektedir. Bu durum girdi ve çıktı değişkenleri bakımından bir tutarsızlık oluşturmaktadır. Farklı birimlerin kullanılması, VZA'nın avantajlı bir teknik olmasını sağlamakla beraber, analiz sonuçlarını büyük oranda etkileyen bir sonuç doğurabilmesi ihtimali, onu dezavantajlı konuma getirebilmektedir (Kutlar ve Bakırcı, 2018:184).

VZA çalışmalarında önemli bir konu da araştırmacının ele aldığı veri setini ve bu seti etkileyecek muhtemel nedenleri, ele alınan zaman dilimindeki özel durumları iyi değerlendirebilmesi, lüzumu halinde verileri ayıklaması gerektiğidir (Kutlar ve Bakırcı, 2018:184). Bunun için araştırmacı tarafından seçilen girdi ve çıktı değişkenleri negatif ise modelin çözüm algoritması doğru sonuç vermemektedir. Bu

durumda ya negatif değişkenler model dışında bırakılır ya da istatikselsel bir çözümlle, bütün girdi ve çıktı değişkenler pozitif işaretsel standart normal hale getirilir. Böylece KVB veya girdi-çıktı sayısı azaltılmadan normal hale getirilen değişkenlerle model çözümlüş olur (Karahan ve Özgür, 2011:116).

### **3. 7. 3. Uygun VZA Modelinin Seçilmesi**

Etkinlik analizinde, VZA modelini kurarken iki önemli hususu dikkate almak gerekir. Birincisi, girdi ve çıktılarına ait verilerin seçimi, ikincisi ise uygun VZA modelinin belirlenmesidir (Kale, 2009:119). Kullanım alanlarına ve varsayımlara göre pek çok VZA modeli oluşturulabilir. Hangi modelin seçileceği ya da çalışmada hangi modelin kullanılacağı girdi ve çıktıların kontrol edilebilirliğine bağlıdır. Eğer çıktılar üzerinde kontrol az ya da yoksa girdi odaklı bir model, eğer girdiler üzerinde kontrol az ya da yoksa çıktı odaklı bir model tercih edilir. Eğer araştırmacı, KVB'lerin etkin olma durumu ile ilgileniyor ve etkinlik türünü önemsemiyorsa tüm modeller kullanılabilir (Dinçer, 2011:66).

### **3. 7. 4. Etkinlik Skorları ve Sınırı**

VZA'da her bir KVB için 0 ile 1 (%0 ile %100) arasında değişen bir etkinlik skoru hesaplanır. Bir birimin etkinlik skoru, analize dahil edilen faktörlere ve KVB'lere göre değişir. Etkinlik skoru 1 (%100) olan KVB'ler "etkin" olarak kabul edilirler ve etkinlik sınırını oluştururlar. Etkinlik skoru 1'den küçük olan KVB'ler ise nispi olarak etkin değildir ve bunların nispi etkinlik skorları aynı zamanda etkinlik sınırına olan uzaklıklarını verir (Erpolat,2011:67). Etkin olmayan KVB'lerin 1'den sapma oranı, nispi etkinsizlik ölçüsünü vermektedir (Demirci, 2012:74).

### **3. 7. 5. Referans Kümesinin Belirlenmesi**

VZA ile yapılan analizlerde etkin KVB'ler karşılaştırmanın temelini oluşturmaktadır. Yöntemde etkin olmayan KVB'ler, etkin olan KVB'lerin uyguladığı yöntemleri uygulayarak aynı etkinlik düzeyine ulaşabilecekleri varsayılmaktadır. Bu durum, uygulamada her zaman kendini göstermeyebilir. Fakat aynı girdi ve çıktı bileşimleriyle daha iyi bir üretim performansına sahip olunabileceğinin kanıtını etkin KVB'ler göstermektedir (Aydemir, 2002:90). Bu da nispi etkin olmayan herhangi bir



KVB için iyileştirmenin mümkün olabileceğini gösterir (Karahan ve Özgür, 2011:119).

VZA, gözlem kümesinde etkin olmayan KVB'lerden her biri için etkinlik sınırı üzerinde bulunan bir grup etkin birimi referans kümesi olarak belirlemekte ve karşılaştırmayı gözlem kümesine göre daha küçük bir küme ile yapılmasını sağlamaktadır. İlgili çalışmalarda, referans kümesinde bulunan KVB'lerin referans olarak zorluluğunun, bu KVB'lerin toplam gözlem kümesi içindeki etkin olmayan KVB'lere ne oranda (ne kadar yoğunlukta) referans gösterildiğine bağlı olduğu belirtilmektedir. Bu amaçla, en iyi gözlemi oluşturan KVB'lerin kaç tanesinin etkin olmayan KVB'nin referans kümesinde yer aldığı bir dökümü yapılarak yoğunluk araştırılabilir. Ancak, burada özen gösterilmesi gereken durum, bu yoğunluğun, gözlem kümesinde bulunan KVB'lerin performans dağılımları ile yakın alakalı olduğudur. KVB'ler bir yerde yoğunlaşıyorsa, etkin olmayan KVB'lerin referans kümelerinin aynı KVB'lerden oluşması doğaldır. Genel olarak gözlem kümesinin grafiksel olarak homojen bir dağılıma sahip olmadığı sürece, söz konusu bilginin çok fazla bir ağırlığının olduğu söylenemez (Dinçer, 2011:68).

Literatürde, etkisiz olan bir KVB'nin referans setinde bulunan birimlerle, yalnızca girdi ve çıktı kombinasyonları itibariyle değil, aynı zamanda yönetsel uygulamalar bakımından da derinlemesine incelenerek karşılaştırılması gerektiği vurgulanmaktadır (Behdioğlu ve Özcan, 2009:304; Kutlar ve Bakırcı, 2018:185).

### **3. 7. 6. Etkin Olmayan Birimler İçin Potansiyel İyileştirme**

VZA uygulamalarının en önemli faydalarından birisi, etkin olmayan KVB'ler için performanslarını iyileştirebilecek ulaşılabilir hedefleri belirleyebilmesidir. Söz konusu hedefler, genellikle etkin olmayan KVB'nin referans setinde bulunan etkin KVB'lerin ağırlıklı ortalaması şeklinde ifade edilmektedir (Behdioğlu ve Özcan, 2009:304). Hesaplamalarda etkin KVB'lerin elde edilebilir bir üretim teknolojisi kullandıkları varsayıldığı için, etkin KVB'lerin üretim teknolojisi etkin olmayan KVB'ler için de ulaşılabilir hedefler olmaktadır (Aydemir, 2002:90).

KVB'lerin göreceli olarak etkin ve etkinsiz şeklinde belirlenmesi, kaynak transferinin hangi yönde olacağı hakkında bilgiler vermektedir. Bunun yanı sıra, her bir karar verme birimi için kaynağın korunması ve/veya çıktığı artırma potansiyelinin bilinmesi, yapılması gereken kaynak transferinin seviyesi hakkında da bilgi vermektedir (Demirci, 2012:75).

VZA'da, KVB'ler için aynı girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak karşılaştırmalı ölçüm yapılabilmektedir. Buna göre, her bir KVB için doğrusal programlama modeli çözülerek amaç fonksiyon sonucu "1" ise "etkin" değil ise "etkin değil" olarak tespit edilmektedir. Amaç fonksiyon sonucu "1" olmayan KVB'ler, etkin olan KVB'lere benzetilmeye çalışılır ve böylece etkin olmayan birimler etkin hale getirilir. Veri zarflama analizi literatüründe bu işleme potansiyel iyileştirme denilmektedir (Karahana ve Özgür, 2011:119-120).

VZA ile ilgili analizler sonucunda etkin olarak belirlenen KVB'lere ait slack (aylak) değişkenlerin değeri "sıfır" olmalıdır. Çünkü slack değişkenler, girdi ve çıktılara ait kullanılmayan kapasiteyi gösterir. Etkin birimin girdi ve çıktılar yönünden kullanılmayan kapasitesi olmadığı için, slack değişken değeri sıfır olmaktadır (Kutlar ve Bakırcı, 2018:186).

### **3. 7. 7. Sonuçların Değerlendirilmesi**

Bu aşamada etkin ve etkinsiz birimlere ait ortak bulgular araştırılır. Bu amaçla analizler sonucunda elde edilen bulgulardan faydalanılarak etkin olmayan KVB'lerin etkin olabilmeleri için gerekli önlemler belirlenir ve çeşitli önerilerde bulunulur (Erpolat, 2011:66).

Her bir KVB için ayrıntılı analiz yapıldıktan sonra, tüm girdi ve çıktılarında dikkate alındığı genel bir değerlendirme yapılır. KVB'lere ait farklı tercihler sebebiyle belirlenen hedeflere (kaynak kullanımındaki etkinsizliğin azaltılması gibi) ulaşılması mümkün olmasa da elde edilen bilginin daha sonraki analizlerde kullanılabilir olması ve iyileştirmelere açık olması elde edilen önemli kazanımlar olarak ifade edilebilir (Aydemir, 2002:91; Behdioğlu ve Özcan, 2009:304-305; Kutlar ve Bakırcı, 2018:186).

### **3. 8. Veri Zarflama Analizi'nin Güçlü ve Zayıf Yönleri**

VZA uygulamalarının önemli avantajları olduğu gibi, bazı dezavantajları da olabilmektedir. Örneğin, VZA, KVB'ler için en uygun girdi ve çıktı ağırlıklarını herhangi bir kısıtlama yapmadan belirleyebilme imkânı sunması bir avantaj iken, ağırlıkların serbest olarak belirlenmesi bazen gerçeği yansıtmadığından dezavantaj olabilmektedir.

Geleneksel sınır etkinliği ile ilgili çalışmalarda, VZA'nın çok önemli avantajlara sahip olduğu ifade edilmektedir. Yapısının parametrik olmayışı, deterministik özelliğe sahip olması ve etkinlik ölçümünde girdi ve çıktılar arasında herhangi bir fonksiyonel ilişki gerektirmemesi gibi özellikler söz konusu avantajların başında gelmektedir. Ayrıca gözlem kümesinde bulunan KVB'ler için en iyi üretim sınırının elde edilebilmesine de imkân vermektedir. Diğer taraftan yöntemin en önemli dezavantajlarından biri, parametrik olmama özelliğinden meydana gelen ölçüm hatalarına karşı olan duyarlılığıdır (Demirci, 2012:77).

Etkinlik analizlerinde son yıllarda sık kullanılan VZA'nın bazı güçlü ve zayıf yönleri aşağıda verilmiştir.

#### **3. 8. 1. Veri Zarflama Analizi'nin Güçlü Yönleri**

VZA'nın güçlü yönlerini aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- VZA, birden çok girdi ve çıktının kullanımına izin vererek KVB'lerin görece etkinliğini hesaplayabilmektedir (Jenkins ve Anderson, 2003:51).
- VZA, karar verme birimlerinin etkinliğini çeşitli girdiler ve çıktılar açısından karşılaştırabilmektedir (Jenkins ve Anderson, 2003:51). Yani, KVB'lere ilişkin etkinlik ölçümünü, ortalama etkinliğe sahip KVB'ler yerine en etkin KVB'ler ile karşılaştırarak sonuçların daha güvenilir olmasını sağlamaktadır (Arnade, 1994:8).
- VZA, fonksiyonel form hakkında herhangi bir varsayım gerektirmeden, karar verme biriminin etkinliğini, tüm karar verme birimlerinin etkin sınırda ya da altında yer almasının basit bir kısıtlamasıyla diğer tüm karar verme birimlerine göre ölçebilmektedir (Arnade, 1994:8). Yani, VZA,

girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki ilişkileri herhangi bir işlevsel şekle bağlamadan etkinlik analizini yapabilmektedir (Diamond ve Medewitz, 1990:339).

- VZA’da kullanılan girdi ve çıktılar farklı birimlere sahip olabilir (İnan, 2000:85).
- VZA, karar vericilerin girdi ve çıktı değişkenlerini kendilerinin belirlemesine imkân tanıyarak üretim sürecini daha iyi tanımlarını sağlayabilir (Erpolat, 2011:61).
- VZA, girdi ve çıktı ağırlıklarını herhangi bir varsayıma ihtiyaç duymadan belirleyebilme özelliğine sahiptir (Kocakoç, 2003:4).
- VZA, etkin olmayan KVB’lerin etkin hale getirilebilmesi için alternatif iyileştirme yolları sunarak karar vericilerin bunların arasından en uygun olanını seçmesini sağlar (Erpolat, 2011:61).
- VZA, KVB’lere ait verileri ve analiz sonuçlarını kapsayan detaylı bir veri tabanı oluşturulmasına olanak sağlayarak daha sonra yapılacak çalışmalara ışık tutabilir (Kecek, 2010:80).
- VZA’da, girdi ve çıktı değişkenleri rastgele bir sistemle üretilmediğinden deterministik olduğu varsayılmaktadır. Bundan dolayı parametsiz bir yöntem olarak deterministik vaziyetler için daha avantajlı olmaktadır (Kutlar ve Bakırcı, 2018:188).
- VZA, ölçüm hatası ve istatistiksel gürültünün olmadığını varsayarak etkinlik analizi yapabilmektedir (Kiani, 2008:340).
- VZA, benzer üretim yapan homojen birimlerin karşılaştırılmasında kullanılabilir (Dinçer, 2011:86).

### **3. 8. 2. Veri Zarflama Analizi’nin Zayıf Yönleri**

VZA’nın güçlü yönlerinin yanında bazı zayıf yönleri de bulunmaktadır. VZA’nın zayıf yönlerinden en belirgin olanları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- VZA, KVB’lerin göreceli etkinliklerini ölçmek bakımından yeterli olmasına mukabil, mutlak etkinlikleri hakkında herhangi bir bilgi vermemektedir.

- VZA, parametsiz bir yöntem olduğundan seçilen modelin uygunluğunu ve elde edilen sonuçların doğruluğunu gösterecek istatistiksel hipotez testlerinin kurulması ve/veya uygulanması oldukça zordur (Smith, 1997:233; Erpolat, 2011:62).
- VZA'da etkinlik ölçüsü, analize dahil edilen KVB'lerin setine bağlı olup sadece bu sette bulunan KVB'lerin göreceli etkinlikleri ölçülebilmektedir (Diamond ve Medewitz, 1990:339).
- VZA, uç noktalardan etkilenen bir yöntem olduğundan dolayı ölçüm hatalarına karşı oldukça hassastır (Karahan ve Özgür, 2011:121).
- VZA, her bir KVB için ayrı bir lineer programlama modelinin çözümünü gerektirdiğinden, boyutu büyük olan problemlerin çözümünün hesaplanması uzun zaman alabilmektedir (Dinçer, 2011:87).
- VZA uygulamasında aşırı derecede küçük veya büyük girdi ve/veya çıktı değerlerine sahip KVB'lerin olması, etkinlik sınırının oluşmasını zorlaştırmaktadır (Kecek, 2010:81).
- VZA çalışmasında kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin üretim sürecini doğru bir şekilde yansıtabilmesi ve analiz sonuçlarının sıhhatli olabilmesi için büyük önem arz etmektedir. Bundan dolayı kritik bir girdi veya çıktının analize dahil edilmemesi yöntem sonuçlarının yanıltıcı ve yanlış olmasını sağlayabilmektedir (Kutlar ve Bakırcı, 2018:189).
- VZA'da niteliksel girdi ve çıktı ölçüleri sonuçları zayıflatabilmektedir.
- Etkinliğin uzun dönemde belirlenebileceği bazı yatırım alanlarında VZA ile etkinlik ölçmek olumsuz sonuçlar verebilir. Örneğin bir girdinin etkinlik sonucu sonraki dönemlerde alınabilecekse, sadece o dönem için bir analiz yapmak, gerçekçi sonuçlar vermeyecektir. Çünkü; VZA modelleri statik yapıda ve tek dönemde değerlendirilen modellerdir. Gerçek yaşam da KVB'lerin bazı girdilerini çıktılara dönüştürebilmesi bir dönemden daha fazla bir süre alabileceğinden dolayı üretim süreci uzun olup dinamik bir özellik göstermektedir (Kutlar ve Bakırcı, 2018:188-189).

- VZA’da, gözlenen performansın en iyi performansa göre farkı, yalnızca etkinsizliğe bağlanmakta ve uç gözlemler için ölçüm hataları göz önüne alınmamaktadır. Dışsallıkların göz önüne alınmaması yanıltıcı sonuçlar doğurabilir (Aydemir, 2002:92).
- Referans kümesine dahil olan birimlerin diğerlerine göre üstünlüğünün nispi olması, bu birimlerin bağımsız olarak değerlendirilmesinde de gerçekten etkin oldukları gibi bir yorum yapılmasını zorlaştırmaktadır (Kutlar ve Bakırcı, 2018:189). Bundan dolayı VZA etkinlik sonuçları, nisbilik kapsamında değerlendirilmelidir (Karahan ve Özgür, 2011:122).

### **3. 9. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi**

VZA, belirli bir dönem içerisinde KVB’lere ait kesit verileri kullanarak etkinlik analizi yapan statik bir yöntemdir. Bu yöntemle etkinliği tespit edilen herhangi bir KVB, daha sonraki dönemlerde etkinliğini yitirebilmekte ve referans olma özelliğini kaybedebilmektedir. Ancak, etkinliklerin değerlendirilmesi sürecinde, zaman içinde etkinliğin nasıl bir gelişim gösterdiğinin ortaya konulması oldukça önem taşımaktadır. Bundan dolayı, zaman boyutunu da içeren “Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi” geliştirilmiştir (Dinçer, 2011:87-88).

İlk olarak Malmquist (1953) tarafından sunulan ve daha sonra Caves, Christensen ve Diewert (1982) tarafından geliştirilen Malmquist toplam faktör verimlilik (MTFV) endeksi, her bir veri noktasının ortak bir teknolojik sınıra olan nispi uzaklık oranını hesaplayarak iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimlilik değişimini ölçmektedir (Tutkavul, 2019:53).

İki işletme arasında ya da bir işletmenin iki zaman dönemi arasındaki verimlilik farklarını tanımlayan, girdi ve çıktı yönelimli olarak hesaplanabilen MTFV, verimlilik değişimlerinin sebebini; teknik etkinlikteki ve teknolojideki değişmeye dayandırmaktadır. Teknik etkinlikteki değişme (TED), “üretim sınırını yakalama etkisi” (catch-up effect), teknolojik değişme (TD); “üretim sınırının yer değiştirmesi” (frontier-shift ya da boundary-shift) olarak ifade edilmektedir. Bu etkiler, toplam faktör verimliliğindeki değişimin esas unsurlarını oluşturmaktadır. Teknik

etkinlikteki değişim ve teknolojik değişmenin çarpımı, toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi yani; MTFV endeksini vermektedir (Lorcu, 2010:279).

MTFV’de uzaklık fonksiyonları girdi ve çıktı odaklı olarak ele alınabilirken, girdi odaklı uzaklık fonksiyonlarında çıktı vektörü, çıktı odaklı uzaklık fonksiyonlarında ise girdi vektörü veridir (Daştan, 2012: 54).

Çıktıya göre uzaklık fonksiyonu, girdi (x) vektörü ile üretilebilecek mümkün çıktı (y) vektörleri kümesi  $P(x)$  ile gösterilirse;

$$d_o(x, y) = \min \{D : (y / D) \in P(x)\}$$

olarak tanımlanır.

Uzaklık fonksiyonu  $d_o(x, y)$  nın alacağı değerler, (y) vektörü  $P(x)$  sınırı üzerinde ise 1’e eşit, (y) vektörü  $P(x)$  içindeki teknik olmayan bir noktayı tanımlıyor ise 1’den büyük ve (y) vektörü  $P(x)$  dışındaki mümkün olmayan bir noktayı tanımlıyorsa 1’den küçük olacaktır (Cingi ve Tarım, 2000:10).

Uzaklık fonksiyonlarına dayalı olarak hesaplanan Malmquist (çıktı eksenli) toplam faktör verimliliği endeksi aşığıdaki gibidir (Deliktaş, 2002:252).

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \sqrt{\frac{d_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^t(x^t, y^t)} \times \frac{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (3.36)$$

Bu endekste (t) baz yılı ve (t+1) bir sonraki yılı ifade etmektedir.

Denklem (3.36), (t) ve (t+1) dönemi endekslerinin geometrik ortalamasıdır. Bu denklemde  $d_0^t(x^t, y^t)$ , (t+1) dönemi gözleminin (t) dönemi teknolojisinden olan uzaklığını ifade etmektedir.  $M_0$  fonksiyon değerinin 1’den büyük olması (t) döneminden (t+1) dönemine toplam faktör verimliliğinde büyüme olduğunu, 1’den küçük olması ise aynı dönemler dikkate alındığında toplam faktör verimliliğinde azalma olduğunu göstermektedir (Dinçer, 2011:89). Bu denklem şu şekilde de ifade edilebilir:

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left( \underbrace{\frac{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)}}_{TED} \right) x \left( \underbrace{\sqrt{\frac{d_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} x \frac{d_0^t(x^t, y^t)}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)}}}_{TD} \right) \quad (3,37)$$

Denklem (3.37)'deki eşitliğin sağ tarafındaki ilk terim, teknik etkinlik değişiminin ölçüsünü, ikinci terim ise teknolojik değişmeyi göstermektedir.

MTFV endeksinin teknik etkinlikteki değişmeye ve teknolojik değişmeye ayrıştırılması, her iki faktörün toplam faktör verimliliğine (TFV) olan katkısının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Buna göre, (3,37)'de verilen denklem aşağıdaki gibi iki kısma ayrıldığında hem teknik etkinlikteki değişim (TED) hem de teknolojik değişim (TD) ayrı ayrı hesaplanabilmektedir (Deliktaş, 2002:253):

$$TED = \frac{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (3,38)$$

$$TD = \sqrt{\frac{d_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} x \frac{d_0^t(x^t, y^t)}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (3,39)$$

Burada teknik etkinlikteki değişme, üretim sınırını yakalama etkisi olarak ifade edilirken, teknolojik değişme üretim sınırları eğrisinin kayması olarak ifade edilmektedir (Benli, 2012: 372).

Diğer taraftan, teknik etkinlikteki değişme ile teknolojik değişmenin çarpımı, toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi vermektedir:

$$M_0^{t,t+1} = TED \times TD \quad (3,40)$$

$M_0$  endeksinin değeri, 1'den büyük olması, toplam faktör verimliliğinin (t) döneminden (t+1) dönemine arttığını, bu değer 1'den küçük olması, toplam faktör verimliliğinin (t) döneminden (t+1) dönemine azaldığını göstermektedir (Benli, 2012:375; Daştan, 2012:56).

Toplam faktör verimliliğin sayısallaştırılması aşağıdaki faydaları sağlamaktadır (Karahan ve Özgür, 2011:108-109):



- Benzer ekonomik birimler arasında karşılaştırma yapmayı kolaylaştırmakta ve böylece nispi etkinlik ve verimlilik analizleri yapılmaktadır.
- Ekonomik birimler arasında etkinliklerdeki değişimin yönü ve büyüklüğü belirlenmektedir. Böylece, bu değişime neden olan faktörlerin belirlenmesi gerek işletme yöneticileri gerekse planlamacılar açısından büyük önem arz etmektedir.
- Bu analizler, etkinliklerin ve böylece toplam faktör verimliliğinin artmasında, politika oluşumuna yol gösterici olmaktadır.



## IV. BÖLÜM

# BORSA İSTANBUL BIST100 ENDEKSİNE KOTE OLAN İMALAT İŞLETMELERİNİN ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

### 4.1. Araştırmanın Amacı

Günümüzde, teknolojik gelişim ve değişimin hızlı olması, işletmelerin kaynaklarını rasyonel ve verimli kullanmaya zorlamaktadır. Kaynakların verimli ve etkin kullanılması hem kârlılığı hem de ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir. İşletmeler mevcut kaynaklarını etkin kullanıp kullanmadıklarını tespit etmek amacıyla etkinlik ölçümlerinden faydalanmaktadır. Bu durumda birden çok alternatifi yine birden çok kriterle değerlendirme yapabilme becerisine sahip olan veri zarflama analizi (VZA), karar vericilere yardımcı bir araç olmaktadır. Doğrusal programlama tabanlı ve parametrik olmayan bir analiz yöntemi olan veri zarflama analizi, birden çok girdi ve çıktıya sahip işletmelerin göreceli etkinliklerini ölçen bir tekniktir. Bu yöntemde temel varsayım, benzer hedeflere sahip işletmelerin aynı tür girdileri kullanarak aynı tür çıktılar üretmesidir (Öztürk, 2009:139).

Parametrik olmayan bir yöntem olan VZA, fonksiyonel bir bağıntıya ihtiyaç duymaması, birden çok girdi ve çıktıyı eş zamanda değerlendirebilmesi, işletmeleri etkin ve etkisiz şekilde ayırarak etkin olan işletmeler içinden referans işletmeler oluşturması, etkin olmayan işletmeler için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeleri belirleyebilmesi, farklı ölçü birimleriyle ölçülmüş girdi ve çıktıları kullanabilmesi gibi özelliklerinden ötürü ön plana çıkmakta ve bir çok alanda uygulanmaktadır. Günümüzde VZA, finans, sağlık, eğitim, tarım, spor, bilgi sistem ve teknolojileri, mağaza ve tedarik zinciri, hisse senedi piyasası, ulaşım, enerji piyasası, turizm, pazarlama ve reklam gibi alanlarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu bağlamda literatürde hisse senedi piyasasında işlem gören işletmelerin etkinliklerinin ölçülmesine yönelik birçok çalışma yapılmasına karşın, BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2010-2017 dönemine ait herhangi bir çalışma

bulunmamaktadır. Bundan dolayı araştırmanın konusu VZA ile BIST100’de işlem gören imalat işletmelerin etkinliklerinin ölçümü olarak seçilmiştir.

Bu araştırmanın amacı, VZA yöntemi ile BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2010-2017 dönemine ait finansal oranları kullanarak etkinliklerini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda;

- İşletmelerin yıllar itibariyle toplam, teknik, ölçek etkinlik skorlarının hesaplanması ve ölçeğe göre getiri türünün belirlenmesi,
- Elde edilen etkinlik skorları sonucunda etkin olmayan işletmelerin etkin konuma gelebilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken potansiyel iyileştirme oranlarının hesaplanması,
- Etkin olan işletmelerin, etkin olmayan işletmelere ne sıklıkla referans olduklarının saptanması,
- Süper etkinlik modelleri ile işletmelerin en etkinden etkin olmayana doğru sıralanması
- Etkinliğin zaman içindeki değişiminin Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi ile tespit edilmesi hedeflenmektedir.

Analiz neticesinde elde edilen etkinlik skorları karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılacaktır.

#### **4.2. Araştırmanın Kapsamı**

Bu araştırma, BIST100’de (2019 Ocak ayı itibariyle) işlem gören 37 imalat işletmesinin 2010-2017 dönemi ile sınırlı tutulmuştur. Bu bağlamda KVB’lerin homojenliğinin sağlanması açısından BIST100’deki imalat işletmeleri ele alınmıştır. Söz konusu işletmelerin alfabetik sıraya göre isimleri ve borsa kodları Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2:** BIST100'deki İmalat Şirketlerinin Ünvan ve Borsa Kodları

Şirketler	Şirketin Borsa Kodu
Anadolu Efes Biracılık ve Malt Sanayii A.Ş.	AEFES
Afyon Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.	AFYON
Aksa Akrilik Kimya Sanayii A.Ş.	AKSA
Anadolu Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş.	ANACM
Arçelik A.Ş.	ARCLK
Borusan Mannesman Boru Sanayi ve Ticaret A.Ş.	BRSAN
Coca-Cola İçecek A.Ş.	CCOLA
Çemaş Döküm Sanayi A.Ş.	CEMAS
Çemtaş Çelik Makina Sanayi ve Ticaret A.Ş.	CEMTS
Deva Holding A.Ş.	DEVA
Doğtaş Kelebek Mobilya Sanayi ve Ticaret A.Ş.	DGKLB
Ege Endüstri ve Ticaret A.Ş.	EGEEN
Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş.	EREGL
Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	FROTO
Gentaş Genel Metal Sanayi ve Ticaret A.Ş.	GENTS
Gersan Elektrik Ticaret ve Sanayi A.Ş.	GEREL
Goodyear Lastikleri T.A.Ş.	GOODY
Gölsa Goller Bölgesi Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.	GOLTS
Gübre Fabrikaları T.A.Ş.	GUBRF
Hektaş Ticaret T.A.Ş.	HEKTS
Kardemir Karabük Demir Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.	KRDMD
Karsan Otomotiv Sanayii ve Ticaret A.Ş.	KARSN
Kartosan Karton Sanayi ve Ticaret A.Ş.	KARTN
Kordsa Teknik Tekstil A.Ş.	KORDS
Otokar Otomotiv ve Savunma Sanayi A.Ş.	OTKAR
Petkim Petrokimya Holding A.Ş.	PETKİM
Sasa Polyester Sanayi A.Ş.	SASA
Soda Sanayii A.Ş.	SODA
Tat Gıda Sanayi A.Ş.	TATGD
Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.	TOASO
Trakya Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	TRKCM
Tümosan Motor ve Traktör Sanayi A.Ş.	TMSN
Türkiye Petrol Rafineleri A.Ş.	TUPRS
Türk Traktör ve Ziraat Makineleri	TTRAK
Ülker Bisküvi Sanayi A.Ş.	ULKER
Vestel Elektronik Sanayi ve Ticaret A.Ş.	VESTL
Yataş Yatak ve Yorgan Sanayi ve Ticaret A.Ş.	YATAS

### 4. 3. Araştırmada Kullanılan Veri Setinin Oluşturulması

Araştırmada kullanılan veriler Borsa İstanbul BIST100’de işlem gören 37 imalat işletmesine aittir. Bu işletmelerin 2010-2017 dönemine ait verileri Borsa İstanbul, Kamuyu Aydınlatma Platformu ve Finnet’in resmi internet sitelerinden alınmıştır. Bu işletmelerin ilgili dönemdeki bilanço ve gelir tablolarından, incelenen literatür ve uzman görüşleri neticesinde belirlenen finansal oranlar 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 yılları için ayrı ayrı hesaplanmış ve veri zarflama analizi için uygun duruma getirilmiştir. Bu finansal oranlar kullanılarak BIST100’de bulunan imalat şirketlerin etkinliklerinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Söz konusu şirketlere ait 2010-2017 yıllarını kapsayacak şekilde pek çok finansal oran verisi elde edilebilmektedir. Ancak fazla sayıda finansal oran verisi kullanılması halinde analizin etkinliğini zayıflatacağı göz önüne alınarak, girdi ve çıktı sayısı kısıtlanmıştır. Bundan dolayı finansal oranlardan 7 girdi ve 4 çıktı belirlenmiştir. Elde edilen verilerle etkinlik analizi yapılmış ve bu şirketlere ait 8 yıllık etkinlik skorları belirlenmiştir. Etkinliğin zaman içindeki değişimini incelemek amacıyla Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi kullanılmış ve periyodun tümünü kapsayan endeks değerleri hesaplanmıştır.

Araştırmada verilerin seçiminde şirket etkinliğini doğru bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla veriler derlenmiş ve analize dahil edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde ise her bir şirket için ve her bir yıl için tüm verilerin toplanması esas alınmış ve temsil kabiliyeti en fazla olan verilerin seçimine özen gösterilmiştir. *“Analizde kullanılacak her bir verinin, tüm KVB’ler için elde edilmesi gerektiği ve bunun için analize tabi tutulan şirketlere ait veriler eksiksiz elde edilmiştir. Ayrıca negatif değere sahip veriler için, en küçük değere sahip verinin çok küçük kabul edilebilecek pozitif bir değere dönüştürülmesi için basit toplama işlemi yapılmış ve o yıla ait tüm veriler aynı değerle toplanmak suretiyle negatif değerler pozitif hale getirilmiştir”* (Demirci, 2012:92). Bu işlem sadece çıktı değişkenleri için yapılmıştır. Girdi değişkenleri için herhangi bir işlem yapılmamıştır.

### 4. 4. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

VZA’da karar verme birimlerinin seçimi ilk aşama olup analizin doğru ve güvenilirliği için büyük önem taşımaktadır. Analiz sonuçlarının doğru ve güvenilir

olması için karar verme birimlerinin homojen olması gerekmektedir. Homojenlik benzer işleri yapan ve benzer hedefleri olan birimlerin seçilmesiyle sağlanabilir (Özek, 2015:105). Bu bağlamda KVB'lerin homojenliğinin sağlanması açısından BIST100'deki imalat işletmeleri ele alınmıştır. Söz konusu işletmelerin alfabetik sıraya göre isimleri ve borsa kodları Tablo 2'de verilmiştir.

KVB'nin seçiminde önemli olan diğer bir konuda, karar birim sayısı ile girdi-çıkıtı sayısı arasındaki ilişkidir. Literatürde bu ilişki hakkında farklı görüşler yer almaktadır.

- KVB sayısı, girdi ve çıkıtı sayılarının toplamından en az bir fazla olmalıdır (Boussofiâne vd., 1991:3).
- KVB sayısı, girdi ve çıkıtı toplamının en az iki katı olmalıdır (Akyüz vd., 2015:31).
- Vassiloğlu ve Giokas (1990), KVB sayısının girdi ve çıkıtı toplamının en az üç katı olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Burada KVB sayısı N, girdi sayısı m ve çıkıtı sayısı s ile gösterilirse,  $N \geq 3(m+s)$  şeklinde formüle edilebilir (Vassiloglu ve Giokas, 1990: 592).

Analiz için belirlenen KVB'lerin sayısı, yukarıda belirtilen görüşleri sağlamaktadır. Buna göre,

$$N=37, m=7 \text{ ve } s=4 \text{ olmak üzere,}$$

$37 > (7+4) + 1 = 12$ ,  $37 > 2(7+4) = 22$  ve  $37 > 3(7+4) = 33$  olup her üç görüş için de geçerli olmaktadır.

#### **4. 5. Girdi ve Çıkıtı Değişkenlerin Seçilmesi**

VZA'da aynı KVB için farklı girdi-çıkıtı kümeleri farklı etkinlik skorları alacağından üretim sürecini en iyi şekilde temsil eden girdi ve çıkıtların belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, seçilen girdi ve çıkıtlar, etkinliği hesaplamada en iyi temsil kabiliyetine sahip olmaları gerekir (Ata ve Yakut, 2009:84). Girdi ve çıkıtı değişkenlerin seçiminde, çoğu zaman konu ile ilgili uzman kişilerin görüşleri,

geçmişteki deneyimler, literatür taraması ve ekonomik kuramlar yol gösterici olmaktadır (Bal, 2010:56).

İmalat alanında faaliyet gösteren işletmelerin etkinliklerinin ölçümüne ilişkin VZA ile yapılan çalışmalarda kullanılan girdi ve çıktılar Tablo 3’te verilmiştir. Bu alanda yapılan çalışmalara bakıldığında genel olarak cari oran, çalışan sayısı, alacak devir hızı, stok devir hızı, finansal kaldıraç oranı, aktif toplamı, asit-test oranı, nakit oranı, öz kaynaklar, maddi duran varlıklar, özkaynak/toplam aktif, net satışlar/aktifler gibi değişkenlerin girdi olarak kullanıldığı, net kâr, net satışlar, net kâr marjı, brüt kâr marjı, özsermaye kârlılığı, aktif kârlılığı, faaliyet kârlılığı gibi değişkenlerin de çıktı olarak kullanıldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra özsermaye, toplam aktif, alacak devir hızı ve stok devir hızı gibi değişkenlerin bazı çalışmalarda girdi, bazı çalışmalarda ise çıktı olarak kullanıldığı gözükmektedir.

**Tablo 3:** İmalat Alanında VZA ile Yapılan Etkinlik Ölçüm Çalışmalarında Kullanılan Girdi ve Çıktılar

Yazarlar	Girdiler	Çıktılar
Al-Shammari (1999)	- Çalışan Sayısı - Ödenmiş Sermaye - Duran varlıklar	- Hisse Başına Piyasa Değeri - Net Satışlar - Vergi Sonrası Net Kâr
Kayalıdere ve Kargın (2004)	- Aktif Toplamı - Maddi Duran Varlıklar - Personel Sayısı	- Net Kâr - Net Satışlar
Yılmaz ve Çıracı (2004)	- Cari oran - Asit Test Oranı - Nakit Oranı - Net İşletme Sermayesi/Aktif Toplamı	- Satış Kârlılığı - Özsermaye Kârlılığı - Aktif Kârlılığı
Kula ve Özdemir (2007)	- Cari oran - Finansal Kaldıraç Oranı - Özkaynak/Toplam Aktif - KVKYK/Toplam Pasif - Maddi Duran Varlıklar/Özkaynaklar - Net satışlar/Toplam Aktif - Net Satışlar/Özkaynak	- Özkaynak Kârlılığı - Aktif Kârlılığı - Satış Kârlılığı

**Tablo 3 (Devam): İmalat Alanında VZA ile Yapılan Etkinlik Ölçüm Çalışmalarında Kullanılan Girdi ve Çıktılar**

Yıldız (2007)	- Aktif Toplamı - Toplam Sermaye	- Net Kâr - Net Satışlar
Ertuğrul ve Tuş Işık (2008)	- Aktif Toplamı - Özsermaye	- Net Kâr - Net Satışlar
Yalama ve Sayım (2008)	- Cari Oran - Finansal Kaldıraç Oranı - Özkaynaklar/Toplam Aktifler -Özkaynaklar/Toplam Yb. Kay. - KVKYK/Toplam Pasifler -Maddi Dur. Var. / Özkaynaklar - Net Satışlar/Aktifler - Net Satışlar/Özkaynaklar	- Özsermaye Kârlılığı - Aktif Kârlılığı
Ata ve Yakut (2009)	- Cari Oran - Toplam Borç / Özkaynak - Maddi Duran Varlık / Devamlı Sermaye - Borç Devir Hızı	- Net Kâr Marjı - Aktif Kârlılık Oranı - Alacak Devir Hızı - Stok Devir Hızı - Stoklar / Dönen Varlıklar - Faiz Giderleri / Net Satışlar
Chong, Abdullah ve Anderson (2009)	- Uzun vadeli Borçlar - Kısa vadeli Borçlar - Toplam Borçlar	- Toplam Aktifler - Satışlar - Özsermaye
Altın (2010)	- Cari Oran - Likidite Oranı - Nakit Oranı - Finansal Kaldıraç Oranı - Finansman oranı	- Aktif Kârlılık - Piyasa Değeri
Kaya, Öztürk ve Özer (2010)	- Cari Oran - Asit-Test Oranı - Finansal Kaldıraç Oranı - Alacakların Devir Hızı - Stokların Devir Hızı - Maddi Duran varlık Devir Hızı - Aktif Devir Hızı	- Özsermaye Kârlılığı - Aktif Kârlılığı - Satışların Kârlılığı



**Tablo 3 (Devam): İmalat Alanında VZA ile Yapılan Etkinlik Ölçüm Çalışmalarında Kullanılan Girdi ve Çıktılar**

Sueyoshi ve Goto (2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toplam Varlıklar</li> <li>- Çalışan Sayısı</li> <li>- Toplam Faaliyet Giderleri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toplam Satışlar</li> </ul>
Memon ve Tahir (2011)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hammadde</li> <li>- Personel Giderleri</li> <li>- Tesis ve Makineler</li> <li>- Satılan Malların Maliyeti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Net Satışlar</li> <li>- Net Gelir</li> </ul>
Halkos ve Tzemeris (2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toplam Varlıklar</li> <li>- Faaliyet Giderleri</li> <li>- Özsermaye</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Net Kâr Marjı</li> <li>- Özsermaye Kârlılığı</li> <li>- Aktif Kârlılığı</li> </ul>
Başkaya ve Öztürk (2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cari Oran</li> <li>- Asit-Test Oranı</li> <li>- Nakit Oranı</li> <li>- Finansal Kaldıraç Oranı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Varlık Kâr Marjı</li> <li>- Özsermaye Kâr Marjı</li> <li>- Net Kâr Marjı</li> <li>- Brüt Kâr Marjı</li> </ul>
Floros, Voulgaris ve Lemonakis (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaldıraç</li> <li>- Duran Varlıklar</li> <li>- Özsermaye</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toplam Satışlar</li> <li>- Net Kâr</li> </ul>
Orçun, Çimen ve Şahin (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cari oran</li> <li>- Alacak Devir Hızı Oranı</li> <li>- Stok Devir Hızı Oranı</li> <li>- Uzun Vadeli Borç/Özsermaye Oranı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktif Kârlılığı</li> <li>- Özsermaye Kârlılığı</li> </ul>
Yu, Barros, Tsai ve Liao (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yıllık Toplam Duran Varlıklar</li> <li>- İşletme Gideri</li> <li>- Çalışan Sayısı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yıllık Toplam Satış Geliri</li> <li>- İşletme Dışı Gelir</li> </ul>
Dizkırıcı, Konuk ve Topal (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asit-Test Oranı</li> <li>- Kaldıraç Oranı</li> <li>- Alacak Tahsil Süresi</li> <li>- Stok Tüketim Süresi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faaliyet Kârlılığı</li> <li>- Toplam Varlık Kârlılığı</li> </ul>
Özek (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toplam Aktifler</li> <li>- Özsermaye</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Net Satışlar</li> <li>- Net Kâr</li> </ul>

**Tablo 3 (Devam): İmalat Alanında VZA ile Yapılan Etkinlik Ölçüm Çalışmalarında Kullanılan Girdi ve Çıktılar**

Akyüz, Yıldırım ve Balaban (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cari Oran</li> <li>- Toplam Yabancı Kaynak / Toplam Aktif Oranı</li> <li>- Öz Kaynak / Toplam Aktif Oranı</li> <li>- Öz Kaynak/ Toplam Yabancı Kaynak Oranı</li> <li>- Net Satışlar / Öz Kaynak Oranı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Net Kâr/Öz Sermaye</li> <li>- Net Kâr / Toplam Aktif Oranı</li> </ul>
Koçyiğit (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ortalama Cari Oran</li> <li>- Alacak Devir Hızı</li> <li>- Stok Devir Hızı</li> <li>- Çalışma Sermayesi Devir Hızı</li> <li>- Varlık Devir Hızı</li> <li>- Özkaynak Devir Hızı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Net Kâr</li> <li>- Aktif Kârlılığı</li> <li>- Varlık Kârlılığı</li> <li>- Özkaynak Kârlılığı</li> <li>- Net Kâr Marjı</li> </ul>
Osamwonyi ve Imafidon (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktif Toplamı</li> <li>- Özkaynaklar</li> <li>- Satılan Malların Maliyeti</li> <li>- Faaliyet Giderleri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Net Kâr</li> <li>- Aktif Kârlılığı</li> <li>- Özsermaye Kârlılığı</li> <li>- Satışlar/Ciro</li> </ul>
Kaya ve Coşkun (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toplam Borç/Özkaynaklar</li> <li>- Toplam Varlıkların Yüzdelerik Değişimi</li> <li>- Satışların Yüzdelerik Değişimi</li> <li>- Duran Varlıklar/Toplam Varl.</li> <li>- Dönen Varlıklar/KVYK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Net Kâr / Özkaynaklar</li> <li>- Net Kâr / Net Satışlar</li> </ul>
Öztürk (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satışların Maliyeti/Satışlar</li> <li>- Genel Yön. Giderleri/ Satışlar</li> <li>- Pazarlama Satış ve Dağıtım Giderleri/Satışlar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktif Kârlılığı</li> <li>- Özkaynak Kârlılığı</li> </ul>
Karcioğlu, Ağırman ve Yıldırım (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cari Oran</li> <li>- Alacak Devir Hızı</li> <li>- Stok Devir Hızı</li> <li>- Maddi Duran Varlık Oranı</li> <li>- Kaldıraç Oranı</li> <li>- Satışların Maliyeti/Satışlar Oranı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Net Kâr Marjı</li> <li>- Aktif Kârlılık</li> <li>- Özsermaye Kârlılığı</li> <li>- Piyasa Değeri</li> <li>- Hisse Başı Kâr</li> </ul>

**Tablo 3 (Devam): İmalat Alanında VZA ile Yapılan Etkinlik Ölçüm Çalışmalarında Kullanılan Girdi ve Çıktılar**

Çelik ve Ayan (2017)	- Aktif Devir Hızı - Öz Sermaye Devir Hızı - Duran Varlık Devir Hızı - Alacak Devir Hızı - Stok Devir Hızı - Toplam Aktif	- Aktif Kârlılık Oranı - Özsermaye Kârlılık Oranı - Faaliyet Kârlılık Oranı - Net Satışlar
Yaşar ve Yavuz (2017)	- Cari Oran - Alacak Devir Hızı - Stok Devir Hızı - Finansal Kaldıraç Oranı - Duran Varlıklar/Devamlı Sermaye	- Net Kâr marjı - Özsermaye Kâr Marjı - Aktif Kâr Marjı
Kumar, Satya ve Singari (2017)	- Toplam Giderler - Çalışanlara Sağlanan Sosyal Hakların Giderleri	- Brüt Varlık - Toplam Faaliyet Gelirleri

Bu bağlamda, çalışmada kullanılacak girdi ve çıktı değişkenlerine karar vermek için literatür taraması ile uzman kişilerin görüşlerinden istifade edilmiştir. Yani, imalat işletmelerinin etkinliğini en iyi şekilde temsil edecek girdi ve çıktı değişkenlerinin seçiminde hem ulusal ve uluslararası literatür hem de uzman kişilerin görüşleri yol gösterici olmuştur. Bu noktadan hareketle çalışmada kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre değişkenlerin hepsi oran şeklindedir. Oranların hesaplanma biçimi ise, Tablo 4'ün değişkenlerin açıklama kısmında izah edilmiştir.

**Tablo 4:** Girdi-Çıktı Değişkenleri ile Değişkenlerin Kısaltma ve Açıklamaları

Değişkenin Adı	Değişkenin Kısaltması	Değişkenin Açıklaması
<b>Girdi Değişkenleri</b>		
Cari Oran	GR1	Dönen varlıklar, kısa vadeli borçlara bölünmüştür.
Aktif Devir Hızı	GR2	Net satışlar, toplam aktiflere bölünmüştür.
Alacak Devir Hızı	GR3	Net satışlar, ortalama ticari alacaklara bölünmüştür.
Stok Devir Hızı	GR4	Satışların maliyeti, ortalama stoklara bölünmüştür.
Finansal Kaldıraç Oranı	GR5	Toplam borçlar, toplam aktiflere bölünmüştür
Uzun Vadeli Borçlar / Özsermaye	GR6	Uzun vadeli borçlar, öz sermayeye bölünmüştür.
Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye	GR7	Duran varlıklar, öz sermaye ile uzun vadeli borçların toplamına bölünmüştür.
<b>Çıktı Değişkenleri</b>		
Net Kâr Marjı	ÇK1	Net kâr, net satışlara bölünmüştür.
Faaliyet Kâr Marjı	ÇK2	Faaliyet kârı, net satışlara bölünmüştür.
Özsermaye Kârlılığı	ÇK3	Net kâr, öz sermayeye bölünmüştür.
Aktif Kârlılık	ÇK4	Net kâr, toplam aktiflere bölünmüştür.

#### 4. 6. Araştırmanın Yöntemi

İşletmelerin etkinlik ölçümleri son derece karmaşık bir durumdur. Bu durum çok fazla sayıda ve çeşitlilikte girdi-çıktı değişkenlerinin bulunmasından kaynaklanmaktadır. Burada seçilecek etkinlik analizi yöntemi önem arz etmektedir. İşletmelerin çoklu girdi ve çoklu çıktı üretim durumlarını bir arada değerlendirebilen ve etkinlik analizi için en uygun olan yöntem veri zarflama analizi yöntemidir (Demirci, 2012:83).

Veri zarflama analizi, birden fazla girdi ve birden fazla çıktıya sahip işletmelerin üretim süreçlerinin görece etkinliklerinin ölçümünde yaygın olarak kullanılan doğrusal tabanlı matematiksel bir modeldir (Hayes, 2005:10).

Veri zarflama analizi bilindiği gibi, benzer KVB'lerinin belirlenen girdiler ve çıktılar doğrultusunda etkinliklerini ölçmektedir. VZA'nın amacı, ele alınan KBV

kümesinde etkin olan ve olmayanları birbirinden ayırt etmek, etkin olmayanları etkinleştirebilmek için öneriler sunmaktır (Yücel, 2010:83).

VZA çoklu girdi ve çıktı değişkenlerinin bir doğrusal programlama modelinde kullanılarak her bir gözlem için bir tek verimlilik skorunun elde edilmesini sağlar. Amaç fonksiyonunun değeri 1'e eşit olan karar birimleri "etkin"; 1'den küçük olanlar ise "etkin olmayan" karar birimleri olarak belirtilirler. VZA, kaynak kullanan bir organizasyon içindeki birimlerin en iyi performansını ortaya çıkarmaktadır.

Veri Zarflama Analizi ilk olarak Edwardo Rhodes'in Carnegie Mellon Üniversitesindeki "Şehir ve Kamu" konulu doktora çalışmasında, okullarda bir eğitim programının etkilerini, psikolojik testlere tabi tutarak programa katılan ve katılmayanlar arasında göreceli etkinlik ölçümüyle ortaya çıkmıştır. Daha sonra Farrell'in 1957'deki tek girdi-çıkıtı teknik etkinlik ölçümünü çoklu girdi-çıkıtı göreceli etkinlik ölçümüne genişleten Charnes, Cooper ve Rhodes, isimlerinin baş harfleriyle adlandırılan CCR modelini literatüre kazandırmışlardır (Yeşilyurt, 2003:87). CCR modeli, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında toplam etkinlik ölçümü yapan bir yöntemdir (Cingi ve Tarım, 2000:8).

CCR modelinde, etkinlik ölçümü yapılırken bütün işletmelerin optimal ölçekte faaliyet göstermeleri gerekir. Halbuki günümüz şartlarında işletmelerin rekabet ve finansman sorunları göz önüne alındığında, her işletmenin optimal ölçekte faaliyet göstermesi mümkün olmayabilir. Bundan dolayı etkinliğin, ölçek büyüklüğünden etkilenmesi durumunda CCR modeli yerine, Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen ve isimlerinin baş harfleriyle adlandırılan ölçeğe göre değişken varsayımı altında ölçüm yapabilen BBC modeli kullanılmaktadır. Bu model literatüre BBC yöntemi olarak girmiştir (Lorcu, 2008:99). BCC modeli ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında benzer ölçekteki birimleri birbirleriyle kıyaslayarak sadece teknik etkinliği ölçmektedir. BCC modeliyle CCR modeli arasındaki fark, BCC modeline Banker, Charnes ve Cooper tarafından eklenen yeni bir konvekslik kısıtıdır. Böylelikle modelin ölçeğe göre değişen getirileri de dikkate alması sağlanabilmiştir (Cihangir, 2004:75-76).

Her iki yöntemin girdiye ve çıktıya yönelik modelleri mevcuttur. Yani girdiyi minimum yapacak girdi modelleri ve çıktıyı maksimum yapacak çıktı modelleri bulunmaktadır.

VZA'nın birçok modelinde etkin olmayan KVB'ler 0 ile 1 arasında bir değer alırken, etkin olan KVB'ler ise sadece 1 değerini almaktadır. Bu nedenle söz konusu modellerde etkin olmayan KVB'leri etkinlik değerlerine göre sıralamak mümkün olabilmektedir. Ancak etkin olan KVB'leri sıralamak mümkün olamamaktadır. Andersen ve Petersen (1993) bu sorunu çözmek amacıyla yaptıkları çalışmada; etkin olan KVB'leri sıralamak için "süper etkinlik modelini" önermişlerdir. Çalışmalarında süper etkinlik modelinin etkin KVB'lerin her biri için ayrı ayrı çözümlenmesi sonucunda elde edilecek "süper etkinlik değerlerinin" sıralanmasıyla etkin KVB'lerin sıralamasının yapılabileceğini göstermişlerdir (Erpolat, 2011:84).

VZA, belirli bir dönem içerisinde KVB'lere ait kesit verileri kullanarak etkinlik analizi yapan statik bir yöntemdir. Bu yöntemle etkinliği tespit edilen herhangi bir KVB, daha sonraki dönemlerde etkinliğini yitirebilmekte ve referans olma özelliğini kaybedebilmektedir. Ancak, etkinliklerin değerlendirilmesi sürecinde, zaman içinde etkinliğin nasıl bir gelişim gösterdiğinin ortaya konulması oldukça önem taşımaktadır. Bundan dolayı, zaman boyutunu da içeren "Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi" geliştirilmiştir (Dinçer, 2011:87-88).

İlk olarak Malmquist (1953) tarafından sunulan ve daha sonra Caves, Christensen ve Diewert (1982) tarafından geliştirilen Malmquist toplam faktör verimlilik (MTFV) endeksi, her bir veri noktasının ortak bir teknolojik sınıra olan nispi uzaklık oranını hesaplayarak iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimlilik değişimini ölçmektedir (Tutkavul, 2019:53). Ölçüm sonucunda, MTFV endeks değerinin 1'den büyük olması toplam faktör verimliliğinin arttığını, 1'den küçük olması toplam faktör verimliliğinin azaldığını, 1'e eşit olması ise toplam faktör verimliliğinin değişmediğini göstermektedir.

Veri zarflama analizinde hangi model ile etkinlik analizi yapılacağı önemli bir husustur. VZA uygulamalarında esnek olmayan veya tamamen kontrol altında olmayan girdilerin kullanılması halinde çıktı odaklı modellerin kullanılması gerekir.

Aksi taktirde, uygulamada kullanılan çıktıları yönetimin hedeflerini sağlayacak şekilde ise girdi odaklı modellerin kullanılması daha uygundur (Malhotra, Malhotra ve Lermack, 2009: 120). Bu bağlamda çalışmada kullanılan çıktı değişkenleri (net kâr marjı, faaliyet kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık) yönetimin hedeflerini sağlayacağı varsayımına dayalı olarak girdi odaklı modeller seçilmiştir. Yıldız (2007) girdi odaklı modellerin seçilmesinde asıl nedenin, negatif net dönem kârının normalize edilmesinden dolayı orjinal değerleri kaybetmesi sebebiyle performans gelişiminin çıktı odaklı modeller ile yorumlanmasının anlamlı olmayacağını ifade etmektedir. Ayrıca rekabet edebilmek için, kârı artırmaktan ziyade girdileri etkin kullanmanın daha önemli olduğunu belirtmektedir (Yıldız, 2007:97).

Bu çalışmada girdi odaklı ölçüğe göre sabit getiri durumunda etkinlik ölçümü yapan CCR ve ölçüğe göre değişken getiri durumunda etkinlik ölçümü yapan BBC modelleri kullanılarak BIST100’de bulunan imalat işletmelerinin 2010-2017 dönemine ait her bir yıl için toplam (CCR-I), teknik (BCC-I), toplam etkinliğin teknik etkinliğe bölünmesiyle ölçek (CCR-I/BCC-I) etkinlik skorları tespit edilmiş ve getiri durumuna göre ölçek türü belirlenmiştir. Daha sonra süper etkinlik modelleri ile işletmelerin sıralaması (en etkinden daha az etkin olana doğru) yapılmış ve etkin olmayan işletmelerin referans almaları gereken işletmeler belirlenmiş ve etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirme oranları tespit edilmiştir. Ayrıca, etkinliğin zaman içindeki değişimi Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi ile tespit edilerek sonuçlar değerlendirilmiştir.

#### **4. 7. Araştırma Verilerinin Analizi ve Bulguları**

Araştırma verileri, 2019 Ocak itibarıyla Borsa İstanbul BIST100’de işlem gören 37 imalat işletmesinin 2010-2017 dönemine ait olup, söz konusu işletmelerin etkinliklerinin ölçümü için önceden belirlenen 7 girdi ve 4 çıktı kullanılmıştır.

Bu çalışmada, etkinlik skorlarının hesaplanması “DEA Solver LV” paket programı ile yapılmıştır. İşletmelerin ilgili dönemdeki bilanço ve gelir tablolarından derlenen girdi ve çıktılarına ait veriler paket programa aktarılmış ve program yardımıyla

her bir yıl için işletmelerin girdi ve çıktılarına ilişkin korelasyon katsayıları, tanımlayıcı istatistikleri, etkinlik değerleri, ölçeğe göre getiri türleri, etkinlik sıralamaları, etkin kullanılmayan girdi ve çıktı miktarları, etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için referans almaları gereken işletmeler belirlenmiştir. Daha sonra imalat işletmelerinin yıllar itibariyle ortalama etkinlik skorları belirlenerek karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca, işletmelerin zaman içindeki etkinlik değişimleri Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi ile tespit edilmiş ve gerekli değerlendirmelerde bulunulmuştur. Bu bağlamda araştırmanın ana eksenini çok faktörlü analiz ve değerlendirmeler oluşturmaktadır.

#### 4. 7. 1. 2010 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular

İşletmelerin 2010 yılına ait finansal tablolarından elde edilen girdi ve çıktı verileri Tablo 5’te verilmiştir. Bu verilerle yapılan etkinlik analizinde, değişkenlere ait korelasyon katsayıları Tablo 6’da, tanımlayıcı istatistikler Tablo 7’de, işletmelere ait etkinlik skorları ve ölçeğe göre getiri türleri de Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 5’teki veriler, BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2010 yılına ait girdi ve çıktı değişkenlerine ait verilerdir. Analize tabi tutulan işletmelerin verileri eksiksiz olarak elde edilmiştir. VZA ile yapılan analizlerde verilerin pozitif olma zorunluluğundan dolayı; “*negatif değere sahip veriler, en küçük değere sahip verinin çok küçük kabul edilebilecek pozitif bir değere dönüştürülmesi için basit toplama işlemi yapılır ve o yıla ait tüm veriler aynı değerle toplanmak suretiyle negatif değerler pozitif hale getirilir*” (Demirci, 2012:92). Bu işlem sadece çıktı değişkenleri için yapılmış olup, girdi değişkenleri için herhangi bir işlem yapılmamıştır.

**Tablo 5:** 2010 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	1,218	0,746	8,044	8,910	0,496	0,367	0,911	0,204	0,226	0,537	0,203
AFYON	3,853	0,700	4,528	8,172	0,172	0,043	0,551	0,093	0,043	0,361	0,119
AKSA	1,666	0,960	4,032	8,178	0,429	0,243	0,737	0,127	0,122	0,432	0,156
ANACM	1,700	0,641	6,141	7,039	0,485	0,582	0,871	0,170	0,175	0,478	0,168
ARCLK	2,028	0,947	2,984	7,024	0,535	0,470	0,524	0,159	0,152	0,514	0,185
BRSAN	0,944	0,978	7,662	5,916	0,512	0,280	1,034	0,066	0,047	0,323	0,097
CCOLA	1,469	0,913	13,018	12,306	0,524	0,493	0,813	0,152	0,159	0,490	0,176
CEMAS	0,910	0,076	2,966	5,356	0,895	0,059	2,640	0,035	0,031	0,300	0,107



**Tablo 5 (Devam):** 2010 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler

CEMTS	3,391	1,064	5,102	4,217	0,176	0,021	0,549	0,056	0,013	0,319	0,084
DEVA	1,418	0,619	2,556	2,982	0,454	0,157	0,756	0,076	0,078	0,345	0,107
DGKLB	1,672	0,891	4,872	2,016	0,501	0,053	0,392	0,155	0,138	0,484	0,177
EGEEN	1,604	0,908	2,651	3,172	0,534	0,183	0,509	0,131	0,131	0,449	0,156
EREGL	1,680	0,490	9,266	2,650	0,506	0,474	0,752	0,200	0,229	0,472	0,169
FROTO	1,910	2,294	6,458	16,488	0,474	0,235	0,510	0,146	0,140	0,638	0,261
GENTS	8,160	0,665	3,662	5,458	0,086	0,015	0,443	0,256	0,219	0,478	0,227
GEREL	1,599	0,795	7,329	7,574	0,568	0,624	0,745	0,037	0,018	0,271	0,076
GOLTS	2,841	0,431	8,326	6,081	0,329	0,384	0,867	0,113	0,081	0,374	0,124
GOODY	1,676	1,579	4,798	7,954	0,466	0,110	0,536	0,097	0,099	0,400	0,137
GUBRF	0,932	0,637	4,962	3,983	0,624	0,694	1,568	0,257	0,311	0,891	0,223
HEKTS	3,438	0,673	3,924	3,210	0,257	0,041	0,288	0,250	0,237	0,504	0,224
KARSN	0,639	1,333	11,218	7,885	0,733	0,516	1,432	0,006	0,008	0,008	0,011
KARTN	6,137	0,923	8,058	4,887	0,117	0,029	0,485	0,179	0,162	0,454	0,201
KORDS	2,061	0,949	6,337	4,899	0,319	0,194	0,817	0,119	0,127	0,412	0,147
KRDMD	1,225	0,719	7,652	3,847	0,423	0,242	0,911	0,101	0,090	0,376	0,125
OTKAR	1,188	0,814	3,798	5,145	0,727	0,570	0,749	0,120	0,110	0,470	0,143
PETKM	1,622	1,225	7,009	6,691	0,326	0,059	0,750	0,125	0,104	0,431	0,165
SASA	1,183	1,317	7,254	5,704	0,523	0,064	0,822	0,128	0,130	0,481	0,173
SODA	2,085	0,699	5,961	9,823	0,349	0,261	0,767	0,181	0,189	0,459	0,181
TATGD	2,011	1,414	5,324	5,257	0,581	0,747	0,570	0,102	0,119	0,445	0,142
TMSN	1,316	1,729	15,274	5,621	0,535	0,146	0,723	0,170	0,194	0,684	0,265
TOASO	1,355	1,213	7,036	19,905	0,677	0,898	0,776	0,140	0,121	0,575	0,183
TRKCM	5,719	0,511	4,899	6,571	0,243	0,226	0,624	0,293	0,234	0,499	0,219
TTRAK	2,001	1,347	4,306	9,194	0,472	0,104	0,284	0,231	0,243	0,734	0,313
TUPRS	1,050	1,884	34,295	13,312	0,720	0,302	0,919	0,108	0,099	0,542	0,163
ULKER	1,910	0,528	4,348	10,806	0,471	0,389	0,678	0,206	0,098	0,481	0,176
VESTL	1,155	1,323	3,406	6,141	0,714	0,447	0,840	0,089	0,092	0,397	0,122
YATAS	1,158	0,762	2,778	2,955	0,725	0,695	0,819	0,085	0,091	0,364	0,114

İşletmelerin 2010 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin elde edilen korelasyon katsayı değerleri Tablo 6'da verilmiştir. İstatistiki olarak korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değerler alır. Değişkenler arasındaki korelasyon katsayısının işareti ilişkinin yönünü gösterirken mutlak değer olarak katsayının, bire yakın olması kuvvetli bir ilişki olduğunu, sıfıra yakın olması ise zayıf bir ilişki olduğunu göstermektedir (Polat, 2016:137).

**Tablo 6:** 2010 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
GR1	1	-0,22	-0,18	-0,12	-0,78	-0,41	-0,40	0,47	0,27	0,03	0,29
GR2	-0,22	1	0,44	0,46	0,15	-0,02	-0,31	-0,17	-0,08	0,21	0,22
GR3	-0,18	0,44	1	0,35	0,19	0,05	0,09	-0,09	-0,04	0,08	0,02
GR4	-0,12	0,46	0,35	1	0,16	0,29	-0,03	0,02	-0,05	0,21	0,22
GR5	-0,78	0,15	0,19	0,16	1	0,57	0,58	-0,41	-0,22	-0,04	-0,26
GR6	-0,41	-0,02	0,05	0,29	0,57	1	0,18	-0,09	0,01	0,06	-0,20
GR7	-0,40	-0,31	0,09	-0,03	0,58	0,18	1	-0,36	-0,24	-0,22	-0,38
ÇK1	0,47	-0,17	-0,09	0,02	-0,41	-0,09	-0,36	1	0,92	0,73	0,84
ÇK2	0,27	-0,08	-0,04	-0,05	-0,22	0,01	-0,24	0,92	1	0,79	0,83
ÇK3	0,03	0,21	0,08	0,21	-0,04	0,06	-0,22	0,73	0,79	1	0,88
ÇK4	0,29	0,22	0,02	0,22	-0,26	-0,20	-0,38	0,84	0,83	0,88	1

Tablo 6'daki korelasyon katsayı değerleri incelendiğinde, genel olarak girdi değişkenleri arasındaki korelasyonun zayıf olduğu ("GR1" ile gösterilen "Cari Oran" ile "GR5" ile gösterilen "Finansal Kaldıraç Oranı" arasındaki ilişki hariç), çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun kuvvetli olduğu, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun ise zayıf olduğu görülmektedir. Örneğin, "GR1" ile gösterilen "Cari Oran" değişkeninin çıktı değişkenleri ile pozitif yönlü ve girdi değişkenleri ile negatif yönlü zayıf bir ilişkiye sahip olduğu; "ÇK1" ile gösterilen "Net Kâr Marjı" değişkeninin girdi değişkenlerinden "GR1" ile gösterilen "Cari Oran" ve "GR4" ile gösterilen "Stok Devir Hızı" ile pozitif yönlü diğer girdilerle negatif yönlü zayıf bir korelasyona sahip olduğu, çıktı değişkenleriyle de pozitif yönlü kuvvetli bir korelasyona sahip olduğu görülmektedir.

Analiz kapsamında BIST100'de işlem gören imalat işletmelerinin 2010 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7: 2010 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

	Değişkenler	N	Max	Min	Ortalama	Std. Sapma	Değişim Katsayısı
GİRDİLER	Cari Oran	37	8,160	0,639	2,106	1,553	0,738
	Aktif Devir Hızı	37	2,294	0,076	0,965	0,435	0,451
	Alacak Devir Hızı	37	34,295	2,556	6,817	5,365	0,787
	Stok Devir Hızı	37	19,905	2,016	6,955	3,746	0,539
	Finansal Kaldıraç Oranı	37	0,895	0,086	0,478	0,183	0,383
	UVB/Özsermaye	37	0,898	0,015	0,309	0,236	0,766
	Duran varlıklar/Devamlı Sermaye	37	2,640	0,284	0,783	0,401	0,512
ÇIKTILAR	Net Kâr Marjı	37	0,293	0,006	0,140	0,066	0,472
	Faaliyet Kâr Marjı	37	0,311	0,008	0,131	0,071	0,540
	Özsermaye Kârlılığı	37	0,891	0,008	0,456	0,142	0,310
	Aktif Kârlılık	37	0,313	0,011	0,163	0,057	0,351

Tablo 7’de görüldüğü gibi, analize dahil edilen 37 imalat işletmesinin girdi ve çıktılarının maksimum değerleri ile minimum değerleri arasındaki farkın büyük olduğu ve değişim katsayısının 0,310 ile 0,787 arasında değerler aldığı görülmektedir. Buna göre, değişim katsayısı en küçük olan değişkenin, özsermaye kârlılığı olduğu ve en büyük olan değişkeninin ise alacak devir hızı olduğu görülmektedir. Verilerin maksimum ve minimum değerlerine bakıldığında değişim aralığının ne kadar büyük olduğu görülebilir. VZA’nın olumlu yönlerinden biri de benzer girdileri kullanarak benzer çıktıları elde etmek koşuluyla farklı büyüklükteki birimleri birbiriyle karşılaştırabilmesidir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların çoğunda girdi ve çıktılara ait tanımlayıcı istatistiklerin açıklanmadığı, ancak açıklanan bazı çalışmalarda değişim katsayısının 0.487 ile 2.871 arasında değerler aldığı görülmektedir (Kale, 2009:140-141).

Borsa İstanbul BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2010 yılına ait verileri kullanılarak VZA yöntemine göre hesaplanan etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçek özelliği sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Analizler girdi odaklı CCR-I (toplam etkinlik), BCC-I (teknik etkinlik) modelleriyle yapılmış ve söz konusu modellerden elde edilen skorların oranlanması ile ölçek etkinlik (CCR-I/BCC-I) skorları elde edilmiştir. Ayrıca işletmelerin toplam ve teknik etkinlik sıralamaları süper etkinlik

modelleri ile tespit edilmiş ve BCC-I modeline göre de ölçek getiri özelliği belirlenmiştir.

Girdi odaklı modeller için etkinlik skoru “1” (%100) olan işletmeler etkin, “1” ile “0” (%100 ile %0) arasında olan işletmeler ise etkin olmayan işletmeler olarak nitelendirilmektedir.

**Tablo 8:** İşletmelerin 2010 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği

İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	CCR-I Etkinlik Skorları	BCC-I Etkinlik Skorları	Ölçek Etkinlik Skorları	CCR-I Etkinlik Sıralaması	BCC-I Etkinlik Sıralaması	Ölçek Getiri Özelliği
AEFES	0,9955	1	0,9955	15	17	Artan
AFYON	0,8742	1	0,8742	18	15	Artan
AKSA	0,6535	0,9873	0,6619	32	30	Artan
ANACM	0,8158	0,9567	0,8527	22	32	Artan
ARCLK	0,9990	1	0,9990	14	25	Artan
BRSAN	0,5427	1	0,5427	35	19	Artan
CCOLA	0,7107	0,9222	0,7707	29	35	Artan
CEMAS	1	1	1	1	1	Sabit
CEMTS	0,9823	1	0,9823	16	5	Artan
DEVA	0,8420	1	0,8420	21	11	Artan
DGKLB	1	1	1	6	4	Sabit
EGEEN	1	1	1	12	12	Sabit
EREGL	1	1	1	9	7	Sabit
FROTO	0,8704	0,9379	0,9280	19	34	Artan
GENTS	1	1	1	2	2	Sabit
GEREL	0,4065	0,8997	0,4518	36	36	Artan
GOLTS	0,7299	1	0,7299	27	13	Artan
GOODY	0,6196	0,9796	0,6325	34	31	Artan
GUBRF	1	1	1	3	27	Sabit
HEKTS	1	1	1	5	3	Sabit
KARSN	0,0729	1	0,0729	37	6	Artan
KARTN	1	1	1	11	20	Sabit
KORDS	0,7774	1	0,7774	25	26	Artan
KRDMD	0,6770	1	0,6770	30	18	Artan
OTKAR	0,7212	1	0,7212	28	21	Artan
PETKM	0,9288	1	0,9288	17	9	Artan
SASA	1	1	1	10	10	Sabit
SODA	0,8631	1	0,8631	20	22	Artan
TATGD	0,6339	0,8257	0,7677	33	37	Artan

**Tablo 8 (Devam): İşletmelerin 2010 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği**

TMSN	1	1	1	8	8	Sabit
TOASO	0,7988	0,9541	0,8372	24	33	Artan
TRKCM	1	1	1	7	27	Sabit
TTRAK	1	1	1	4	27	Sabit
TUPRS	0,8038	1	0,8038	23	23	Artan
ULKER	1	1	1	13	14	Sabit
VESTL	0,6604	1	0,6604	31	24	Artan
YATAS	0,7693	1	0,7693	26	16	Artan

Tablo 8’de görüldüğü gibi, girdi odaklı CCR modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, incelemeye alınan 37 işletmeden etkinlik skoru 1 olan 13 işletmenin etkin, etkinlik skoru 1’den küçük olan 24 işletmenin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli olarak etkin olan işletmeler; CEMAS, DGKLB, EGEEN, EREGL, GENTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, SASA, TMSN, TRKCM, TTRAK ve ULKER dir. CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9990 etkinlik değeri ile 14’üncü sıradaki ARCLK işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,0729 etkinlik değeri ile 37’nci sıradaki KARSN işletmesi olmuştur.

2010 yılı finansal oran verileri ile girdi odaklı BCC modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 29 işletmenin etkin, 8 tanesinin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli teknik etkin olmayan işletmeler; AKSA, ANACM, COLA, FROTO, GEREL, GOODY, TATGD ve TOASO dır. Bu işletmeler kaynaklarını israf ederek etkinlik seviyesine ulaşamamışlardır. BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9873 etkinlik değeri ile 30’uncu sıradaki AKSA işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,8257 etkinlik değeri ile 37’nci sıradaki TATGD işletmesi olmuştur. Burada dikkat çeken önemli bir nokta, CEMAS ve GENTS işletmelerinin her iki modelde de etkinlik sıralamalarının aynı olmasıdır. Ayrıca diğer bir husus CCR-I modelinde en düşük etkinlik skoruna sahip olan KARSN (0,0729) işletmesinin etkinlik sıralaması 37 iken, BCC-I model çözümü sonucunda tam etkin olup etkinlik sıralamasının 6 olmasıdır.

VZA’da etkin olmayan KVB’ler, etkinlik değerlerine göre sıralanırken, etkin olan KVB’lerin etkinlik değerleri 1 olduğundan dolayı sıralamaları yapılamamaktadır.

Etkin olan KVB'leri sıralamak için süper etkinlik modelleri kullanılmaktadır. Buna göre işletmelerin 2010 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modelleriyle süper etkinlik analizi yapılmış ve elde edilen skorlar (en etkinden etkin olmayana doğru) Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9:** 2010 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

CCR-I Modeli			BCC-I Modeli		
İşletmelerin Borsa Kodu	Süper Toplam Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması	İşletmelerin Borsa Kodu	Süper Teknik Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması
CEMAS	3,5201	1	CEMAS	5,9218	1
GENTS	2,7825	2	GENTS	4,9506	2
GUBRF	2,4610	3	HEKTS	2,9008	3
TTRAK	1,7793	4	DGKLB	1,6382	4
HEKTS	1,7556	5	CEMETS	1,5234	5
DGKLB	1,5638	6	KARSN	1,4427	6
TRKCM	1,4554	7	EREGL	1,3074	7
TMSN	1,2675	8	TMSN	1,2788	8
EREGL	1,1296	9	PETKM	1,2257	9
SASA	1,0916	10	SASA	1,2070	10
KARTN	1,0513	11	DEVA	1,2056	11
EGEEN	1,0425	12	EGEEN	1,2043	12
ULKER	1,0056	13	GOLTS	1,1657	13
ARCLK	0,9990	14	ULKER	1,1421	14
AEFES	0,9955	15	AFYON	1,1396	15
CEMETS	0,9823	16	YATAS	1,1261	16
PETKM	0,9288	17	AEFES	1,0866	17
AFYON	0,8742	18	KRDMD	1,0855	18
FROTO	0,8704	19	BRSAN	1,0852	19
SODA	0,8631	20	KARTN	1,0789	20
DEVA	0,8420	21	OTKAR	1,0627	21
ANACM	0,8158	22	SODA	1,0488	22
TUPRS	0,8038	23	TUPRS	1,0485	23
TOASO	0,7988	24	VESTL	1,0388	24
KORDS	0,7774	25	ARCLK	1,0287	25
YATAS	0,7693	26	KORDS	1,0133	26
GOLTS	0,7299	27	GUBRF	1,0000	27
OTKAR	0,7212	28	TTRAK	1,0000	27
CCOLA	0,7107	29	TRKCM	1,0000	27
KRDMD	0,6770	30	AKSA	0,9873	30
VESTL	0,6604	31	GOODY	0,9796	31

**Tablo 9 (Devam):** 2010 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

AKSA	0,6535	32	ANACM	0,9567	32
TATGD	0,6339	33	TOASO	0,9541	33
GOODY	0,6196	34	FROTO	0,9379	34
BRSAN	0,5427	35	CCOLA	0,9222	35
GEREL	0,4065	36	GEREL	0,8997	36
KARSN	0,0729	37	TATGD	0,8257	37

Tablo 8 ve Tablo 9'daki etkinlik skorları incelendiğinde, CCR-I ve BCC-I modellerine göre toplam ve teknik etkin olmayan işletmelerin skorları ile süper toplam ve teknik etkin olmayan işletmelerin skorlarının aynı olduğu görülmektedir. Bu da etkin olmayan işletmelerin süper etkinlik skorları ile görecelik etkinlik skorlarının birbirine eşit olduğu ve etkinlik sıralamalarının değişmediğini göstermektedir. Analiz kapsamında girdi odaklı CCR süper etkinlik modeliyle değerlendirilen 37 işletme içerisinde en etkin ilk beş işletme CEMAS, GENTS, GUBRF, TTRAK ve HEKTS olurken, son sıralardaki işletmeler ise BRSAN, GEREL ve KARSN olmuştur. Benzer şekilde BCC-I süper etkinlik modeline göre de en etkin ilk beş işletme CEMAS, GENTS, HEKTS, DGKLB ve CEMTS olurken, son sıralardaki işletmeler ise CCOLA, GEREL ve TATGD olmuştur. CEMAS ve GENTS işletmeleri ise, her iki modelde de en etkin ilk iki işletmedir. Diğer bir husus da süper CCR-I modelinde en düşük etkinlik skoruna sahip olan KARSN (0,0729) işletmesinin etkinlik sıralaması 37 iken, süper BCC-I model çözümlemesi sonucunda etkinlik sıralamasının 6 olmasıdır.

Ayrıca, Süper BCC-I modeli ile yapılan analiz sonucunda bazı işletmeler için süper etkinlik skorlarının "1" olduğu ve kullanılan programda bu işletmeler için karşılaştırma imkânı olmadığından sıralamada hepsine aynı sıra numarası verildiği görülmektedir. Bu bağlamda GUBRF, TTRAK ve TRKCM işletmelerinin süper etkinlik skorları 1 olup, sıralamada her üçüne de 27 sıra numarası verilmiştir.

Tablo 8'de, CCR-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarının, BCC-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarına bölünmesiyle ölçek etkinlik skorları elde edilmiştir. Ölçek etkinliği ya da etkinsizliği, işlevsel problemlerin yanında dışsal etkenler sebebiyle işletmelerin benimsedikleri ölçek büyüklüğünden kaynaklanmaktadır.

Görelilik olarak toplam etkinliğin ne oranda teknik etkinlikten ne oranda ölçek etkinliğinden kaynaklandığını belirlemek mümkündür (Özden, 2008:180). Analiz kapsamında 37 işletmeden 13 işletmenin görelilik olarak ölçeğe göre etkin olduğu, 24 tanesinin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. “Ölçeğe göre getiri özelliği” nin hesaplanmasında ise girdi odaklı BCC modelinden yararlanmıştır. Buna göre işletmelerin 24 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 13 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Ölçeğe göre getiri özelliği sabit olan işletmeler, CEMAS, DGKLB, EGEEN, EREGL, GENTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, SASA, TMSN, TRKCM, TTRAK ve ULKER olup, aynı zamanda ölçek etkin olan işletmelerdir. Bu işletmelerin girdi miktarlarındaki artış oranı ile çıktı miktarlarındaki artış oranı aynıdır. Yani, girdilerindeki bir birimlik artışa mukabil çıktılarındaki da bir birimlik artış olmaktadır. Bu işletmeler, en verimli ölçekte faaliyetlerini yerine getirmektedirler. Ölçeğe göre artan getiri özelliğine sahip olan işletmeler, AEFES, AFYON, AKSA, ANACM, ARCLK, BRSAN, CCOLA, CEMTS, DEVA, FROTO, GEREL, GOLTS, GOODY, KARSN, KORDS, KRDM, OTKAR, PETKM, SODA, TATGD, TOASO, TUPRS, VESTL ve YATAS olup, aynı zamanda ölçek etkin olmayan işletmelerdir. Bu işletmeler, girdi miktarlarını belli oranda arttırdıklarında daha fazla çıktı üretebilmeleri mümkün iken dış etkenlerden dolayı kapasitelerinin altında çıktı üretmişlerdir. O halde bu işletmeler, büyüme potansiyellerini olabildiğince kullanarak görelilik olarak etkin hale gelebilirler.

Tablo 8’den AEFES, AFYON, ARCLK, BRSAN, CEMTS, DEVA, GOLTS, KARSN, KORDS, KRDM, OTKAR, PETKM, SODA, TUPRS, VESTL ve YATAS işletmeleri görelilik olarak teknik etkindirler. Bu işletmelerin görelilik toplam etkinliğin olmalarının nedeni tamamen görelilik ölçek etkinliklerinden kaynaklanmaktadır. Görelilik toplam etkinlik skoru, görelilik teknik etkinlik skoru ile görelilik ölçek etkinlik skorunun çarpımıyla elde edilmektedir. Örneğin, AKSA işletmesinin girdi odaklı olarak hesaplanan görelilik teknik etkinlik skoru 0,9873, görelilik ölçek etkinlik skoru 0,6619’dur. Buna göre her iki etkinlik skorunun çarpımıyla elde edilen görelilik toplam etkinlik skoru 0,6535 ( $0,9873 \times 0,6619 = 0,6535$ ) olarak bulunmuştur. Bu skor, AKSA işletmesinin görelilik toplam etkinliğin olmasındaki en büyük payın, görelilik ölçek etkinliğinden kaynaklandığını göstermektedir. Benzer şekilde ANACM, CCOLA,



FROTO, GEREL, GOODY, TATGD ve TOASO işletmelerinin görelî toplam etkinsiz olmalarındaki en büyük payın, görelî ölçek etkinsiz olmalarından kaynaklandığını göstermektedir.

BIST100’de bulunan imalat işletmelerinin 2010 yılına ait etkinlik analiz sonuçlarının özeti Tablo 10’da verilmiştir.

**Tablo 10:** İşletmelerin 2010 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti

	Toplam Etkinlik (CCR-I)	Teknik Etkinlik (BCC-I)	Ölçek Etkinlik (CCR-I/BCC-I)
Toplam İşletme Sayısı	37	37	37
Etkin İşletme Sayısı	13 (%35)	29 (%78)	13 (%35)
Etkin Olmayan İşletme Sayısı	24 (%65)	8 (%22)	24 (%65)
Etkinlik Ortalaması	0,8310	0,9855	0,8417
Standart Sapma	0,2051	0,0362	0,1991
Maksimum Etkinlik Skoru	1	1	1
Minimum Etkinlik Skoru	0,0729	0,8257	0,0729

Tablo 10 incelendiğinde, analiz kapsamındaki işletmelerin %35’nin toplam ve ölçek etkin, %78’nin teknik etkin olduğu görülmektedir. VZA yöntemi ile yapılan etkinlik ölçümünde ortalama toplam etkinlik skoru 0,8310, ortalama teknik etkinlik skoru 0,9855 ve ortalama ölçek etkinlik skoru ise 0,8417 olarak bulunmuştur. Bu ortalamalara göre, işletmelerin teknik etkinlik skorlarının toplam ve ölçek etkinlik skorlarından daha iyi olduğu söylenebilir. İşletmelerin 2010 yılı etkinlik ölçümlerine ait standart sapma ve minimum etkinlik değerlerine bakıldığında, toplam etkinliğin standart sapması 0,2051 ve minimum değeri 0,0729, teknik etkinliğin standart sapması 0,0362 ve minimum değeri 0,8257, ölçek etkinliğin standart sapması 0,1991 ve minimum değeri 0,0729 olarak bulunmuştur. Bu da işletmelerin teknik etkinlik dağılımının toplam ve ölçek etkinlik dağılımlarına göre birbirine daha yakın olduğunu göstermektedir.

VZA ile yapılan etkinlik analizi sonucunda etkin olan KVB’ler, mevcut girdiler ile maksimum çıktı elde etmeyi veya mevcut çıktıları minimum düzeyde girdi kullanarak elde etmeyi başarmış birimlerdir. Etkin olmayan KVB’ler bu amaca ulaşabilmeleri için etkinliği yüksek olan KVB’leri referans alarak girdi ve çıktı

düzeylerinde ne gibi bir artış ya da azalış yapmaları gerektiğine karar verebilirler (Dinçer, 2011:118).

Bu bağlamda CCR-I ve BCC-I modelleri ile yapılan etkinlik analizi sonucunda, etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için hedef değerleri hesaplanarak önerilerde bulunabilir. Hedef değerler, aylak değişkenler ya da yoğunluk değerleri ( $\lambda$ ) yardımıyla iki farklı şekilde hesaplanabilir.

Örnek olması bakımından girdi odaklı CCR modeline göre etkin olmayan işletmelerden etkinlik skoru 0,6604 olan VESTL işletmesi için hedef değerler “aylak değişken” ve “yoğunluk değeri” yöntemlerine göre ayrı ayrı hesaplanacaktır.

VESTL işletmesinin girdi ve çıktılarına ilişkin aylak değişken, gerçekleşen değerler ve bu değerler yardımıyla hesaplanan hedef, fark ve potansiyel iyileştirme (%) değerleri Tablo 11’de verilmiştir. Girdi ve çıktılara ilişkin potansiyel iyileştirme oranlarının hesaplanması aşağıda verilen formül yardımıyla yapılmıştır.

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

**Tablo 11:** VESTL İşletmesinin Girdi ve Çıktıları İçin Hedef, Fark, PI (%) ve Aylak Değişken Değerleri

İşletme Kodu (KVB)	Değişkenler		Gerçekleşen	Hedef	Fark	PI (%)	Aylak Değişkenler
VESTL	GİRDİLER	GR1	1,155	0,631	-0,524	-45,40	0,132
		GR2	1,323	0,427	-0,896	-67,71	0,447
		GR3	3,406	2,249	-1,157	-33,96	0
		GR4	6,141	2,808	-3,333	-54,28	1,248
		GR5	0,714	0,271	-0,443	-62,10	0,201
		GR6	0,447	0,228	-0,219	-49,12	0,068
		GR7	0,840	0,523	-0,317	-37,74	0,032
	ÇIKTILAR	ÇK1	0,089	0,118	0,029	32,45	0,029
		ÇK2	0,092	0,136	0,044	48,56	0,044
		ÇK3	0,397	0,397	0,000	0,00	0
		ÇK4	0,122	0,122	0,000	0,00	0

Görelî olarak toplam etkin olmayan VESTL işletmesinin girdileri  $\Delta X_{ik} = (1 - \theta_k^*) X_{ik} + S_i^{*-}$  değeri kadar azaltılır ve çıktıları da  $\Delta Y_{rk} = S_r^{*+}$  değeri kadar

arttırılırsa Tablo 11’de verilen hedef değerlere ulaşılır. Hesaplamalar aşağıda verildiği gibidir.

Girdiler için;

$$\Delta GR1_{VESTL} = (1 - \theta^*_{VESTL})GR1_{VESTL} + S^{-*}_{GR1} = (1 - 0,6604) * 1,155 + 0,132 = 0,524$$

$$GR1_{VESTL} = 1,155 - 0,524 = 0,631$$

$$\Delta GR2_{VESTL} = (1 - \theta^*_{VESTL})GR2_{VESTL} + S^{-*}_{GR2} = (1 - 0,6604) * 1,323 + 0,447 = 0,896$$

$$GR2_{VESTL} = 1,323 - 0,896 = 0,427$$

$$\Delta GR3_{VESTL} = (1 - \theta^*_{VESTL})GR3_{VESTL} + S^{-*}_{GR3} = (1 - 0,6604) * 3,406 + 0 = 1,157$$

$$GR3_{VESTL} = 3,406 - 1,157 = 2,249$$

$$\Delta GR4_{VESTL} = (1 - \theta^*_{VESTL})GR4_{VESTL} + S^{-*}_{GR4} = (1 - 0,6604) * 6,141 + 1,248 = 3,333$$

$$GR4_{VESTL} = 6,141 - 3,333 = 2,808$$

$$\Delta GR5_{VESTL} = (1 - \theta^*_{VESTL})GR5_{VESTL} + S^{-*}_{GR5} = (1 - 0,6604) * 0,714 + 0,201 = 0,443$$

$$GR5_{VESTL} = 0,714 - 0,443 = 0,271$$

$$\Delta GR6_{VESTL} = (1 - \theta^*_{VESTL})GR6_{VESTL} + S^{-*}_{GR6} = (1 - 0,6604) * 0,447 + 0,068 = 0,219$$

$$GR6_{VESTL} = 0,447 - 0,219 = 0,228$$

$$\Delta GR7_{VESTL} = (1 - \theta^*_{VESTL})GR7_{VESTL} + S^{-*}_{GR7} = (1 - 0,6604) * 0,840 + 0,032 = 0,317$$

$$GR7_{VESTL} = 0,840 - 0,317 = 0,523$$

Çıktılar için;

$$\Delta \check{C}K1_{VESTL} = S^{+*}_{\check{C}K1} = 0,029$$

$$\check{C}K1_{VESTL} = 0,089 + 0,029 = 0,118$$

$$\Delta \check{C}K2_{VESTL} = S^{+*}_{\check{C}K2} = 0,044$$

$$\zeta K2_{VESTL} = 0,092 + 0,044 = 0,136$$

$$\Delta \zeta K3_{VESTL} = S^{+*}_{\zeta K3} = 0$$

$$\zeta K3_{VESTL} = 0,397 + 0 = 0,397$$

$$\Delta \zeta K4_{VESTL} = S^{+*}_{\zeta K4} = 0$$

$$\zeta K4_{VESTL} = 0,122 + 0 = 0,122$$

VESTL işletmesinin referans kümesinde bulunan işletmeler GUBRF ve TTRAK'dir. Bu işletmelere ait yoğunluk oranları ( $\lambda_{GUBRF} = 0,3017$ ,  $\lambda_{TTRAK} = 0,1747$ ) ile girdi ve çıktı değerleri Tablo 12'de verilmiştir.

**Tablo 12:** VESTL İşletmesinin Referans Kümesinde Bulunan İşletmelerin Yoğunluk Oranları ile Girdi ve Çıktı Değerleri

İşletme Kodu (KVB)	Yoğunluk Oranı	GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
GUBRF	0,3017	0,932	0,637	4,962	3,983	0,624	0,694	1,568	0,257	0,311	0,891	0,223
TTRAK	0,1747	2,001	1,347	4,306	9,194	0,472	0,104	0,284	0,231	0,243	0,734	0,313

Tablo 12'deki değerler kullanılarak VESTL işletmesinin girdi ve çıktılarına ilişkin "yoğunluk değeri" yöntemi ile hedef değerlerinin hesaplanması aşağıdaki gibidir.

Girdiler için;

$$GR1_{VESTL} = GR1_{GUBRF} \lambda_{GUBRF} + GR1_{TTRAK} \lambda_{TTRAK}$$

$$GR1_{VESTL} = 0,932 * 0,3017 + 2,001 * 0,1747 = 0,631$$

$$GR2_{VESTL} = GR2_{GUBRF} \lambda_{GUBRF} + GR2_{TTRAK} \lambda_{TTRAK}$$

$$GR2_{VESTL} = 0,637 * 0,3017 + 1,347 * 0,1747 = 0,427$$

$$GR3_{VESTL} = GR3_{GUBRF} \lambda_{GUBRF} + GR3_{TTRAK} \lambda_{TTRAK}$$

$$GR3_{VESTL} = 4,962 * 0,3017 + 4,306 * 0,1747 = 2,249$$

$$GR4_{VESTL} = GR4_{GUBRF} \lambda_{GUBRF} + GR4_{TTRAK} \lambda_{TTRAK}$$

$$GR4_{VESTL} = 3,983 * 0,3017 + 9,194 * 0,1747 = 2,808$$

$$GR5_{VESTL} = GR5_{GUBRF} \lambda_{GUBRF} + GR5_{TTRAK} \lambda_{TTRAK}$$

$$GR5_{VESTL} = 0,624 * 0,3017 + 0,472 * 0,1747 = 0,271$$

$$GR6_{VESTL} = GR6_{GUBRF} \lambda_{GUBRF} + GR6_{TTRAK} \lambda_{TTRAK}$$

$$GR6_{VESTL} = 0,694 * 0,3017 + 0,104 * 0,1747 = 0,228$$

$$GR7_{VESTL} = GR7_{GUBRF} \lambda_{GUBRF} + GR7_{TTRAK} \lambda_{TTRAK}$$

$$GR7_{VESTL} = 1,568 * 0,3017 + 0,284 * 0,1747 = 0,523$$

Çıktılar için;

$$\zeta K1_{VESTL} = \zeta K1_{GUBRF} \lambda_{GUBRF} + \zeta K1_{TTRAK} \lambda_{TTRAK}$$

$$\zeta K1_{VESTL} = 0,257 * 0,3017 + 0,231 * 0,1747 = 0,118$$

$$\zeta K2_{VESTL} = \zeta K2_{GUBRF} \lambda_{GUBRF} + \zeta K2_{TTRAK} \lambda_{TTRAK}$$

$$\zeta K2_{VESTL} = 0,311 * 0,3017 + 0,243 * 0,1747 = 0,136$$

$$\zeta K3_{VESTL} = \zeta K3_{GUBRF} \lambda_{GUBRF} + \zeta K3_{TTRAK} \lambda_{TTRAK}$$

$$\zeta K3_{VESTL} = 0,891 * 0,3017 + 0,734 * 0,1747 = 0,397$$

$$\zeta K4_{VESTL} = \zeta K4_{GUBRF} \lambda_{GUBRF} + \zeta K4_{TTRAK} \lambda_{TTRAK}$$

$$\zeta K4_{VESTL} = 0,223 * 0,3017 + 0,313 * 0,1747 = 0,122$$

Hesaplamalara göre, VESTL işletmesinin (aylak değişken ve yoğunluk değer yöntemlerine göre) hedef değerleri girdi değişkenleri olan “GR1” ile gösterilen “Cari Oran” için 0,631; “GR2” ile gösterilen “Aktif Devir Hızı” için 0,427; “GR3” ile

gösterilen “Alacak Devir Hızı” için 2,249; “GR4” ile gösterilen “Stok Devir Hızı” için 2,808; “GR5 ile gösterilen “Finansal Kaldıraç Oranı” için 0,271; “GR6” ile gösterilen “Uzun Vadeli Borçlar/Özsermaye” için 0,228; “GR7” ile gösterilen “Duran Varlıklar/Devamlı Sermaye” için 0,523 ve çıktı değişkenleri olan “ÇK1” ile gösterilen “Net Kâr Marjı” için 0,118; “ÇK2” ile gösterilen “Faaliyet Kâr Marjı” için 0,136; “ÇK3” ile gösterilen “Özsermaye Kârlılığı” için 0,397 ve “ÇK4” ile gösterilen “Aktif Kârlılık” için 0,122’dir.

Yukarıda hesaplanan hedefler doğrultusunda; VESTL işletmesinin etkin hale gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %45,40 oranında, aktif devir hızının %67,71 oranında, alacak devir hızının %33,96 oranında, stok devir hızının %54,28 oranında, finansal kaldıraç oranının %62,10 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %49,12 oranında ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %37,74 oranında azaltılması, çıktı değişkenleri olan net kâr marjının %32,45 oranında, faaliyet kâr marjının %48,56 oranında artırılması, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılığın ise sabit kalması gerekmektedir.

2010 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modellerinin çözümü sonucunda, etkin olmayan işletmelerin etkin duruma gelebilmeleri için işletmelerin yöneticilerine önerilebilecek hedeflerin tespiti amacıyla belirlenen referans işletmeler, yoğunluk oranları ( $\lambda$ ) ve referans olma sayıları sırasıyla Tablo 13 ve Tablo 14’te verilmiştir.

**Tablo 13:** 2010 Yılı CCR-I Modeline Göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler ( $\lambda$ )	Referans Olma Sayısı
<b>CEMAS</b>	1	CEMAS (1,000)	<b>2</b>
<b>DGKLB</b>	1	DGKLB (1,000)	<b>6</b>
<b>EGEEN</b>	1	EGEEN (1,000)	<b>2</b>
<b>EREGL</b>	1	EREGL (1,000)	<b>0</b>
<b>GENTS</b>	1	GENTS (1,000)	<b>4</b>
<b>GUBRF</b>	1	GUBRF (1,000)	<b>22</b>
<b>HEKTS</b>	1	HEKTS (1,000)	<b>12</b>

**Tablo 13 (Devam):** 2010 Yılı CCR-I Modeline Göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

<b>KARTN</b>	1	KARTN (1,000)	<b>3</b>
<b>SASA</b>	1	SASA (1,000)	<b>0</b>
<b>TMSN</b>	1	TMSN (1,000)	<b>3</b>
<b>TRKCM</b>	1	TRKCM (1,000)	<b>1</b>
<b>TTRAK</b>	1	TTRAK (1,000)	<b>20</b>
<b>ULKER</b>	1	ULKER (1,000)	<b>0</b>
ARCLK	0,9990	GENTS (0,026), GUBRF (0,221), TTRAK (0,415)	-
AEFES	0,9955	GUBRF (0,479), HEKTS (0,048), TTRAK (0,301)	-
CEMTS	0,9823	GENTS (0,0236), HEKTS (0,409)	-
PETKM	0,9288	DGKLB (0,182), HEKTS (0,129), TTRAK (0,379)	-
AFYON	0,8742	GENTS (0,083), GUBRF (0,012), HEKTS (0,187), KARTN (0,295), TTRAK (0,112)	-
FROTO	0,8704	GUBRF (0,067), KARTN (0,005), TTRAK (0,785)	-
SODA	0,8631	GUBRF (0,204), HEKTS (0,372), TTRAK (0,166)	-
DEVA	0,8420	DGKLB (0,004), EGEEN (0,263), GUBRF (0,098), HEKTS (0,144), TTRAK (0,088)	-
ANACM	0,8158	GUBRF (0,393), HEKTS (0,253), TTRAK (0,076)	-
TUPRS	0,8038	GUBRF (0,253), TMSN (0,462)	-
TOASO	0,7988	GUBRF (0,324), TTRAK (0,390)	-
KORDS	0,7774	GUBRF (0,172), DGKLB (0,150), TTRAK (0,260)	-
YATAS	0,7693	EGEEN (0,261), GUBRF (0,207), HEKTS (0,051), TTRAK (0,049)	-
GOLTS	0,7299	CEMAS (0,018), GUBRF (0,234), TRKCM (0,322)	-
OTKAR	0,7212	DGKLB (0,025), GUBRF (0,289), TTRAK (0,273)	-
CCOLA	0,7107	GUBRF (0,304), HEKTS (0,205), TTRAK (0,321)	-
KRDMD	0,6770	CEMAS (0,006), DGKLB (0,159), GUBRF (0,200), HEKTS (0,020), TTRAK (0,152)	-
VESTL	0,6604	GUBRF (0,302), TTRAK (0,175)	-
AKSA	0,6535	GENTS (0,005), GUBRF (0,0167), KARTN (0,026), TTRAK (0,367)	-
TATGD	0,6339	DGKLB (0,372), GUBRF (0,090), HEKTS (0,031), TTRAK (0,231)	-
GOODY	0,6196	GUBRF (0,015), TMSN (0,056), TTRAK (0,475)	-
BRSAN	0,5427	GUBRF (0,170), TMSN (0,205), TTRAK (0,042)	-
GEREL	0,4065	GUBRF (0,157), HEKTS (0,070), TTRAK (0,131)	-
KARSN	0,0729	GUBRF (0,050)	-

**Tablo 14:** 2010 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler ( $\lambda$ )	Referans Olma Sayısı
AEFES	1	AEFES (1,000)	3
AFYON	1	AFYON (1,000)	0
ARCLK	1	ARCLK (1,000)	0
BRSAN	1	BRSAN (1,000)	1
CEMAS	1	CEMAS (1,000)	0
CEMTS	1	CEMTS (1,000)	0
DEVA	1	DEVA (1,000)	5
DGKLB	1	DGKLB (1,000)	4
EGEEN	1	EGEEN (1,000)	0
EREGL	1	EREGL (1,000)	1
GENTS	1	GENTS (1,000)	0
GOLTS	1	GOLTS (1,000)	0
GUBRF	1	GUBRF (1,000)	3
HEKTS	1	HEKTS (1,000)	1
KARSN	1	KARSN (1,000)	0
KARTN	1	KARTN (1,000)	0
KORDS	1	KORDS (1,000)	0
KRDMD	1	KRDMD (1,000)	2
OTKAR	1	OTKAR (1,000)	3
PETKM	1	PETKM (1,000)	3
SASA	1	SASA (1,000)	2
SODA	1	SODA (1,000)	1
TMSN	1	TMSN (1,000)	3
TRKCM	1	TRKCM (1,000)	0
TTRAK	1	TTRAK (1,000)	5
TUPRS	1	TUPRS (1,000)	0
ULKER	1	ULKER (1,000)	1
VESTL	1	VESTL (1,000)	0
YATAS	1	YATAS (1,000)	0
AKSA	0,9873	DEVA (0,536), GUBRF (0,068), HEKTS (0,079), PETKM (0,221), TTRAK (0,096)	-
GOODY	0,9796	DEVA (0,217), DGKLB (0,449), PETKM (0,182), TTRAK (0,102)	-
ANACM	0,9567	AEFES (0,121), DEVA (0,214), EREGL (0,213), GUBRF (0,084), KRDMD (0,002), SODA (0,219), ULKER (0,146)	-
TOASO	0,9541	GUBRF (0,058), OTKAR (0,587), SASA (0,003), TMSN (0,0242), TTRAK (0,109)	-
FROTO	0,9379	AEFES (0,037), PETKM (0,243), SASA (0,046), TMSN (0,075), TTRAK (0,559)	-
CCOLA	0,9222	AEFES (0,403), BRSAN (0,013), DGKLB (0,293), KRDMD (0,233), TMSN (0,058)	-
GEREL	0,8997	DEVA (0,599), DGKLB (0,232), OTKAR (0,169)	-
TATGD	0,8257	DEVA (0,213), DGKLB (0,608), OTKAR (0,044), TTRAK (0,135)	-



Tablo 13 ve Tablo 14’te görüldüğü gibi, etkin olmayan işletmelerin referans kümesinde bulunan etkin işletmeler incelendiğinde, CCR-I modeline göre en çok referans alan işletmeler sırasıyla; GUBRF (22), TTRAK (20), HEKTS (12), DGKLB (6), GENTS (4), KARTN (3), TMSN (3), CEMAS (2), EGEEN (2), TRKCM (1) olmuştur. Ancak EREGL, SASA ve ULKER işletmeleri etkin olmalarına rağmen herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır. BCC-I modeline göre ise en çok referans alan işletmeler sırasıyla; DEVA (5), TTRAK (5), DGKLB (4), AEFES (3), GUBRF (3), OTKAR (3), PETKM (3), TMSN (3), KRDM (2), SASA (2), BRAN (1), EREGL (1), HEKTS (1), SODA (1), ULKER (1) olmuştur. Fakat AFYON, ARCLK, CEMAS, CEMTS, EGEEN, GENTS, GOLTS, KARSN, KARTN, KORDS, TRKCM, TUPRS, VESTL ve YATAS işletmeleri etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır.

2010 yılı girdi odaklı CCR modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 15’te verilmiştir.

**Tablo 15:** 2010 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	G	1,218	0,746	8,044	8,910	0,496	0,367	0,911	0,204	0,226	0,537	0,203
	H	1,213	0,743	3,861	4,830	0,453	0,366	0,851	0,204	0,233	0,672	0,211
	PI (%)	-0,45	-0,45	-52,00	-45,79	-8,64	-0,45	-6,66	0,00	3,12	25,06	4,31
AFYON	G	3,853	0,700	4,528	8,172	0,172	0,043	0,551	0,093	0,043	0,361	0,119
	H	3,368	0,612	3,958	3,572	0,150	0,038	0,285	0,150	0,141	0,361	0,158
	PI (%)	-12,58	-12,58	-12,58	-56,29	-12,58	-12,58	-48,39	61,74	229,49	0,00	32,94
AKSA	G	1,666	0,960	4,032	8,178	0,429	0,243	0,737	0,127	0,122	0,432	0,156
	H	1,089	0,627	2,635	4,189	0,280	0,154	0,380	0,133	0,146	0,432	0,158
	PI (%)	-34,65	-34,65	-34,65	-48,78	-34,65	-36,50	-48,42	4,51	19,81	0,00	1,64
ANACM	G	1,700	0,641	6,141	7,039	0,485	0,582	0,871	0,170	0,175	0,478	0,168
	H	1,387	0,523	3,269	3,075	0,346	0,291	0,711	0,182	0,201	0,533	0,168
	PI (%)	-18,42	-18,42	-46,76	-56,32	-28,61	-49,97	-18,42	6,56	14,65	11,54	0,00

**Tablo 15 (Devam): 2010 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları**

ARCLK	G	2,028	0,947	2,984	7,024	0,535	0,470	0,524	0,159	0,152	0,514	0,185
	H	1,247	0,717	2,981	4,841	0,336	0,197	0,476	0,159	0,175	0,514	0,185
	PI (%)	-38,52	-24,28	-0,10	-31,08	-37,08	-58,10	-9,03	0,00	15,44	0,00	0,00
BRSAN	G	0,944	0,978	7,662	5,916	0,512	0,280	1,034	0,066	0,047	0,323	0,097
	H	0,513	0,520	4,158	2,216	0,236	0,152	0,426	0,088	0,103	0,323	0,105
	PI (%)	-45,73	-46,89	-45,73	-62,54	-53,96	-45,73	-58,78	32,95	117,03	0,00	9,13
CCOLA	G	1,469	0,913	13,018	12,306	0,524	0,493	0,813	0,152	0,159	0,490	0,176
	H	1,044	0,649	3,026	4,274	0,350	0,246	0,578	0,161	0,181	0,524	0,176
	PI (%)	-28,93	-28,93	-76,75	-65,27	-33,17	-50,13	-28,93	5,68	13,84	6,93	0,00
CEMTS	G	3,391	1,064	5,102	4,217	0,176	0,021	0,549	0,056	0,013	0,319	0,084
	H	3,331	0,432	2,468	2,600	0,125	0,020	0,222	0,163	0,148	0,319	0,145
	PI (%)	-1,78	-59,39	-51,62	-38,34	-28,73	-1,78	-59,57	191,32	1039,2	0,00	72,46
DEVA	G	1,418	0,619	2,556	2,982	0,454	0,157	0,756	0,076	0,078	0,345	0,107
	H	1,194	0,521	2,152	2,511	0,283	0,132	0,356	0,117	0,121	0,345	0,124
	PI (%)	-15,80	-15,80	-15,80	-15,80	-37,79	-15,80	-52,84	53,87	56,18	0,00	15,13
FROTO	G	1,910	2,294	6,458	16,488	0,474	0,235	0,510	0,146	0,140	0,638	0,261
	H	1,662	1,104	3,749	7,505	0,412	0,128	0,330	0,199	0,212	0,638	0,261
	PI (%)	-12,96	-51,87	-41,96	-54,48	-12,96	-45,62	-35,35	36,29	51,86	0,00	0,00
GEREL	G	1,599	0,795	7,329	7,574	0,568	0,624	0,745	0,037	0,018	0,271	0,076
	H	0,650	0,323	1,616	2,052	0,177	0,125	0,303	0,088	0,097	0,271	0,092
	PI (%)	-59,35	-59,35	-77,95	-72,91	-68,77	-79,94	-59,35	135,87	452,91	0,00	20,37
GOLTS	G	2,841	0,431	8,326	6,081	0,329	0,384	0,867	0,113	0,081	0,374	0,124
	H	2,074	0,315	2,790	3,141	0,240	0,236	0,614	0,155	0,149	0,375	0,124
	PI (%)	-27,01	-27,01	-66,49	-48,35	-27,01	-38,41	-29,15	36,67	82,57	0,09	0,00
GOODY	G	1,676	1,579	4,798	7,954	0,466	0,110	0,536	0,097	0,099	0,400	0,137
	H	1,038	0,746	2,973	4,742	0,263	0,068	0,199	0,123	0,131	0,400	0,167
	PI (%)	-38,04	-52,77	-38,04	-40,39	-43,45	-38,04	-62,79	26,68	32,66	0,00	21,81
KARSN	G	0,639	1,333	11,218	7,885	0,733	0,516	1,432	0,006	0,008	0,008	0,011
	H	0,047	0,032	0,248	0,199	0,031	0,035	0,078	0,013	0,016	0,045	0,011
	PI (%)	-92,71	-97,61	-97,79	-97,47	-95,74	-93,28	-94,52	119,94	101,66	493,34	0,00
KORDS	G	2,061	0,949	6,337	4,899	0,319	0,194	0,817	0,119	0,127	0,412	0,147
	H	1,602	0,598	3,183	3,808	0,248	0,151	0,417	0,131	0,141	0,412	0,150
	PI (%)	-22,27	-36,99	-49,77	-22,27	-22,27	-22,27	-49,01	10,02	11,24	0,00	1,84
KRDMD	G	1,225	0,719	7,652	3,847	0,423	0,242	0,911	0,101	0,090	0,376	0,125
	H	0,829	0,487	2,512	2,605	0,286	0,164	0,440	0,116	0,126	0,378	0,125
	PI (%)	-32,30	-32,30	-67,17	-32,30	-32,30	-32,30	-51,78	14,99	39,30	0,49	0,00

**Tablo 15 (Devam): 2010 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları**

OTKAR	G	1,188	0,814	3,798	5,145	0,727	0,570	0,749	0,120	0,110	0,470	0,143
	H	0,857	0,574	2,739	3,710	0,322	0,230	0,540	0,141	0,160	0,470	0,154
	PI (%)	-27,88	-29,46	-27,88	-27,88	-55,77	-59,63	-27,88	17,28	45,65	0,00	7,97
PETKM	G	1,622	1,225	7,009	6,691	0,326	0,059	0,750	0,125	0,104	0,431	0,165
	H	1,507	0,760	3,025	4,267	0,303	0,054	0,216	0,148	0,148	0,431	0,180
	PI (%)	-7,12	-37,97	-56,84	-36,24	-7,12	-7,12	-71,16	18,54	42,62	0,00	9,07
SODA	G	2,085	0,699	5,961	9,823	0,349	0,261	0,767	0,181	0,189	0,459	0,181
	H	1,800	0,603	3,185	3,529	0,301	0,174	0,474	0,183	0,192	0,491	0,181
	PI (%)	-13,69	-13,69	-46,58	-64,08	-13,69	-33,40	-38,22	1,34	1,63	6,82	0,00
TATGD	G	2,011	1,414	5,324	5,257	0,581	0,747	0,570	0,102	0,119	0,445	0,142
	H	1,275	0,721	3,375	3,332	0,360	0,108	0,361	0,142	0,143	0,445	0,165
	PI (%)	-36,61	-49,03	-36,61	-36,61	-38,08	-85,61	-36,61	38,46	20,51	0,00	16,50
TOASO	G	1,355	1,213	7,036	19,905	0,677	0,898	0,776	0,140	0,121	0,575	0,183
	H	1,082	0,731	3,288	4,876	0,386	0,266	0,620	0,173	0,196	0,575	0,194
	PI (%)	-20,12	-39,71	-53,26	-75,51	-42,93	-70,42	-20,12	23,77	62,28	0,00	6,24
TUPRS	G	1,050	1,884	34,295	13,312	0,720	0,302	0,919	0,108	0,099	0,542	0,163
	H	0,844	0,960	8,309	3,604	0,405	0,243	0,731	0,143	0,168	0,542	0,179
	PI (%)	-19,62	-49,05	-75,77	-72,92	-43,71	-19,62	-20,49	32,50	69,06	0,00	9,59
VESTL	G	1,155	1,323	3,406	6,141	0,714	0,447	0,840	0,089	0,092	0,397	0,122
	H	0,631	0,427	2,249	2,808	0,271	0,228	0,523	0,118	0,136	0,397	0,122
	PI (%)	-45,40	-67,71	-33,96	-54,28	-62,10	-49,12	-37,74	32,45	48,56	0,00	0,00
YATAS	G	1,158	0,762	2,778	2,955	0,725	0,695	0,819	0,085	0,091	0,364	0,114
	H	0,891	0,472	2,138	2,274	0,306	0,199	0,487	0,112	0,123	0,364	0,114
	PI (%)	-23,07	-38,13	-23,07	-23,07	-57,76	-71,34	-40,49	31,06	34,65	0,00	0,00

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

AEFES, AFYON, AKSA, ANACM, ARCLK, BRSA, COLA, CEMTS, DEVA, FROTO, GEREL, GOLTS, GOODY, KARSN, KORDS, KRDM, OTKAR, PETKM, SODA, TATGD, TOASO, TUPRS, VESTL ve YATAS işletmeleri sahip oldukları girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretmediklerinden dolayı etkisiz olmuşlardır. Bu işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 15'teki gibidir. Tabloda yer alan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan ARCLK (0,9990) ve

KARSN (0,0729) işletmelerinin toplam etkinsizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

ARCLK işletmesinin toplam etkinsizliği, “GR1” ile gösterilen “Cari Oran”, “GR2” ile gösterilen “Aktif Devir Hızı”, “GR3” ile gösterilen “Alacak Devir Hızı”, “GR4” ile gösterilen “Stok Devir Hızı”, “GR5 ile gösterilen “Finansal Kaldıraç Oranı”, “GR6” ile gösterilen “Uzun Vadeli Borçlar/Özsermaye”, “GR7” ile gösterilen “Duran Varlıklar/Devamlı Sermaye” girdi değişkenlerinin fazlalığı ile “ÇK2” ile gösterilen “Faaliyet Kar Marjı” oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. ARCLK işletmesinin referans kümesinde bulunan GENTS ( $\lambda = 0,026$ ), GUBRF ( $\lambda = 0,221$ ) ve TTRAK ( $\lambda = 0,415$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %38,52 oranında azaltılarak 2,028’den 1,247’ye, aktif devir hızının %24,28 oranında azaltılarak 0,947’den 0,717’ye, alacak devir hızının %0,10 oranında azaltılarak 2,984’ten 2,981’e, stok devir hızının %31,08 oranında azaltılarak 7,024’ten 4,841’e, finansal kaldıraç oranının %37,08 oranında azaltılarak 0,535’den 0,336’ya, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %58,10 oranında azaltılarak 0,470’den 0,197’ye, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %9,03 oranında azaltılarak 0,524’ten 0,476’a indirilmesi ve çıktı değişkeni olan faaliyet kâr marjının ise %15,44 oranında artırılarak 0,152’den 0,175’e yükseltilmesi gerekmektedir.

Diğer taraftan en düşük etkinliğe sahip olan KARSN işletmesinin toplam etkinsizliği ise; girdilerindeki fazlalıklardan ve çıktılardan net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve özsermaye kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre, KARSN işletmesinin referans kümesindeki GUBRF ( $\lambda = 0,050$ ) işletmesi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %92,71 oranında azaltılarak 0,639’dan 0,047’ye, aktif devir hızının %97,61 oranında azaltılarak 1,333’den 0,032’ye, alacak devir hızının %97,79 oranında azaltılarak 11,218’den 0,248’e, stok devir hızının %97,47 oranında azaltılarak 7,885’den 0,199’e, finansal kaldıraç oranının %95,74 oranında azaltılarak 0,733’ten 0,031’e, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %93,28 oranında azaltılarak 0,516’dan 0,035’e ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %94,52 oranında azaltılarak 1,432’den 0,078’e

indirilmesi; çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %119,94 oranında artırılarak 0,006'dan 0,013'e, faaliyet kâr marjın %101,66 oranında artırılarak 0,008'den 0,016'ya ve özsermaye kârlılık oranının ise %493,34 oranında artırılarak 0,008'den 0,045'e yükseltilmesi gerekmektedir.

2010 yılı girdi odaklı BCC modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 16'da verilmiştir.

**Tablo 16:** 2010 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AKSA	G	1,666	0,960	4,032	8,178	0,429	0,243	0,737	0,127	0,122	0,432	0,156
	H	1,645	0,828	3,981	4,484	0,424	0,157	0,728	0,127	0,128	0,451	0,157
	PI (%)	-1,27	-13,70	-1,27	-45,17	-1,27	-35,37	-1,27	0,00	4,62	4,50	0,80
ANACM	G	1,700	0,641	6,141	7,039	0,485	0,582	0,871	0,170	0,175	0,478	0,168
	H	1,627	0,613	5,875	6,360	0,464	0,352	0,834	0,175	0,175	0,486	0,168
	PI (%)	-4,33	-4,33	-4,33	-9,64	-4,33	-39,50	-4,33	2,82	0,00	1,72	0,00
CCOLA	G	1,469	0,913	13,018	12,306	0,524	0,493	0,813	0,152	0,159	0,490	0,176
	H	1,355	0,842	7,440	5,482	0,483	0,232	0,750	0,162	0,165	0,490	0,179
	PI (%)	-7,78	-7,78	-42,85	-55,45	-7,78	-52,87	-7,78	6,56	3,79	0,00	2,01
FROTO	G	1,910	2,294	6,458	16,488	0,474	0,235	0,510	0,146	0,140	0,638	0,261
	H	1,791	1,322	6,057	8,146	0,444	0,104	0,478	0,195	0,200	0,638	0,263
	PI (%)	-6,21	-42,37	-6,21	-50,60	-6,21	-55,81	-6,21	33,28	42,80	0,00	0,52
GEREL	G	1,599	0,795	7,329	7,574	0,568	0,624	0,745	0,037	0,018	0,271	0,076
	H	1,438	0,715	3,303	3,123	0,511	0,202	0,670	0,102	0,097	0,398	0,129
	PI (%)	-10,03	-10,03	-54,94	-58,77	-10,05	-67,57	-10,03	172,67	453,01	47,05	70,24
GOODY	G	1,676	1,579	4,798	7,954	0,466	0,110	0,536	0,097	0,099	0,400	0,137
	H	1,642	0,939	4,700	3,809	0,456	0,082	0,525	0,140	0,130	0,470	0,173
	PI (%)	-2,04	-40,52	-2,04	-52,11	-2,04	-25,60	-2,04	44,25	31,25	17,33	26,66
TATGD	G	2,011	1,414	5,324	5,257	0,581	0,747	0,570	0,102	0,119	0,445	0,142
	H	1,660	0,909	4,396	3,395	0,480	0,082	0,471	0,147	0,138	0,486	0,180
	PI (%)	-17,43	-35,70	-17,43	-35,42	-17,43	-88,99	-17,43	43,49	16,33	9,03	26,91
TOASO	G	1,355	1,213	7,036	19,905	0,677	0,898	0,776	0,140	0,121	0,575	0,183
	H	1,293	1,085	6,713	5,636	0,646	0,422	0,740	0,152	0,156	0,575	0,196
	PI (%)	-4,59	-10,56	-4,59	-71,69	-4,59	-53,01	-4,59	8,80	29,67	0,00	7,13

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

AKSA, ANACM, COLA, FROTO, GEREL, GOLTS, GOODY, TATGD ve TOASO işletmeleri mevcut girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretmediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Bu işletmelerin teknik etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 16'daki gibidir. Tabloda bulunan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan AKSA (0,9873) ve TATGD (0,8257) işletmelerinin teknik etkinsizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

AKSA işletmesinin teknik etkinsizliği, "GR1" ile gösterilen "Cari Oran", "GR2" ile gösterilen "Aktif Devir Hızı", "GR3" ile gösterilen "Alacak Devir Hızı", "GR4" ile gösterilen "Stok Devir Hızı", "GR5 ile gösterilen "Finansal Kaldıraç Oranı", "GR6" ile gösterilen "Uzun Vadeli Borçlar/Özsermaye", "GR7" ile gösterilen "Duran Varlıklar/Devamlı Sermaye" girdi değişkenlerinin fazlalığı ile "ÇK2" ile gösterilen "Faaliyet Kar Marjı", "ÇK3" ile gösterilen "Özsermaye Karlılığı" ve "ÇK4" ile gösterilen "Aktif Karlılık" oranlarının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. AKSA işletmesinin referans kümesinde bulunan DEVA ( $\lambda = 0,536$ ), GUBRF ( $\lambda = 0,068$ ), HEKTS ( $\lambda = 0,079$ ), PETKM ( $\lambda = 0,221$ ) ve TTRAK ( $\lambda = 0,096$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %1,27 oranında azaltılarak 1,666'dan 1,645'e, aktif devir hızının %13,70 oranında azaltılarak 0,960'dan 0,828'e, alacak devir hızının %1,27 oranında azaltılarak 4,032'den 3,981'e, stok devir hızının %45,17 oranında azaltılarak 8,178'den 4,484'e, finansal kaldıraç oranının %1,27 oranında azaltılarak 0,429'dan 0,424'e, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %35,37 oranında azaltılarak 0,243'ten 0,157'ye ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %1,27 oranında azaltılarak 0,737'den 0,728'e indirilmesi; çıktı değişkenleri olan faaliyet kâr marjın %4,62 oranında artırılarak 0,122'den 0,128'e, özsermaye kârlılık oranının %4,50 oranında artırılarak 0,432'den 0,451'e ve aktif kârlılık oranının ise %0,80 oranında artırılarak 0,156'dan 0,157'ye yükseltilmesi gerekmektedir.

Diğer taraftan BCC-I modeline göre en düşük etkinliğe sahip olan TATGD işletmesinin teknik etkinsizliği ise, girdilerindeki fazlalıklardan ve çıktılarındaki eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Buna göre TATGD işletmesinin referans kümesinde bulunan DEVA ( $\lambda = 0,213$ ), DGKLB ( $\lambda = 0,608$ ), OTKAR ( $\lambda = 0,044$ ) ve TTRAK ( $\lambda = 0,135$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %17,43 oranında azaltılarak 2,011'den 1,660'a, aktif devir hızının %35,70 oranında azaltılarak 1,414'ten 0,909'a, alacak devir hızının %17,43 oranında azaltılarak 5,324'ten 4,396'a, stok devir hızının %35,42 oranında azaltılarak 5,257'den 3,395'e, finansal kaldıraç oranının %17,43 oranında azaltılarak 0,581'den 0,480'e, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %88,99 oranında azaltılarak 0,747'den 0,082'e ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %17,43 oranında azaltılarak 0,570'den 0,471'e indirilmesi; çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %43,49 oranında artırılarak 0,102'den 0,147'e, faaliyet kâr marjın %16,33 oranında artırılarak 0,119'dan 0,138'e, özsermaye kârlılık oranının %9,03 oranında artırılarak 0,445'den 0,486'a ve aktif kârlılık oranının ise %26,91 oranında artırılarak 0,142'den 0,180'e yükseltilmesi gerekmektedir.

#### **4. 7. 2. 2011 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular**

İşletmelerin 2011 yılına ait finansal tablolarından elde edilen girdi ve çıktı (revize) verileri Tablo 17'de verilmiştir. Bu verilerle yapılan etkinlik analizinde; değişkenlere ait korelasyon katsayıları Tablo 18'de, tanımlayıcı istatistikler Tablo 19'da işletmelere ait etkinlik skorları ve ölçeğe göre getiri türleri de Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 17'deki veriler, BIST100'de işlem gören imalat işletmelerinin 2011 yılına ait girdi ve çıktı değişkenlerine ait verilerdir. İşletmelere ait veriler eksiksiz elde edilmiş ve negatif değere sahip olan veriler de çok küçük pozitif değer olacak şekilde basit toplama işlemi ile söz konusu yıla ait tüm veriler aynı değerle toplanarak negatif değerler pozitif değerlere dönüştürülmüştür. Bu işlem yalnızca çıktı değişkenleri için yapılmış olup, girdi değişkenleri için yapılmamıştır.

**Tablo 17: 2011 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler**

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	1,439	0,742	8,231	8,480	0,501	0,504	0,862	0,205	0,297	0,334	0,166
AFYON	3,999	0,828	5,051	6,346	0,142	0,027	0,596	0,013	0,007	0,107	0,013
AKSA	1,774	1,014	4,175	8,755	0,485	0,438	0,731	0,189	0,255	0,338	0,170
ANACM	1,322	0,560	5,284	5,530	0,544	0,678	0,952	0,224	0,294	0,352	0,163
ARCLK	1,709	0,917	2,652	5,514	0,603	0,568	0,569	0,194	0,247	0,373	0,169
BRSAN	0,874	0,908	7,249	5,289	0,552	0,288	1,093	0,170	0,234	0,300	0,146
CCOLA	2,756	0,900	12,882	11,416	0,559	0,964	0,721	0,172	0,266	0,306	0,147
CEMAS	1,139	0,438	5,020	5,378	0,501	0,079	0,887	0,173	0,244	0,258	0,129
CEMTS	3,762	1,229	6,008	5,131	0,176	0,021	0,479	0,233	0,273	0,374	0,237
DEVA	1,375	0,608	2,424	3,711	0,483	0,262	0,801	0,091	0,245	0,175	0,087
DGKLB	2,127	1,066	5,846	2,324	0,406	0,052	0,322	0,242	0,300	0,422	0,230
EGEEN	2,047	1,123	3,008	3,972	0,558	0,409	0,365	0,296	0,355	0,642	0,296
EREGL	2,437	0,666	7,813	2,458	0,456	0,513	0,687	0,246	0,363	0,367	0,188
FROTO	1,785	2,362	7,466	14,407	0,571	0,418	0,495	0,193	0,240	0,569	0,260
GENTS	4,656	0,817	4,147	3,975	0,136	0,021	0,556	0,311	0,332	0,411	0,258
GEREL	1,582	1,009	8,361	5,211	0,644	0,876	0,710	0,071	0,164	0,050	0,050
GOLTS	2,316	0,520	9,184	6,226	0,368	0,411	0,858	0,137	0,234	0,227	0,114
GOODY	1,690	1,894	6,140	7,537	0,491	0,100	0,459	0,180	0,229	0,405	0,204
GUBRF	1,124	0,767	3,962	4,256	0,595	0,390	1,379	0,295	0,403	0,785	0,236
HEKTS	2,384	0,683	3,697	2,384	0,372	0,050	0,287	0,256	0,338	0,357	0,196
KARSN	0,888	1,705	12,832	11,260	0,670	0,660	1,082	0,088	0,194	0,008	0,039
KARTN	7,071	0,923	8,199	4,202	0,112	0,025	0,400	0,305	0,347	0,402	0,271
KORDS	1,862	0,956	6,414	3,963	0,380	0,221	0,782	0,190	0,252	0,326	0,167
KRDMD	1,648	0,934	8,021	5,275	0,414	0,308	0,802	0,247	0,316	0,406	0,219
OTKAR	1,049	1,042	4,127	5,283	0,750	0,434	0,912	0,192	0,250	0,477	0,170
PETKM	1,586	1,457	6,662	8,413	0,363	0,075	0,731	0,156	0,212	0,280	0,148
SASA	1,242	1,459	6,608	4,818	0,557	0,106	0,747	0,177	0,227	0,373	0,178
SODA	1,959	0,712	5,143	9,470	0,348	0,203	0,739	0,341	0,365	0,453	0,260
TATGD	2,649	1,252	4,523	4,954	0,611	1,078	0,442	0,133	0,202	0,234	0,114
TMSN	1,077	1,477	13,067	5,149	0,490	0,094	0,939	0,261	0,337	0,600	0,304
TOASO	1,300	1,164	6,298	19,304	0,716	0,988	0,769	0,195	0,237	0,485	0,185
TRKCM	4,842	0,535	3,592	5,115	0,236	0,182	0,578	0,318	0,355	0,357	0,210
TTRAK	2,139	1,452	4,755	5,851	0,520	0,243	0,231	0,284	0,345	0,686	0,334
TUPRS	1,081	2,808	11,696	11,326	0,701	0,450	0,899	0,160	0,218	0,505	0,194
ULKER	1,446	0,674	3,086	11,158	0,589	0,311	0,644	0,502	0,232	0,887	0,361
VESTL	1,058	1,352	3,492	5,772	0,781	0,323	0,945	0,126	0,228	0,190	0,104
YATAS	1,163	0,739	3,311	2,412	0,709	0,320	0,739	0,154	0,261	0,282	0,128

İşletmelerin 2011 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin elde edilen korelasyon katsayı değerleri Tablo 18’de verilmiştir.



**Tablo 18:** 2011 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
GR1	1	-0,22	-0,06	-0,22	-0,79	-0,29	-0,53	0,23	0,16	-0,06	0,18
GR2	-0,22	1	0,42	0,43	0,31	0,05	-0,08	-0,21	-0,23	0,14	0,11
GR3	-0,06	0,42	1	0,34	0,05	0,22	0,28	-0,24	-0,10	-0,18	-0,11
GR4	-0,22	0,43	0,34	1	0,31	0,44	0,15	-0,02	-0,28	0,15	0,04
GR5	-0,79	0,31	0,05	0,31	1	0,61	0,40	-0,22	-0,15	0,08	-0,18
GR6	-0,29	0,05	0,22	0,44	0,61	1	0,21	-0,26	-0,17	-0,16	-0,32
GR7	-0,53	-0,08	0,28	0,15	0,40	0,21	1	-0,22	-0,07	-0,11	-0,35
ÇK1	0,23	-0,21	-0,24	-0,02	-0,22	-0,26	-0,22	1	0,71	0,80	0,89
ÇK2	0,16	-0,23	-0,10	-0,28	-0,15	-0,17	-0,07	0,71	1	0,54	0,68
ÇK3	-0,06	0,14	-0,18	0,15	0,08	-0,16	-0,11	0,80	0,54	1	0,90
ÇK4	0,18	0,11	-0,11	0,04	-0,18	-0,32	-0,35	0,89	0,68	0,90	1

Tablo 18’de korelasyon katsayıları incelendiğinde, genel olarak girdi değişkenleri arasındaki korelasyonun zayıf olduğu (“GR1 ile gösterilen “Cari Oran” ile “GR5” ile gösterilen “Finansal Kaldıraç Oranı” arasındaki ilişki hariç), çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun kuvvetli olduğu, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun ise zayıf olduğu görülmektedir. Örneğin, “GR1” ile gösterilen “Cari Oran” değişkeni çıktı değişkeni olan “ÇK3” ile gösterilen “Özsermaye Kârlılık Oranı” ile negatif yönlü diğer çıktılar ile pozitif yönlü ve girdi değişkenleri ile de (Finansal Kaldıraç Oranı hariç) negatif yönlü zayıf bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir.

Analiz kapsamında BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2011 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 19’da verilmiştir.

**Tablo 19:** 2011 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler		N	Max	Min	Ortalama	Std. Sapma	Değişim Katsayısı
GİRDİLER	Cari Oran	37	7,071	0,874	2,064	1,282	0,621
	Aktif Devir Hızı	37	2,808	0,438	1,073	0,498	0,464
	Alacak Devir Hızı	37	13,067	2,424	6,228	2,845	0,457
	Stok Devir Hızı	37	19,304	2,324	6,541	3,551	0,543
	Finansal Kaldıraç Oranı	37	0,781	0,112	0,489	0,170	0,348
	UVB/Özsermaye	37	1,078	0,021	0,354	0,283	0,801
	Duran varlıklar/Devamlı Sermaye	37	1,379	0,231	0,708	0,242	0,342

**Tablo 19 (Devam):** 2011 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

ÇIKTILAR	Net Kâr Marjı	37	0,502	0,013	0,209	0,088	0,420
	Faaliyet Kâr Marjı	37	0,403	0,007	0,267	0,072	0,268
	Özsermaye Kârlılığı	37	0,887	0,008	0,381	0,181	0,475
	Aktif Kârlılık	37	0,361	0,013	0,185	0,077	0,418

Tablo 19’da gibi, analize dahil edilen 37 imalat işletmesinin girdi ve çıktılarının maksimum değerleri ile minimum değerleri arasındaki farkın büyük olduğu ve değişim katsayısının 0,268 ile 0,801 arasında değerler aldığı görülmektedir. Buna göre, değişim katsayısı en küçük olan değişkenin, faaliyet kâr marjı olduğu ve en büyük olan değişkeninin ise uzun vadeli borçlar/özsermaye oranı olduğu görülmektedir. Verilerin maksimum ve minimum değerlerine bakıldığında değişim aralığının ne kadar büyük olduğu görülebilir. VZA’nın olumlu yönlerinden biri de benzer girdileri kullanıp benzer çıktıları elde etmek koşuluyla farklı büyüklükteki birimleri birbiriyle karşılaştırabilmesidir.

Borsa İstanbul BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2011 yılına ait verileri kullanılarak VZA yöntemine göre hesaplanan etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçek özelliği sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

**Tablo 20:** İşletmelerin 2011 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği

İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	CCR-I Etkinlik Skorları	BCC-I Etkinlik Skorları	Ölçek Etkinlik Skorları	CCR-I Etkinlik Sıralaması	BCC-I Etkinlik Sıralaması	Ölçek Getiri Özelliği
AEFES	0,8594	0,9601	0,8951	19	31	Sabit
AFYON	0,2791	1	0,2791	37	15	Artan
AKSA	0,6962	0,9201	0,7567	32	34	Artan
ANACM	0,9720	0,9828	0,9890	16	30	Sabit
ARCLK	0,8043	1	0,8043	22	22	Artan
BRSAN	0,7602	1	0,7602	26	12	Artan
COLLA	0,5832	0,7181	0,8121	34	37	Artan
CEMAS	1	1	1	12	5	Sabit
CEMTS	1	1	1	14	13	Sabit
DEVA	0,9438	1	0,9438	17	10	Artan
DGKLB	1	1	1	11	7	Sabit
EGEEN	1	1	1	7	6	Sabit
EREGL	1	1	1	13	11	Sabit

**Tablo 20 (Devam): İşletmelerin 2011 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği**

FROTO	0,7564	0,9501	0,7961	27	32	Artan
GENTS	1	1	1	5	3	Sabit
GEREL	0,4660	0,9026	0,5163	35	35	Artan
GOLTS	0,7743	1	0,7743	25	21	Artan
GOODY	0,8272	1	0,8272	21	18	Artan
GUBRF	1	1	1	4	24	Sabit
HEKTS	1	1	1	6	4	Sabit
KARSN	0,6107	0,9973	0,6124	33	28	Artan
KARTN	1	1	1	8	1	Sabit
KORDS	0,7753	1	0,7753	24	19	Artan
KRDMD	0,9245	1	0,9245	18	23	Artan
OTKAR	0,8037	1	0,8037	23	16	Artan
PETKM	0,7130	1	0,7130	31	14	Artan
SASA	0,8317	1	0,8317	20	20	Artan
SODA	1	1	1	10	24	Sabit
TATGD	0,4646	0,7948	0,5845	36	36	Artan
TMSN	1	1	1	2	2	Sabit
TOASO	0,7476	0,9499	0,7870	28	33	Artan
TRKCM	1	1	1	9	9	Sabit
TTRAK	1	1	1	3	24	Sabit
TUPRS	0,7451	0,9965	0,7477	29	29	Artan
ULKER	1	1	1	1	24	Sabit
VESTL	0,7187	1	0,7187	30	17	Artan
YATAS	0,9861	1	0,9861	15	8	Artan

Tablo 20’de görüldüğü gibi, girdi odaklı CCR modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, incelemeye alınan 37 işletmeden etkinlik skoru 1 olan 14 işletmenin etkin, etkinlik skoru 1’den küçük olan 23 işletmenin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli olarak etkin olan işletmeler; CEMAS, CEMTS, DGKLB, EGEEN, EREGL, GENTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, SODA, TMSN, TRKCM, TTRAK ve ULKER dir. CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9861 etkinlik değeri ile 15’inci sıradaki YATAS işletmesi iken, en düşük olan işletme ise 0,2791 etkinlik değeri ile 37’nci sıradaki AFYON işletmesi olmuştur.

2011 yılı finansal oran verileri ile girdi odaklı BCC modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 27 işletmenin etkin, 10 tanesinin ise etkin olmadığı

saptanmıştır. Göreli teknik etkin olmayan işletmeler; AEFES, AKSA, ANACM, CCOLA, FROTO, GEREL, KARSN, TATGD, TOASO ve TUPRS dir. Bu işletmeler kaynaklarını etkin kullanamadıkları için etkinlik sınırına ulaşamamışlardır. BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9973 etkinlik değeri ile 28'inci sıradaki KARSN işletmesi iken, en düşük olan işletme ise 0,7181 etkinlik değeri ile 37'nci sıradaki CCOLA işletmesi olmuştur. Burada dikkat çeken önemli bir nokta, TMSN işletmesinin her iki modelde de aynı etkinlik sıralamasına sahip olmasıdır.

BIST100 imalat işletmelerinin 2011 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modelleriyle süper etkinlik analizi yapılmış ve elde edilen skorlar (en etkinden etkin olmayana doğru) Tablo 21'de verilmiştir.

**Tablo 21:** 2011 Yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

CCR-I Modeli			BCC-I Modeli		
İşletmelerin Borsa Kodu	Süper Toplam Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması	İşletmelerin Borsa Kodu	Süper Teknik Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması
ULKER	2,0767	1	KARTN	4,6167	1
TMSN	1,8860	2	TMSN	2,0401	2
TTRAK	1,7941	3	GENTS	1,8650	3
GUBRF	1,7423	4	HEKTS	1,7316	4
GENTS	1,7376	5	CEMAS	1,6664	5
HEKTS	1,4933	6	EGEEN	1,4526	6
EGEEN	1,4246	7	DGKLB	1,3738	7
KARTN	1,4163	8	YATAS	1,3721	8
TRKCM	1,3579	9	TRKCM	1,3592	9
SODA	1,2809	10	DEVA	1,2918	10
DGKLB	1,2368	11	EREGL	1,2718	11
CEMAS	1,1981	12	BRSAN	1,1951	12
EREGL	1,0918	13	CEMTS	1,1487	13
CEMTS	1,0734	14	PETKM	1,1281	14
YATAS	0,9861	15	AFYON	1,0873	15
ANACM	0,9720	16	OTKAR	1,0638	16
DEVA	0,9438	17	VESTL	1,0611	17
KRDMD	0,9245	18	GOODY	1,0469	18
AEFES	0,8594	19	KORDS	1,0437	19
SASA	0,8317	20	SASA	1,0376	20
GOODY	0,8272	21	GOLTS	1,0327	21
ARCLK	0,8043	22	ARCLK	1,0243	22

**Tablo 21: 2011 Yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları**

OTKAR	0,8037	23	KRDMD	1,0109	23
KORDS	0,7753	24	ULKER	1,0000	24
GOLTS	0,7743	25	GUBRF	1,0000	24
BRSAN	0,7602	26	TTRAK	1,0000	24
FROTO	0,7564	27	SODA	1,0000	24
TOASO	0,7476	28	KARSN	0,9973	28
TUPRS	0,7451	29	TUPRS	0,9965	29
VESTL	0,7187	30	ANACM	0,9828	30
PETKM	0,7130	31	AEFES	0,9601	31
AKSA	0,6962	32	FROTO	0,9501	32
KARSN	0,6107	33	TOASO	0,9499	33
CCOLA	0,5832	34	AKSA	0,9201	34
GEREL	0,4660	35	GEREL	0,9026	35
TATGD	0,4646	36	TATGD	0,7948	36
AFYON	0,2791	37	CCOLA	0,7181	37

Tablo 20 ve Tablo 21’deki etkinlik skorları incelendiğinde, CCR-I ve BCC-I modellerine göre toplam ve teknik etkin olmayan işletmelerin skorları ile süper etkinlik (toplam ve teknik etkin olmayan işletmelerin) skorlarının aynı olduğu görülmektedir. Bu da etkin olmayan işletmelerin süper etkinlik skorları ile görece etkinlik skorlarının birbirine eşit olduğu ve etkinlik sıralamalarının değişmediğini göstermektedir. Analiz kapsamında girdi odaklı CCR süper etkinlik modeliyle değerlendirilen 37 işletme içerisinde en etkin ilk beş işletme ULKER, TMSN, TTRAK, GUBRF ve GENTS olurken, son sıralardaki işletmeler ise GEREL, TATGD ve AFYON olmuştur. Benzer şekilde BCC-I süper etkinlik modeline göre en etkin ilk beş işletme KARTN, TMSN, GENTS, HEKTS ve CEMAS olurken, son sıralardaki işletmeler ise GEREL, TATGD ve CCOLA olmuştur. TMSN işletmesi ise, her iki modelde de aynı etkinlik sıralamasına sahip olmuştur.

Ayrıca, BCC-I modeli ile yapılan analiz sonucunda, ULKER, GUBRF, TTRAK ve SODA işletmeleri için süper etkinlik skorlarının “1” olduğu ve kullanılan programda bu işletmeler için karşılaştırma imkânı olmadığından sıralamada hepsine 24 sıra numarası verildiği görülmektedir.

Tablo 20’de, CCR-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarının, BCC-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarına bölünmesiyle ölçek etkinlik skorları elde edilmiştir.

Analiz kapsamında 37 işletmeden 14 işletmenin görece olarak ölçüğe göre etkin olduğu, 23 tanesinin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre işletmelerin 21 tanesi ölçüğe göre artan getiriye sahip iken, 16 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Ölçüğe göre getiri özelliği sabit olan işletmeler; AEFES, ANACM, CEMAS, CEMTS, DGKLB, EGEEN, EREGL, GENTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, SODA, TMSN, TRKCM, TTRAK ve ULKER dir. Bu işletmelerin girdi miktarlarındaki artış oranı ile çıktı miktarlarındaki artış oranı aynıdır. Yani, girdilerindeki bir birimlik artışa mukabil çıktılarında da bir birimlik artış olmaktadır. Ölçüğe göre artan getiri özelliğine sahip olan işletmeler; AFYON, AKSA, ARCLK, BRSAN, COLA, DEVA, FROTO, GEREL, GOLTS, GOODY, KARSN, KORDS, KRDM, OTKAR, PETKM, SASA, TATGD, TOASO, TUPRS, VESTL ve YATAS olup, aynı zamanda ölçek etkin olmayan işletmelerdir. Bu işletmeler, girdi miktarlarını belli oranda artırdıklarında daha fazla çıktı üretebilmeleri mümkün iken dış etkenlerden dolayı kapasitelerinin altında çıktı üretmişlerdir. O halde bu işletmeler, büyüme potansiyellerini en iyi şekilde kullanarak görece olarak etkin olabilirler. Bununla birlikte, AFYON, ARCLK, BRSAN, DEVA, GOLTS, GOODY, KORDS, KRDM, OTKAR, PETKM, SASA, VESTL ve YATAS işletmeleri görece olarak teknik etkin oldukları halde görece olarak toplam etkisiz olmalarının nedeni ise tamamen görece ölçek etkisizliklerinden kaynaklanmaktadır.

BIST100’de bulunan imalat işletmelerinin 2011 yılına ait etkinlik analiz sonuçlarının özeti Tablo 22’de verilmiştir.

**Tablo 22:** İşletmelerin 2011 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti

	Toplam Etkinlik (CCR-I)	Teknik Etkinlik (BCC-I)	Ölçek Etkinlik (CCR-I/BCC-I)
Toplam İşletme Sayısı	37	37	37
Etkin İşletme Sayısı	14 (%38)	27 (%73)	14 (%38)
Etkin Olmayan İşletme Sayısı	23 (%62)	10 (%27)	23 (%62)
Etkinlik Ortalaması	0,8390	0,9776	0,8551
Standart Sapma	0,1843	0,0591	0,1684
Maksimum	1,0000	1,0000	1,0000
Minimum	0,2791	0,7181	0,2791

Tablo 22 incelendiğinde, analiz kapsamındaki işletmelerin %38’nin toplam ve ölçek etkin, %73’nün ise teknik etkin olduğu görülmektedir. VZA yöntemi ile yapılan

etkinlik ölçümünde ortalama toplam etkinlik skoru 0,8390, ortalama teknik etkinlik skoru 0,9776 ve ortalama ölçek etkinlik skoru ise 0,8551 olarak bulunmuştur. İşletmelerin 2011 yılı etkinlik ölçümlerine ait standart sapma ve minimum etkinlik değerlerine bakıldığında, toplam etkinliğin standart sapması 0,1843 ve minimum değeri 0,2791, teknik etkinliğin standart sapması 0,0591 ve minimum değeri 0,7181, ölçek etkinliğin standart sapması 0,1684 ve minimum değeri 0,2791 olarak bulunmuştur. Bu da işletmelerin teknik etkinliğin dağılımının toplam ve ölçek etkinlik dağılımlarına göre birbirine daha yakın olduğunu göstermektedir.

2011 yılı verilerine göre, girdi odaklı CCR ve BCC modellerinin çözümü sonucunda, etkin olmayan işletmelerin etkin duruma gelebilmeleri için işletmelerin yöneticilerine önerilebilecek hedeflerin tespiti amacıyla belirlenen referans işletmeler, yoğunluk değerleri ( $\lambda$ ) ve referans olma sayıları sırasıyla Tablo 23 ve Tablo 24'te verilmiştir.

**Tablo 23:** 2011 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler ( $\lambda$ )	Referans Olma Sayısı
<b>CEMAS</b>	1	CEMAS (1,000)	<b>1</b>
<b>CEMTS</b>	1	CEMTS (1,000)	<b>0</b>
<b>DGKLB</b>	1	DGKLB (1,000)	<b>1</b>
<b>EGEEN</b>	1	EGEEN (1,000)	<b>8</b>
<b>EREGL</b>	1	EREGL (1,000)	<b>2</b>
<b>GENTS</b>	1	GENTS (1,000)	<b>2</b>
<b>GUBRF</b>	1	GUBRF (1,000)	<b>18</b>
<b>HEKTS</b>	1	HEKTS (1,000)	<b>9</b>
<b>KARTN</b>	1	KARTN (1,000)	<b>0</b>
<b>SODA</b>	1	SODA (1,000)	<b>6</b>
<b>TMSN</b>	1	TMSN (1,000)	<b>15</b>
<b>TRKCM</b>	1	TRKCM (1,000)	<b>4</b>
<b>TTRAK</b>	1	TTRAK (1,000)	<b>6</b>
<b>ULKER</b>	1	ULKER (1,000)	<b>8</b>
YATAS	0,9861	EREGL (0,153), GUBRF (0,392), HEKTS (0,140)	-
ANACM	0,972	GUBRF (0,613), SODA (0,014), TRKCM (0,117), ULKER (0,003)	-
DEVA	0,9438	EGEEN (0,267), GUBRF (0,296), TRKCM (0,086)	-
KRDMD	0,9245	GUBRF (0,161), HEKTS (0,250), SODA (0,268), TMSN (0,205)	-

**Tablo 23 (Devam):** 2011 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

AEFES	0,8594	EGEEN (0,1447), GUBRF (0,462), HEKTS (0,177)	-
SASA	0,8317	GUBRF (0,080), HEKTS (0,220), TMSN (0,322), ULKER (0,050)	-
GOODY	0,8272	DGKLB (0,419), HEKTS (0,052), TMSN (0,150), TTRAK (0,014), ULKER (0,133)	-
ARCLK	0,8043	EGEEN (0,604), GUBRF (0,068), TRKCM (0,013)	-
OTKAR	0,8037	EGEEN (0,066), GUBRF (0,443), TMSN (0,084), TTRAK (0,047), ULKER (0,012)	-
KORDS	0,7753	GENTS (0,002), GUBRF (0,050), HEKTS (0,416), SODA (0,122), TMSN (0,136)	-
GOLTS	0,7743	CEMAS (0,143), GUBRF (0,249), TRKCM (0,279)	-
BRSAN	0,7602	GUBRF (0,515), TMSN (0,079)	-
FROTO	0,7564	TMSN (0,136), TTRAK (0,401), ULKER (0,239)	-
TOASO	0,7476	GUBRF (0,205), TMSN (0,212), TTRAK (0,188), ULKER (0,077)	-
TUPRS	0,7451	GUBRF (0,245), TMSN (0,208), ULKER (0,212)	-
VESTL	0,7187	EGEEN (0,112), GUBRF (0,441), TMSN (0,033)	-
PETKM	0,713	HEKTS (0,303), SODA (0,074), TMSN (0,245)	-
AKSA	0,6962	EGEEN (0,186), GUBRF (0,177), SODA (0,240), TTRA (0,087)	-
KARSN	0,6107	GUBRF (0,471), TMSN (0,011)	-
CCOLA	0,5832	EREGL (0,098), GUBRF (0,152), HEKTS (0,503)	-
GEREL	0,466	EGEEN (0,258), GUBRF (0,137), TMSN (0,051)	-
TATGD	0,4646	EGEEN (0,338), HEKTS (0,158), SODA (0,031), TMSN (0,003), TTRAK (0,046)	-
AFYON	0,2791	GENTS (0,236), TMSN (0,007), ULKER (0,006)	-

Tablo 23'te görüldüğü gibi, etkin olmayan işletmelerin referans kümesinde bulunan etkin işletmeler incelendiğinde, CCR-I modeline göre en çok referans alan işletmeler sırasıyla; GUBRF (18), TMSN (15), HEKTS (9), EGEEN (8), ULKER (8), SODA (6), TTRAK (6), TRKCM (4), EREGL (2), GENTS (2), CEMAS (1) ve DGKLB (1) olmuştur. Ancak CEMTS ve KARTN işletmeleri etkin olmalarına rağmen herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır.

**Tablo 24:** 2011 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler ( $\lambda$ )	Referans Olma Sayısı
<b>AFYON</b>	1	AFYON (1,000)	<b>0</b>
<b>ARCLK</b>	1	ARCLK (1,000)	<b>0</b>
<b>BRSAN</b>	1	BRSAN (1,000)	<b>1</b>
<b>CEMAS</b>	1	CEMAS (1,000)	<b>4</b>
<b>CEMTS</b>	1	CEMTS (1,000)	<b>0</b>



**Tablo 24 (Devam):** 2011 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

<b>DEVA</b>	1	DEVA (1,000)	<b>5</b>
<b>DGKLB</b>	1	DGKLB (1,000)	<b>4</b>
<b>EGEEN</b>	1	EGEEN (1,000)	<b>0</b>
<b>EREGL</b>	1	EREGL (1,000)	<b>1</b>
<b>GENTS</b>	1	GENTS (1,000)	<b>0</b>
<b>GOLTS</b>	1	GOLTS (1,000)	<b>0</b>
<b>GUBRF</b>	1	GUBRF (1,000)	<b>3</b>
<b>HEKTS</b>	1	HEKTS (1,000)	<b>1</b>
<b>KARSN</b>	1	KARSN (1,000)	<b>0</b>
<b>KARTN</b>	1	KARTN (1,000)	<b>0</b>
<b>KORDS</b>	1	KORDS (1,000)	<b>0</b>
<b>KRDMD</b>	1	KRDMD (1,000)	<b>2</b>
<b>OTKAR</b>	1	OTKAR (1,000)	<b>3</b>
<b>PETKM</b>	1	PETKM (1,000)	<b>3</b>
<b>SASA</b>	1	SASA (1,000)	<b>2</b>
<b>SODA</b>	1	SODA (1,000)	<b>1</b>
<b>TMSN</b>	1	TMSN (1,000)	<b>3</b>
<b>TRKCM</b>	1	TRKCM (1,000)	<b>0</b>
<b>TTRAK</b>	1	TTRAK (1,000)	<b>5</b>
<b>TUPRS</b>	1	TUPRS (1,000)	<b>0</b>
<b>ULKER</b>	1	ULKER (1,000)	<b>1</b>
<b>VESTL</b>	1	VESTL (1,000)	<b>0</b>
<b>YATAS</b>	1	YATAS (1,000)	<b>0</b>
AKSA	0,9873	DEVA (0,536), GUBRF (0,068), HEKTS (0,079), PETKM (0,221), TTRAK (0,096)	-
GOODY	0,9796	DEVA (0,217), DGKLB (0,449), PETKM (0,182), TTRAK (0,102)	-
ANACM	0,9567	AEFES (0,121), DEVA (0,214), EREGL (0,213), GUBRF (0,084), KRDMD (0,002), SODA (0,219), ULKER (0,146)	-
TOASO	0,9541	GUBRF (0,058), OTKAR (0,587), SASA (0,003), TMSN (0,242), TTRAK (0,109)	-
FROTO	0,9379	AEFES (0,037), PETKM (0,243), SASA (0,046), TMSN (0,075), TTRAK (0,559)	-
COLLA	0,9222	AEFES (0,403), BRSAN (0,013), DGKLB (0,293), KRDMD (0,233), TMSN (0,058)	-
GEREL	0,8997	DEVA (0,599), DGKLB (0,232), OTKAR (0,169)	-
TATGD	0,8257	DEVA (0,213), DGKLB (0,608), OTKAR (0,044), TTRAK (0,135)	-

Tablo 24’te görüldüğü gibi, etkin olmayan işletmelerin referans kümesinde bulunan etkin işletmeler incelendiğinde, BCC-I modeline göre en çok referans alan işletmeler sırasıyla; ULKER (7), YATAS (6), HEKTS (5), CEMAS (4), SODA (4), DEVA (2), GOODY (2), GUBRF (2), OTKAR (2), PETKM (2), TMSN (2), BRSAN

(1), DGKLB (1) ve EGEEN (1) olmuştur. Ancak AFYON, ARCLK, CEMTS, EREGL, GENTS, GOLTS, KARTN, KORDS, KRDM, SASA, TRKCM ve VESTL işletmeleri etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır.

2011 yılı girdi odaklı CCR modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 25’te verilmiştir.

**Tablo 25:** 2011 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	G	1,439	0,742	8,231	8,480	0,501	0,504	0,862	0,205	0,297	0,334	0,166
	H	1,237	0,637	2,920	2,962	0,421	0,248	0,741	0,224	0,297	0,518	0,187
	PI (%)	-14,06	-14,06	-64,53	-65,07	-15,83	-50,81	-14,06	9,10	0,00	55,03	12,45
AFYON	G	3,999	0,828	5,051	6,346	0,142	0,027	0,596	0,013	0,007	0,107	0,013
	H	1,116	0,208	1,095	1,047	0,040	0,008	0,142	0,078	0,082	0,107	0,065
	PI (%)	-72,09	-74,88	-78,33	-83,50	-72,09	-72,09	-76,13	508,91	1127,2	0,00	399,67
AKSA	G	1,774	1,014	4,175	8,755	0,485	0,438	0,731	0,189	0,255	0,338	0,170
	H	1,235	0,642	2,907	4,271	0,338	0,215	0,509	0,214	0,255	0,426	0,188
	PI (%)	-30,38	-36,72	-30,38	-51,21	-30,38	-50,98	-30,38	12,77	0,00	26,00	10,63
ANACM	G	1,322	0,560	5,284	5,530	0,544	0,678	0,952	0,224	0,294	0,352	0,163
	H	1,285	0,545	2,929	3,370	0,399	0,264	0,925	0,224	0,294	0,531	0,174
	PI (%)	-2,80	-2,80	-44,56	-39,06	-26,73	-61,08	-2,80	0,00	0,00	51,16	7,06
ARCLK	G	1,709	0,917	2,652	5,514	0,603	0,568	0,569	0,194	0,247	0,373	0,169
	H	1,375	0,738	2,134	2,755	0,381	0,276	0,322	0,203	0,247	0,446	0,198
	PI (%)	-19,57	-19,57	-19,57	-50,03	-36,83	-51,42	-43,40	4,49	0,00	19,63	17,14
BRSAN	G	0,874	0,908	7,249	5,289	0,552	0,288	1,093	0,170	0,234	0,300	0,146
	H	0,665	0,512	3,079	2,602	0,346	0,208	0,785	0,173	0,234	0,452	0,146
	PI (%)	-23,98	-43,55	-57,53	-50,81	-37,37	-27,73	-28,14	1,80	0,00	50,56	0,00
CCOLA	G	2,756	0,900	12,882	11,416	0,559	0,964	0,721	0,172	0,266	0,306	0,147
	H	1,608	0,525	3,225	2,084	0,322	0,135	0,421	0,198	0,266	0,334	0,153
	PI (%)	-41,68	-41,68	-74,96	-81,74	-42,46	-86,04	-41,68	15,22	0,00	9,36	3,72

**Tablo 25 (Devam): 2011 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları**

FROTO	G	1,785	2,362	7,466	14,407	0,571	0,418	0,495	0,193	0,240	0,569	0,260
	H	1,350	0,945	4,425	5,714	0,416	0,185	0,375	0,269	0,240	0,569	0,261
	PI (%)	-24,36	-60,02	-40,74	-60,34	-27,11	-55,80	-24,36	39,33	0,00	0,00	0,62
GEREL	G	1,582	1,009	8,361	5,211	0,644	0,876	0,710	0,071	0,164	0,050	0,050
	H	0,737	0,470	1,981	1,870	0,251	0,164	0,331	0,130	0,164	0,304	0,124
	PI (%)	-53,40	-53,40	-76,31	-64,12	-61,11	-81,29	-53,40	83,71	0,00	502,64	147,26
GOLTS	G	2,316	0,520	9,184	6,226	0,368	0,411	0,858	0,137	0,234	0,227	0,114
	H	1,793	0,402	2,703	3,253	0,285	0,159	0,631	0,187	0,234	0,332	0,136
	PI (%)	-22,57	-22,57	-70,57	-47,76	-22,57	-61,33	-26,46	35,92	0,00	46,22	19,38
GOODY	G	1,690	1,894	6,140	7,537	0,491	0,100	0,459	0,180	0,229	0,405	0,204
	H	1,398	0,813	5,079	3,430	0,348	0,083	0,379	0,224	0,229	0,412	0,204
	PI (%)	-17,28	-57,08	-17,28	-54,49	-29,01	-17,28	-17,28	24,83	0,00	1,72	0,00
KARSN	G	0,888	1,705	12,832	11,260	0,670	0,660	1,082	0,088	0,194	0,008	0,039
	H	0,542	0,378	2,016	2,065	0,286	0,185	0,661	0,142	0,194	0,377	0,115
	PI (%)	-38,93	-77,81	-84,29	-81,66	-57,30	-71,97	-38,93	60,59	0,00	4647,5	194,53
KORDS	G	1,862	0,956	6,414	3,963	0,380	0,221	0,782	0,190	0,252	0,326	0,167
	H	1,444	0,612	4,153	3,073	0,294	0,078	0,408	0,199	0,252	0,326	0,167
	PI (%)	-22,47	-35,96	-35,26	-22,47	-22,47	-64,64	-47,82	5,01	0,00	0,00	0,00
KRDMD	G	1,648	0,934	8,021	5,275	0,414	0,308	0,802	0,247	0,316	0,406	0,219
	H	1,524	0,788	5,618	4,877	0,383	0,149	0,684	0,257	0,316	0,460	0,219
	PI (%)	-7,55	-15,70	-29,96	-7,55	-7,55	-51,54	-14,71	3,94	0,00	13,24	0,00
OTKAR	G	1,049	1,042	4,127	5,283	0,750	0,434	0,912	0,192	0,250	0,477	0,170
	H	0,843	0,615	3,317	2,991	0,374	0,223	0,733	0,192	0,250	0,484	0,170
	PI (%)	-19,63	-40,94	-19,63	-43,39	-50,21	-48,60	-19,63	0,00	0,00	1,39	0,00
PETKM	G	1,586	1,457	6,662	8,413	0,363	0,075	0,731	0,156	0,212	0,280	0,148
	H	1,131	0,622	4,705	2,685	0,258	0,053	0,372	0,167	0,212	0,289	0,153
	PI (%)	-28,70	-57,33	-29,38	-68,09	-28,70	-28,70	-49,13	6,72	0,00	3,08	3,23
SASA	G	1,242	1,459	6,608	4,818	0,557	0,106	0,747	0,177	0,227	0,373	0,178
	H	1,033	0,721	5,496	3,081	0,317	0,088	0,508	0,189	0,227	0,379	0,178
	PI (%)	-16,83	-50,56	-16,83	-36,05	-43,18	-16,83	-31,99	7,11	0,00	1,47	0,00
TATGD	G	2,649	1,252	4,523	4,954	0,611	1,078	0,442	0,133	0,202	0,234	0,114
	H	1,231	0,581	2,024	2,302	0,284	0,164	0,206	0,165	0,202	0,321	0,156
	PI (%)	-53,54	-53,54	-55,26	-53,54	-53,54	-84,77	-53,54	23,61	0,00	37,40	36,07
TOASO	G	1,300	1,164	6,298	19,304	0,716	0,988	0,769	0,195	0,237	0,485	0,185
	H	0,972	0,794	4,708	3,919	0,369	0,170	0,575	0,208	0,237	0,485	0,203
	PI (%)	-25,24	-31,75	-25,24	-79,70	-48,50	-82,85	-25,24	6,70	0,00	0,00	9,67

**Tablo 25 (Devam):** 2011 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

TOASO	G	1,300	1,164	6,298	19,304	0,716	0,988	0,769	0,195	0,237	0,485	0,185
	H	0,972	0,794	4,708	3,919	0,369	0,170	0,575	0,208	0,237	0,485	0,203
	PI (%)	-25,24	-31,75	-25,24	-79,70	-48,50	-82,85	-25,24	6,70	0,00	0,00	9,67
TUPRS	G	1,081	2,808	11,696	11,326	0,701	0,450	0,899	0,160	0,218	0,505	0,194
	H	0,805	0,637	4,338	4,475	0,372	0,181	0,670	0,233	0,218	0,505	0,197
	PI (%)	-25,49	-77,31	-62,91	-60,49	-46,91	-59,78	-25,49	45,45	0,00	0,00	1,55
VESTL	G	1,058	1,352	3,492	5,772	0,781	0,323	0,945	0,126	0,228	0,190	0,104
	H	0,760	0,512	2,510	2,489	0,341	0,221	0,679	0,172	0,228	0,437	0,147
	PI (%)	-28,13	-62,13	-28,13	-56,88	-56,34	-31,63	-28,13	36,41	0,00	129,97	41,26
YATAS	G	1,163	0,739	3,311	2,412	0,709	0,320	0,739	0,154	0,261	0,282	0,128
	H	1,147	0,498	3,265	2,378	0,355	0,238	0,686	0,189	0,261	0,414	0,149
	PI (%)	-1,39	-32,59	-1,39	-1,39	-49,90	-25,44	-7,17	22,39	0,00	46,62	16,16

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

AEFES, AFYON, AKSA, ANACM, ARCLK, BRSAN, COLA, DEVA, FROTO, GEREL, GOLTS, GOODY, KARSN, KORDS, KRDM, OTKAR, PETKM, SASA, TATGD, TOASO, TUPRS, VESTL ve YATAS işletmeleri sahip oldukları girdilerle, üretmeleri gereken çıktılarını üretmediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Bu işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 25'teki gibidir. Tabloda yer alan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan YATAS (0,9861) ve AFYON (0,2791) işletmelerinin toplam etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

YATAS işletmesinin toplam etkisizliği; girdi fazlalıkları ile çıktılarından net kâr marjı, özsermaye karlılığı ve aktif karlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. YATAS işletmesinin referans kümesinde bulunan EREGL ( $\lambda = 0,153$ ), GUBRF ( $\lambda = 0,392$ ) ve HEKTS ( $\lambda = 0,140$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin olabilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %1,39 oranında azaltılarak 1,163'ten 1,147'ye, aktif devir hızının %32,59 oranında azaltılarak 0,739'dan 0,498'e, alacak devir hızının %1,39 oranında azaltılarak 3,311'den 3,265'e, stok devir hızının %1,39 oranında azaltılarak 2,412'den 2,378'e, finansal kaldıraç oranının %49,90

oranında azaltılarak 0,670'den 0,286'ya, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %25,44 oranında azaltılarak 0,320'den 0,238'e, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %7,17 oranında azaltılarak 0,739'dan 0,686'a indirilmesi ve çıktı değişkenleri olan net kâr marjının %22,39 oranında artırılarak 0,154'ten 0,189'a, özsermaye kârlılık oranının %46,66 oranında artırılarak 0,282'den 0,414'e, aktif kârlılık oranının %16,16 oranında 0,128'den 0,149'a çıkarılması ve faaliyet kâr marjının ise sabit bırakılması gerekmektedir.

Diğer taraftan en düşük etkinliğe sahip olan AFYON işletmesinin toplam etkinsizliği ise, girdi fazlalıkları ile çıktılarından net kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre, AFYON işletmesinin referans kümesinde bulunan GENTS ( $\lambda = 0,236$ ), TMSN ( $\lambda = 0,007$ ) ve ULKER ( $\lambda = 0,006$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin olabilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, aktif devir hızı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %14,06 oranında, alacak devir hızının %64,53 oranında, stok devir hızının %65,07 oranında, finansal kaldıraç oranının %15,83 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %50,81 oranında azaltılması ve çıktı değişkenleri olan net kâr marjının %9,10 oranında, özsermaye kârlılık oranının %55,03 oranında, aktif kârlılık oranının %12,45 oranında artırılması ve faaliyet kâr marjının ise sabit bırakılması gerekmektedir.

2011 yılı girdi odaklı BCC modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 26'da verilmiştir.

**Tablo 26:** 2011 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	G	1,439	0,742	8,231	8,480	0,501	0,504	0,862	0,205	0,297	0,334	0,166
	H	1,381	0,712	6,117	4,724	0,481	0,110	0,828	0,221	0,297	0,396	0,187
	PI (%)	-3,99	-3,99	-25,69	-44,29	-3,99	-78,21	-3,99	7,44	0,00	18,55	12,65
AKSA	G	1,774	1,014	4,175	8,755	0,485	0,438	0,731	0,189	0,255	0,338	0,170
	H	1,632	0,828	3,841	6,010	0,446	0,189	0,672	0,210	0,257	0,353	0,170
	PI (%)	-7,99	-18,37	-7,99	-31,35	-7,99	-56,83	-7,99	10,90	0,99	4,44	0,00

**Tablo 26 (Devam): 2011 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları**

ANACM	G	1,322	0,560	5,284	5,530	0,544	0,678	0,952	0,224	0,294	0,352	0,163
	H	1,299	0,551	4,710	5,435	0,498	0,156	0,935	0,224	0,294	0,400	0,171
	PI (%)	-1,72	-1,72	-10,86	-1,72	-8,49	-76,94	-1,72	0,00	0,00	13,68	5,10
CCOLA	G	2,756	0,900	12,882	11,416	0,559	0,964	0,721	0,172	0,266	0,306	0,147
	H	1,980	0,646	4,327	4,320	0,401	0,079	0,518	0,244	0,313	0,343	0,186
	PI (%)	-28,19	-28,19	-66,41	-62,16	-28,19	-91,76	-28,19	42,10	17,70	12,09	26,46
FROTO	G	1,785	2,362	7,466	14,407	0,571	0,418	0,495	0,193	0,240	0,569	0,260
	H	1,696	1,395	4,828	7,363	0,542	0,205	0,471	0,274	0,263	0,569	0,263
	PI (%)	-4,99	-40,93	-35,34	-48,89	-4,99	-50,85	-4,99	41,62	9,47	0,00	1,38
GEREL	G	1,582	1,009	8,361	5,211	0,644	0,876	0,710	0,071	0,164	0,050	0,050
	H	1,428	0,910	4,367	4,703	0,581	0,207	0,641	0,219	0,256	0,395	0,185
	PI (%)	-9,74	-9,74	-47,76	-9,74	-9,74	-76,42	-9,74	209,10	56,14	684,29	268,16
KARSN	G	0,888	1,705	12,832	11,260	0,670	0,660	1,082	0,088	0,194	0,008	0,039
	H	0,885	0,901	7,099	5,178	0,558	0,289	1,079	0,169	0,235	0,299	0,145
	PI (%)	-0,28	-47,14	-44,68	-54,01	-16,77	-56,11	-0,28	91,20	21,47	3674,1	272,30
TATGD	G	2,649	1,252	4,523	4,954	0,611	1,078	0,442	0,133	0,202	0,234	0,114
	H	2,106	0,995	3,595	3,938	0,485	0,237	0,352	0,267	0,335	0,521	0,254
	PI (%)	-20,52	-20,52	-20,52	-20,52	-20,52	-77,97	-20,52	100,28	66,19	123,07	122,40
TOASO	G	1,300	1,164	6,298	19,304	0,716	0,988	0,769	0,195	0,237	0,485	0,185
	H	1,235	0,754	3,337	5,350	0,678	0,330	0,730	0,262	0,251	0,485	0,202
	PI (%)	-5,01	-35,25	-47,02	-72,29	-5,37	-66,62	-5,01	34,86	5,96	0,00	9,20
TUPRS	G	1,081	2,808	11,696	11,326	0,701	0,450	0,899	0,160	0,218	0,505	0,194
	H	1,077	1,080	5,477	5,371	0,699	0,368	0,895	0,215	0,263	0,505	0,198
	PI (%)	-0,35	-61,56	-53,17	-52,58	-0,35	-18,28	-0,35	34,13	20,94	0,00	1,78

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

AEFES, AKSA, ANACM, CCOLA, FROTO, GEREL, KARSN, TATGD, TOASO ve TUPRS işletmeleri mevcut girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretmediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Bu işletmelerin teknik etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 26'daki gibidir. Tabloda bulunan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan KARSN (0,9973) ve CCOLA (0,7181) işletmelerinin teknik etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

KARSN işletmesinin teknik etkinsizliği; girdilerdeki fazlalıklar ile çıktılardaki eksikliklerden kaynaklanmaktadır. KARSN işletmesinin referans kümesinde bulunan BRSAN ( $\lambda = 0,962$ ) ve YATAS ( $\lambda = 0,038$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin olabilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %0,28 oranında azaltılarak 0,888'den 0,885'e, aktif devir hızının %47,14 oranında azaltılarak 1,705'ten 0,901'e, alacak devir hızının %44,68 oranında azaltılarak 12,832'den 7,099'a, stok devir hızının %54,01 oranında azaltılarak 11,260'dan 5,178'e, finansal kaldıraç oranının %16,77 oranında azaltılarak 0,670'den 0,558'e, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %56,11 oranında azaltılarak 0,660'dan 0,289'a, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %0,28 oranında azaltılarak 1,082'den 1,079'a indirilmesi ve çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %91,20 oranında artırılarak 0,088'den 0,169'a, faaliyet kâr marjın %21,47 oranında artırılarak 0,194'ten 0,235'e, özsermaye kârlılık oranının %3674,10 oranında artırılarak 0,008'den 0,299'a ve aktif kârlılık oranının ise %272,30 oranında artırılarak 0,039'dan 0,115'e çıkarılması gerekmektedir.

Diğer taraftan en düşük etkinliğe sahip olan CCOLA işletmesinin teknik etkinsizliği ise, girdilerindeki fazlalıklardan ve çıktılardaki eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Buna göre, CCOLA işletmesinin referans kümesinde bulunan CEMAS ( $\lambda = 0,259$ ), HEKTS ( $\lambda = 0,573$ ), PETKM ( $\lambda = 0,029$ ) ve SODA ( $\lambda = 0,139$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin olabilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, aktif devir hızı, finansal kaldıraç oranı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %28,19 oranında, alacak devir hızının %66,41 oranında, stok devir hızının %62,16 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %91,76 oranında azaltılması ve çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %42,10 oranında, faaliyet kâr marjın %17,70 oranında, özsermaye kârlılık oranının %12,09 oranında ve aktif kârlılık oranının ise % 26,46 oranında artırılması gerekmektedir.

#### **4. 7. 3. 2012 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular**

İşletmelerin 2012 yılına ait finansal tablolarından elde edilen girdi ve çıktı (revize) verileri Tablo 27'de verilmiştir. Bu verilerle yapılan etkinlik analizinde; değişkenlere ait korelasyon katsayıları Tablo 28'de, tanımlayıcı istatistikler Tablo

29’da, işletmelere ait etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçeğe göre getiri türleri de Tablo 30’de sunulmuştur.

Tablo 27’deki veriler, BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2012 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ait verilerdir. İşletmelere ait veriler eksiksiz elde edilmiş ve negatif değere sahip olan veriler de çok küçük pozitif değer olacak şekilde basit toplama işlemi ile söz konusu yıla ait tüm veriler aynı değerle toplanarak negatif değerler pozitif değerlere dönüştürülmüştür. Bu işlem sadece çıktı değişkenleri için yapılmış olup, girdi değişkenleri için herhangi bir işlem yapılmamıştır.

**Tablo 27: 2012 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler**

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	1,794	0,551	7,797	8,886	0,417	0,408	0,831	0,288	0,349	0,344	0,214
AFYON	2,977	0,866	4,085	8,351	0,191	0,067	0,687	0,015	0,005	0,062	0,008
AKSA	1,611	1,044	5,104	9,855	0,376	0,163	0,774	0,294	0,375	0,426	0,268
ANACM	0,881	0,614	7,385	5,403	0,538	0,480	1,121	0,225	0,310	0,300	0,181
ARCLK	1,706	1,032	3,237	6,599	0,616	0,612	0,564	0,242	0,302	0,394	0,214
BRSAN	0,901	0,979	7,666	5,947	0,575	0,371	1,072	0,218	0,267	0,314	0,187
CCOLA	2,251	0,969	13,889	12,953	0,551	0,878	0,763	0,283	0,345	0,454	0,250
CEMAS	2,296	0,244	7,144	8,386	0,245	0,030	0,643	0,226	0,095	0,262	0,169
CEMTS	4,799	1,095	7,931	5,143	0,122	0,029	0,595	0,233	0,268	0,304	0,207
DEVA	1,296	0,580	2,184	3,593	0,476	0,192	0,822	0,272	0,382	0,340	0,207
DGKLB	2,457	0,984	3,444	2,554	0,379	0,059	0,242	0,242	0,366	0,332	0,211
EGEEN	2,113	1,234	4,869	5,906	0,380	0,066	0,429	0,317	0,378	0,502	0,316
EREGL	2,033	0,728	9,138	3,360	0,436	0,395	0,725	0,238	0,301	0,313	0,195
FROTO	1,475	2,102	7,934	13,439	0,571	0,500	0,738	0,259	0,297	0,588	0,305
GENTS	4,593	0,908	3,853	4,038	0,142	0,026	0,563	0,267	0,308	0,341	0,230
GEREL	1,537	0,855	5,265	4,071	0,577	0,626	0,757	0,187	0,229	0,243	0,157
GOLTS	1,790	0,614	6,304	9,846	0,353	0,274	0,895	0,284	0,344	0,352	0,218
GOODY	2,230	1,953	5,673	9,321	0,364	0,079	0,437	0,234	0,290	0,384	0,245
GUBRF	1,082	1,033	5,842	7,060	0,613	0,222	1,292	0,383	0,453	1,045	0,360
HEKTS	4,700	0,915	3,192	2,658	0,206	0,055	0,282	0,356	0,422	0,441	0,312
KARSN	1,260	0,800	6,940	3,298	0,653	0,746	0,823	0,081	0,190	0,005	0,073
KARTN	7,765	0,858	7,647	4,045	0,109	0,023	0,348	0,317	0,355	0,372	0,269
KORDS	1,671	0,948	7,705	4,514	0,371	0,213	0,879	0,233	0,301	0,326	0,201
KRDMD	1,751	0,777	9,788	3,454	0,473	0,491	0,795	0,305	0,361	0,420	0,249
OTKAR	1,275	0,968	4,470	3,976	0,767	1,085	0,709	0,266	0,323	0,566	0,230
PETKM	1,415	1,554	7,986	9,403	0,405	0,070	0,762	0,194	0,228	0,260	0,166
SASA	1,028	1,463	4,919	4,677	0,644	0,075	0,955	0,159	0,222	0,124	0,115



**Tablo 27 (Devam): 2012 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler**

SODA	1,702	0,828	5,686	9,829	0,301	0,109	0,802	0,302	0,348	0,383	0,252
TATGD	1,657	1,302	3,595	4,623	0,612	0,482	0,511	0,181	0,270	0,216	0,149
TMSN	2,024	0,889	5,611	4,335	0,395	0,023	0,371	0,292	0,354	0,399	0,250
TOASO	1,453	1,106	8,749	17,473	0,660	0,744	0,690	0,257	0,303	0,467	0,234
TRKCM	4,200	0,472	3,836	5,041	0,241	0,209	0,711	0,255	0,294	0,293	0,191
TTRAK	2,524	1,496	5,970	6,746	0,497	0,329	0,244	0,326	0,382	0,654	0,363
TUPRS	1,139	2,752	19,396	14,138	0,714	0,783	0,870	0,221	0,253	0,553	0,246
ULKER	1,976	0,742	3,921	12,574	0,658	0,975	0,475	0,274	0,316	0,454	0,222
VESTL	1,017	1,529	5,116	7,462	0,727	0,440	1,013	0,173	0,223	0,150	0,134
YATAS	1,356	0,764	3,901	2,281	0,699	0,626	0,629	0,180	0,279	0,224	0,152

İşletmelerin 2012 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin elde edilen korelasyon katsayı değerleri Tablo 28’de verilmiştir.

**Tablo 28: 2012 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları**

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
GR1	1	-0,18	-0,11	-0,24	-0,76	-0,43	-0,55	0,23	0,10	-0,04	0,18
GR2	-0,18	1	0,44	0,41	0,32	0,10	-0,03	-0,08	-0,04	0,24	0,21
GR3	-0,11	0,44	1	0,49	0,17	0,31	0,28	0,03	-0,07	0,19	0,13
GR4	-0,24	0,41	0,49	1	0,21	0,31	0,17	0,07	-0,09	0,29	0,18
GR5	-0,76	0,32	0,17	0,21	1	0,78	0,38	-0,17	0,01	0,14	-0,09
GR6	-0,43	0,10	0,31	0,31	0,78	1	0,21	-0,12	-0,01	0,12	-0,07
GR7	-0,55	-0,03	0,28	0,17	0,38	0,21	1	-0,17	-0,14	0,03	-0,24
ÇK1	0,23	-0,08	0,03	0,07	-0,17	-0,12	-0,17	1	0,88	0,78	0,93
ÇK2	0,10	-0,04	-0,07	-0,09	0,01	-0,01	-0,14	0,88	1	0,67	0,82
ÇK3	-0,04	0,24	0,19	0,29	0,14	0,12	0,03	0,78	0,67	1	0,88
ÇK4	0,18	0,21	0,13	0,18	-0,09	-0,07	-0,24	0,93	0,82	0,88	1

Tablo 28’deki korelasyon katsayı değerleri incelendiğinde, genel olarak girdi değişkenleri arasındaki korelasyonun zayıf olduğu (“Cari Oran” ile “Finansal Kaldıraç Oranı” ve “Duran Varlıklar/ Devamlı Sermaye Oranı” arasındaki ilişki hariç), çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun kuvvetli olduğu, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun ise zayıf olduğu görülmektedir. Örneğin, “GR1” ile gösterilen “Cari Oran” değişkeninin girdi değişkenleri ile negatif yönlü ve çıktı değişkenlerinden ÇK1, ÇK2, ÇK4 ile pozitif yönlü ve ÇK3 ile negatif yönlü zayıf bir ilişkiye sahip olduğu; ÇK1 değişkeni ile gösterilen “Net Kâr Marjı” değişkeninin ÇK2, ÇK3 ve ÇK4 değişkenleri ile pozitif yönlü kuvvetli bir korelasyona sahip olduğu görülmektedir.

Analiz kapsamında BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2012 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 29’da verilmiştir.

**Tablo 29: 2012 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

Değişkenler		N	Max	Min	Ortalama	Std. Sapma	Değişim Katsayısı
GİRDİLER	Cari Oran	37	7,765	0,881	2,155	1,380	0,640
	Aktif Devir Hızı	37	2,752	0,244	1,042	0,473	0,454
	Alacak Devir Hızı	37	19,396	2,184	6,410	3,145	0,491
	Stok Devir Hızı	37	17,473	2,281	6,898	3,658	0,530
	Finansal Kaldıraç Oranı	37	0,767	0,109	0,461	0,181	0,393
	UVB/Özsermaye	37	1,085	0,023	0,350	0,298	0,851
	Duran varlıklar/Devamlı Sermaye	37	1,292	0,242	0,698	0,240	0,343
ÇIKTILAR	Net Kâr Marjı	37	0,383	0,015	0,245	0,069	0,282
	Faaliyet Kâr Marjı	37	0,453	0,005	0,300	0,083	0,278
	Özsermaye Kârlılığı	37	1,045	0,005	0,368	0,177	0,481
	Aktif Kârlılık	37	0,363	0,008	0,215	0,070	0,327

Tablo 29’da görüldüğü gibi, analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin maksimum değerleri ile minimum değerleri arasındaki farkın büyük olduğu ve değişim katsayısının 0,282 ile 0,851 arasında değerler aldığı görülmektedir. Buna göre, değişim katsayısı en küçük olan değişkenin, faaliyet kâr marjı olduğu ve en büyük olan değişkeninin ise uzun vadeli borçlar/ özsermaye oranı olduğu görülmektedir. Verilerin maksimum ve minimum değerlerine bakıldığında değişim aralığının ne kadar büyük olduğu görülebilir.

Borsa İstanbul BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2012 yılına ait verileri kullanılarak VZA yöntemine göre hesaplanan etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçek özelliği sonuçları Tablo 30’da verilmiştir.

**Tablo 30: İşletmelerin 2012 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği**

İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	CCR-I Etkinlik Skorları	BCC-I Etkinlik Skorları	Ölçek Etkinlik Skorları	CCR-I Etkinlik Sıralaması	BCC-I Etkinlik Sıralaması	Ölçek Getiri Özelliği
AEFES	1	1	1	14	16	Sabit
AFYON	0,1595	1	0,1595	37	18	Artan
AKSA	1	1	1	18	25	Sabit
ANACM	0,9904	1	0,9904	20	11	Artan
ARCLK	0,9048	1	0,9048	23	28	Artan
BRSAN	0,7106	1	0,7106	33	24	Artan
CCOLA	0,8002	0,8077	0,9907	29	37	Sabit

**Tablo 30 (Devam): İşletmelerin 2012 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği**

CEMAS	1	1	1	2	2	Sabit
CEMTS	0,9608	1	1	22	19	Artan
DEVA	1	1	1	6	5	Sabit
DGKLB	1	1	1	8	9	Sabit
EGEEN	1	1	1	9	6	Sabit
EREGL	0,8019	0,9694	0,8272	28	35	Artan
FROTO	0,9709	1	1	21	22	Artan
GENTS	1	1	1	11	8	Sabit
GEREL	0,6394	0,9216	0,6938	34	36	Artan
GOLTS	1	1	1	15	23	Sabit
GOODY	0,7881	0,9763	0,8072	30	32	Artan
GUBRF	1	1	1	1	30	Sabit
HEKTS	1	1	1	5	1	Sabit
KARSN	0,5337	0,9742	0,5478	36	34	Artan
KARTN	1	1	1	7	4	Sabit
KORDS	0,8703	1	0,8703	24	21	Artan
KRDMD	1	1	1	13	17	Sabit
OTKAR	1	1	1	17	15	Sabit
PETKM	0,7420	1	0,7420	32	20	Artan
SASA	0,8557	1	0,8557	26	7	Artan
SODA	1	1	1	10	13	Sabit
TATGD	0,7844	1	0,7844	31	27	Artan
TMSN	1	1	1	4	3	Sabit
TOASO	0,8566	0,9752	0,8784	25	33	Artan
TRKCM	1	1	1	12	12	Sabit
TTRAK	1	1	1	3	30	Sabit
TUPRS	0,8353	1	0,8353	27	26	Artan
ULKER	1	1	1	16	14	Sabit
VESTL	0,5847	1	0,5847	35	29	Artan
YATAS	1	1	1	19	10	Sabit

Tablo 30’da görüldüğü gibi, girdi odaklı CCR modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, incelemeye alınan 37 işletmeden etkinlik skoru 1 olan 19 işletmenin etkin, etkinlik skoru 1’den küçük olan 18 işletmenin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli olarak etkin olan işletmeler; AEFES, AKSA, CEMAS, DEVA, DGKLB, EGEEN, GENTS, GOLTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, KRDM, OTKAR, SODA, TMSN, TRKCM, TTRAK, ULKER ve YATAS dır. CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9904 etkinlik

değeri ile 20'nci sıradaki ANACM işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,1595 etkinlik değeri ile 37'nci sıradaki AFYON işletmesi olmuştur.

2012 yılı finansal oran verileri ile girdi odaklı BCC modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 31 işletmenin etkin, 6 tanesinin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli teknik etkin olmayan işletmeler; COLA, EREGL, GEREL, GOODY, KARSN ve TOASO dır. Bu işletmeler kaynaklarını israf ederek etkinlik seviyesine ulaşamamışlardır. BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9763 etkinlik değeri ile 30'uncu sıradaki GOODY işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,8077 etkinlik değeri ile 37'nci sıradaki COLA işletmesi olmuştur.

BIST100'de işlem gören imalat işletmelerinin 2012 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modelleriyle süper etkinlik analizi yapılmış ve elde edilen skorlar (en etkiden etkin olmayana doğru) Tablo 31'de verilmiştir.

**Tablo 31:** 2012 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

CCR-I Modeli			BCC-I Modeli		
İşletmelerin Borsa Kodu	Süper Toplam Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması	İşletmelerin Borsa Kodu	Süper Teknik Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması
GUBRF	3,0127	1	HEKTS	3,2420	1
CEMAS	2,2456	2	CEMAS	2,9669	2
TTRAK	1,9446	3	TMSN	1,8916	3
TMSN	1,8738	4	KARTN	1,7669	4
HEKTS	1,7671	5	DEVA	1,7634	5
DEVA	1,7634	6	EGEEN	1,5175	6
KARTN	1,5852	7	SASA	1,4175	7
DGKLB	1,2877	8	GENTS	1,4045	8
EGEEN	1,2358	9	DGKLB	1,3618	9
SODA	1,1891	10	YATAS	1,3289	10
GENTS	1,1807	11	ANACM	1,2563	11
TRKCM	1,1568	12	TRKCM	1,2285	12
KRDMD	1,1198	13	SODA	1,1928	13
AEFES	1,0380	14	ULKER	1,1298	14
GOLTS	1,0301	15	OTKAR	1,1293	15
ULKER	1,0275	16	AEFES	1,1291	16
OTKAR	1,0266	17	KRDMD	1,1280	17
AKSA	1,0262	18	AFYON	1,1206	18

**Tablo 31 (Devam):** 2012 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

AKSA	1,0262	18	AFYON	1,1206	18
YATAS	1,0125	19	CEMETS	1,1010	19
ANACM	0,9904	20	PETKM	1,0896	20
FROTO	0,9709	21	KORDS	1,0652	21
CEMETS	0,9608	22	FROTO	1,0493	22
ARCLK	0,9048	23	GOLTS	1,0436	23
KORDS	0,8703	24	BRSAN	1,0315	24
TOASO	0,8566	25	AKSA	1,0277	25
SASA	0,8557	26	TUPRS	1,0231	26
TUPRS	0,8353	27	TATGD	1,0192	27
EREGL	0,8019	28	ARCLK	1,0134	28
CCOLA	0,8002	29	VESTL	1,0044	29
GOODY	0,7881	30	GUBRF	1,0000	30
TATGD	0,7844	31	TTRAK	1,0000	30
PETKM	0,7420	32	GOODY	0,9763	32
BRSAN	0,7106	33	TOASO	0,9752	33
GEREL	0,6394	34	KARSN	0,9742	34
VESTL	0,5847	35	EREGL	0,9694	35
KARSN	0,5337	36	GEREL	0,9216	36
AFYON	0,1595	37	CCOLA	0,8077	37

Tablo 31’de, CCR-I ve BCC-I modellerine göre süper etkinlik skorları verilmiştir. Analiz kapsamında girdi odaklı CCR süper etkinlik modeliyle değerlendirilen 37 işletme içerisinde en etkin ilk beş işletme sırasıyla GUBRF, CEMAS, TTRAK, TMSN ve HEKTS olurken, son sıralardaki işletmeler ise VESTL, KARSN ve AFYON olmuştur. Benzer şekilde süper BCC-I etkinlik modeline göre en etkin ilk beş işletme sırasıyla HEKTS, CEMAŞ, TMSN, KARTN ve DEVA olurken, son sıralardaki işletmeler ise EREGL, GEREL ve CCOLA olmuştur. GUBRF işletmesi süper CCR-I etkinlik modeline göre en etkin işletme olurken, süper BCC-I etkinlik modeline göre ise 30’uncu sırada yer almıştır.

Ayrıca, BCC-I modeli sonucunda, GUBRF ve TTRAK işletmeleri için süper etkinlik skorlarının “1” olduğu ve kullanılan programda bu işletmeler için karşılaştırma imkânı olmadığından sıralamada hepsine 30 sıra numarası verildiği görülmektedir.

Tablo 30’da, CCR-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarının, BCC-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarına bölünmesiyle ölçek etkinlik skorları elde edilmiştir. Analiz kapsamında 37 işletmeden 19 işletmenin görece olarak ölçeğe göre etkin olduğu, 18 tanesinin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre işletmelerin 17 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 20 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Ölçeğe göre getiri özelliği sabit olan işletmeler; AEFES, AKSA, CCOLA, CEMAS, DEVA, DGKLB, EGEEN, GENTS, GOLTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, KRDM, OTKAR, SODA, TMSN, TRKCM, TTRAK, ULKER ve YATAS olup, CCOLA işletmesi hariç diğerleri aynı zamanda ölçek etkin olan işletmelerdir. Bu işletmelerin girdi miktarlarındaki artış oranı ile çıktı miktarlarındaki artış oranı aynıdır. Yani, girdilerindeki bir birimlik artışa mukabil çıktılarındaki da bir birimlik artış olmaktadır. Bu işletmelerden, CCOLA işletmesi hariç diğerleri en verimli ölçekte faaliyetlerini yerine getirmektedirler. Ölçeğe göre artan getiri özelliğine sahip olan işletmeler; AFYON, ANACM, ARCLK, BRSAN, CEMTS, EREGL, FROTO, GEREL, GOODY, KARSN, KORDS, PETKM, SASA, TATGD, TOASO, TUPRS ve VESTL olup, aynı zamanda ölçek etkin olmayan işletmelerdir. Bu işletmeler, girdi miktarlarını belli oranda arttırdıklarında daha fazla çıktı üretebilmeleri mümkün iken dış etkilerden dolayı kapasitelerinin altında çıktı üretmişlerdir. O halde bu işletmeler, büyüme potansiyellerini en iyi şekilde kullanarak görece olarak etkin olabilirler.

Tablo 30’dan, AFYON, ANACM, ARCLK, BRSAN, CEMTS, FROTO, KORDS, PETKM, SASA, TATGD, TUPRS ve VESTL işletmeleri görece olarak teknik etkin oldukları halde görece olarak toplam etkinsiz olmalarının nedeni ise tamamen görece ölçek etkinsizliklerinden kaynaklanmaktadır. CCOLA, EREGL, GEREL, GOODY, KARSN ve TOASO işletmeleri hem teknik hem de ölçek etkinsiz olan işletmelerdir. EREGL, GEREL, GOODY, KARSN ve TOASO işletmelerinin görece toplam etkinsiz olmalarındaki en büyük payın, görece ölçek etkinsizliklerinden kaynaklanmaktadır. Ancak, CCOLA işletmesinin toplam etkinsiz olmasındaki en büyük payın ise, teknik etkinsizliğinden kaynaklanmaktadır.

BIST100’de bulunan imalat işletmelerinin 2012 yılına ait etkinlik analiz sonuçlarının özeti Tablo 32’de verilmiştir.

**Tablo 32: İşletmelerin 2012 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti**

	Toplam Etkinlik (CCR-I)	Teknik Etkinlik (BCC-I)	Ölçek Etkinlik (CCR-I/BCC-I)
Toplam İşletme Sayısı	37	37	37
Etkin İşletme Sayısı	19 (%51)	31 (%84)	19 (%51)
Etkin Olmayan İşletme Sayısı	18 (%49)	6 (%16)	18 (%49)
Etkinlik Ortalaması	0,8862	0,9898	0,8950
Standart Sapma	0,1799	0,0342	0,1767
Maksimum	1,0000	1,0000	1,0000
Minimum	0,1595	0,8077	0,1595

Tablo 32 incelendiğinde, analiz kapsamındaki işletmelerin %51'in toplam ve ölçek etkin, %84'nün teknik etkin olduğu görülmektedir. VZA yöntemi ile yapılan etkinlik ölçümünde ortalama toplam etkinlik skoru 0,8862, ortalama teknik etkinlik skoru 0,9898 ve ortalama ölçek etkinlik skoru ise 0,8950 olarak bulunmuştur. İşletmelerin 2012 yılı etkinlik ölçümlerine ait standart sapma ve minimum etkinlik değerlerine bakıldığında, toplam etkinliğin standart sapması 0,1799 ve minimum değeri 0,1595, teknik etkinliğin standart sapması 0,0342 ve minimum değeri 0,8077, ölçek etkinliğin standart sapması 0,1767 ve minimum değeri 0,1595 olarak bulunmuştur. Bu da işletmelerin teknik etkinlik dağılımının toplam ve ölçek etkinlik dağılımlarına göre birbirine daha yakın olduğunu göstermektedir.

2012 verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modellerinin çözümü sonucunda, etkin olmayan işletmelerin etkin duruma gelebilmeleri için işletmelerin yöneticilerine önerilebilecek hedeflerin tespiti amacıyla belirlenen referans işletmeler, yoğunluk oranları ( $\lambda$ ) ve referans olma sayıları sırasıyla Tablo 33 ve Tablo 34'te verilmiştir.

**Tablo 33: 2012 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları**

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler ( $\lambda$ )	Referans Olma Sayısı
AEFES	1	AEFES (1,000)	0
AKSA	1	AKSA (1,000)	0
CEMAS	1	CEMAS (1,000)	0
DEVA	1	DEVA (1,000)	9

**Tablo 33 (Devam):** 2012 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

DGKLB	1	DGKLB (1,000)	2
EGEEN	1	EGEEN (1,000)	3
GENTS	1	GENTS (1,000)	2
GOLTS	1	GOLTS (1,000)	0
GUBRF	1	GUBRF (1,000)	14
HEKTS	1	HEKTS (1,000)	6
KARTN	1	KARTN (1,000)	2
KRDMD	1	KRDMD (1,000)	2
OTKAR	1	OTKAR (1,000)	1
SODA	1	SODA (1,000)	2
TMSN	1	TMSN (1,000)	5
TRKCM	1	TRKCM (1,000)	0
TTRAK	1	TTRAK (1,000)	5
ULKER	1	ULKER (1,000)	0
YATAS	1	YATAS (1,000)	1
ANACM	0,9904	DEVA (0,342), GUBRF (0,397)	-
FROTO	0,9709	GUBRF (0,486), TTRAK (0,359)	-
CEMTS	0,9608	GUBRF (0,204), HEKTS (0,372), TTRAK (0,166)	-
ARCLK	0,9048	GENTS (0,187), GUBRF (0,0,020), HEKTS (0,190), KARTN (0,366)	-
KORDS	0,8703	DEVA (0,394), EGEEN (0,217), GUBRF (0,017), HEKTS (0,065), SODA (0,095)	-
TOASO	0,8566	EGEEN (0,109), GUBRF (0,376), TTRAK (0,241)	-
SASA	0,8557	GUBRF (0,259), TMSN (0,296)	-
TUPRS	0,8353	GUBRF (0,534), TTRAK (0,148)	-
EREGL	0,8019	DEVA (0,278), DGKLB (0,009), HEKTS (0,119), KRDMD (0,393)	-
COLLA	0,8002	DEVA (0,106), GUBRF (0,280), HEKTS (0,151), TMSN (0,323)	-
GOODY	0,7881	EGEEN (0,700), HEKTS (0,045), SODA (0,039)	-
TATGD	0,7844	DEVA (0,373), TMSN (0,090), TTRAK (0,251)	-
PETKM	0,742	GUBRF (0,188), TMSN (0,418)	-
BRSAN	0,7106	DEVA (0,004), GUBRF (0,587)	-
GEREL	0,6394	DEVA (0,150), DGKLB (0,050), GUBRF (0,063), KRDMD (0,132), OTKAR (0,199), TMSN (0,055)	-
VESTL	0,5847	DEVA (0,162), GUBRF (0,355)	-
KARSN	0,5337	DEVA (0,446), YATAS (0,069)	-
AFYON	0,1595	GENTS (0,005), GUBRF (0,039), KARTN (0,053)	-



**Tablo 34:** 2012 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler ( $\lambda$ )	Referans Olma Sayısı
AEFES	1	AEFES (1,000)	0
AFYON	1	AFYON (1,000)	0
AKSA	1	AKSA (1,000)	0
ANACM	1	ANACM (1,000)	1
ARCLK	1	ARCLK (1,000)	0
BRSAN	1	BRSAN (1,000)	0
CEMAS	1	CEMAS (1,000)	2
CEMTS	1	CEMTS (1,000)	0
DEVA	1	DEVA (1,000)	5
DGKLB	1	DGKLB (1,000)	2
EGEEN	1	EGEEN (1,000)	1
FROTO	1	FROTO (1,000)	1
GENTS	1	GENTS (1,000)	0
GOLTS	1	GOLTS (1,000)	0
GUBRF	1	GUBRF (1,000)	1
HEKTS	1	HEKTS (1,000)	2
KARTN	1	KARTN (1,000)	0
KORDS	1	KORDS (1,000)	0
KRDMD	1	KRDMD (1,000)	0
OTKAR	1	OTKAR (1,000)	1
PETKM	1	PETKM (1,000)	1
SASA	1	SASA (1,000)	0
SODA	1	SODA (1,000)	0
TATGD	1	TATGD (1,000)	0
TMSN	1	TMSN (1,000)	4
TRKCM	1	TRKCM (1,000)	0
TTRAK	1	TTRAK (1,000)	0
TUPRS	1	TUPRS (1,000)	0
ULKER	1	ULKER (1,000)	0
VESTL	1	VESTL (1,000)	0
YATAS	1	YATAS (1,000)	3
GOODY	0,9763	CEMAS (0,218), DGKLB (0,158), EGEEN (0,288), TMSN (0,337)	-
TOASO	0,9752	DEVA (0,170), FROTO (0,058), OTKAR (0,603), TMSN (0,168)	-
KARSN	0,9742	ANACM (0,259), DEVA (0,095), YATAS (0,646)	-
EREGL	0,9694	DEVA (0,665), DGKLB (0,204), HEKTS (0,128), YATAS (0,002)	-
GEREL	0,9216	DEVA (0,470), PETKM (0,084), TMSN (0,126), YATAS (0,321)	-
CCOLA	0,8077	CEMAS (0,113), DEVA (0,179), GUBRF (0,147), HEKTS (0,012), TMSN (0,550)	-

Tablo 33 ve Tablo 34’te görüldüğü gibi, etkin olmayan işletmelerin referans kümesinde bulunan etkin işletmeler incelendiğinde, CCR-I modeline göre en çok referans alan işletmeler sırasıyla; GUBRF (14), DEVA (9), HEKTS (6), TMSN (5), TTRAK (5), EGEEN (3), DGKLB (2), GENTS (2), KARTN (2), KRDM (2), SODA (2), OTKAR (1) ve YATAS (1) olmuştur. Ancak AEFES, AKSA, CEMAS, GOLTS, TRKCAM ve ULKER işletmeleri etkin olmalarına rağmen herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır. BCC-I modeline göre ise en çok referans alan işletmeler sırasıyla; DEVA (5), TMSN (4), YATAS (3), CEMAS (2), DGKLB (2), HEKTS (2), ANACM (1), EGEEN (1), FROTO (1), GUBRF (1), OTKAR (1) ve PETKM (1) olmuştur. Ancak AEFES, AFYON, AKSA, ARCLK, BRSAN, CEMTS, GENTS, GOLTS, KARTN, KORDS, KRDM, SASA, SODA, TATGD, TRKCM, TTRAK, TUPRS, ULKER ve VESTL işletmeleri etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır.

2012 yılı girdi odaklı CCR modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 35’te verilmiştir.

**Tablo 35:** 2012 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AFYON	G	2,977	0,866	4,085	8,351	0,191	0,067	0,687	0,015	0,005	0,062	0,008
	H	0,475	0,090	0,652	0,510	0,030	0,010	0,072	0,033	0,038	0,062	0,029
	PI (%)	-84,05	-89,60	-84,05	-93,90	-84,05	-84,95	-89,57	125,97	613,66	0,00	264,63
ANACM	G	0,881	0,614	7,385	5,403	0,538	0,480	1,121	0,225	0,310	0,300	0,181
	H	0,872	0,608	3,064	4,029	0,406	0,154	0,793	0,245	0,310	0,531	0,214
	PI (%)	-0,96	-0,96	-58,52	-25,44	-24,47	-67,98	-29,20	8,86	0,00	76,71	17,68
ARCLK	G	1,706	1,032	3,237	6,599	0,616	0,612	0,564	0,242	0,302	0,394	0,214
	H	1,543	0,732	2,929	3,768	0,377	0,180	0,510	0,242	0,312	0,394	0,219
	PI (%)	-9,52	-29,09	-9,52	-42,91	-38,86	-70,65	-9,52	0,00	3,56	0,00	2,27
BRSAN	G	0,901	0,979	7,666	5,947	0,575	0,371	1,072	0,218	0,267	0,314	0,187
	H	0,640	0,609	3,436	4,157	0,362	0,131	0,762	0,226	0,267	0,614	0,212
	PI (%)	-28,94	-37,83	-55,18	-30,10	-37,08	-64,66	-28,94	3,77	0,00	95,72	13,21
CCOLA	G	2,251	0,969	13,889	12,953	0,551	0,878	0,763	0,283	0,345	0,454	0,250
	H	1,801	0,775	4,156	4,154	0,380	0,098	0,610	0,284	0,345	0,523	0,250
	PI (%)	-19,98	-19,98	-70,08	-67,93	-31,01	-88,81	-19,98	0,15	0,00	15,37	0,00

**Tablo 35 (Devam): 2012 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları**

CEMTS	G	4,799	1,095	7,931	5,143	0,122	0,029	0,595	0,233	0,268	0,304	0,207
	H	4,611	0,677	4,236	2,877	0,117	0,028	0,311	0,241	0,276	0,304	0,207
	PI (%)	-3,92	-38,17	-46,58	-44,07	-3,92	-3,92	-47,65	3,20	3,21	0,00	0,00
EREGL	G	2,033	0,728	9,138	3,360	0,436	0,395	0,725	0,238	0,301	0,313	0,195
	H	1,630	0,584	4,861	2,695	0,346	0,253	0,576	0,240	0,301	0,315	0,195
	PI (%)	-19,81	-19,81	-46,81	-19,81	-20,56	-35,88	-20,52	0,99	0,00	0,60	0,00
FROTO	G	1,475	2,102	7,934	13,439	0,571	0,500	0,738	0,259	0,297	0,588	0,305
	H	1,432	1,040	4,984	5,855	0,477	0,226	0,716	0,303	0,358	0,743	0,305
	PI (%)	-2,92	-50,54	-37,18	-56,43	-16,44	-54,80	-2,92	17,06	20,40	26,27	0,00
GEREL	G	1,537	0,855	5,265	4,071	0,577	0,626	0,757	0,187	0,229	0,243	0,157
	H	0,983	0,546	3,366	2,603	0,367	0,328	0,484	0,187	0,236	0,324	0,157
	PI (%)	-36,06	-36,06	-36,06	-36,06	-36,46	-47,53	-36,06	0,00	2,92	33,42	0,00
GOODY	G	2,230	1,953	5,673	9,321	0,364	0,079	0,437	0,234	0,290	0,384	0,245
	H	1,758	0,938	3,775	4,638	0,287	0,053	0,344	0,250	0,297	0,386	0,245
	PI (%)	-21,19	-51,99	-33,47	-50,24	-21,19	-33,09	-21,19	6,76	2,58	0,55	0,00
KARSN	G	1,260	0,800	6,940	3,298	0,653	0,746	0,823	0,081	0,190	0,005	0,073
	H	0,672	0,312	1,245	1,760	0,261	0,129	0,410	0,134	0,190	0,167	0,103
	PI (%)	-46,64	-61,03	-82,06	-46,64	-60,03	-82,69	-50,20	65,22	0,00	3111,41	41,68
KORDS	G	1,671	0,948	7,705	4,514	0,371	0,213	0,879	0,233	0,301	0,326	0,201
	H	1,454	0,652	2,767	3,928	0,323	0,108	0,534	0,234	0,301	0,326	0,201
	PI (%)	-12,97	-31,19	-64,09	-12,97	-12,97	-49,32	-39,27	0,48	0,00	0,00	0,00
PETKM	G	1,415	1,554	7,986	9,403	0,405	0,070	0,762	0,194	0,228	0,260	0,166
	H	1,050	0,566	3,445	3,141	0,280	0,052	0,398	0,194	0,233	0,363	0,172
	PI (%)	-25,80	-63,57	-56,87	-66,60	-30,82	-25,80	-47,80	0,00	2,38	39,53	3,66
SASA	G	1,028	1,463	4,919	4,677	0,644	0,075	0,955	0,159	0,222	0,124	0,115
	H	0,880	0,531	3,174	3,111	0,276	0,064	0,444	0,186	0,222	0,389	0,167
	PI (%)	-14,43	-63,71	-35,46	-33,48	-57,16	-14,43	-53,47	16,56	0,00	214,43	45,48
TATGD	G	1,657	1,302	3,595	4,623	0,612	0,482	0,511	0,181	0,270	0,216	0,149
	H	1,300	0,672	2,820	3,425	0,338	0,156	0,401	0,209	0,270	0,327	0,191
	PI (%)	-21,56	-48,40	-21,56	-25,92	-44,71	-67,54	-21,56	15,50	0,00	51,42	28,52
TOASO	G	1,453	1,106	8,749	17,473	0,660	0,744	0,690	0,257	0,303	0,467	0,234
	H	1,244	0,883	4,162	4,920	0,391	0,170	0,591	0,257	0,303	0,605	0,257
	PI (%)	-14,34	-20,21	-52,43	-71,84	-40,67	-77,17	-14,34	0,00	0,00	29,34	9,83
TUPRS	G	1,139	2,752	19,396	14,138	0,714	0,783	0,870	0,221	0,253	0,553	0,246
	H	0,951	0,773	4,003	4,769	0,401	0,167	0,726	0,253	0,299	0,655	0,246
	PI (%)	-16,47	-71,91	-79,36	-66,27	-43,84	-78,63	-16,47	14,32	18,05	18,41	0,00
VESTL	G	1,017	1,529	5,116	7,462	0,727	0,440	1,013	0,173	0,223	0,150	0,134
	H	0,595	0,461	2,429	3,091	0,295	0,110	0,592	0,180	0,223	0,426	0,161
	PI (%)	-41,53	-69,83	-52,52	-58,58	-59,40	-74,97	-41,53	4,01	0,00	183,46	20,11

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

AFYON, ANACM, ARCLK, BRSAN, COLA, CEMTS, EREGL, FROTO, GEREL, GOODY, KARSN, KORDS, PETKM, SASA, TATGD, TOASO, TUPRS ve

VESTL işletmeleri sahip oldukları girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretemediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Diğer bir ifadeyle, söz konusu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıkları için etkin olamamışlardır. Bu işletmelerin toplam etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 35'teki gibidir. Tabloda yer alan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan ANACM (0,9904) ve AFYON (0,1595) işletmelerinin toplam etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

ANACM işletmesinin toplam etkinsizliği, girdi değişkenlerin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre ANACM işletmesinin referans kümesinde bulunan DEVA ( $\lambda = 0,342$ ), GUBRF ( $\lambda = 0,397$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %0,96 oranında azaltılarak 0,881'den 0,872'ye, aktif devir hızının %0,96 oranında azaltılarak 0,614'ten 0,608'e, alacak devir hızının %58,52 oranında azaltılarak 7,385'ten 3,064'e, stok devir hızının %25,44 oranında azaltılarak 5,403'ten 4,029'a, finansal kaldıraç oranının %24,47 oranında azaltılarak 0,538'den 0,406'ya, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %67,98 oranında azaltılarak 0,480'den 0,154'e, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %29,20 oranında azaltılarak 1,121'den 0,793'e indirilmesi ve çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %8,86 oranında artırılarak 0,225'ten 0,245, özsermaye kârlılık oranının %76,71 oranında 0,300'den 0,531'e ve aktif kârlılık oranının ise %17,68 oranında 0,181'den 0,214'e yükseltilmesi gerekmektedir.

Diğer taraftan en düşük etkinliğe sahip olan AFYON işletmesinin toplam etkinsizliği ise; girdi değişkenlerin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre AFYON işletmesinin referans kümesinde bulunan GENTS ( $\lambda = 0,005$ ), GUBRF ( $\lambda = 0,039$ ) ve KARTN ( $\lambda = 0,053$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %84,05 oranında

azaltılarak 2,977'den 0,475'e, aktif devir hızının %89,60 oranında azaltılarak 0,866'dan 0,090'a, alacak devir hızının %84,05 oranında azaltılarak 4,085'ten 0,652'ye, stok devir hızının %93,90 oranında azaltılarak 8,351'den 0,510'a, finansal kaldıraç oranının %84,05 oranında azaltılarak 0,191'den 0,030'a, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %84,95 oranında azaltılarak 0,067'den 0,010'a, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %89,57 oranında azaltılarak 0,687'den 0,072'e indirilmesi ve çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %125,97 oranında artırılarak 0,015'ten 0,033'e, faaliyet kâr marjın %613,66 oranında artırılarak 0,005'ten 0,038'e ve aktif kârlılık oranının ise %264,63 oranında artırılarak 0,008'den 0,029'a yükseltilmesi gerekmektedir.

2012 yılı girdi odaklı BCC modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 36'da verilmiştir.

**Tablo 36:** 2012 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
CCOLA	G	2,251	0,969	13,889	12,953	0,551	0,878	0,763	0,283	0,345	0,454	0,250
	H	1,818	0,782	5,178	5,041	0,422	0,084	0,616	0,295	0,345	0,469	0,250
	PI (%)	-19,23	-19,23	-62,72	-61,08	-23,38	-90,45	-19,23	4,14	0,00	3,27	0,00
EREGL	G	2,033	0,728	9,138	3,360	0,436	0,395	0,725	0,238	0,301	0,313	0,195
	H	1,970	0,706	2,575	3,257	0,422	0,148	0,634	0,276	0,383	0,351	0,221
	PI (%)	-3,06	-3,06	-71,82	-3,06	-3,06	-62,43	-12,62	16,24	27,22	12,21	13,73
GEREL	G	1,537	0,855	5,265	4,071	0,577	0,626	0,757	0,187	0,229	0,243	0,157
	H	1,417	0,759	3,651	3,752	0,532	0,300	0,698	0,238	0,332	0,304	0,192
	PI (%)	-7,84	-11,14	-30,65	-7,84	-7,84	-52,11	-7,84	27,65	44,91	25,00	21,98
GOODY	G	2,230	1,953	5,673	9,321	0,364	0,079	0,437	0,234	0,290	0,384	0,245
	H	2,177	0,863	5,390	5,390	0,355	0,043	0,427	0,277	0,306	0,388	0,245
	PI (%)	-2,37	-55,83	-4,99	-42,18	-2,37	-45,85	-2,37	18,41	5,60	1,07	0,00
KARSN	G	1,260	0,800	6,940	3,298	0,653	0,746	0,823	0,081	0,190	0,005	0,073
	H	1,227	0,707	4,639	3,213	0,636	0,547	0,774	0,200	0,297	0,255	0,165
	PI (%)	-2,58	-11,54	-33,16	-2,58	-2,58	-26,70	-5,95	147,63	56,46	4792,3	126,97
TOASO	G	1,453	1,106	8,749	17,473	0,660	0,744	0,690	0,257	0,303	0,467	0,234
	H	1,416	0,955	4,476	4,524	0,643	0,720	0,673	0,271	0,337	0,501	0,234
	PI (%)	-2,48	-13,67	-48,85	-74,11	-2,48	-3,25	-2,48	5,46	10,96	7,15	0,00

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

CCOLA, EREGL, GEREL, GOODY, KARSN ve TOASO işletmeleri mevcut girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretmediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Yani, bu işletmeler kaynaklarını (girdi bileşimini) etkin bir şekilde kullanamadıkları için mümkün olan maksimum çıktıyı üretebilme başarısını gösterememişlerdir. Bu işletmelerin teknik etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 36'daki gibidir. Tabloda bulunan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan GOODY (0,9763) ve CCOLA (0,8077) işletmelerinin teknik etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

GOODY işletmesinin teknik etkisizliği, girdi değişkenlerin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve özsermaye kârlılığının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre, GOODY işletmesinin referans kümesinde bulunan CEMAS ( $\lambda = 0,218$ ), DGKLB ( $\lambda = 0,158$ ), EGEEN ( $\lambda = 0,288$ ) ve TMSN ( $\lambda = 0,337$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %2,37 oranında azaltılarak 2,230'dan 2,177'e, aktif devir hızının %55,83 oranında azaltılarak 1,953'ten 0,863'e, alacak devir hızının %4,99 oranında azaltılarak 5,673'ten 5,390'a, stok devir hızının %42,18 oranında azaltılarak 9,321'den 5,390'a, finansal kaldıraç oranının %2,37 oranında azaltılarak 0,364'ten 0,355'e, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %45,85 oranında azaltılarak 0,079'dan 0,043'e, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %2,37 oranında azaltılarak 0,437'den 0,427'ye indirilmesi ve çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %18,41 oranında artırılarak 0,234'ten 0,277'ye, faaliyet kâr marjın %5,60 oranında artırılarak 0,290'dan 0,306'a ve özsermaye kârlılık oranının ise %1,07 oranında artırılarak 0,384'ten 0,388'e yükseltilmesi gerekmektedir.

Diğer taraftan BCC-I modeline göre en düşük etkinliğe sahip olan CCOLA işletmesinin teknik etkisizliği ise, girdi değişkenlerin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı ve özsermaye kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre CCOLA işletmesinin referans kümesinde bulunan CEMAS ( $\lambda = 0,113$ ), DEVA ( $\lambda = 0,179$ ), GUBRF ( $\lambda = 0,147$ ), HEKTS ( $\lambda = 0,012$ ) ve

TMSN ( $\lambda = 0,550$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %19,23 oranında azaltılarak 2,251'den 1,818'e, aktif devir hızının %19,23 oranında azaltılarak 0,969'dan 0,782'ye, alacak devir hızının %62,72 oranında azaltılarak 13,889'dan 5,178'e, stok devir hızının %61,08 oranında azaltılarak 12,953'ten 5,041'e, finansal kaldıraç oranının %23,38 oranında azaltılarak 0,551'den 0,422'ye, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %90,45 oranında azaltılarak 0,878'den 0,084'e, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %19,23 oranında azaltılarak 0,763'ten 0,616'ya indirilmesi ve çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %4,14 oranında artırılarak 0,283'ten 0,295'e, özsermaye kârlılık oranının %3,27 oranında artırılarak 0,454'ten 0,469'a yükseltilmesi, faaliyet kâr marjı ile aktif kârlılık oranının ise sabit bırakılması gerekmektedir.

#### **4. 7. 4. 2013 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular**

İşletmelerin 2013 yılına ait finansal tablolarından elde edilen girdi ve çıktı (revize) verileri Tablo 37'de verilmiştir. Bu verilerle yapılan etkinlik analizinde; değişkenlere ait korelasyon katsayıları Tablo 38'de, tanımlayıcı istatistikler Tablo 39'da, işletmelere ait etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçeğe göre getiri türleri de Tablo 40'de sunulmuştur.

Tablo 37'deki veriler, BIST100'de işlem gören imalat işletmelerinin 2013 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ait verilerdir. Analize tabi tutulan işletmelerin verileri eksiksiz olarak elde edilmiştir. VZA ile yapılan analizlerde verilerin pozitif olma özelliğinden dolayı; negatif değere sahip veriler revize edilerek pozitif hale getirilmiştir. Bu işlem sadece çıktı değişkenleri için yapılmış olup, girdi değişkenleri için herhangi bir işlem yapılmamıştır.

**Tablo 37: 2013 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler**

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	1,576	0,411	10,280	9,159	0,398	0,602	1,136	0,360	0,121	0,408	0,178
AFYON	2,814	1,079	4,540	8,116	0,217	0,071	0,653	0,086	0,086	0,160	0,089
AKSA	1,390	0,970	4,807	9,484	0,422	0,141	0,799	0,131	0,147	0,246	0,129
ANACM	1,584	0,481	6,288	5,112	0,582	0,839	0,830	0,098	0,050	0,168	0,073
ARCLK	1,872	0,973	2,654	5,581	0,637	0,783	0,518	0,106	0,142	0,263	0,105
BRSAN	1,119	0,598	9,566	3,064	0,640	0,733	0,928	0,081	0,073	0,161	0,068
COLLA	1,544	0,740	13,528	11,239	0,590	0,901	0,859	0,147	0,155	0,305	0,122
CEMAS	2,898	0,236	5,616	5,184	0,204	0,027	0,601	0,337	0,010	0,199	0,118
CEMETS	5,978	1,121	4,877	5,117	0,139	0,033	0,380	0,111	0,128	0,189	0,118
DEVA	1,798	0,506	2,338	2,863	0,512	0,501	0,708	0,109	0,153	0,171	0,080
DGKLB	1,140	0,946	4,280	4,378	0,785	1,649	0,894	0,053	0,135	0,121	0,052
EGEEN	3,321	1,271	3,559	6,127	0,321	0,138	0,319	0,220	0,257	0,428	0,266
EREGL	2,427	0,697	5,725	2,891	0,380	0,337	0,709	0,148	0,199	0,223	0,118
FROTO	1,019	1,904	7,859	20,225	0,627	0,607	0,987	0,106	0,099	0,397	0,157
GENTS	4,883	0,962	3,099	3,851	0,139	0,014	0,483	0,167	0,175	0,259	0,163
GEREL	1,248	0,931	4,548	4,684	0,659	0,758	0,834	0,012	0,056	0,006	0,014
GOLTS	2,198	0,624	3,392	7,119	0,387	0,395	0,817	0,133	0,262	0,204	0,102
GOODY	2,479	1,726	5,194	6,951	0,328	0,061	0,406	0,112	0,121	0,270	0,158
GUBRF	1,081	0,771	5,572	4,478	0,645	0,367	1,170	0,174	0,216	0,489	0,146
HEKTS	4,099	0,848	3,067	2,660	0,228	0,052	0,286	0,210	0,252	0,285	0,185
KARSN	2,012	0,885	6,392	9,494	0,677	1,394	0,716	0,055	0,112	0,123	0,054
KARTN	5,138	0,793	6,501	4,948	0,116	0,018	0,536	0,210	0,169	0,253	0,177
KORDS	1,419	0,865	6,118	4,147	0,413	0,231	0,950	0,075	0,094	0,154	0,072
KRDMD	1,330	0,701	10,214	4,122	0,519	0,609	0,904	0,105	0,149	0,191	0,089
OTKAR	1,161	1,019	3,511	4,706	0,801	1,518	0,839	0,119	0,153	0,463	0,120
PETKM	1,394	1,281	5,544	8,959	0,474	0,187	0,763	0,062	0,057	0,139	0,065
SASA	1,156	1,672	4,661	5,828	0,617	0,098	0,785	0,056	0,070	0,135	0,060
SODA	2,779	0,789	5,581	10,265	0,306	0,210	0,664	0,198	0,182	0,280	0,167
TATGD	2,004	1,399	3,808	4,979	0,609	0,597	0,363	0,037	0,090	0,059	0,032
TMSN	3,736	1,549	8,274	4,617	0,187	0,013	0,416	0,189	0,207	0,376	0,266
TOASO	1,327	1,187	13,771	18,549	0,680	0,771	0,750	0,112	0,093	0,339	0,123
TRKCM	2,860	0,383	4,564	6,213	0,400	0,482	0,755	0,134	0,146	0,168	0,082
TTRAK	2,814	1,455	5,994	5,262	0,503	0,492	0,369	0,179	0,201	0,487	0,237
TUPRS	0,939	1,943	20,994	11,885	0,757	1,100	1,063	0,079	0,041	0,345	0,107
ULKER	1,165	0,869	4,236	13,858	0,599	0,059	0,863	0,133	0,154	0,311	0,122
VESTL	0,955	1,103	3,819	4,902	0,761	0,489	1,131	0,035	0,067	0,036	0,033
YATAS	1,294	0,893	4,902	2,493	0,690	0,640	0,715	0,059	0,130	0,137	0,058



İşletmelerin 2013 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin elde edilen korelasyon katsayı değerleri Tablo 38’de verilmiştir.

**Tablo 38:** 2013 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
GR1	1	-0,06	-0,26	-0,28	-0,85	-0,54	-0,74	0,41	0,39	0,09	0,50
GR2	-0,06	1	0,24	0,36	0,16	-0,03	-0,18	-0,36	-0,10	0,21	0,20
GR3	-0,26	0,24	1	0,47	0,23	0,29	0,38	0,05	-0,30	0,27	0,08
GR4	-0,28	0,36	0,47	1	0,21	0,10	0,27	0,01	-0,19	0,31	0,12
GR5	-0,85	0,16	0,23	0,21	1	0,78	0,59	-0,57	-0,34	-0,09	-0,54
GR6	-0,54	-0,03	0,29	0,10	0,78	1	0,41	-0,37	-0,22	-0,04	-0,40
GR7	-0,74	-0,18	0,38	0,27	0,59	0,41	1	-0,18	-0,35	-0,04	-0,44
ÇK1	0,41	-0,36	0,05	0,01	-0,57	-0,37	-0,18	1	0,35	0,58	0,71
ÇK2	0,39	-0,10	-0,30	-0,19	-0,34	-0,22	-0,35	0,35	1	0,49	0,63
ÇK3	0,09	0,21	0,27	0,31	-0,09	-0,04	-0,04	0,58	0,49	1	0,81
ÇK4	0,50	0,20	0,08	0,12	-0,54	-0,40	-0,44	0,71	0,63	0,81	1

Tablo 38’de, korelasyon katsayı değerleri incelendiğinde, genel olarak girdi değişkenleri arasındaki korelasyonun zayıf olduğu (“Cari Oran” ile “Finansal Kaldıraç Oranı” arasındaki ilişki hariç), çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun değişken (kuvvetli, zayıf) olduğu, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun ise zayıf olduğu görülmektedir.

Analiz kapsamında BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2013 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 39’da verilmiştir.

**Tablo 39:** 2013 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler		N	Max	Min	Ortalama	Std. Sapma	Değişim Katsayısı
GİRDİLER	Cari Oran	37	5,978	0,939	2,161	1,246	0,577
	Aktif Devir Hızı	37	1,943	0,236	0,989	0,409	0,413
	Alacak Devir Hızı	37	20,994	2,338	6,207	3,631	0,585
	Stok Devir Hızı	37	20,225	2,493	6,852	4,042	0,590
	Finansal Kaldıraç Oranı	37	0,801	0,116	0,485	0,199	0,409
	UVB/Özsermaye	37	1,649	0,013	0,484	0,428	0,883
	Duran varlıklar/Devamlı Sermaye	37	1,170	0,286	0,727	0,236	0,324
ÇIKTILAR	Net Kâr Marjı	37	0,360	0,012	0,128	0,074	0,580
	Faaliyet Kâr Marjı	37	0,262	0,010	0,134	0,061	0,457
	Özsermaye Kârlılığı	37	0,489	0,006	0,242	0,122	0,503
	Aktif Kârlılık	37	0,266	0,014	0,116	0,060	0,515

Tablo 39’da görüldüğü gibi, analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin maksimum değerleri ile minimum değerleri arasındaki farkın büyük olduğu, değişim katsayısının 0,324 ile 0,883 arasında değerler aldığı, en yüksek değişim katsayısının 0,833 değeri ile uzun vadeli borçlar/özsermaye oranına ait olduğu ve en düşük değişim katsayısının ise 0,324 değeri ile duran varlıklar/devamlı sermaye oranına ait olduğu görülmektedir. Değişkenlerin maksimum ve minimum değerlerine bakıldığında değişim aralığının ne kadar büyük olduğu görülebilir.

Borsa İstanbul BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2013 yılına ait verileri kullanılarak VZA yöntemine göre hesaplanan etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçek özelliği sonuçları Tablo 40’te verilmiştir.

**Tablo 40:** İşletmelerin 2013 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği

İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	CCR-I Etkinlik Skorları	BCC-I Etkinlik Skorları	Ölçek Etkinlik Skorları	CCR-I Etkinlik Sıralaması	BCC-I Etkinlik Sıralaması	Ölçek Getiri Özelliği
AEFES	1	1	1	6	28	Sabit
AFYON	0,4934	1	0,4934	33	23	Artan
AKSA	0,9543	1	0,9543	17	19	Artan
ANACM	0,5380	1	0,5380	30	25	Artan
ARCLK	0,8454	1	0,8454	22	20	Artan
BRSAN	0,6180	1	0,6180	28	12	Artan
CCOLA	0,7948	0,9724	0,8174	24	36	Artan
CEMAS	1	1	1	1	1	Sabit
CEMETS	0,7526	1	0,7526	26	18	Artan
DEVA	0,9765	1	0,9765	15	7	Artan
DGKLB	0,7144	1	0,7144	27	27	Artan
EGEEN	1	1	1	8	28	Sabit
EREGL	0,9898	1	0,9898	14	22	Artan
FROTO	1	1	1	13	10	Sabit
GENTS	1	1	1	7	5	Sabit
GEREL	0,2953	0,9963	0,2964	37	34	Artan
GOLTS	1	1	1	9	28	Sabit
GOODY	0,8478	1	0,8478	20	15	Artan
GUBRF	1	1	1	3	28	Sabit
HEKTS	1	1	1	4	3	Sabit
KARSN	0,4826	0,8729	0,5529	34	37	Artan
KARTN	1	1	1	10	6	Sabit
KORDS	0,5234	1	0,5234	31	16	Artan
KRDMD	0,7554	1	0,7554	25	24	Artan
OTKAR	1	1	1	11	8	Sabit

**Tablo 40 (Devam): İşletmelerin 2013 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği**

PETKM	0,4574	0,9993	0,4577	35	33	Artan
SASA	0,5523	1,0000	0,5523	29	9	Artan
SODA	0,9001	0,9921	0,9073	18	35	Artan
TATGD	0,4994	1,0000	0,4994	32	13	Artan
TMSN	1,0000	1,0000	1,0000	2	2	Sabit
TOASO	0,8466	1,0000	0,8466	21	26	Artan
TRKCM	0,9696	1,0000	0,9696	16	17	Artan
TTRAK	1,0000	1,0000	1,0000	12	28	Sabit
TUPRS	0,8285	1,0000	0,8285	23	21	Artan
ULKER	1,0000	1,0000	1,0000	5	4	Sabit
VESTL	0,4056	1,0000	0,4056	36	14	Artan
YATAS	0,8991	1,0000	0,8991	19	11	Artan

Tablo 40’ta görüldüğü gibi, girdi odaklı CCR modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, incelemeye alınan 37 işletmeden etkinlik skoru 1 olan 13 işletmenin etkin, etkinlik skoru 1’den küçük olan 24 işletmenin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli olarak toplam etkin olan işletmeler; AEFES, CEMAS, EGEEN, FROTO, GENTS, GOLTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, OTKAR, TMSN, TTRAK ve ULKER dir. Toplam etkin olan işletmeler tanım gereği aynı zamanda ölçek etkin olan işletmelerdir. CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9898 etkinlik değeri ile 14’üncü sıradaki EREGL işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,2953 etkinlik değeri ile 37’nci sıradaki GEREL işletmesi olmuştur.

2013 yılı finansal oran verileri ile girdi odaklı BCC modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 32 işletmenin etkin, 5 tanesinin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli teknik etkin olmayan işletmeler; COLA, GEREL, KARSN, PETKM ve SODA dır. Bu işletmeler kaynaklarını israf ederek teknik etkinlik seviyesine ulaşamamışlardır. BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9993 etkinlik değeri ile 33’üncü sıradaki PETKM işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,8729 etkinlik değeri ile 37’nci sıradaki KARSN işletmesi olmuştur.

BIST100’de işlem gören işletmelerin 2013 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modelleriyle süper etkinlik analizi yapılmış ve elde edilen skorlar (en etkinden daha az etkin olana doğru) Tablo 41’de verilmiştir.

**Tablo 41:** 2013 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

CCR-I Modeli			BCC-I Modeli		
İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	Süper Toplam Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması	İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	Süper Teknik Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması
CEMAS	4,6864	1	CEMAS	18,6413	1
TMSN	2,0555	2	TMSN	10,3021	2
GUBRF	2,0505	3	HEKTS	2,4183	3
HEKTS	2,0304	4	ULKER	1,8938	4
ULKER	1,7778	5	GENTS	1,8355	5
AEFES	1,7741	6	KARTN	1,5278	6
GENTS	1,6223	7	DEVA	1,5261	7
EGEEN	1,4935	8	OTKAR	1,4122	8
GOLTS	1,4220	9	SASA	1,3602	9
KARTN	1,4142	10	FROTO	1,2354	10
OTKAR	1,4077	11	YATAS	1,2006	11
TTRAK	1,2374	12	BRSAN	1,1915	12
FROTO	1,1982	13	TATGD	1,1910	13
EREGL	0,9898	14	VESTL	1,1904	14
DEVA	0,9765	15	GOODY	1,1853	15
TRKCM	0,9696	16	KORDS	1,1736	16
AKSA	0,9543	17	TRKCM	1,1604	17
SODA	0,9001	18	CEMETS	1,1493	18
YATAS	0,8991	19	AKSA	1,1422	19
GOODY	0,8478	20	ARCLK	1,1299	20
TOASO	0,8466	21	TUPRS	1,0882	21
ARCLK	0,8454	22	EREGL	1,0756	22
TUPRS	0,8285	23	AFYON	1,0731	23
COLLA	0,7948	24	KRDMD	1,0354	24
KRDMD	0,7554	25	ANACM	1,0279	25
CEMETS	0,7526	26	TOASO	1,0267	26
DGKLB	0,7144	27	DGKLB	1,0058	27
BRSAN	0,6180	28	GUBRF	1,0000	28
SASA	0,5523	29	AEFES	1,0000	28
ANACM	0,5380	30	EGEEN	1,0000	28
KORDS	0,5234	31	TTRAK	1,0000	28
TATGD	0,4994	32	GOLTS	1,0000	28
AFYON	0,4934	33	PETKM	0,9993	33
KARSN	0,4826	34	GEREL	0,9963	34
PETKM	0,4574	35	SODA	0,9921	35
VESTL	0,4056	36	COLLA	0,9724	36
GEREL	0,2953	37	KARSN	0,8729	37

Tablo 41’de, CCR-I ve BCC-I modellerine göre süper etkinlik skorları verilmiştir. Analiz kapsamında girdi odaklı CCR süper etkinlik modeliyle değerlendirilen 37 işletme içerisinde en etkin ilk beş işletme sırasıyla CEMAS, TMSN, GUBRF, HEKTS ve ULKER olurken, son sıralardaki işletmeler ise PETKM, VESTL ve GEREL olmuştur. Benzer şekilde BCC-I süper etkinlik modeline göre en etkin ilk beş işletme sırasıyla CEMAS TMSN, HEKTS, ULKER ve GENTS olurken, son sıralardaki işletmeler ise SODA, COLA ve KARSN olmuştur. Her iki model de en etkin ilk iki sırayı alan CEMAS ve TMSN işletmelerinin süper toplam etkinlik skorları sırasıyla; 4,6864 ve 2,0555 iken, süper teknik etkinlik skorları ise 18,6413 ve 10,3021 dir. Buda CEMAS ve TMSN işletmeleri için elde edilen süper teknik etkinlik skorları ile süper toplam etkinlik skorları arasındaki farkın yüksek olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, süper BCC-I modeli sonucunda, AEFES, EGEEN, GUBRF, GOLTS ve TTRAK işletmeleri için süper etkinlik skorlarının “1” olduğu ve kullanılan programda bu işletmeler için karşılaştırma imkânı olmadığından sıralamada hepsine 28 sıra numarası verildiği görülmektedir.

Tablo 40’ta, CCR-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarının, BCC-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarına bölünmesiyle ölçek etkinlik skorları elde edilmiştir. Analiz kapsamında 37 işletmeden 13 işletmenin görece olarak ölçeğe göre etkin olduğu, 24 tanesinin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. “Ölçeğe göre getiri özelliği” nin hesaplanmasında ise girdi odaklı BCC modelinden yararlanmıştır. Buna göre işletmelerin 24 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 13 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Ölçeğe göre getiri özelliği sabit olan işletmeler; AEFES, CEMAS, EGEEN, FROTO, GENTS, GOLTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, OTKAR, TMSN, TTRAK ve ULKER olup, aynı zamanda ölçek etkin olan işletmelerdir. Bu işletmelerin girdi miktarlarındaki artış oranı ile çıktı miktarlarındaki artış oranı aynıdır. Yani, girdilerindeki bir birimlik artışa mukabil çıktılarındaki da bir birimlik artış olmaktadır. Bu işletmeler, en verimli ölçekte faaliyetlerini yerine getirmektedirler. Ölçeğe göre artan getiri özelliğine sahip olan işletmeler; AFYON, AKSA, ANACM, ARCLK, BRAN, COLA, CEMTS, DEVA, DGKLB, EREGL, GEREL, GOODY, KARSN, KORDS, KRDM, PETKM, SASA, SODA, TATGD, TOASO, TRKCM, TUPRS,

VESTL ve YATAS olup, aynı zamanda ölçek etkin olmayan işletmelerdir. Bu işletmeler, girdi miktarlarını belli oranda artırdıklarında daha fazla çıktı üretebilmeleri mümkün iken dış etkilerden dolayı kapasitelerinin altında çıktı üretmişlerdir. O halde bu işletmeler, büyüme potansiyellerini en iyi şekilde kullanarak görece olarak etkin olabilirler.

Tablo 40'tan, AFYON, AKSA, ANACM, ARCLK, BRSAN, CEMTS, DEVA, DGKLB, EREGL, GOODY, KORDS, KRDM, SASA, TATGD, TOASO, TRKCM, TUPRS, VESTL ve YATAS işletmeleri görece olarak teknik etkin oldukları halde görece olarak toplam etkinsiz olmalarının nedeni ise tamamen görece ölçek etkinsizliklerinden kaynaklanmaktadır. CCOLA, GEREL, KARSN, PETKM ve SODA işletmeleri hem teknik hem de ölçek etkinsiz işletmelerdir. Bu işletmelerin görece toplam etkinsiz olmalarındaki en büyük payın, görece ölçek etkinsizliklerinden kaynaklandığı görülmektedir.

BIST100'de bulunan imalat işletmelerinin 2013 yılına ait etkinlik analiz sonuçlarının özeti Tablo 42'de verilmiştir.

**Tablo 42: İşletmelerin 2013 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti**

	Toplam Etkinlik (CCR-I)	Teknik Etkinlik (BCC-I)	Ölçek Etkinlik (CCR-I/BCC-I)
Toplam İşletme Sayısı	37	37	37
Etkin İşletme Sayısı	13 (%35)	32 (%86)	13 (%35)
Etkin Olmayan İşletme Sayısı	24 (%65)	5 (%14)	24 (%65)
Etkinlik Ortalaması	0,8092	0,9955	0,8119
Standart Sapma	0,2191	0,0212	0,2164
Maksimum	1,0000	1,0000	1,0000
Minimum	0,2953	0,8729	0,2964

Tablo 42 incelendiğinde, analiz kapsamındaki işletmelerin %35'i toplam ve ölçek etkin, %86'nın teknik etkin olduğu görülmektedir. CCR-I modeline göre etkin olmayan işletme sayısı 24 iken, BCC-I modeline göre ise bu sayı 5'tir. VZA yöntemi ile yapılan etkinlik ölçümünde ortalama toplam etkinlik skoru 0,8092, ortalama teknik etkinlik skoru 0,9955 ve ortalama ölçek etkinlik skoru ise 0,8119 olarak bulunmuştur. İşletmelerin 2013 yılı etkinlik ölçümlerine ait standart sapma ve minimum etkinlik değerlerine bakıldığında, toplam etkinliğin standart sapması 0,2191 ve minimum etkinlik değeri 0,2953, teknik etkinliğin standart sapması 0,0212 ve minimum değeri 0,8729,

ölçek etkinliğin standart sapması 0,2164 ve minimum değeri 0,2964 olarak bulunmuştur. Bu da işletmelerin teknik etkinlik dağılımının toplam ve ölçek etkinlik dağılımlarına göre birbirine daha yakın olduğunu göstermektedir.

2013 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modellerinin çözümü sonucunda, etkin olmayan işletmelerin etkin duruma gelebilmeleri için işletmelerin yöneticilerine önerilebilecek hedeflerin tespiti amacıyla belirlenen referans işletmeler, yoğunluk oranları ( $\lambda$ ) ve referans olma sayıları sırasıyla Tablo 43 ve Tablo 44’te verilmiştir.

**Tablo 43:** 2013 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler ( $\lambda$ )	Referans Olma Sayısı
<b>AEFES</b>	1	AEFES (1,000)	<b>5</b>
<b>CEMAS</b>	1	CEMAS (1,000)	<b>1</b>
<b>EGEEN</b>	1	EGEEN (1,000)	<b>13</b>
<b>FROTO</b>	1	FROTO (1,000)	<b>2</b>
<b>GENTS</b>	1	GENTS (1,000)	<b>1</b>
<b>GOLTS</b>	1	GOLTS (1,000)	<b>11</b>
<b>GUBRF</b>	1	GUBRF (1,000)	<b>18</b>
<b>HEKTS</b>	1	HEKTS (1,000)	<b>8</b>
<b>KARTN</b>	1	KARTN (1,000)	<b>1</b>
<b>OTKAR</b>	1	OTKAR (1,000)	<b>2</b>
<b>TMSN</b>	1	TMSN (1,000)	<b>4</b>
<b>TTRAK</b>	1	TTRAK (1,000)	<b>1</b>
<b>ULKER</b>	1	ULKER (1,000)	<b>6</b>
EREGL	0,9898	GUBRF (0,345), HEKTS (0,495)	-
DEVA	0,9765	GOLTS (0,206), GUBRF (0,128), HEKTS (0,284)	-
TRKCM	0,9696	AEFES (0,200), GOLTS (0,463)	-
AKSA	0,9543	AEFES (0,015), EGEEN (0,211), GUBRF (0,210), ULKER (0,323)	-
SODA	0,9001	AEFES (0,184), EGEEN (0,229), GUBRF (0,078), HEKTS (0,333)	-
YATAS	0,8991	GUBRF (0,394), HEKTS (0,180)	-
GOODY	0,8478	EGEEN (0,277), TMSN (0,263), ULKER (0,169)	-
TOASO	0,8466	FROTO (0,157), GUBRF (0,280), OTKAR (0,096), TTRAK (0,195)	-
ARCLK	0,8454	EGEEN (0,355), GOLTS (0,074), OTKAR (0,207)	-

**Tablo 43 (Devam):** 2013 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

TUPRS	0,8285	FROTO (0,100), GUBRF (0,626)	-
COLLA	0,7948	AEFES (0,093), EGEEN (0,156), GOLTS (0,052), GUBRF (0,414)	-
KRDMD	0,7554	EGEEN (0,045), GOLTS (0,054), GUBRF (0,524), HEKTS (0,042)	-
CEMTS	0,7526	GENTS (0,108), HEKTS (0,135), KARTN (0,231), TMSN (0,171)	-
DGKLB	0,7144	GOLTS (0,156), GUBRF (0,437)	-
BRSAN	0,618	GUBRF (0,382), HEKTS (0,067), TMSN (0,002)	-
SASA	0,5523	EGEEN (0,101), GUBRF (0,082), HEKTS (0,007), ULKER (0,160)	-
ANACM	0,538	AEFES (0,216), EGEEN (0,016), GUBRF (0,101), ULKER (0,086)	-
KORDS	0,5234	EGEEN (0,120), GOLTS (0,028), GUBRF (0,252), ULKER (0,008)	-
TATGD	0,4994	EGEEN (0,209), GOLTS (0,140)	-
AFYON	0,4934	CEMAS (0,019), EGEEN (0,321), TMSN (0,151)	-
KARSN	0,4826	EGEEN (0,070), GOLTS (0,305), GUBRF (0,063)	-
PETKM	0,4574	EGEEN (0,092), GUBRF (0,178), ULKER (0,121)	-
VESTL	0,4056	GOLTS (0,056), GUBRF (0,244)	-
GEREL	0,2953	GOLTS (0,098), GUBRF (0,142)	-

**Tablo 44:** 2013 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler	Referans Olma Sayısı
<b>AEFES</b>	1	AEFES (1,000)	<b>2</b>
<b>AFYON</b>	1	AFYON (1,000)	<b>0</b>
<b>AKSA</b>	1	AKSA (1,000)	<b>3</b>
<b>ANACM</b>	1	ANACM (1,000)	<b>0</b>
<b>ARCLK</b>	1	ARCLK (1,000)	<b>1</b>
<b>BRSAN</b>	1	BRSAN (1,000)	<b>0</b>
<b>CEMAS</b>	1	CEMAS (1,000)	<b>1</b>
<b>CEMTS</b>	1	CEMTS (1,000)	<b>0</b>
<b>DEVA</b>	1	DEVA (1,000)	<b>3</b>
<b>DGKLB</b>	1	DGKLB (1,000)	<b>0</b>
<b>EGEEN</b>	1	EGEEN (1,000)	<b>2</b>
<b>EREGL</b>	1	EREGL (1,000)	<b>0</b>
<b>FROTO</b>	1	FROTO (1,000)	<b>0</b>
<b>GENTS</b>	1	GENTS (1,000)	<b>0</b>
<b>GOLTS</b>	1	GOLTS (1,000)	<b>1</b>
<b>GOODY</b>	1	GOODY (1,000)	<b>0</b>
<b>GUBRF</b>	1	GUBRF (1,000)	<b>2</b>



**Tablo 44 (Devam):** 2013 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

<b>HEKTS</b>	1	HEKTS (1,000)	<b>0</b>
<b>KARTN</b>	1	KARTN (1,000)	<b>0</b>
<b>KORDS</b>	1	KORDS (1,000)	<b>0</b>
<b>KRDMD</b>	1	KRDMD (1,000)	<b>0</b>
<b>OTKAR</b>	1	OTKAR (1,000)	<b>1</b>
<b>SASA</b>	1	SASA (1,000)	<b>1</b>
<b>TATGD</b>	1	TATGD (1,000)	<b>1</b>
<b>TMSN</b>	1	TMSN (1,000)	<b>1</b>
<b>TOASO</b>	1	TOASO (1,000)	<b>0</b>
<b>TRKCM</b>	1	TRKCM (1,000)	<b>0</b>
<b>TTRAK</b>	1	TTRAK (1,000)	<b>0</b>
<b>TUPRS</b>	1	TUPRS (1,000)	<b>0</b>
<b>ULKER</b>	1	ULKER (1,000)	<b>2</b>
<b>VESTL</b>	1	VESTL (1,000)	<b>1</b>
<b>YATAS</b>	1	YATAS (1,000)	<b>2</b>
PETKM	0,9993	AKSA (0,731), SASA (0,191), TATGD (0,078)	-
GEREL	0,9963	AKSA (0,129), DEVA (0,040), GUBRF (0,020), ULKER (0,063), VESTL (0,210), YATAS (0,539)	-
SODA	0,9921	AEFES (0,058), AKSA (0,019), CEMAS (0,244), EGEEN (0,210), GOLTS (0,337), TMSN (0,133)	-
CCOLA	0,9724	AEFES (0,135), DEVA (0,321), EGEEN (0,037), GUBRF (0,026), OTKAR (0,110), ULKER (0,371)	-
KARSN	0,8729	ARCLK (0,389), DEVA (0,431), TATGD (0,029), YATAS (0,151)	-

Tablo 43 ve Tablo 44’te görüldüğü gibi, etkin olmayan işletmelerin referans kümesinde bulunan etkin işletmeler incelendiğinde, CCR-I modeline göre en çok referans alan işletmeler sırasıyla; GUBRF (18), EGEEN (13), GOLTS (11), HEKTS (8), ULKER (6), AEFES (5), TMSN (4), FROTO (2), OTKAR (2), CEMAS (1), GENTS (1), KARTN (1), ve TTRAK (1) olmuştur. BCC-I modeline göre ise en çok referans alan işletmeler sırasıyla; AKSA (3), DEVA (3), AEFES (2), EGEEN (2), GUBRF (2), ULKER (2), YATAS (2), ARCLK (1), CEMAS (1), GOLTS (1), OTKAR (1), SASA (1), TATGD (1), TMSN (1) ve VESTL (1) olmuştur. Bunun yanı sıra, AFYON, ANACM, BRSAN, CEMTS, DGKLB, EREGL, FROTO, GENTS, GOODY, HEKTS, KARTN, KORDS, KRDMD, TOASO, TRKCM, TTRAK ve TUPRS işletmeleri teknik etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır.

2013 yılı girdi odaklı CCR modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 45'te verilmiştir.

**Tablo 45:** 2013 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AFYON	G	2,814	1,079	4,540	8,116	0,217	0,071	0,653	0,086	0,086	0,160	0,089
	H	1,388	0,532	2,191	2,221	0,107	0,035	0,150	0,086	0,091	0,160	0,104
	PI (%)	-50,66	-50,66	-51,74	-72,63	-50,66	-50,66	-77,06	0,00	6,38	0,00	16,72
AKSA	G	1,390	0,970	4,807	9,484	0,422	0,141	0,799	0,131	0,147	0,246	0,129
	H	1,327	0,717	3,443	6,847	0,403	0,134	0,609	0,131	0,151	0,300	0,129
	PI (%)	-4,57	-26,07	-28,38	-27,81	-4,57	-4,57	-23,75	0,00	2,83	21,74	0,00
ANACM	G	1,584	0,481	6,288	5,112	0,582	0,839	0,830	0,098	0,050	0,168	0,073
	H	0,852	0,259	3,097	2,750	0,175	0,173	0,392	0,117	0,073	0,168	0,073
	PI (%)	-46,20	-46,20	-50,76	-46,20	-69,90	-79,34	-52,72	19,24	46,83	0,00	0,00
ARCLK	G	1,872	0,973	2,654	5,581	0,637	0,783	0,518	0,106	0,142	0,263	0,105
	H	1,583	0,709	2,243	3,679	0,309	0,393	0,348	0,113	0,142	0,263	0,127
	PI (%)	-15,47	-27,11	-15,47	-34,09	-51,54	-49,74	-32,83	6,16	0,00	0,00	21,38
BR SAN	G	1,119	0,598	9,566	3,064	0,640	0,733	0,928	0,081	0,073	0,161	0,068
	H	0,692	0,353	2,344	1,894	0,261	0,143	0,466	0,081	0,100	0,206	0,068
	PI (%)	-38,20	-40,91	-75,49	-38,20	-59,18	-80,43	-49,79	0,00	37,06	28,08	0,00
CCOLA	G	1,544	0,740	13,528	11,239	0,590	0,901	0,859	0,147	0,155	0,305	0,122
	H	1,227	0,588	3,997	4,034	0,374	0,250	0,683	0,147	0,155	0,318	0,124
	PI (%)	-20,52	-20,52	-70,46	-64,11	-36,58	-72,23	-20,52	0,00	0,00	4,21	1,60
CEM TS	G	5,978	1,121	4,877	5,117	0,139	0,033	0,380	0,111	0,128	0,189	0,118
	H	2,910	0,667	3,670	2,711	0,105	0,015	0,286	0,127	0,128	0,189	0,129
	PI (%)	-51,32	-40,47	-24,74	-47,02	-24,74	-54,78	-24,74	14,74	0,00	0,00	9,02
DEVA	G	1,798	0,506	2,338	2,863	0,512	0,501	0,708	0,109	0,153	0,171	0,080
	H	1,755	0,468	2,283	2,795	0,227	0,143	0,399	0,109	0,153	0,185	0,092
	PI (%)	-2,35	-7,57	-2,35	-2,35	-55,74	-71,40	-43,59	0,35	0,00	8,42	15,60
DGKLB	G	1,140	0,946	4,280	4,378	0,785	1,649	0,894	0,053	0,135	0,121	0,052
	H	0,815	0,434	2,965	3,066	0,342	0,222	0,639	0,097	0,135	0,245	0,079
	PI (%)	-28,56	-54,08	-30,73	-29,96	-56,42	-86,54	-28,56	84,17	0,00	102,64	51,68
EREGL	G	2,427	0,697	5,725	2,891	0,380	0,337	0,709	0,148	0,199	0,223	0,118
	H	2,402	0,686	3,441	2,862	0,335	0,152	0,545	0,164	0,199	0,310	0,142
	PI (%)	-1,02	-1,63	-39,90	-1,02	-11,76	-54,76	-23,11	10,51	0,00	38,64	19,84
GEREL	G	1,248	0,931	4,548	4,684	0,659	0,758	0,834	0,012	0,056	0,006	0,014
	H	0,368	0,171	1,124	1,332	0,129	0,091	0,246	0,038	0,056	0,089	0,031
	PI (%)	-70,48	-81,68	-75,28	-71,56	-80,36	-88,02	-70,48	218,03	0,00	1450,9	111,56

**Tablo 45:** 2013 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

GOODY	G	2,479	1,726	5,194	6,951	0,328	0,061	0,406	0,112	0,121	0,270	0,158
	H	2,102	0,907	3,883	5,262	0,240	0,052	0,344	0,133	0,152	0,270	0,164
	PI (%)	-15,22	-47,45	-25,24	-24,30	-26,89	-15,22	-15,22	18,63	25,96	0,00	4,23
KARSN	G	2,012	0,885	6,392	9,494	0,677	1,394	0,716	0,055	0,112	0,123	0,054
	H	0,971	0,328	1,636	2,884	0,181	0,154	0,345	0,067	0,112	0,123	0,059
	PI (%)	-51,74	-62,94	-74,41	-69,62	-73,22	-88,99	-51,74	22,05	0,00	0,00	8,39
KORDS	G	1,419	0,865	6,118	4,147	0,413	0,231	0,950	0,075	0,094	0,154	0,072
	H	0,742	0,371	1,959	2,170	0,216	0,121	0,363	0,075	0,094	0,183	0,072
	PI (%)	-47,66	-57,10	-67,98	-47,66	-47,66	-47,66	-61,84	0,02	0,00	18,59	1,14
KRDMD	G	1,330	0,701	10,214	4,122	0,519	0,609	0,904	0,105	0,149	0,191	0,089
	H	1,005	0,530	3,388	3,114	0,382	0,222	0,683	0,117	0,149	0,298	0,101
	PI (%)	-24,46	-24,46	-66,83	-24,46	-26,34	-63,61	-24,46	11,05	0,00	56,44	14,25
PETKM	G	1,394	1,281	5,544	8,959	0,474	0,187	0,763	0,062	0,057	0,139	0,065
	H	0,638	0,359	1,832	3,035	0,217	0,085	0,342	0,067	0,081	0,164	0,065
	PI (%)	-54,26	-71,99	-66,95	-66,12	-54,26	-54,26	-55,12	8,85	40,70	18,32	0,00
SASA	G	1,156	1,672	4,661	5,828	0,617	0,098	0,785	0,056	0,070	0,135	0,060
	H	0,638	0,336	1,515	3,219	0,183	0,054	0,268	0,059	0,070	0,135	0,060
	PI (%)	-44,77	-79,89	-67,49	-44,77	-70,39	-44,77	-65,84	6,16	0,00	0,09	0,00
SODA	G	2,779	0,789	5,581	10,265	0,306	0,210	0,664	0,198	0,182	0,280	0,167
	H	2,502	0,710	4,170	4,330	0,273	0,189	0,470	0,200	0,182	0,307	0,167
	PI (%)	-9,99	-9,99	-25,29	-57,82	-10,60	-9,99	-29,24	1,07	0,00	9,37	0,00
TATGD	G	2,004	1,399	3,808	4,979	0,609	0,597	0,363	0,037	0,090	0,059	0,032
	H	1,001	0,353	1,218	2,276	0,121	0,084	0,181	0,065	0,090	0,118	0,070
	PI (%)	-50,06	-74,80	-68,02	-54,29	-80,10	-85,89	-50,06	74,31	0,00	99,86	119,12
TOASO	G	1,327	1,187	13,771	18,549	0,680	0,771	0,750	0,112	0,093	0,339	0,123
	H	1,124	0,896	4,300	5,903	0,454	0,440	0,635	0,112	0,130	0,339	0,123
	PI (%)	-15,34	-24,50	-68,77	-68,17	-33,21	-42,93	-15,34	0,13	39,44	0,00	0,00
TRKCM	G	2,860	0,383	4,564	6,213	0,400	0,482	0,755	0,134	0,146	0,168	0,082
	H	1,334	0,371	3,632	5,134	0,259	0,304	0,606	0,134	0,146	0,176	0,083
	PI (%)	-53,36	-3,04	-20,43	-17,37	-35,20	-36,95	-19,73	0,00	0,00	4,77	0,75
TUPRS	G	0,939	1,943	20,994	11,885	0,757	1,100	1,063	0,079	0,041	0,345	0,107
	H	0,778	0,672	4,270	4,819	0,466	0,290	0,830	0,119	0,145	0,345	0,107
	PI (%)	-17,15	-65,41	-79,66	-59,45	-38,46	-73,63	-21,90	50,81	253,69	0,00	0,00
VESTL	G	0,955	1,103	3,819	4,902	0,761	0,489	1,131	0,035	0,067	0,036	0,033
	H	0,388	0,223	1,549	1,493	0,179	0,112	0,331	0,050	0,067	0,131	0,041
	PI (%)	-59,44	-79,78	-59,44	-69,54	-76,50	-77,15	-70,73	42,67	0,00	263,15	23,31
YATAS	G	1,294	0,893	4,902	2,493	0,690	0,640	0,715	0,059	0,130	0,137	0,058
	H	1,163	0,456	2,746	2,242	0,295	0,154	0,512	0,106	0,130	0,244	0,091
	PI (%)	-10,09	-48,96	-43,98	-10,09	-57,32	-75,96	-28,36	79,26	0,00	78,35	55,59

AFYON, AKSA, ANACM, ARCLK, BRSAN, COLA, CEMTS, DEVA, DGKLB, EREGL, GEREL, GOODY, KARSN, KORDS, KRDMD, PETKM, SASA, SODA, TATGD, TOASO, TRKCM, TUPRS, VESTL ve YATAS işletmeleri sahip

oldukları girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretemediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Diğer bir ifadeyle, söz konusu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıkları için etkin olamamışlardır. Bu işletmelerin toplam etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 4.47'deki gibidir. Tabloda yer alan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan EREGL (0,9898) ve GEREL (0,2953) işletmelerinin toplam etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

EREGL işletmesinin toplam etkinsizliği, girdi değişkenlerin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre EREGL işletmesinin referans kümesinde bulunan AKSA ( $\lambda = 0,731$ ), SASA ( $\lambda = 0,191$ ), TATGD ( $\lambda = 0,078$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran ve stok devir hızının %1,02 oranında, aktif devir hızının %1,63 oranında, alacak devir hızının %39,90 oranında, finansal kaldıraç oranının %11,76 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %54,76 oranında, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %29,20 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden net kâr marjının %10,51 oranında, özsermaye kârlılık oranının %38,64 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %19,84 oranında artırılması gerekmektedir.

Diğer taraftan en düşük etkinliğe sahip olan GEREL işletmesinin toplam etkinsizliği ise, EREGL işletmesinde olduğu gibi, girdi değişkenlerin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre GEREL işletmesinin referans kümesinde bulunan GOLTS ( $\lambda = 0,098$ ) ve GUBRF ( $\lambda = 0,142$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %70,48 oranında, aktif devir hızının %81,68 oranında, alacak devir hızının %75,28 oranında, stok devir hızının %71,56 oranında finansal kaldıraç oranının %80,36 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye

oranının %88,02 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden net kâr marjın %218,03 oranında, özsermaye kârlılık oranının %1450,90 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %111,56 oranında artırılması gerekmektedir.

2013 yılı girdi odaklı BCC modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 46’da verilmiştir.

**Tablo 46:** 2013 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
CCOLA	G	1,544	0,740	13,528	11,239	0,590	0,901	0,859	0,147	0,155	0,305	0,122
	H	1,501	0,720	4,374	8,160	0,557	0,446	0,835	0,159	0,155	0,305	0,122
	PI (%)	-2,76	-2,76	-67,67	-27,39	-5,59	-50,53	-2,76	8,00	0,00	0,00	0,00
GEREL	G	1,248	0,931	4,548	4,684	0,659	0,758	0,834	0,012	0,056	0,006	0,014
	H	1,243	0,928	4,532	4,667	0,657	0,497	0,831	0,072	0,123	0,149	0,069
	PI (%)	-0,37	-0,37	-0,37	-0,37	-0,37	-34,49	-0,37	509,10	118,94	2481,9	374,2
KARSN	G	2,012	0,885	6,392	9,494	0,677	1,394	0,716	0,055	0,112	0,123	0,054
	H	1,757	0,772	2,891	3,927	0,591	0,634	0,625	0,098	0,144	0,198	0,085
	PI (%)	-12,71	-12,71	-54,78	-58,64	-12,71	-54,49	-12,71	79,01	28,71	61,46	56,16
PETKM	G	1,394	1,281	5,544	8,959	0,474	0,187	0,763	0,062	0,057	0,139	0,065
	H	1,393	1,137	4,701	8,435	0,474	0,168	0,762	0,109	0,128	0,210	0,108
	PI (%)	-0,07	-11,25	-15,20	-5,85	-0,07	-9,84	-0,07	77,17	122,92	51,68	65,89
SODA	G	2,779	0,789	5,581	10,265	0,306	0,210	0,664	0,198	0,182	0,280	0,167
	H	2,757	0,782	5,043	6,270	0,303	0,208	0,624	0,221	0,182	0,285	0,167
	PI (%)	-0,79	-0,79	-9,65	-38,92	-0,79	-0,79	-5,90	11,76	0,00	1,68	0,00

CCOLA, GEREL, KARSN, PETKM ve SODA işletmeleri mevcut girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretilmediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Yani, bu işletmeler kaynaklarını (girdi bileşimini) etkin bir şekilde kullanamadıkları için mümkün olan maksimum çıktıyı üretebilme başarısını gösterememişlerdir. Bu işletmelerin teknik etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 46’daki gibidir. Tabloda bulunan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan PETKM (0,9993) ve

KARSN (0,8729) işletmelerinin teknik etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

PETKM işletmesinin teknik etkisizliği, girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre PETKM işletmesinin referans kümesinde bulunan AKSA ( $\lambda = 0,731$ ), SASA ( $\lambda = 0,191$ ), TATGD ( $\lambda = 0,078$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, finansal kaldıraç oranı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %0,07 oranında, aktif devir hızının %11,25 oranında, alacak devir hızının %15,20 oranında, stok devir hızının %5,85 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %9,84 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %77,17 oranında, faaliyet kâr marjın %122,92 oranında, özsermaye kârlılık oranının %51,68 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %65,89 oranında artırılması gerekmektedir.

Diğer taraftan BCC-I modeline göre en düşük etkinliğe sahip olan KARSN işletmesinin teknik etkisizliği ise, girdi değişkenlerin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre, KARSN işletmesinin referans kümesinde bulunan ARCLK ( $\lambda = 0,389$ ), DEVA ( $\lambda = 0,431$ ), TATGD ( $\lambda = 0,029$ ), YATAS ( $\lambda = 0,151$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, aktif devir hızı, finansal kaldıraç oranı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %12,71 oranında, alacak devir hızının %54,78 oranında, stok devir hızının %58,64 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %54,49 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %79,01 oranında, faaliyet kâr marjın %28,71 oranında, özsermaye kârlılık oranının %61,46 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %56,16 oranında artırılması gerekmektedir.

#### **4. 7. 5. 2014 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular**

İşletmelerin 2014 yılına ait finansal tablolarından elde edilen girdi ve çıktı (revize) verileri Tablo 47'de verilmiştir. Bu verilerle yapılan etkinlik analizinde; değişkenlere ait korelasyon katsayıları Tablo 48'de, tanımlayıcı istatistikler Tablo

49’da, işletmelere ait etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçeğe göre getiri türleri de Tablo 50’de sunulmuştur.

Tablo 47’deki veriler, BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2014 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler olup, eksiksiz olarak elde edilmiştir. VZA ile yapılan analizlerde verilerin pozitif olma özelliğinden dolayı; negatif değere sahip veriler revize edilerek pozitif hale getirilmiştir. Bu işlem sadece çıktı değişkenleri için yapılmış olup, girdi değişkenleri için herhangi bir işlem yapılmamıştır.

**Tablo 47: 2014 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler**

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	1,775	0,501	9,472	9,285	0,412	0,756	1,168	0,257	0,261	0,356	0,084
AFYON	2,641	1,086	4,397	9,747	0,249	0,057	0,576	0,458	0,381	0,643	0,283
AKSA	1,300	1,053	4,364	8,905	0,443	0,119	0,819	0,367	0,281	0,546	0,182
ANACM	2,804	0,512	7,978	5,235	0,499	0,735	0,701	0,299	0,186	0,410	0,105
ARCLK	1,912	1,010	2,822	5,889	0,645	0,819	0,495	0,341	0,247	0,546	0,151
BRSAN	1,019	0,611	5,527	3,555	0,628	0,613	0,988	0,305	0,217	0,425	0,109
CCOLA	1,558	0,831	14,182	10,397	0,532	0,789	0,915	0,348	0,275	0,515	0,148
CEMAS	1,299	0,315	6,037	7,191	0,199	0,038	1,001	0,094	0,159	0,318	0,038
CEMTS	4,572	1,186	5,561	5,066	0,159	0,038	0,477	0,351	0,228	0,486	0,172
DEVA	1,571	0,524	2,392	3,020	0,539	0,531	0,762	0,309	0,266	0,421	0,110
DGKLB	0,900	0,973	5,511	4,271	0,845	1,797	1,130	0,255	0,213	0,181	0,066
EGEEN	5,460	1,439	4,776	5,555	0,164	0,027	0,267	0,537	0,445	0,825	0,456
EREGL	2,374	0,721	6,537	3,524	0,353	0,252	0,684	0,435	0,352	0,566	0,204
FROTO	0,995	1,648	7,426	20,382	0,619	0,548	1,003	0,340	0,215	0,616	0,182
GENTS	3,990	1,051	3,683	4,064	0,183	0,016	0,431	0,363	0,257	0,507	0,177
GEREL	0,991	0,805	4,930	3,308	0,652	0,551	1,002	0,346	0,233	0,529	0,145
GOLTS	2,570	0,613	3,276	4,973	0,425	0,494	0,731	0,418	0,341	0,549	0,179
GOODY	2,382	1,871	7,055	7,328	0,321	0,060	0,463	0,332	0,223	0,515	0,178
GUBRF	1,131	0,871	6,581	3,970	0,609	0,327	1,107	0,445	0,352	0,876	0,235
HEKTS	2,891	0,871	2,929	2,382	0,312	0,060	0,299	0,450	0,386	0,603	0,239
KARSN	1,617	0,316	2,116	3,973	0,795	2,693	0,838	0,011	0,011	0,010	0,012
KARTN	1,307	0,602	7,814	4,537	0,216	0,014	0,921	0,387	0,175	0,475	0,159
KORDS	1,347	0,863	6,003	3,752	0,449	0,291	0,985	0,346	0,233	0,507	0,148
KRDMD	1,419	0,618	6,229	3,491	0,556	0,711	0,867	0,441	0,353	0,611	0,193
OTKAR	1,058	0,997	4,592	4,662	0,802	1,458	0,938	0,349	0,269	0,698	0,160
PETKM	1,555	1,091	7,913	9,567	0,424	0,220	0,777	0,292	0,155	0,404	0,102
SASA	1,404	1,818	5,229	6,608	0,519	0,076	0,624	0,349	0,241	0,623	0,207
SODA	3,638	0,757	6,307	9,249	0,261	0,161	0,562	0,531	0,339	0,650	0,283
TATGD	1,981	1,231	4,470	4,499	0,473	0,174	0,396	0,474	0,232	0,829	0,326

**Tablo 47 (Devam): 2014 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler**

TMSN	2,447	1,383	5,563	4,921	0,282	0,015	0,462	0,342	0,242	0,500	0,172
TOASO	1,130	1,044	8,809	16,415	0,685	0,673	0,883	0,367	0,242	0,656	0,181
TRKCM	2,606	0,460	6,359	6,301	0,421	0,486	0,728	0,437	0,283	0,527	0,168
TTRAK	1,788	1,423	5,909	6,242	0,632	0,669	0,506	0,386	0,281	0,770	0,236
TUPRS	0,817	1,811	233,890	16,757	0,717	1,163	1,122	0,327	0,181	0,639	0,167
ULKER	3,099	0,907	4,788	13,616	0,614	1,144	0,472	0,371	0,269	0,607	0,174
VESTL	1,064	1,061	4,021	4,508	0,813	1,037	0,909	0,303	0,202	0,479	0,114
YATAS	1,397	0,981	5,622	2,818	0,707	0,852	0,667	0,320	0,256	0,500	0,129

İşletmelerin 2014 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin elde edilen korelasyon katsayı değerleri Tablo 48’de verilmiştir.

**Tablo 48: 2014 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları**

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
GR1	1	0,07	-0,19	-0,13	-0,68	-0,38	-0,76	0,43	0,44	0,21	0,55
GR2	0,07	1	0,35	0,39	0,01	-0,23	-0,30	0,27	0,09	0,47	0,44
GR3	-0,19	0,35	1	0,42	0,19	0,17	0,27	-0,04	-0,16	0,10	-0,02
GR4	-0,13	0,39	0,42	1	0,11	0,05	0,20	0,00	-0,11	0,17	0,05
GR5	-0,68	0,01	0,19	0,11	1	0,80	0,49	-0,34	-0,35	-0,14	-0,40
GR6	-0,38	-0,23	0,17	0,05	0,80	1	0,40	-0,56	-0,47	-0,47	-0,51
GR7	-0,76	-0,30	0,27	0,20	0,49	0,40	1	-0,44	-0,37	-0,33	-0,58
ÇK1	0,43	0,27	-0,04	0,00	-0,34	-0,56	-0,44	1	0,83	0,82	0,86
ÇK2	0,44	0,09	-0,16	-0,11	-0,35	-0,47	-0,37	0,83	1	0,68	0,75
ÇK3	0,21	0,47	0,10	0,17	-0,14	-0,47	-0,33	0,82	0,68	1	0,84
ÇK4	0,55	0,44	-0,02	0,05	-0,40	-0,51	-0,58	0,86	0,75	0,84	1

Tablo 48’de, korelasyon katsayı değerleri incelendiğinde, genel olarak girdi değişkenleri arasındaki korelasyonun zayıf olduğu (“Cari Oran” ile “Finansal Kaldıraç Oranı” ve “Duran Varlıklar/Devamlı Sermaye Oranı” arasındaki ilişki hariç), çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun kuvvetli olduğu, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun ise zayıf olduğu görülmektedir.

Analiz kapsamında BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2014 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 49’da verilmiştir.



**Tablo 49:** 2014 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler		N	Max	Min	Ortalama	Std. Sapma	Değişim Katsayısı
GİRDİLER	Cari Oran	37	5,460	0,817	1,995	1,067	0,535
	Aktif Devir Hızı	37	1,871	0,315	0,969	0,400	0,413
	Alacak Devir Hızı	37	233,890	2,116	11,921	37,060	3,109
	Stok Devir Hızı	37	20,382	2,382	6,756	4,151	0,614
	Finansal Kaldıraç Oranı	37	0,845	0,159	0,491	0,196	0,400
	UVB/Özsermaye	37	2,693	0,014	0,553	0,562	1,017
	Duran varlıklar/Devamlı Sermaye	37	1,168	0,267	0,748	0,247	0,330
ÇIKTILAR	Net Kâr Marjı	37	0,537	0,011	0,354	0,098	0,278
	Faaliyet Kâr Marjı	37	0,445	0,011	0,256	0,077	0,302
	Özsermaye Kârlılığı	37	0,876	0,010	0,538	0,165	0,306
	Aktif Kârlılık	37	0,456	0,012	0,172	0,079	0,460

Tablo 49’da görüldüğü üzere, değişim katsayısının 0,278 ile 3,109 arasında değerler aldığı, en yüksek değişim katsayısına sahip olan değişkenin alacak devir hızı olduğu ve en düşük değişim katsayısına sahip olan değişkenin ise net kâr marjı olduğu görülmektedir. Daha önceki yıllarda olduğu gibi, değişkenlerin maksimum ve minimum değerleri arasındaki farkın büyük olduğu ve dolayısıyla değişim aralığının ne kadar büyük olduğu görülebilir.

Borsa İstanbul BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2014 yılına ait verileri kullanılarak VZA yöntemine göre hesaplanan etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçek özelliği sonuçları Tablo 50’de verilmiştir.

**Tablo 50:** İşletmelerin 2014 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği

İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	CCR-I Etkinlik Skorları	BCC-I Etkinlik Skorları	Ölçek Etkinlik Skorları	CCR-I Etkinlik Sıralaması	BCC-I Etkinlik Sıralaması	Ölçek Getiri Özelliği
AEFES	0,9095	0,9272	0,9809	25	35	Sabit
AFYON	1,0000	1,0000	1,0000	10	13	Sabit
AKSA	1,0000	1,0000	1,0000	12	14	Sabit
ANACM	0,7552	0,9827	0,7685	34	33	Artan
ARCLK	1,0000	1,0000	1,0000	21	22	Sabit
BRSAN	0,8529	1,0000	0,8529	29	20	Artan
COLLA	0,7619	0,8968	0,8496	32	36	Artan
CEMAS	1,0000	1,0000	1,0000	7	3	Sabit
CEMTS	0,7442	1,0000	0,7442	35	23	Artan

**Tablo 50 (Devam): İşletmelerin 2014 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği**

DEVA	1,0000	1,0000	1,0000	14	8	Sabit
DGKLB	0,7611	1,0000	0,7611	33	21	Artan
EGEEN	1,0000	1,0000	1,0000	1	29	Sabit
EREGL	1,0000	1,0000	1,0000	19	27	Sabit
FROTO	0,8817	1,0000	0,8817	26	26	Artan
GENTS	1,0000	1,0000	1,0000	15	7	Sabit
GEREL	0,9788	1,0000	0,9788	22	19	Artan
GOLTS	1,0000	1,0000	1,0000	13	16	Sabit
GOODY	0,8426	0,9851	0,8553	30	32	Artan
GUBRF	1,0000	1,0000	1,0000	4	29	Sabit
HEKTS	1,0000	1,0000	1,0000	3	2	Sabit
KARSN	0,1058	1,0000	0,1058	37	6	Artan
KARTN	1,0000	1,0000	1,0000	2	1	Sabit
KORDS	0,8417	0,9884	0,8516	31	31	Artan
KRDMD	1,0000	1,0000	1,0000	9	10	Sabit
OTKAR	1,0000	1,0000	1,0000	17	17	Sabit
PETKM	0,6580	0,9380	0,7015	36	34	Artan
SASA	1,0000	1,0000	1,0000	11	15	Sabit
SODA	1,0000	1,0000	1,0000	8	4	Sabit
TATGD	1,0000	1,0000	1,0000	5	5	Sabit
TMSN	1,0000	1,0000	1,0000	16	11	Sabit
TOASO	0,9174	1,0000	0,9174	24	28	Artan
TRKCM	1,0000	1,0000	1,0000	6	9	Sabit
TTRAK	1,0000	1,0000	1,0000	18	25	Sabit
TUPRS	1,0000	1,0000	1,0000	20	12	Sabit
ULKER	0,8792	0,8852	0,9932	27	37	Sabit
VESTL	0,9337	1,0000	0,9337	23	24	Artan
YATAS	0,8659	1,0000	0,8659	28	18	Artan

Tablo 50’de görüldüğü gibi, girdi odaklı CCR modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, incelemeye alınan 37 işletmeden etkinlik skoru 1 olan 21 işletmenin etkin, etkinlik skoru 1’den küçük olan 16 işletmenin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli olarak toplam etkin olan işletmeler; AFYON, AKSA, ARCLK, CEMAS, DEVA, EGEEN, EREGL, GENTS, GOLTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, KRDM, OTKAR, SASA, SODA, TATGD, TMSN, TRKCM, TTRAK ve TUPRS dir. Bu işletmeler, tanım gereği aynı zamanda ölçek etkin olan işletmelerdir. CCR-I modeline

göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9788 etkinlik değeri ile 22'nci sıradaki GEREL işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,1058 etkinlik değeri ile 37'nci sıradaki KARSN işletmesi olmuştur.

2014 yılı finansal oran verileri ile girdi odaklı BCC modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 30 işletmenin etkin, 7 tanesinin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli teknik etkin olmayan işletmeler; AEFES, ANACM, COLLA, GOODY, KORDS, PETKM ve ULKER dir. Bu işletmeler kaynaklarını israf ederek teknik etkinlik seviyesine ulaşamamışlardır. BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9894 etkinlik değeri ile 31'inci sıradaki KORDS işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,8852 etkinlik değeri ile 37'nci sıradaki ULKER işletmesi olmuştur.

BIST100'de işlem gören işletmelerin 2014 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modelleriyle süper etkinlik analizi yapılmış ve elde edilen skorlar (en etkinden etkin olmayana doğru) Tablo 51'de verilmiştir.

**Tablo 51:** 2014 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

CCR-I Modeli			BCC-I Modeli		
İşletmelerin Borsa Kodu	Süper Toplam Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması	İşletmelerin Borsa Kodu	Süper Teknik Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması
EGEEN	3,1154	1	KARTN	2,0725	1
KARTN	2,0700	2	HEKTS	1,9205	2
HEKTS	1,8823	3	CEMAS	1,8596	3
GUBRF	1,6594	4	SODA	1,8229	4
TATGD	1,5127	5	TATGD	1,5801	5
TRKCM	1,3311	6	KARSN	1,5119	6
CEMAS	1,2660	7	GENTS	1,3882	7
SODA	1,2651	8	DEVA	1,3685	8
KRDMD	1,2433	9	TRKCM	1,3398	9
AFYON	1,2088	10	KRDMD	1,2876	10
SASA	1,1837	11	TMSN	1,2473	11
AKSA	1,1343	12	TUPRS	1,2334	12
GOLTS	1,1283	13	AFYON	1,2141	13
DEVA	1,1186	14	AKSA	1,1993	14
GENTS	1,0970	15	SASA	1,1898	15
TMSN	1,0725	16	GOLTS	1,1486	16
OTKAR	1,0636	17	OTKAR	1,1316	17

**Tablo 51 (Devam):** 2014 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

TTRAK	1,0512	18	YATAS	1,1256	18
EREGL	1,0258	19	GEREL	1,1119	19
TUPRS	1,0179	20	BRSAN	1,1113	20
ARCLK	1,0007	21	DGKLB	1,0998	21
GEREL	0,9788	22	ARCLK	1,0806	22
VESTL	0,9337	23	CEMTS	1,0691	23
TOASO	0,9174	24	VESTL	1,0652	24
AEFES	0,9095	25	TTRAK	1,0592	25
FROTO	0,8817	26	FROTO	1,0515	26
ULKER	0,8792	27	EREGL	1,0339	27
YATAS	0,8659	28	TOASO	1,0197	28
BRSAN	0,8529	29	EGEEN	1,0000	29
GOODY	0,8426	30	GUBRF	1,0000	29
KORDS	0,8417	31	KORDS	0,9884	31
CCOLA	0,7619	32	GOODY	0,9851	32
DGKLB	0,7611	33	ANACM	0,9827	33
ANACM	0,7552	34	PETKM	0,9380	34
CEMTS	0,7442	35	AEFES	0,9272	35
PETKM	0,6580	36	CCOLA	0,8968	36
KARSN	0,1058	37	ULKER	0,8852	37

Tablo 51’de, CCR-I ve BCC-I modellerine göre süper etkinlik skorları incelendiğinde, girdi odaklı CCR süper etkinlik modeliyle değerlendirilen 37 işletme içerisinde en etkin ilk beş işletme sırasıyla EGEEN, KARTN, HEKTS, GUBRF ve TATGD olurken, son sıralardaki işletmeler ise CEMTS, PETKM ve KARSN olmuştur. Benzer şekilde süper BCC-I etkinlik modeline göre en etkin ilk beş işletme sırasıyla KARTN, HEKTS, CEMAS, SODA VE TATGD olurken, son sıralardaki işletmeler ise AEFES, CCOLA ve ULKER olmuştur. TATGD işletmesi, her iki model de en etkin beşinci sıradaki işletme olmuştur.

Süper BCC-I modeli sonucunda, EGEEN ve GUBRF işletmeleri için süper etkinlik skorlarının “1” olduğu ve kullanılan programda bu işletmeler için karşılaştırma imkânı olmadığından sıralamada her iki işletmeye de 29 sıra numarası verildiği görülmektedir.

Tablo 50’de, CCR-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarının, BCC-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarına bölünmesiyle ölçek etkinlik skorları elde edilmiştir. Analiz kapsamında 37 işletmeden 21 işletmenin görece olarak ölçeğe göre etkin olduğu, 16 tanesinin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. “Ölçeğe göre getiri özelliği” nin hesaplanmasında ise girdi odaklı BCC modelinden yararlanılmıştır. Buna göre işletmelerin 14 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 23 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Ölçeğe göre getiri özelliği sabit olan işletmeler; AEFES, AFYON, AKSA, ARCLK, CEMAS, DEVA, EGEEN, EREGL, GENTS, GOLTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, KRDM, OTKAR, SASA, SODA, TATGD, TMSN, TRKCM, TTRAK, TUPRS ve ULKER dir. Bu işletmelerin girdi miktarlarındaki artış oranı ile çıktı miktarlarındaki artış oranı aynıdır. Yani, girdilerindeki bir birimlik artışa mukabil çıktılarında da bir birimlik artış olmaktadır. Ölçeğe göre artan getiri özelliğine sahip olan işletmeler; ANACM, BRSAN, CCOLA, CEMTS, DGKLB, FTOTO, GEREL, GOODY, KARSN, KORDS, PETKM, TOASO, VESTL ve YATAS dir. Bu işletmeler, girdi miktarlarını belli oranda arttırdıklarında daha fazla çıktı üretebilmeleri mümkün iken dış etkilerden dolayı kapasitelerinin altında çıktı üretmişlerdir. O halde bu işletmeler, büyüme potansiyellerini en iyi şekilde kullanarak görece olarak etkin olabilirler.

Tablo 50’den, BRSAN, CEMTS, DEVA, DGKLB, FROTO, GEREL, KARSN, TOASO, VESTL ve YATAS işletmeleri görece olarak teknik etkin oldukları halde görece olarak toplam etkinsiz olmalarının nedeni ise tamamen görece ölçek etkinsizliklerinden kaynaklanmaktadır. ANACM, CCOLA, GOODY, KORDS ve PETKM işletmelerinin görece toplam etkinsizliklerindeki en büyük payın, görece ölçek etkinsizliklerinden kaynaklanmaktadır.

BIST100’de bulunan imalat işletmelerinin 2014 yılına ait etkinlik analiz sonuçlarının özeti Tablo 52’de verilmiştir.

**Tablo 52: İşletmelerin 2014 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti**

	Toplam Etkinlik (CCR-I)	Teknik Etkinlik (BCC-I)	Ölçek Etkinlik (CCR-I/BCC-I)
Toplam İşletme Sayısı	37	37	37
Etkin İşletme Sayısı	21 (%57)	30 (%81)	21 (%57)
Etkin Olmayan İşletme Sayısı	16 (%43)	7 (%19)	16 (%43)
Etkinlik Ortalaması	0,9105	0,9893	0,9201
Standart Sapma	0,1664	0,0286	0,1633
Maksimum	1,0000	1,0000	1,0000
Minimum	0,1058	0,8852	0,1058

Tablo 52 incelendiğinde, analiz kapsamındaki işletmelerin %57’i toplam ve ölçek etkin, %’81’nin teknik etkin olduğu görülmektedir. CCR-I modeline göre etkin olmayan işletme sayısı 16 iken, BCC-I modeline göre ise bu sayı 7’dir. VZA yöntemi ile yapılan etkinlik ölçümünde ortalama toplam etkinlik skoru 0,9105, ortalama teknik etkinlik skoru 0,9893 ve ortalama ölçek etkinlik skoru ise 0,9201 olarak bulunmuştur. İşletmelerin 2014 yılı etkinlik ölçümlerine ait standart sapma ve minimum etkinlik değerlerine bakıldığında, toplam etkinliğin standart sapması 0,166 ve minimum değeri 0,1058, teknik etkinliğin standart sapması 0,0286 ve minimum değeri 0,8852, ölçek etkinliğin standart sapması 0,1633 ve minimum değeri 0,1058 olarak bulunmuştur. Bu da işletmelerin teknik etkinlik dağılımının toplam ve ölçek etkinlik dağılımlarına göre birbirine daha yakın olduğunu göstermektedir.

2014 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modellerinin çözümü sonucunda, etkin olmayan işletmelerin etkin duruma gelebilmeleri için işletmelerin yöneticilerine önerilebilecek hedeflerin tespiti amacıyla belirlenen referans işletmeler, yoğunluk oranları ( $\lambda$ ) ve referans olma sayıları sırasıyla Tablo 53 ve Tablo 54’te verilmiştir.

**Tablo 53: 2014 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları**

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler	Referans Olma Sayısı
<b>AFYON</b>	1	AFYON (1,000)	<b>1</b>
<b>AKSA</b>	1	AKSA (1,000)	<b>0</b>
<b>ARCLK</b>	1	ARCLK (1,000)	<b>0</b>

**Tablo 53 (Devam):** 2014 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

<b>CEMAS</b>	1	CEMAS (1,000)	<b>0</b>
<b>DEVA</b>	1	DEVA (1,000)	<b>0</b>
<b>EGEEN</b>	1	EGEEN (1,000)	<b>3</b>
<b>EREGL</b>	1	EREGL (1,000)	<b>0</b>
<b>GENTS</b>	1	GENTS (1,000)	<b>0</b>
<b>GOLTS</b>	1	GOLTS (1,000)	<b>1</b>
<b>GUBRF</b>	1	GUBRF (1,000)	<b>12</b>
<b>HEKTS</b>	1	HEKTS (1,000)	<b>5</b>
<b>KARTN</b>	1	KARTN (1,000)	<b>5</b>
<b>KRDMD</b>	1	KRDMD (1,000)	<b>4</b>
<b>OTKAR</b>	1	OTKAR (1,000)	<b>2</b>
<b>SASA</b>	1	SASA (1,000)	<b>1</b>
<b>SODA</b>	1	SODA (1,000)	<b>3</b>
<b>TATGD</b>	1	TATGD (1,000)	<b>8</b>
<b>TMSN</b>	1	TMSN (1,000)	<b>0</b>
<b>TRKCM</b>	1	TRKCM (1,000)	<b>2</b>
<b>TTRAK</b>	1	TTRAK (1,000)	<b>0</b>
<b>TUPRS</b>	1	TUPRS (1,000)	<b>0</b>
GEREL	0,9788	GUBRF (0,611), OTKAR (0,079), TATGD (0,099)	-
VESTL	0,9337	GUBRF (0,025), OTKAR (0,641), TATGD (0,145)	-
TOASO	0,9174	GUBRF (0,684), TATGD (0,133)	-
AEFES	0,9095	GOLTS (0,288), KRDMD (0,339), TRKCM (0,150)	-
FROTO	0,8817	GUBRF (0,776)	-
ULKER	0,8792	GUBRF (0,047), HEKTS (0,407), SODA (0,350), TATGD (0,11)	-
YATAS	0,8659	GUBRF (0,226), HEKTS (0,169), KARDMD (0,315), TATGD (0,009)	-
BRSAN	0,8529	GUBRF (0,377), KARDMD (0,312)	-
GOODY	0,8426	EGEEN (0,168), HEKTS (0,132), KARTN (0,123), SASA (0,241), TATGD (0,106)	-
KORDS	0,8417	GUBRF (0,468), HEKTS (0,089), KARTN (0,190), TATGD (0,049)	-
CCOLA	0,7619	AFYON (0,103), GUBRF (0,179), KARTN (0,032), KRDMD (0,473)	-
DGKLB	0,7611	GUBRF (0,606)	-
ANACM	0,7552	GUBRF (0,109), HEKTS (0,049), TRKCM (0,540)	-
CEMTS	0,7442	EGEEN (0,561), KARTN (0,095), SODA (0,024)	-
PETKM	0,658	GUBRF (0,169), KARTN (0,239), TATGD (0,262)	-
KARSN	0,1058	EGEEN (0,008), SODA (0,030)	-

**Tablo 54:** 2014 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler ( $\lambda$ )	Referans Olma Sayısı
AFYON	1	AFYON (1,000)	0
AKSA	1	AKSA (1,000)	1
ARCLK	1	ARCLK (1,000)	0
BRSAN	1	BRSAN (1,000)	0
CEMAS	1	CEMAS (1,000)	1
CEMTS	1	CEMTS (1,000)	0
DEVA	1	DEVA (1,000)	1
DGKLB	1	DGKLB (1,000)	0
EGEEN	1	EGEEN (1,000)	0
EREGL	1	EREGL (1,000)	0
FROTO	1	FROTO (1,000)	0
GENTS	1	GENTS (1,000)	0
GEREL	1	GEREL (1,000)	1
GOLTS	1	GOLTS (1,000)	1
GUBRF	1	GUBRF (1,000)	1
HEKTS	1	HEKTS (1,000)	3
KARSN	1	KARSN (1,000)	1
KARTN	1	KARTN (1,000)	4
KRDMD	1	KRDMD (1,000)	3
OTKAR	1	OTKAR (1,000)	0
SASA	1	SASA (1,000)	1
SODA	1	SODA (1,000)	1
TATGD	1	TATGD (1,000)	4
TMSN	1	TMSN (1,000)	1
TOASO	1	TOASO (1,000)	0
TRKCM	1	TRKCM (1,000)	3
TTRAK	1	TTRAK (1,000)	0
TUPRS	1	TUPRS (1,000)	0
VESTL	1	VESTL (1,000)	0
YATAS	1	YATAS (1,000)	2
KORDS	0,9884	GEREL (0,453), GUBRF (0,029), HEKTS (0,107), KARTN (0,387), KRDMD (0,023)	-
GOODY	0,9851	KARTN (0,013), TATGD (0,185), TMSN (0,803)	-
ANACM	0,9827	DEVA (0,100), HEKTS (0,134), KARSN (0,131), TRKCM (0,636)	-
PETKM	0,9380	KARTN (0,467), SASA (0,210), TATGD (0,175), YATAS (0,148)	-
AEFES	0,9272	CEMAS (0,400), GOLTS (0,030), KRDMD (0,367), TRKCM (0,203)	-
CCOLA	0,8968	AKSA (0,091), KARTN (0,273), KRDMD (0,411), TATGD (0,043), YATAS (0,181)	-
ULKER	0,8852	HEKTS (0,642), SODA (0,014), TATGD (0,097), TRKCM (0,247)	-



Tablo 53 ve Tablo 54’te görüldüğü gibi, etkin olmayan işletmelerin referans kümesinde bulunan etkin işletmeler incelendiğinde, CCR-I modeline göre en çok referans alan işletmeler sırasıyla; GUBRF (12), TATGD (8), HEKTS (5), KARTN (5), KRDMMD (4), EGEEN (3), SODA (3), OTKAR (2), TRKCM (2), AFYON (1), GOLTS (1) ve SASA (1) olmuştur. Bununla birlikte; AKSA, ARCLK, CEMAS, DEVA, EREGL, GENTS, TMSN, TTRAK ve TUPRS işletmeleri toplam etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır. BCC-I modeline göre ise en çok referans alan işletmeler sırasıyla; KARTN (4), TATGD (4), HEKTS (3), KRDMMD (3), TRKCM (3), AKSA (1), CEMAS (1), DEVA (1), GEREL (1), GOLTS (1), GUBRF (1), KARSN (1), SASA (1), SODA (1) ve TMSN (1) olmuştur. Bunun yanı sıra, AFYON, ARCLK, BRSAN, CEMTS, DGKLB, EGEEN, EREGL, FROTO, GENTS, OTKAR, TOASO, TTRAK, TUPRS ve VESTL işletmeleri teknik etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır.

2014 yılı girdi odaklı CCR modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 55’te verilmiştir.

**Tablo 55:** 2014 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	G	1,775	0,501	9,472	9,285	0,412	0,756	1,168	0,257	0,261	0,356	0,084
	H	1,614	0,456	4,015	3,566	0,375	0,457	0,615	0,336	0,261	0,445	0,142
	PI (%)	-9,05	-9,05	-57,61	-61,59	-9,05	-39,61	-47,41	30,67	0,00	24,82	70,43
ANACM	G	2,804	0,512	7,978	5,235	0,499	0,735	0,701	0,299	0,186	0,410	0,105
	H	1,672	0,386	4,297	3,953	0,309	0,301	0,529	0,306	0,210	0,410	0,128
	PI (%)	-40,39	-24,48	-46,14	-24,48	-38,00	-59,04	-24,48	2,46	12,85	0,00	22,16
BRSAN	G	1,019	0,611	5,527	3,555	0,628	0,613	0,988	0,305	0,217	0,425	0,109
	H	0,869	0,521	4,424	2,585	0,403	0,345	0,688	0,305	0,243	0,521	0,149
	PI (%)	-14,71	-14,71	-19,96	-27,27	-35,79	-43,67	-30,37	0,00	11,97	22,51	36,12
CCOLA	G	1,558	0,831	14,182	10,397	0,532	0,789	0,915	0,348	0,275	0,515	0,148
	H	1,187	0,579	4,830	3,510	0,405	0,402	0,697	0,348	0,275	0,527	0,168
	PI (%)	-23,81	-30,29	-65,95	-66,24	-23,81	-49,08	-23,81	0,00	0,00	2,45	13,19

**Tablo 55 (Devam): 2014 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları**

CEMETS	G	4,572	1,186	5,561	5,066	0,159	0,038	0,477	0,351	0,228	0,486	0,172
	H	3,274	0,882	3,573	3,770	0,119	0,020	0,251	0,351	0,275	0,524	0,277
	PI (%)	-28,37	-25,58	-35,76	-25,58	-25,58	-45,94	-47,38	0,00	20,19	7,77	61,12
DGKLB	G	0,900	0,973	5,511	4,271	0,845	1,797	1,130	0,255	0,213	0,181	0,066
	H	0,685	0,528	3,988	2,406	0,369	0,198	0,671	0,270	0,213	0,531	0,142
	PI (%)	-23,89	-45,81	-27,64	-43,68	-56,30	-88,97	-40,62	5,68	0,00	193,70	115,64
FROTO	G	0,995	1,648	7,426	20,382	0,619	0,548	1,003	0,340	0,215	0,616	0,182
	H	0,878	0,676	5,108	3,082	0,473	0,254	0,860	0,345	0,273	0,680	0,182
	PI (%)	-11,83	-59,00	-31,21	-84,88	-23,65	-53,66	-14,31	1,58	26,92	10,43	0,00
GEREL	G	0,991	0,805	4,930	3,308	0,652	0,551	1,002	0,346	0,233	0,529	0,145
	H	0,970	0,732	4,825	3,238	0,482	0,332	0,790	0,346	0,259	0,672	0,188
	PI (%)	-2,12	-9,01	-2,12	-2,12	-26,08	-39,64	-21,15	0,00	11,12	27,18	29,71
GOODY	G	2,382	1,871	7,055	7,328	0,321	0,060	0,463	0,332	0,223	0,515	0,178
	H	2,007	0,999	3,883	3,875	0,270	0,051	0,390	0,332	0,230	0,515	0,212
	PI (%)	-15,74	-46,60	-44,96	-47,12	-15,74	-15,74	-15,74	0,00	2,98	0,00	19,34
KARSN	G	1,617	0,316	2,116	3,973	0,795	2,693	0,838	0,011	0,011	0,010	0,012
	H	0,149	0,033	0,224	0,317	0,009	0,005	0,019	0,020	0,013	0,026	0,012
	PI (%)	-90,76	-89,42	-89,42	-92,01	-98,87	-99,82	-97,76	83,31	18,14	152,63	0,00
KORDS	G	1,347	0,863	6,003	3,752	0,449	0,291	0,985	0,346	0,233	0,507	0,148
	H	1,134	0,661	5,052	3,158	0,378	0,170	0,740	0,346	0,244	0,596	0,178
	PI (%)	-15,83	-23,46	-15,83	-15,83	-15,83	-41,57	-24,84	0,00	4,58	17,54	20,02
PETKM	G	1,555	1,091	7,913	9,567	0,424	0,220	0,777	0,292	0,155	0,404	0,102
	H	1,023	0,614	4,154	2,936	0,279	0,104	0,511	0,292	0,162	0,479	0,163
	PI (%)	-34,20	-43,74	-47,50	-69,31	-34,20	-52,49	-34,20	0,00	4,48	18,59	59,52
TOASO	G	1,130	1,044	8,809	16,415	0,685	0,673	0,883	0,367	0,242	0,656	0,181
	H	1,036	0,759	5,096	3,313	0,480	0,247	0,810	0,367	0,272	0,710	0,204
	PI (%)	-8,27	-27,34	-42,15	-79,82	-30,03	-63,28	-8,27	0,00	12,48	8,14	12,89
ULKER	G	3,099	0,907	4,788	13,616	0,614	1,144	0,472	0,371	0,269	0,607	0,174
	H	2,725	0,797	4,209	4,897	0,300	0,115	0,415	0,443	0,318	0,607	0,244
	PI (%)	-12,08	-12,08	-12,08	-64,04	-51,21	-89,90	-12,08	19,30	18,50	0,00	40,34
VESTL	G	1,064	1,061	4,021	4,508	0,813	1,037	0,909	0,303	0,202	0,479	0,114
	H	0,993	0,839	3,754	3,739	0,598	0,968	0,686	0,303	0,215	0,589	0,156
	PI (%)	-6,63	-20,95	-6,63	-17,07	-26,44	-6,63	-24,48	0,00	6,49	23,12	36,23
YATAS	G	1,397	0,981	5,622	2,818	0,707	0,852	0,667	0,320	0,256	0,500	0,129
	H	1,209	0,550	3,985	2,440	0,370	0,310	0,577	0,320	0,258	0,500	0,157
	PI (%)	-13,41	-43,92	-29,11	-13,41	-47,64	-63,69	-13,41	0,00	1,06	0,00	21,75

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

AEFES, ANACM, BRSAN, CCOLA, CEMTS, DGKLB, EREGL, FROTO, GEREL, GOODY, KARSN, KORDS, PETKM, TOASO, ULKER, VESTL ve YATAS işletmeleri sahip oldukları girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretmediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Diğer bir ifadeyle, söz konusu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıkları için etkin olamamışlardır. Bu işletmelerin toplam etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 55'teki gibidir. Tabloda yer alan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan GEREL (0,9788) ve KARSN (0,1058) ve işletmelerinin toplam etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

GEREL işletmesinin toplam etkisizliği, girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden faaliyet kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre GEREL işletmesinin referans kümesinde bulunan GUBRF ( $\lambda = 0,611$ ), OTKAR ( $\lambda = 0,079$ ) ve TATGD ( $\lambda = 0,099$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, alacak devir hızı ve stok devir hızının %2,12 oranında, aktif devir hızının %9,01 oranında, finansal kaldıraç oranının %26,08 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %39,64 oranında, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %21,15 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden faaliyet kâr marjın %11,12 oranında, özsermaye kârlılık oranının %27,18 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %29,71 oranında artırılması gerekmektedir.

Diğer taraftan en düşük etkinliğe sahip olan KARSN işletmesinin toplam etkisizliği ise, girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve özsermaye kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre KARSN işletmesinin referans kümesinde bulunan EGEEN ( $\lambda = 0,008$ ), SODA ( $\lambda = 0,030$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oranın %90,76 oranında, aktif devir hızı ve alacak devir hızının %89,42 oranında, stok devir hızının %92,01 oranında, finansal

kaldıraç oranının %98,87 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %99,82 oranında, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %97,76 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden net kâr marjın %83,31 oranında, faaliyet kâr marjın %18,14 ve özsermaye kârlılık oranının ise %152,63 oranında artırılması gerekmektedir.

2014 yılı girdi odaklı BCC modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 56'da verilmiştir.

**Tablo 56:** 2014 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	G	1,775	0,501	9,472	9,285	0,412	0,756	1,168	0,257	0,261	0,356	0,084
	H	1,646	0,465	6,090	5,585	0,382	0,390	0,888	0,301	0,261	0,475	0,126
	PI (%)	-7,28	-7,28	-35,70	-39,85	-7,28	-48,50	-23,98	16,93	0,00	33,18	50,50
ANACM	G	2,804	0,512	7,978	5,235	0,499	0,735	0,701	0,299	0,186	0,410	0,105
	H	2,411	0,503	4,949	5,144	0,467	0,722	0,689	0,370	0,260	0,459	0,151
	PI (%)	-14,02	-1,73	-37,97	-1,73	-6,35	-1,73	-1,73	23,70	39,39	11,97	44,32
CCOLA	G	1,558	0,831	14,182	10,397	0,532	0,789	0,915	0,348	0,275	0,515	0,148
	H	1,398	0,745	6,307	4,192	0,477	0,469	0,821	0,399	0,275	0,557	0,177
	PI (%)	-10,32	-10,32	-55,53	-59,68	-10,32	-40,50	-10,32	14,68	0,00	8,18	19,32
GOODY	G	2,382	1,871	7,055	7,328	0,321	0,060	0,463	0,332	0,223	0,515	0,178
	H	2,347	1,345	5,390	4,838	0,316	0,044	0,456	0,367	0,239	0,561	0,200
	PI (%)	-1,49	-28,13	-23,60	-33,98	-1,49	-26,62	-1,49	10,69	7,05	8,97	12,69
KORDS	G	1,347	0,863	6,003	3,752	0,449	0,291	0,985	0,346	0,233	0,507	0,148
	H	1,331	0,731	5,911	3,708	0,444	0,287	0,895	0,378	0,233	0,528	0,164
	PI (%)	-1,16	-15,35	-1,53	-1,16	-1,16	-1,16	-9,13	9,48	0,00	4,18	10,97
PETKM	G	1,555	1,091	7,913	9,567	0,424	0,220	0,777	0,292	0,155	0,404	0,102
	H	1,459	1,023	6,361	4,711	0,397	0,179	0,729	0,384	0,211	0,572	0,194
	PI (%)	-6,20	-6,20	-19,62	-50,77	-6,20	-18,30	-6,20	31,60	35,76	41,47	89,47
ULKER	G	3,099	0,907	4,788	13,616	0,614	1,144	0,472	0,371	0,269	0,607	0,174
	H	2,743	0,803	3,972	3,650	0,354	0,177	0,418	0,450	0,345	0,607	0,231
	PI (%)	-11,48	-11,48	-17,04	-73,19	-42,43	-84,49	-11,48	21,28	28,55	0,00	32,83

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

AEFES, ANACM, COLA, GOODY, KORDS, PETKM ve ULKER işletmeleri mevcut girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretmediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Yani, bu işletmeler kaynaklarını (girdi bileşimini) etkin bir şekilde kullanamadıkları için mümkün olan maksimum çıktıyı üretebilme başarısını gösterememişlerdir. Bu işletmelerin teknik etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 56'daki gibidir. Tabloda bulunan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan KORDS (0,9884) ve ULKER (0,8852) işletmelerinin teknik etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

KORDS işletmesinin teknik etkinsizliği, girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre KORDS işletmesinin referans kümesinde bulunan GEREL ( $\lambda = 0,453$ ), GUBRF ( $\lambda = 0,029$ ), HEKTS ( $\lambda = 0,107$ ) ve KARTN ( $\lambda = 0,387$ ), KRDM ( $\lambda = 0,023$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, stok devir hızı, finansal kaldıraç oranı ve uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %1,16 oranında, aktif devir hızının %15,35 oranında, alacak devir hızının %1,53 oranında, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %9,13 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenleri olan net kâr marjının %9,13 oranında, özsermaye kârlılık oranının %4,18 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %10,97 oranında artırılması gerekmektedir.

Diğer taraftan BCC-I modeline göre en düşük etkinliğe sahip olan ULKER işletmesinin teknik etkinsizliği ise, girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre ULKER işletmesinin referans kümesinde bulunan HEKTS ( $\lambda = 0,642$ ), SODA ( $\lambda = 0,014$ ), TATGD ( $\lambda = 0,097$ ) ve TRKCM ( $\lambda = 0,247$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, aktif devir hızı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %11,48 oranında, alacak devir hızının %17,04

oranında, stok devir hızının %73,19 oranında, finansal kaldıraç oranının %42,43 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %84,49 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden net kâr marjın %21,28 oranında, faaliyet kâr marjın %28,55 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %32,83 oranında artırılması gerekmektedir.

#### 4. 7. 6. 2015 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular

İşletmelerin 2015 yılına ait finansal tablolarından elde edilen girdi ve çıktı (revize) verileri Tablo 57’de verilmiştir. Bu verilerle yapılan etkinlik analizinde; değişkenlere ait korelasyon katsayıları Tablo 58’de, tanımlayıcı istatistikler Tablo 59’da, işletmelere ait etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçeğe göre getiri türleri de Tablo 60’ta sunulmuştur.

Tablo 57’deki veriler, BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2015 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler olup, eksiksiz olarak elde edilmiştir. VZA ile yapılan analizlerde verilerin pozitif olma özelliğinden dolayı; negatif değere sahip veriler revize edilerek pozitif hale getirilmiştir. Bu işlem sadece çıktı değişkenleri için yapılmış olup, girdi değişkenleri için herhangi bir işlem yapılmamıştır.

**Tablo 57:** 2015 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	1,883	0,463	8,956	9,253	0,430	0,888	1,175	0,157	0,171	0,762	0,074
AFYON	4,858	0,173	4,374	9,324	0,557	1,016	0,538	0,391	0,244	0,866	0,118
AKSA	1,432	0,901	4,339	10,969	0,446	0,204	0,784	0,268	0,254	0,940	0,168
ANACM	1,480	0,414	5,448	4,921	0,534	0,637	0,868	0,190	0,139	0,799	0,088
ARCLK	1,796	1,031	2,957	6,619	0,660	0,822	0,511	0,233	0,171	0,972	0,145
BRSAN	0,999	0,619	8,825	3,740	0,604	0,570	1,001	0,180	0,130	0,795	0,086
CCOLA	1,747	0,752	12,052	10,831	0,537	0,909	0,912	0,189	0,174	0,815	0,094
CEMAS	1,727	0,281	4,901	6,328	0,390	0,326	0,875	0,013	0,011	0,699	0,036
CEMTS	3,446	1,072	5,535	5,054	0,232	0,109	0,574	0,200	0,129	0,822	0,112
DEVA	1,027	0,580	2,399	3,288	0,544	0,169	0,977	0,253	0,251	0,885	0,128
DGKLB	0,891	0,923	4,606	3,547	0,912	3,272	1,179	0,096	0,132	0,005	0,011
EGEEN	5,549	1,145	5,018	7,926	0,268	0,162	0,205	0,495	0,420	1,288	0,452
EREGL	3,059	0,639	7,298	3,680	0,327	0,286	0,679	0,268	0,214	0,875	0,142
FROTO	1,054	1,987	9,388	16,744	0,637	0,505	0,955	0,220	0,142	1,055	0,180
GENTS	3,692	0,859	2,812	3,522	0,254	0,109	0,448	0,224	0,123	0,851	0,126
GEREL	2,919	0,805	5,165	2,963	0,419	0,322	0,425	0,429	0,207	1,134	0,289

**Tablo 57 (Devamı): 2015 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler**

GOLTS	1,469	0,558	2,608	6,840	0,539	0,663	0,886	0,202	0,218	0,822	0,098
GOODY	1,860	1,583	5,446	7,663	0,414	0,053	0,465	0,226	0,146	0,932	0,169
GUBRF	1,179	0,808	7,571	3,059	0,555	0,289	1,187	0,258	0,185	1,026	0,151
HEKTS	2,286	0,865	2,792	2,292	0,380	0,054	0,318	0,321	0,310	0,990	0,210
KARSN	1,020	0,614	3,887	7,595	0,855	3,213	0,963	0,102	0,122	0,524	0,038
KARTN	1,689	0,751	6,685	4,562	0,216	0,027	0,834	0,251	0,089	0,857	0,140
KORDS	1,503	0,798	5,843	4,084	0,441	0,341	0,948	0,237	0,178	0,900	0,134
KRDMD	1,093	0,434	11,248	3,230	0,543	0,656	0,970	0,160	0,117	0,771	0,076
OTKAR	1,299	0,893	4,163	3,351	0,847	2,344	0,714	0,225	0,177	1,104	0,130
PETKM	1,747	0,830	8,220	12,469	0,486	0,391	0,706	0,311	0,194	1,013	0,197
SASA	1,688	1,589	4,861	5,484	0,441	0,061	0,527	0,234	0,175	0,961	0,181
SODA	3,898	0,630	5,647	9,882	0,223	0,120	0,571	0,419	0,282	0,985	0,237
TATGD	2,391	1,391	3,828	4,726	0,361	0,074	0,363	0,244	0,157	0,941	0,183
TMSN	2,664	1,272	4,032	4,783	0,257	0,015	0,458	0,245	0,168	0,908	0,175
TOASO	1,150	1,005	9,566	18,095	0,738	1,068	0,873	0,254	0,149	1,102	0,164
TRKCM	2,738	0,376	5,270	4,810	0,442	0,595	0,765	0,250	0,158	0,839	0,110
TTRAK	1,610	1,539	6,597	5,993	0,677	0,786	0,552	0,253	0,204	1,175	0,207
TUPRS	0,983	1,448	14,526	17,550	0,671	0,996	1,013	0,239	0,155	1,089	0,181
ULKER	3,701	0,783	4,742	13,134	0,582	1,069	0,477	0,262	0,206	0,966	0,152
VESTL	1,067	0,991	3,343	4,199	0,831	1,249	0,901	0,177	0,114	0,825	0,087
YATAS	1,255	1,101	7,931	2,882	0,696	0,666	0,751	0,198	0,160	0,881	0,111

İşletmelerin 2015 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin elde edilen korelasyon katsayı değerleri Tablo 58’de verilmiştir.

**Tablo 58: 2015 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları**

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
GR1	1	-0,14	-0,28	0,00	-0,59	-0,32	-0,71	0,66	0,53	0,29	0,54
GR2	-0,14	1	0,13	0,27	0,07	-0,14	-0,28	0,10	0,04	0,36	0,41
GR3	-0,28	0,13	1	0,49	0,13	0,01	0,44	-0,10	-0,20	0,13	-0,03
GR4	0,00	0,27	0,49	1	0,16	0,07	0,11	0,12	0,06	0,27	0,17
GR5	-0,59	0,07	0,13	0,16	1	0,81	0,49	-0,40	-0,23	-0,28	-0,41
GR6	-0,32	-0,14	0,01	0,07	0,81	1	0,41	-0,41	-0,22	-0,55	-0,46
GR7	-0,71	-0,28	0,44	0,11	0,49	0,41	1	-0,60	-0,46	-0,49	-0,65
ÇK1	0,66	0,10	-0,10	0,12	-0,40	-0,41	-0,60	1	0,81	0,66	0,86
ÇK2	0,53	0,04	-0,20	0,06	-0,23	-0,22	-0,46	0,81	1	0,47	0,73
ÇK3	0,29	0,36	0,13	0,27	-0,28	-0,55	-0,49	0,66	0,47	1	0,77
ÇK4	0,54	0,41	-0,03	0,17	-0,41	-0,46	-0,65	0,86	0,73	0,77	1

Tablo 58’de, korelasyon katsayı değerleri incelendiğinde, genel olarak girdi değişkenleri arasındaki korelasyonun zayıf olduğu (“Cari Oran” ile “Duran Varlıklar/Devamlı Sermaye Oranı” ve “Finansal Kaldıraç Oranı” ile “Uzun Vadeli Borçlar/Özsermaye Oranı” arasındaki ilişki hariç), çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun kuvvetli olduğu, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun ise zayıf olduğu (“Cari Oran” ile “Net Kâr Marjı” ve “Duran Varlıklar/Devamlı Sermaye Oranı” arasındaki ilişki hariç) görülmektedir.

Analiz kapsamında BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2015 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 59’da verilmiştir.

**Tablo 59:** 2015 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler		N	Max	Min	Ortalama	Std. Sapma	Değişim Katsayısı
GİRDİLER	Cari Oran	37	5,549	0,891	2,050	1,130	0,551
	Aktif Devir Hızı	37	1,987	0,173	0,889	0,397	0,446
	Alacak Devir Hızı	37	14,526	2,399	6,024	2,769	0,460
	Stok Devir Hızı	37	18,095	2,292	6,902	4,206	0,609
	Finansal Kaldıraç Oranı	37	0,912	0,216	0,512	0,185	0,361
	UVB/Özsermaye	37	3,272	0,015	0,677	0,768	1,135
	Duran varlıklar/Devamlı Sermaye	37	1,187	0,205	0,739	0,253	0,342
ÇIKTILAR	Net Kâr Marjı	37	0,495	0,013	0,240	0,089	0,372
	Faaliyet Kâr Marjı	37	0,420	0,011	0,178	0,068	0,382
	Özsermaye Kârlılığı	37	1,288	0,005	0,897	0,205	0,229
	Aktif Kârlılık	37	0,452	0,011	0,145	0,076	0,522

Tablo 59’da görüldüğü gibi, analizde kullanılan girdi ve çıktılarının maksimum ve minimum değerlerine bakıldığında aralarındaki farkın büyük olduğu ve değişim katsayısının 0,229 ile 1,135 arasında değerler aldığı görülmektedir. Buna göre, değişim katsayısı en küçük olan değişkenin, özsermaye kârlılığı olduğu ve en büyük olan değişkeninin ise uzun vadeli borçlar/özsermaye oranı olduğu görülmektedir. Verilerin maksimum ve minimum değerlerine bakıldığında değişim aralığının ne kadar büyük olduğu görülebilir.

Borsa İstanbul BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2015 yılına ait verileri kullanılarak VZA yöntemine göre hesaplanan etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçek özelliği sonuçları Tablo 60’te verilmiştir.



**Tablo 60: İşletmelerin 2015 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği**

İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	CCR-I Etkinlik Skorları	BCC-I Etkinlik Skorları	Ölçek Etkinlik Skorları	CCR-I Etkinlik Sıralaması	BCC-I Etkinlik Sıralaması	Ölçek Getiri Özelliği
AEFES	0,9327	1	0,9327	28	30	Artan
AFYON	1	1	1	1	1	Sabit
AKSA	1	1	1	17	20	Sabit
ANACM	1	1	1	20	23	Sabit
ARCLK	0,9988	1	0,9988	23	25	Artan
BR SAN	0,9117	1	0,9117	31	29	Artan
CCOLA	0,7686	0,8481	0,9063	35	36	Artan
CEMAS	1	1	1	11	7	Sabit
CEMTS	0,8697	1	0,8697	33	26	Artan
DEVA	1	1	1	5	6	Sabit
DGKLB	0,6063	1	0,6063	36	18	Artan
EGEEN	1	1	1	2	33	Sabit
EREGL	0,9841	1	0,9841	25	21	Artan
FROTO	1	1	1	12	14	Sabit
GENTS	1	1	1	22	12	Sabit
GEREL	1	1	1	7	4	Sabit
GOLTS	0,9275	1	0,9275	29	32	Artan
GOODY	0,9974	1	0,9974	24	24	Artan
GUBRF	1	1	1	13	11	Sabit
HEKTS	1	1	1	4	3	Sabit
KAR SN	0,5878	1	0,5878	37	31	Artan
KARTN	1	1	1	8	9	Sabit
KORDS	0,9224	0,9290	0,9929	30	35	Sabit
KRDMD	1	1	1	18	15	Sabit
OTKAR	1	1	1	9	10	Sabit
PETKM	1	1	1	21	28	Sabit
SASA	1	1	1	15	16	Sabit
SODA	1	1	1	6	8	Sabit
TATGD	0,9450	0,9796	0,9647	27	34	Sabit
TMSN	1	1	1	3	2	Sabit
TOASO	1	1	1	16	17	Sabit
TRKCM	1	1	1	19	19	Sabit
TTRAK	1	1	1	10	5	Sabit
TUPRS	1	1	1	14	13	Sabit
ULKER	0,8187	0,8338	0,9819	34	37	Artan
VESTL	0,8885	1	0,8885	32	27	Artan
YATAS	0,9604	1	0,9604	26	22	Artan

Tablo 60'ta görüldüğü gibi, girdi odaklı CCR modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, incelemeye alınan 37 işletmeden etkinlik skoru 1 olan 22 işletmenin

etkin, etkinlik skoru 1’den küçük olan 15 işletmenin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli olarak toplam etkin olan işletmeler; AFYON, AKSA, ANACM, CEMAS, DEVA, EGEEN, FROTO, GENTS, GEREL, GUBRF, HEKTS, KARTN, KRDM, OTKAR, PETKM, SASA, SODA, TMSN, TOASO, TRKCM, TTRAK ve TUPRS dir. Bu işletmeler tanım gereği hem teknik hem de ölçek etkin olan işletmelerdir. CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9988 etkinlik değeri ile 23’üncü sıradaki ARCLK işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,5878 etkinlik değeri ile 37’nci sıradaki KARSN işletmesi olmuştur.

2015 yılı finansal oran verileri ile girdi odaklı BCC modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 33 işletmenin etkin, 4 tanesinin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli teknik etkin olmayan işletmeler; COLA, KORDS, TATGD ve ULKER dir. Bu işletmeler kaynaklarını optimum seviyede kullanamadıklarından teknik etkinlik seviyesine ulaşamamışlardır. BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9796 etkinlik değeri ile 34’üncü sıradaki TATGD işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,8338 etkinlik değeri ile 37’nci sıradaki ULKER işletmesi olmuştur.

BIST100’de bulunan imalat işletmelerinin 2015 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modelleriyle süper etkinlik analizi yapılmış ve elde edilen skorlar (en etkiden etkin olmayana doğru) Tablo 61’de verilmiştir.

**Tablo 61:** 2015 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

CCR-I Modeli			BCC-I Modeli		
İşletmelerin Borsa Kodu	Süper Toplam Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması	İşletmelerin Borsa Kodu	Süper Teknik Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması
AFYON	3,4044	1	AFYON	3,4051	1
EGEEN	3,2709	2	TMSN	2,6859	2
TMSN	2,5311	3	HEKTS	2,4762	3
HEKTS	2,4466	4	GEREL	1,9524	4
DEVA	1,6217	5	TTRAK	1,7928	5
SODA	1,4719	6	DEVA	1,6518	6
GEREL	1,3432	7	CEMAS	1,5096	7
KARTN	1,3252	8	SODA	1,5034	8
OTKAR	1,2173	9	KARTN	1,4512	9
TTRAK	1,2042	10	OTKAR	1,3600	10

**Tablo 61 (Devam):** 2015 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

CEMAS	1,1988	11	GUBRF	1,3386	11
FROTO	1,1723	12	GENTS	1,2383	12
GUBRF	1,1582	13	TUPRS	1,2198	13
TUPRS	1,1561	14	FROTO	1,2103	14
SASA	1,1444	15	KRDMD	1,1931	15
TOASO	1,0744	16	SASA	1,1668	16
AKSA	1,0740	17	TOASO	1,1630	17
KRDMD	1,0715	18	DGKLB	1,1380	18
TRKCM	1,0693	19	TRKCM	1,1116	19
ANACM	1,0407	20	AKSA	1,0815	20
PETKM	1,0153	21	EREGL	1,0731	21
GENTS	1,0070	22	YATAS	1,0660	22
ARCLK	0,9988	23	ANACM	1,0551	23
GOODY	0,9974	24	GOODY	1,0281	24
EREGL	0,9841	25	ARCLK	1,0250	25
YATAS	0,9604	26	CEMETS	1,0196	26
TATGD	0,9450	27	VESTL	1,0168	27
AEFES	0,9327	28	PETKM	1,0154	28
GOLTS	0,9275	29	BRSAN	1,0134	29
KORDS	0,9224	30	AEFES	1,0119	30
BRSAN	0,9117	31	KARSN	1,0085	31
VESTL	0,8885	32	GOLTS	1,0044	32
CEMETS	0,8697	33	EGEEN	1,0000	33
ULKER	0,8187	34	TATGD	0,9796	34
COLA	0,7686	35	KORDS	0,9290	35
DGKLB	0,6063	36	COLA	0,8481	36
KARSN	0,5878	37	ULKER	0,8338	37

Tablo 61’de, CCR-I ve BCC-I modellerine göre süper etkinlik skorları incelendiğinde, girdi odaklı CCR süper etkinlik modeliyle değerlendirilen 37 işletme içerisinde en etkin ilk beş işletme sırasıyla; AFYON, EGEEN, TMSN, HEKTS ve DEVA olurken, son sıralardaki işletmeler ise COLA, DGKLB ve KARSN olmuştur. Benzer şekilde süper BCC-I etkinlik modeline göre en etkin ilk beş işletme sırasıyla; AFYON, TMSN, HEKTS, GEREL ve TTRAK olurken, son sıralardaki işletmeler ise KORDS, COLA ve ULKER olmuştur. AFYON işletmesi ise, her iki model de en etkin işletme olup, bu işletme girdi ve çıktı bileşimini optimal seviyede kullanarak en etkin düzeye ulaşmıştır.

Tablo 60'ta, CCR-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarının, BCC-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarına bölünmesiyle ölçek etkinlik skorları elde edilmiştir. Analiz kapsamında 37 işletmeden 22 işletmenin görel olarak ölçeğe göre etkin olduğu, 15 tanesinin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre işletmelerin 13 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 24 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Ölçeğe göre getiri özelliği sabit olan işletmeler; AFYON, AKSA, ANACM, CEMAS, DEVA, EGEEN, FROTO, GENTS, GEREL, GUBRF, HEKTS, KARTN, KORDS, KRDM, OTKAR, PETKM, SASA, SODA, TATGD, TMSN, TOASO, TRKCM, TTRAK ve TUPRS dır. Bu işletmelerin girdi miktarlarındaki artış oranı ile çıktı miktarlarındaki artış oranı aynıdır. Yani, girdilerindeki bir birimlik artışa mukabil çıktılarında da bir birimlik artış olmaktadır. Ölçeğe göre artan getiri özelliğine sahip olan işletmeler; AEFES, ARCLK, BRSAN, CCOLA, CEMTS, DGKLB, EREGL, GOLTS, GOODY, KARSN, ULKER VESTL ve YATAS dır. Bu işletmeler, girdi miktarlarını belli oranda arttırdıklarında daha fazla çıktı üretebilmeleri mümkün iken dış etkilerden dolayı kapasitelerinin altında çıktı üretmişlerdir. O halde bu işletmeler, büyüme potansiyellerini en iyi şekilde kullanarak görel olarak etkin olabilirler.

Tablo 60'tan, AEFES, ARCLK, BRSAN, CEMTS, DGKLB, EREGL, GOLTS, GOODY, KARSN, VESTL ve YATAS işletmeleri görel olarak teknik etkin oldukları halde görel olarak toplam etkinsiz olmalarının nedeni ise tamamen görel ölçek etkinsizliklerinden kaynaklanmaktadır. Görel toplam etkinlik skoru, görel teknik etkinlik skoru ile görel ölçek etkinlik skorunun çarpımıyla elde edilmektedir. Örneğin, CCOLA işletmesinin hesaplanan görel teknik etkinlik skoru 0,8481, görel ölçek etkinlik skoru 0,9063'tür. Bu iki etkinlik skorunun çarpımıyla elde edilen görel toplam etkinlik skoru ise 0,7686 ( $0,8481 \times 0,9063 = 0,7686$ ) olarak bulunmuştur. Bu skor, CCOLA işletmesinin görel toplam etkinsiz olmasındaki en büyük payın, görel teknik etkinsizliğinden kaynaklandığını göstermektedir. Benzer şekilde ULKER işletmesinin görel toplam etkinsiz olmasındaki en büyük payın, görel teknik etkinsiz olmasından kaynaklanırken, ancak TATGD işletmesinin ise görel ölçek etkinsizliğinden kaynaklanmaktadır.

BIST100’de bulunan imalat işletmelerinin 2015 yılına ait etkinlik analiz sonuçlarının özeti Tablo 62’de verilmiştir.

**Tablo 62:** İşletmelerin 2015 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti

	Toplam Etkinlik (CCR-I)	Teknik Etkinlik (BCC-I)	Ölçek Etkinlik (CCR-I/BCC-I)
Toplam İşletme Sayısı	37	37	37
Etkin İşletme Sayısı	22 (%59)	33 (%89)	22 (%59)
Etkin Olmayan İşletme Sayısı	15 (%41)	4 (%11)	15 (%41)
Etkinlik Ortalaması	0,9492	0,9889	0,9597
Standart Sapma	0,1019	0,0379	0,0949
Maksimum	1,0000	1,0000	1,0000
Minimum	0,5878	0,8338	0,5878

Tablo 62 incelendiğinde, analiz kapsamındaki işletmelerin %59’u toplam ve ölçek etkin, %’89’nun ise teknik etkin olduğu görülmektedir. Toplam ve ölçek etkin olmayan işletme sayısı 15 iken, teknik etkin olmayan işletme sayısı ise 4’tür. VZA yöntemi ile yapılan etkinlik ölçümünde; ortalama toplam etkinlik skoru 0,9492, ortalama teknik etkinlik skoru 0,9889 ve ortalama ölçek etkinlik skoru ise 0,9597 olarak bulunmuştur. İşletmelerin 2015 yılı etkinlik ölçümlerine ait standart sapma ve minimum etkinlik değerlerine bakıldığında, toplam etkinliğin standart sapması 0,1019 ve minimum değeri 0,5878, teknik etkinliğin standart sapması 0,0379 ve minimum değeri 0,8338, ölçek etkinliğin standart sapması 0,0949 ve minimum değeri 0,5878 olarak bulunmuştur. Bu da işletmelerin teknik etkinlik dağılımının toplam ve ölçek etkinlik dağılımlarına göre birbirine daha yakın olduğunu göstermektedir.

2015 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modellerinin çözümü sonucunda, etkin olmayan işletmelerin etkin duruma gelebilmeleri için işletmelerin yöneticilerine önerilebilecek hedeflerin tespiti amacıyla belirlenen referans işletmeler, yoğunluk oranları ( $\lambda$ ) ve referans olma sayıları sırasıyla Tablo 63 ve Tablo 64’te verilmiştir.

**Tablo 63:** 2015 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler ( $\lambda$ )	Referans Olma Sayısı
<b>AFYON</b>	1	AFYON (1,000)	<b>3</b>
<b>AKSA</b>	1	AKSA (1,000)	<b>1</b>
<b>ANACM</b>	1	ANACM (1,000)	<b>0</b>
<b>CEMAS</b>	1	CEMAS (1,000)	<b>1</b>
<b>DEVA</b>	1	DEVA (1,000)	<b>9</b>
<b>EGEEN</b>	1	EGEEN (1,000)	<b>3</b>
<b>FROTO</b>	1	FROTO (1,000)	<b>1</b>
<b>GENTS</b>	1	GENTS (1,000)	<b>0</b>
<b>GEREL</b>	1	GEREL (1,000)	<b>5</b>
<b>GUBRF</b>	1	GUBRF (1,000)	<b>3</b>
<b>HEKTS</b>	1	HEKTS (1,000)	<b>10</b>
<b>KARTN</b>	1	KARTN (1,000)	<b>4</b>
<b>KRDMD</b>	1	KRDMD (1,000)	<b>0</b>
<b>OTKAR</b>	1	OTKAR (1,000)	<b>3</b>
<b>PETKM</b>	1	PETKM (1,000)	<b>0</b>
<b>SASA</b>	1	SASA (1,000)	<b>1</b>
<b>SODA</b>	1	SODA (1,000)	<b>2</b>
<b>TMSN</b>	1	TMSN (1,000)	<b>1</b>
<b>TOASO</b>	1	TOASO (1,000)	<b>1</b>
<b>TRKCM</b>	1	TRKCM (1,000)	<b>1</b>
<b>TTRAK</b>	1	TTRAK (1,000)	<b>2</b>
<b>TUPRS</b>	1	TUPRS (1,000)	<b>2</b>
ARCLK	0,9988	DEVA (0,172), HEKTS (0,583), OTKAR (0,219)	-
GOODY	0,9974	HEKTS (0,193), SASA (0,672), TMSN (0,104)	-
EREGL	0,9841	AFYON (0,059), GEREL (0,375), HEKTS (0,268), SODA (0,136)	-
YATAS	0,9604	GUBRF (0,414), HEKTS (0,143), OTKAR (0,188), TTRAK (0,091)	-
TATGD	0,945	EGEEN (0,044), HEKTS (0,815), KARTN (0,090)	-
AEFES	0,9327	CEMAS (0,141), DEVA (0,394), SODA (0,117), TRKCM (0,238)	-
GOLTS	0,9275	AFYON (0,087), DEVA (0,772), GEREL (0,004), HEKTS (0,059)	-
KORDS	0,9224	AKSA (0,056), DEVA (0,169), GUBRF (0,327), HEKTS (0,111), KARTN (0,286), TTRAK (0,06)	-
BR SAN	0,9117	DEVA (0,731), GUBRF (0,103), TUPRS (0,039)	-
VESTL	0,8885	DEVA (0,616), FROTO (0,042), OTKAR (0,193), TUPRS (0,020)	-
CEM TS	0,8697	EGEEN (0,436), GEREL (0,047), HEKTS (0,101), KARTN (0,126)	-
ULKER	0,8187	AFYON (0,235), EGEEN (0,009), GEREL (0,352), HEKTS (0,354)	-
CCOLA	0,7686	DEVA (0,551), GEREL (0,153), HEKTS (0,080), KARTN (0,087)	-
DGKLB	0,6063	DEVA (0,526)	-
KARSN	0,5878	DEVA (0,514), TOASO (0,062)	-

**Tablo 64:** 2015 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler	Referans Olma Sayısı
AEFES	1	AEFES (1,000)	0
AFYON	1	AFYON (1,000)	1
AKSA	1	AKSA (1,000)	0
ANACM	1	ANACM (1,000)	0
ARCLK	1	ARCLK (1,000)	0
BRSAN	1	BRSAN (1,000)	0
CEMAS	1	CEMAS (1,000)	1
CEMTS	1	CEMTS (1,000)	0
DEVA	1	DEVA (1,000)	2
DGKLB	1	DGKLB (1,000)	0
EGEEN	1	EGEEN (1,000)	0
EREGL	1	EREGL (1,000)	0
FROTO	1	FROTO (1,000)	0
GENTS	1	GENTS (1,000)	0
GEREL	1	GEREL (1,000)	1
GOLTS	1	GOLTS (1,000)	0
GOODY	1	GOODY (1,000)	0
GUBRF	1	GUBRF (1,000)	1
HEKTS	1	HEKTS (1,000)	4
KARSN	1	KARSN (1,000)	0
KARTN	1	KARTN (1,000)	3
KRDMD	1	KRDMD (1,000)	1
OTKAR	1	OTKAR (1,000)	0
PETKM	1	PETKM (1,000)	0
SASA	1	SASA (1,000)	0
SODA	1	SODA (1,000)	0
TMSN	1	TMSN (1,000)	1
TOASO	1	TOASO (1,000)	0
TRKCM	1	TRKCM (1,000)	0
TTRAK	1	TTRAK (1,000)	1
TUPRS	1	TUPRS (1,000)	0
VESTL	1	VESTL (1,000)	0
YATAS	1	YATAS (1,000)	0
TATGD	0,9796	HEKTS (0,791), KARTN (0,023), TMSN (0,186)	-
KORDS	0,929	DEVA (0,437), GUBRF (0,075), HEKTS (0,063), KARTN (0,394), TTRAK (0,032)	-
COLLA	0,8481	DEVA (0,292), HEKTS (0,277), KARTN (0,130), KRDMD (0,300)	-
ULKER	0,8338	AFYON (0,289), CEMAS (0,01), GEREL (0,098), HEKTS (0,603)	-

Tablo 63 ve Tablo 64’te görüldüğü gibi, etkin olmayan işletmelerin referans kümesinde bulunan etkin işletmeler incelendiğinde, CCR-I modeline göre en çok referans alan işletmeler sırasıyla; HEKTS (10), DEVA (9), GEREL (5), KARTN (4), AFYON (3), EGEEN (3), GUBRF (3), OTKAR (3), SODA (2), TTRAK (2), TUPRS (2), AKSA (1), CEMAS (1), FROTO (1), SASA (1), TMSN (1), TOASO (1) ve TRKCM (1) olmuştur. Bunun yanı sıra, ANACM, GENTS, KRDM ve PETKM işletmeleri toplam etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır. BCC-I modeline göre ise en çok referans alan işletmeler sırasıyla; HEKTS (4), KARTN (3), DEVA (2), AFYON (1), CEMAS (1), GEREL (1), GUBRF (1), KRDM (1), TMSN (1), ve TTRAK (1) olmuştur. Bunun yanı sıra, AEFES, AKSA, ANACM, ARCLK, BRSAN, CEMTS, DGKLB, EGEEN, EREGL, FROTO, GENTS, GOLTS, GOODY, KARSN, OTKAR, PETKM, SASA, SODA TOASO, TRKCM, TUPRS, VESTL ve YATAS işletmeleri teknik etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır.

2015 yılı girdi odaklı CCR modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 65’te verilmiştir.

**Tablo 65:** 2015 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	G	1,883	0,463	8,956	9,253	0,430	0,888	1,175	0,157	0,171	0,762	0,074
	H	1,756	0,432	3,552	4,488	0,401	0,268	0,757	0,210	0,171	0,762	0,109
	PI (%)	-6,73	-6,73	-60,34	-51,50	-6,73	-69,78	-35,56	34,08	0,00	0,00	48,27
ARCLK	G	1,796	1,031	2,957	6,619	0,660	0,822	0,511	0,233	0,171	0,972	0,145
	H	1,794	0,800	2,953	2,637	0,501	0,575	0,510	0,280	0,263	0,972	0,173
	PI (%)	-0,12	-22,42	-0,12	-60,17	-24,05	-30,06	-0,12	20,09	54,08	0,00	19,40
BRSAN	G	0,999	0,619	8,825	3,740	0,604	0,570	1,001	0,180	0,130	0,795	0,086
	H	0,910	0,564	3,104	3,409	0,481	0,192	0,876	0,221	0,208	0,795	0,116
	PI (%)	-8,83	-8,83	-64,83	-8,83	-20,33	-66,26	-12,54	22,72	60,91	0,00	35,02
CCOLA	G	1,747	0,752	12,052	10,831	0,537	0,909	0,912	0,189	0,174	0,815	0,094
	H	1,342	0,578	2,919	2,846	0,413	0,149	0,701	0,252	0,202	0,815	0,144
	PI (%)	-23,15	-23,15	-75,78	-73,72	-23,15	-83,64	-23,15	33,60	16,35	0,00	52,61



**Tablo 65 (Devam): 2015 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları**

CEMTS	G	3,446	1,072	5,535	5,054	0,232	0,109	0,574	0,200	0,129	0,822	0,112
	H	2,997	0,718	3,549	4,395	0,202	0,095	0,246	0,300	0,235	0,822	0,249
	PI (%)	-13,03	-33,06	-35,88	-13,03	-13,03	-13,03	-57,15	49,79	82,32	0,00	122,22
DGKLB	G	0,891	0,923	4,606	3,547	0,912	3,272	1,179	0,096	0,132	0,005	0,011
	H	0,540	0,306	1,263	1,730	0,286	0,089	0,514	0,133	0,132	0,466	0,067
	PI (%)	-39,37	-66,88	-72,59	-51,21	-68,61	-97,29	-56,40	38,91	0,00	8689,82	487,00
EREGL	G	3,059	0,639	7,298	3,680	0,327	0,286	0,679	0,268	0,214	0,875	0,142
	H	2,524	0,629	3,711	3,621	0,322	0,212	0,354	0,327	0,214	0,875	0,204
	PI (%)	-17,48	-1,59	-49,15	-1,59	-1,59	-25,97	-47,89	22,11	0,00	0,00	43,03
GOLTS	G	1,469	0,558	2,608	6,840	0,539	0,663	0,886	0,202	0,218	0,822	0,098
	H	1,363	0,518	2,419	3,498	0,493	0,223	0,822	0,250	0,234	0,822	0,123
	PI (%)	-7,25	-7,25	-7,25	-48,86	-8,59	-66,35	-7,25	23,96	7,52	0,00	25,74
GOODY	G	1,860	1,583	5,446	7,663	0,414	0,053	0,465	0,226	0,146	0,932	0,169
	H	1,855	1,368	4,230	4,630	0,397	0,053	0,464	0,245	0,195	0,932	0,181
	PI (%)	-0,26	-13,56	-22,33	-39,58	-4,25	-0,26	-0,26	8,08	33,88	0,00	6,81
KARSN	G	1,020	0,614	3,887	7,595	0,855	3,213	0,963	0,102	0,122	0,524	0,038
	H	0,600	0,361	1,829	2,818	0,326	0,153	0,557	0,146	0,138	0,524	0,076
	PI (%)	-41,22	-41,22	-52,93	-62,90	-61,92	-95,23	-42,17	43,40	12,94	0,00	100,16
KORDS	G	1,503	0,798	5,843	4,084	0,441	0,341	0,948	0,237	0,178	0,900	0,134
	H	1,387	0,733	5,390	3,768	0,406	0,153	0,875	0,251	0,178	0,900	0,145
	PI (%)	-7,76	-8,13	-7,76	-7,76	-7,76	-55,20	-7,76	5,95	0,00	0,00	8,94
TATGD	G	2,391	1,391	3,828	4,726	0,361	0,074	0,363	0,244	0,157	0,941	0,183
	H	2,260	0,823	3,097	2,628	0,341	0,054	0,343	0,306	0,279	0,941	0,204
	PI (%)	-5,50	-40,85	-19,08	-44,40	-5,50	-26,69	-5,50	25,33	78,41	0,00	11,56
ULKER	G	3,701	0,783	4,742	13,134	0,582	1,069	0,477	0,262	0,206	0,966	0,152
	H	3,030	0,641	3,882	4,118	0,415	0,373	0,390	0,361	0,244	0,966	0,208
	PI (%)	-18,13	-18,13	-18,13	-68,64	-28,68	-65,14	-18,13	37,64	18,68	0,00	36,64
VESTL	G	1,067	0,991	3,343	4,199	0,831	1,249	0,901	0,177	0,114	0,825	0,087
	H	0,948	0,643	2,970	3,731	0,539	0,599	0,800	0,213	0,198	0,825	0,115
	PI (%)	-11,15	-35,10	-11,15	-11,15	-35,17	-52,09	-11,15	20,21	73,89	0,00	31,84
YATAS	G	1,255	1,101	7,931	2,882	0,696	0,666	0,751	0,198	0,160	0,881	0,111
	H	1,205	0,766	4,913	2,767	0,505	0,639	0,721	0,218	0,173	0,881	0,136
	PI (%)	-3,96	-30,48	-38,05	-3,96	-27,49	-3,96	-3,96	10,35	8,14	0,00	23,07

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

AEFES, ARCLK, BRSAN, COLA, CEMTS, DGKLB, EREGL, GOLTS, GOODY, KARSN, KORDS, TATGD, ULKER, VESTL ve YATAS işletmeleri sahip

oldukları girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretemediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Diğer bir ifadeyle, söz konusu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıkları için etkinlik sınırına ulaşamamışlardır. Bu işletmelerin toplam etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 65'teki gibidir. Tabloda yer alan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan ARCLK (0,9988) ve KARSN (0,5878) ve işletmelerinin toplam etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

ARCLK işletmesinin referans kümesindeki işletmelere göre toplam etkinsizliği; girdilerin fazlalığı ile net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre, ARCLK işletmesinin referans kümesinde bulunan DEVA ( $\lambda = 0,172$ ), HEKTS ( $\lambda = 0,583$ ) ve OTKAR ( $\lambda = 0,219$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, alacak devir hızı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %0,12 oranında, aktif devir hızının %22,42 oranında, stok devir hızının %60,17 oranında, finansal kaldıraç oranının %24,05 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %30,06 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden net kâr marjın %20,09 oranında, faaliyet kâr marjın %54,08 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %19,40 oranında artırılması gerekmektedir.

Diğer taraftan en düşük etkinliğe sahip olan KARSN işletmesinin referans kümesindeki işletmelere göre toplam etkinsizliği ise; girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve özsermaye kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre KARSN işletmesinin referans kümesinde bulunan DEVA ( $\lambda = 0,514$ ) ve TOASO ( $\lambda = 0,062$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için; girdi değişkenleri olan cari oran ve aktif devir hızının %41,22 oranında, alacak devir hızının %52,93 oranında, stok devir hızının %62,90 oranında, finansal kaldıraç oranının %61,92 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %95,23 oranında, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %97,76 oranında azaltılması ve buna ek olarak

çıktı değişkenlerinden net kâr marjın %43,40 oranında, faaliyet kâr marjın %12,94 ve aktif kârlılık oranının ise %100,16 oranında artırılması gerekmektedir.

2015 yılı girdi odaklı BCC modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 66'da verilmiştir.

**Tablo 66:** 2015 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
CCOLA	G	1,747	0,752	12,052	10,831	0,537	0,909	0,912	0,189	0,174	0,815	0,094
	H	1,481	0,637	5,724	3,161	0,455	0,265	0,774	0,243	0,206	0,876	0,137
	PI (%)	-15,19	-15,19	-52,51	-70,82	-15,19	-70,86	-15,19	28,94	18,39	7,50	45,20
KORDS	G	1,503	0,798	5,843	4,084	0,441	0,341	0,948	0,237	0,178	0,900	0,134
	H	1,397	0,713	4,629	3,794	0,409	0,134	0,881	0,257	0,185	0,900	0,142
	PI (%)	-7,10	-10,68	-20,78	-7,10	-7,10	-60,64	-7,10	8,21	3,50	0,00	6,62
TATGD	G	2,391	1,391	3,828	4,726	0,361	0,074	0,363	0,244	0,157	0,941	0,183
	H	2,342	0,938	3,111	2,806	0,354	0,046	0,356	0,305	0,279	0,972	0,202
	PI (%)	-2,05	-32,59	-18,72	-40,62	-2,05	-36,84	-2,05	25,02	78,01	3,29	10,56
ULKER	G	3,701	0,783	4,742	13,134	0,582	1,069	0,477	0,262	0,206	0,966	0,152
	H	3,086	0,653	3,504	4,431	0,435	0,361	0,398	0,349	0,278	0,966	0,190
	PI (%)	-16,62	-16,62	-26,11	-66,26	-25,27	-66,18	-16,62	32,89	35,11	0,00	24,53

CCOLA, KORDS, TATGD ve ULKER işletmeleri mevcut girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretmediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Yani, bu işletmeler kaynaklarını (girdi bileşimini) etkin bir şekilde kullanamadıkları için mümkün olan maksimum çıktıyı üretebilme başarısını gösterememişlerdir. Bu işletmelerin teknik etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarındaki yapıları gerektiren iyileştirmeler Tablo 66'daki gibidir. Tabloda bulunan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan TATGD (0,9796) ve ULKER (0,8338) işletmelerinin teknik etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

TATGD işletmesinin referans kümesindeki işletmelere göre teknik etkisizliği; girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre, TATGD işletmesinin referans kümesinde bulunan

HEKTS ( $\lambda = 0,791$ ), KARTN ( $\lambda = 0,023$ ) ve TMSN ( $\lambda = 0,186$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, finansal kaldıraç oranı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %2,05 oranında, aktif devir hızının %32,59 oranında, alacak devir hızının %18,72 oranında, stok devir hızının %40,62 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %36,84 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %25,02 oranında, faaliyet kâr marjın %78,01 oranında, özsermaye kârlılığının %3,29 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %10,56 oranında artırılması gerekmektedir.

Diğer taraftan BCC-I modeline göre en düşük etkinliğe sahip olan ULKER işletmesinin referans kümesindeki işletmelere göre teknik etkinsizliği ise; girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre ULKER işletmesinin referans kümesinde bulunan AFYON ( $\lambda = 0,289$ ), CEMAS ( $\lambda = 0,010$ ), GEREL ( $\lambda = 0,098$ ) ve HEKTS ( $\lambda = 0,603$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, aktif devir hızı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %16,62 oranında, alacak devir hızının %26,11 oranında, stok devir hızının %66,26 oranında, finansal kaldıraç oranının %25,27 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %66,18 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden net kâr marjın %32,89 oranında, faaliyet kâr marjın %35,11 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %24,53 oranında artırılması gerekmektedir.

#### **4. 7. 7. 2016 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular**

İşletmelerin 2016 yılına ait finansal tablolarından elde edilen girdi ve çıktı (revize) verileri Tablo 67'de verilmiştir. Bu verilerle yapılan etkinlik analizinde; değişkenlere ait korelasyon katsayıları Tablo 68'de, tanımlayıcı istatistikler Tablo 69'da, işletmelere ait etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçeğe göre getiri türleri de Tablo 70'te sunulmuştur.

Tablo 67'deki veriler, BIST100'de işlem gören imalat işletmelerinin 2016 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler olup, eksiksiz olarak elde edilmiştir. VZA ile

yapılan analizlerde verilerin pozitif olma özelliğinden dolayı, negatif değere sahip veriler revize edilerek pozitif hale getirilmiştir. Bu işlem sadece çıktı değişkenleri için yapılmış olup, girdi değişkenleri için herhangi bir işlem yapılmamıştır.

**Tablo 67: 2016 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler**

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	2,237	0,407	7,896	10,107	0,422	0,877	1,128	0,226	0,140	1,536	0,098
AFYON	0,148	0,103	6,055	7,097	0,703	0,993	1,588	0,388	0,044	1,595	0,116
AKSA	1,264	0,742	3,162	8,985	0,525	0,228	0,811	0,294	0,242	1,641	0,148
ANACM	1,402	0,400	4,571	5,027	0,567	0,618	0,845	0,493	0,113	1,798	0,205
ARCLK	1,663	0,952	3,040	5,829	0,645	0,719	0,576	0,311	0,143	1,758	0,177
BRSAN	0,936	0,555	7,790	3,235	0,548	0,473	1,033	0,282	0,152	1,604	0,129
CCOLA	2,092	0,674	11,666	13,524	0,522	0,920	0,886	0,233	0,141	1,545	0,102
CEMAS	1,722	0,344	4,647	6,743	0,449	0,416	0,843	0,014	0,036	1,384	0,026
CEMTS	2,148	1,014	4,527	4,954	0,288	0,073	0,646	0,327	0,162	1,678	0,198
DEVA	1,832	0,677	3,259	3,777	0,496	0,505	0,736	0,318	0,227	1,658	0,159
DGKLB	0,749	0,871	4,875	2,777	0,943	3,710	1,682	0,130	0,066	0,010	0,013
EGEEN	6,300	0,769	6,533	7,097	0,225	0,134	0,265	0,617	0,412	1,924	0,398
EREGL	2,617	0,492	5,769	2,735	0,338	0,248	0,664	0,365	0,231	1,643	0,166
FROTO	1,085	1,970	8,476	17,345	0,659	0,574	0,926	0,282	0,111	1,842	0,203
GENTS	2,758	0,873	3,167	3,070	0,316	0,143	0,536	0,314	0,154	1,663	0,173
GEREL	1,857	0,886	2,509	4,312	0,467	0,229	0,542	0,252	0,011	1,575	0,119
GOLTS	1,145	0,456	2,462	4,775	0,573	0,542	0,973	0,247	0,198	1,560	0,108
GOODY	1,791	1,671	4,901	7,943	0,436	0,098	0,513	0,264	0,121	1,641	0,157
GUBRF	0,889	0,838	7,335	3,483	0,645	0,345	1,362	0,214	0,069	1,494	0,087
HEKTS	3,261	0,863	2,853	2,410	0,397	0,257	0,278	0,396	0,278	1,778	0,243
KARSN	0,801	0,480	3,062	6,875	0,800	1,927	1,098	0,105	0,014	1,260	0,040
KARTN	2,237	0,912	7,178	5,066	0,192	0,036	0,759	0,239	0,086	1,550	0,108
KORDS	1,411	0,750	5,127	3,551	0,421	0,287	1,009	0,323	0,176	1,694	0,170
KRDMD	1,002	0,413	5,678	3,336	0,604	0,795	0,999	0,177	0,108	1,485	0,078
OTKAR	1,360	0,916	4,206	3,310	0,864	1,955	0,466	0,273	0,151	1,827	0,140
PETKM	1,481	0,723	6,720	7,500	0,510	0,467	0,819	0,391	0,211	1,784	0,217
SASA	2,585	1,146	2,860	6,677	0,488	0,389	0,354	0,346	0,208	1,800	0,233
SODA	3,819	0,598	4,811	9,726	0,215	0,106	0,572	0,521	0,275	1,762	0,274
TATGD	3,261	1,419	4,259	4,839	0,333	0,167	0,356	0,296	0,122	1,680	0,194
TMSN	2,251	1,145	4,017	4,772	0,306	0,016	0,476	0,310	0,155	1,672	0,192
TOASO	1,095	1,203	10,458	15,471	0,750	1,075	0,912	0,298	0,106	1,868	0,182
TRKCM	2,020	0,438	4,289	5,502	0,479	0,609	0,807	0,421	0,150	1,715	0,184
TTRAK	2,012	1,496	5,291	6,188	0,696	1,165	0,475	0,337	0,196	2,068	0,261
TUPRS	1,080	1,116	10,960	9,659	0,738	1,285	0,950	0,282	0,118	1,764	0,158
ULKER	1,105	0,710	5,074	10,835	0,664	0,305	0,941	0,292	0,169	1,687	0,144
VESTL	1,120	0,989	3,918	5,248	0,809	1,368	0,861	0,249	0,088	1,644	0,119
YATAS	1,230	1,441	8,463	4,634	0,693	0,603	0,762	0,265	0,136	1,703	0,150

İşletmelerin 2016 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin elde edilen korelasyon katsayı değerleri Tablo 68’de verilmiştir.

**Tablo 68:** 2016 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
GR1	1	0,07	-0,12	-0,06	-0,72	-0,43	-0,70	0,59	0,71	0,31	0,72
GR2	0,07	1	0,16	0,28	0,08	-0,05	-0,39	-0,02	0,01	0,23	0,31
GR3	-0,12	0,16	1	0,56	0,15	0,10	0,32	-0,04	-0,10	0,08	-0,03
GR4	-0,06	0,28	0,56	1	0,13	-0,02	0,10	0,03	-0,02	0,24	0,13
GR5	-0,72	0,08	0,15	0,13	1	0,79	0,54	-0,41	-0,46	-0,32	-0,45
GR6	-0,43	-0,05	0,10	-0,02	0,79	1	0,53	-0,39	-0,37	-0,65	-0,46
GR7	-0,70	-0,39	0,32	0,10	0,54	0,53	1	-0,43	-0,53	-0,62	-0,68
ÇK1	0,59	-0,02	-0,04	0,03	-0,41	-0,39	-0,43	1	0,71	0,55	0,88
ÇK2	0,71	0,01	-0,10	-0,02	-0,46	-0,37	-0,53	0,71	1	0,42	0,78
ÇK3	0,31	0,23	0,08	0,24	-0,32	-0,65	-0,62	0,55	0,42	1	0,67
ÇK4	0,72	0,31	-0,03	0,13	-0,45	-0,46	-0,68	0,88	0,78	0,67	1

Tablo 68’deki korelasyon katsayı değerleri incelendiğinde, genel olarak girdi değişkenleri arasındaki korelasyonun zayıf olduğu (“Cari Oran” ile “Finansal Kaldıraç Oranı” ve “Duran Varlıklar/Devamlı Sermaye Oranı” arasındaki ilişki hariç), çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun kuvvetli olduğu (“Faaliyet Kâr Marjı” ile “Net Kâr Marjı” ve “Faaliyet Kâr Marjı” arasındaki korelasyonun çok yüksek olmadığı), girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun ise zayıf olduğu (“Cari Oran” ile “Net Kâr Marjı” ve “Faaliyet Kâr Marjı” arasındaki korelasyon hariç) görülmektedir.

Analiz kapsamında BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2016 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 69’da verilmiştir.

**Tablo 69:** 2016 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler		N	Max	Min	Ortalama	Std. Sapma	Değişim Katsayısı
GİRDİLER	Cari Oran	37	6,300	0,148	1,831	1,076	0,588
	Aktif Devir Hızı	37	1,970	0,103	0,850	0,393	0,463
	Alacak Devir Hızı	37	11,666	2,462	5,456	2,346	0,430
	Stok Devir Hızı	37	17,345	2,410	6,444	3,484	0,541
	Finansal Kaldıraç Oranı	37	0,943	0,192	0,533	0,186	0,349
	UVB/Özsermaye	37	3,710	0,016	0,666	0,698	1,048
	Duran varlıklar/Devamlı Sermaye	37	1,682	0,265	0,796	0,321	0,403
ÇIKTILAR	Net Kâr Marjı	37	0,617	0,014	0,300	0,108	0,361
	Faaliyet Kâr Marjı	37	0,412	0,011	0,149	0,078	0,525
	Özsermaye Kârlılığı	37	2,068	0,010	1,629	0,307	0,189
	Aktif Kârlılık	37	0,398	0,013	0,159	0,072	0,452

Tablo 69'daki veriler incelendiğinde, analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine ait verilerin değişim katsayısının 0,189 ile 1,048 arasında değerler aldığı, en yüksek değişim katsayısına sahip olan uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının ortalama değeri ile standart sapma değerinin birbirine yakın olduğu ve en düşük değişim katsayısına sahip olan özsermaye kârlılığı oranının ortalama değerinin standart sapma değerinden çok büyük olduğu görülmektedir. Değişkenlerin maksimum ve minimum değerleri arasındaki farkın büyük olduğu ve dolayısıyla değişim aralığının ne kadar büyük olduğu görülebilir.

Borsa İstanbul BIST100'de işlem gören imalat işletmelerinin 2016 yılına ait verileri kullanılarak VZA yöntemine göre hesaplanan etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçek özelliği sonuçları Tablo 70'te verilmiştir.

**Tablo 70: İşletmelerin 2016 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği**

İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	CCR-I Etkinlik Skorları	BCC-I Etkinlik Skorları	Ölçek Etkinlik Skorları	CCR-I Etkinlik Sıralaması	BCC-I Etkinlik Sıralaması	Ölçek Getiri Özelliği
AEFES	0,9051	0,9748	0,9285	34	34	Artan
AFYON	1	1	1	1	1	Sabit
AKSA	1	1	1	5	5	Sabit
ANACM	1	1	1	6	3	Sabit
ARCLK	1	1	1	23	26	Sabit
BRSAN	1	1	1	13	14	Sabit
CCOLA	0,7718	0,8545	0,9032	36	37	Artan
CEMAS	0,9485	1	0,9485	32	19	Artan
CEMTS	1	1	1	21	27	Sabit
DEVA	1	1	1	25	28	Sabit
DGKLB	0,5797	1	0,5797	37	13	Artan
EGEEN	1	1	1	3	32	Sabit
EREGL	1	1	1	9	7	Sabit
FROTO	1	1	1	16	12	Sabit
GENTS	1	1	1	22	21	Sabit
GEREL	1	1	1	17	17	Sabit
GOLTS	1	1	1	8	8	Sabit
GOODY	1	1	1	20	25	Sabit
GUBRF	1	1	1	19	16	Sabit
HEKTS	1	1	1	4	4	Sabit
KARSN	0,8897	1	0,8897	35	22	Artan
KARTN	1	1	1	10	6	Sabit
KORDS	1	1	1	15	15	Sabit

**Tablo 70 (Devam): İşletmelerin 2016 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği**

KRDMD	1,0000	1,0000	1,0000	27	18	Sabit
OTKAR	1,0000	1,0000	1,0000	7	9	Sabit
PETKM	1,0000	1,0000	1,0000	14	10	Sabit
SASA	1,0000	1,0000	1,0000	18	24	Sabit
SODA	1,0000	1,0000	1,0000	11	11	Sabit
TATGD	0,9627	1,0000	0,9627	30	31	Artan
TMSN	1,0000	1,0000	1,0000	2	2	Sabit
TOASO	1,0000	1,0000	1,0000	28	23	Sabit
TRKCM	1,0000	1,0000	1,0000	29	30	Sabit
TTRAK	1,0000	1,0000	1,0000	12	32	Sabit
TUPRS	0,9503	0,9509	0,9994	31	36	Sabit
ULKER	1,0000	1,0000	1,0000	24	20	Sabit
VESTL	0,9475	0,9679	0,9789	33	35	Artan
YATAS	1,0000	1,0000	1,0000	26	29	Sabit

Tablo 70’te görüldüğü gibi, girdi odaklı CCR modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, incelemeye alınan 37 işletmeden etkinlik skoru 1 olan 29 işletmenin etkin, etkinlik skoru 1’den küçük olan 8 işletmenin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli olarak toplam etkin olan işletmeler; AFYON, AKSA, ANACM, ARCLK, BRSAN CEMTS, DEVA, EGEEN, EREGL, FROTO, GENTS, GEREL, GOLTS, GOODY, GUBRF, HEKTS, KARTN, KORDS, KRDM, OTKAR, PETKM, SASA, SODA, TMSN, TOASO, TRKCM, TTRAK, ULKER ve YATAS dır. Bu işletmeler, tanım gereği aynı zamanda ölçek etkin olan işletmelerdir. CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9627 etkinlik değeri ile 30’uncu sıradaki TATGD işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,5797 etkinlik değeri ile 37’nci sıradaki DGKLB işletmesi olmuştur.

2016 yılı finansal oran verileri ile girdi odaklı BCC modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 33 işletmenin etkin, 4 tanesinin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli teknik etkin olmayan işletmeler; AEFES, COLA, TUPRS ve VESTL dir. Bu işletmeler kaynaklarını israf ederek teknik etkinlik seviyesine ulaşamamışlardır. BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9748 etkinlik değeri ile 34’üncü sıradaki AEFES



işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,8545 etkinlik değeri ile 37'nci sıradaki COLLA işletmesi olmuştur.

BIST100'de bulunan imalat işletmelerinin 2016 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modelleriyle süper etkinlik analizi yapılmış ve elde edilen skorlar (en etkenden etkin olmayana doğru) Tablo 71'de verilmiştir.

**Tablo 71:** 2016 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

CCR-I Modeli			BCC-I Modeli		
İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	Süper Toplam Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması	İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	Süper Teknik Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması
AFYON	7,7321	1	AFYON	7,8997	1
TMSN	3,9260	2	TMSN	4,1776	2
EGEEN	2,3052	3	ANACM	2,3363	3
HEKTS	1,8517	4	HEKTS	1,8849	4
AKSA	1,6227	5	AKSA	1,7764	5
ANACM	1,3802	6	KARTN	1,4126	6
OTKAR	1,3413	7	EREGL	1,3844	7
GOLTS	1,3161	8	GOLTS	1,3810	8
EREGL	1,3161	9	OTKAR	1,3517	9
KARTN	1,2832	10	PETKM	1,3371	10
SODA	1,2829	11	SODA	1,2943	11
TTRAK	1,2569	12	FROTO	1,2896	12
BRSAN	1,2284	13	DGKLB	1,2592	13
PETKM	1,1764	14	BRSAN	1,2386	14
KORDS	1,1597	15	KORDS	1,2187	15
FROTO	1,1318	16	GUBRF	1,1873	16
GEREL	1,1050	17	GEREL	1,1772	17
SASA	1,0969	18	KRDMD	1,1494	18
GUBRF	1,0928	19	CEMAS	1,1407	19
GOODY	1,0801	20	ULKER	1,1281	20
CEMTS	1,0766	21	GENTS	1,1153	21
GENTS	1,0729	22	KARSN	1,1076	22
ARCLK	1,0725	23	TOASO	1,1050	23
ULKER	1,0577	24	SASA	1,0976	24
DEVA	1,0480	25	GOODY	1,0926	25
YATAS	1,0473	26	ARCLK	1,0885	26
KRDMD	1,0437	27	CEMTS	1,0781	27
TOASO	1,0165	28	DEVA	1,0723	28
TRKCM	1,0035	29	YATAS	1,0511	29

**Tablo 71 (Devam):** 2016 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

TATGD	0,9627	30	TRKCM	1,0162	30
TUPRS	0,9503	31	TATGD	1,0056	31
CEMAS	0,9485	32	EGEEN	1,0000	32
VESTL	0,9475	33	TTRAK	1,0000	32
AEFES	0,9051	34	AEFES	0,9748	34
KARSN	0,8897	35	VESTL	0,9679	35
CCOLA	0,7718	36	TUPRS	0,9509	36
DGKLB	0,5797	37	CCOLA	0,8545	37

Tablo 71’de, CCR-I ve BCC-I modellerine göre süper etkinlik skorları incelendiğinde, girdi odaklı CCR süper etkinlik modeliyle değerlendirilen 37 işletme içerisinde en etkin ilk beş işletme sırasıyla; AFYON, TMSN, EGEEN, HEKTS ve AKSA olurken, KARSN, CCOLA ve DGKLB işletmeleri de son üçte yer almışlardır. Benzer şekilde süper BCC-I etkinlik modeline göre ise; AFYON, TMSN, ANACM, HEKTS ve AKSA işletmeleri ilk beşte yer alırken, VESTL, TUPRS ve CCOLA işletmeleri de son üçte yer almışlardır. AFYON ve TMSN işletmeleri her iki modelde de en etkin ilk iki işletme olmuşlardır.

Ayrıca, süper BCC-I modeli ile yapılan analiz sonucunda EGEEN ve TTRAK işletmeleri için süper etkinlik skorlarının “1” olduğu ve kullanılan programda bu işletmeler için karşılaştırma imkânı olmadığından sıralamada her ikisine de 32 sıra numarası verildiği görülmektedir.

Tablo 70’te, CCR-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarının, BCC-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarına bölünmesiyle ölçek etkinlik skorları elde edilmiştir. Analiz kapsamında 37 işletmeden 29 işletmenin görece olarak ölçeğe göre etkin olduğu, 8 tanesinin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre işletmelerin 7 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 30 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Ölçeğe göre getiri özelliği sabit olan işletmeler; AFYON, AKSA, ARCLK, ANACM, BRSAN, CEMTS, DEVA, EGEEN, EREGL, FROTO, GENTS, GEREL, GOLTS, GOODY, GUBRF, HEKTS, KARTN, KORDS, KRDM, OTKAR, PETKM, SASA, SODA, TMSN, TOASO, TRKCM, TTRAK, TUPRS, ULKER ve YATAS olup, TUPRS işletmesi hariç aynı zamanda ölçek etkin olan işletmelerdir. Yani, ölçek etkin olan işletmeler

faaliyetlerini en etkin ölçekte yerine getirmektedirler. Bu işletmelerin girdi miktarlarındaki artış oranı ile çıktı miktarlarındaki artış oranı aynıdır. Yani, girdilerindeki bir birimlik artışa mukabil çıktılarında da bir birimlik artış olmaktadır. AEFES, CCOLA, CEMAS, DGKLB, KARSN, TATGD ve VESTL işletmeleri, ölçüğe göre artan getiriye sahip işletmeler olup, girdi miktarlarını belli oranda artırdıklarında daha fazla çıktı üretebilmeleri mümkün iken, dış etkenlerden dolayı kapasitelerinin altında çıktı üretmişlerdir. O halde bu işletmeler, büyüme potansiyellerini en iyi şekilde kullanarak etkin olabilirler.

Tablo 70’den, CEMAS, DGKLB, KARSN ve TATGD işletmeleri görece olarak teknik etkin oldukları halde görece toplam etkinsiz olmalarının nedeni ise tamamen görece ölçük etkinsiz olmalarından kaynaklanmaktadır. AEFES, CCOLA, TUPRS ve VESTL işletmeleri hem teknik hem de ölçük etkin olmayan işletmelerdir. Bu işletmelerden CCOLA işletmesinin toplam etkinsizliğinin büyük bir payı teknik etkinsizlikten kaynaklanırken, diğerlerinin ise ölçük etkinsizlikten kaynaklanmaktadır.

BIST100’de bulunan imalat işletmelerinin 2016 yılına ait etkinlik analiz sonuçlarının özeti Tablo 72’de verilmiştir.

**Tablo 72: İşletmelerin 2016 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti**

	Toplam Etkinlik (CCR-I)	Teknik Etkinlik (BCC-I)	Ölçek Etkinlik (CCR-I/BCC-I)
Toplam İşletme Sayısı	37	37	37
Etkin İşletme Sayısı	29 (%78)	33 (%89)	29 (%78)
Etkin Olmayan İşletme Sayısı	8 (%22)	4 (%11)	8 (%22)
Etkinlik Ortalaması	0,9718	0,9932	0,9781
Standart Sapma	0,0799	0,0256	0,0727
Maksimum	1,0000	1,0000	1,0000
Minimum	0,5797	0,8545	0,5797

Tablo 72’te görüldüğü gibi, 37 işletmenin toplam, teknik ve ölçük etkinlikleri ölçülmüş ve ortalama etkinlik skorları sırasıyla; 0,9718, 0,9932 ve 0,9781 olarak bulunmuştur. İşletmelerin %78’i toplam ve ölçük etkin iken, %89’u ise teknik etkindir. CCR-I modeline göre etkin olmayan işletme sayısı 8 iken, BCC-I modeline göre ise bu sayı 4’tür. İşletmelerin 2016 yılı etkinlik ölçümlerine ait standart sapma ve minimum etkinlik değerlerine bakıldığında, toplam etkinliğin standart sapması 0,0799 ve minimum değeri 0,5797, teknik etkinliğin standart sapması 0,0256 ve minimum

değeri 0,8545, ölçek etkinliğin standart sapması 0,0727 ve minimum değeri 0,5797 olarak bulunmuştur. Bu da işletmelerin teknik etkinlik dağılımının toplam ve ölçek etkinlik dağılımlarına göre birbirine daha yakın olduğunu göstermektedir.

2016 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modellerinin çözümü sonucunda, etkin olmayan işletmelerin etkin duruma gelebilmeleri için işletmelerin yöneticilerine önerilebilecek hedeflerin tespiti amacıyla belirlenen referans işletmeler, yoğunluk oranları ( $\lambda$ ) ve referans olma sayıları sırasıyla Tablo 73 ve Tablo 74'te verilmiştir.

**Tablo 73:** 2016 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler	Referans Olma Sayısı
AFYON	1	AFYON (1,000)	6
AKSA	1	AKSA (1,000)	0
ANACM	1	ANACM (1,000)	4
ARCLK	1	ARCLK (1,000)	0
BRSAN	1	BRSAN (1,000)	2
CEMTS	1	CEMTS (1,000)	1
DEVA	1	DEVA (1,000)	0
EGEEN	1	EGEEN (1,000)	1
EREGL	1	EREGL (1,000)	1
FROTO	1	FROTO (1,000)	1
GENTS	1	GENTS (1,000)	0
GEREL	1	GEREL (1,000)	0
GOLTS	1	GOLTS (1,000)	3
GOODY	1	GOODY (1,000)	0
GUBRF	1	GUBRF (1,000)	0
HEKTS	1	HEKTS (1,000)	1
KARTN	1	KARTN (1,000)	1
KORDS	1	KORDS (1,000)	1
KRDMD	1	KRDMD (1,000)	0
OTKAR	1	OTKAR (1,000)	2
PETKM	1	PETKM (1,000)	2
SASA	1	SASA (1,000)	0
SODA	1	SODA (1,000)	3
TMSN	1	TMSN (1,000)	1
TOASO	1	TOASO (1,000)	0

**Tablo 73 (Devam):** 2016 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

<b>TRKCM</b>	1	TRKCM (1,000)	<b>0</b>
<b>TTRAK</b>	1	TTRAK (1,000)	<b>0</b>
<b>ULKER</b>	1	ULKER (1,000)	<b>0</b>
<b>YATAS</b>	1	YATAS (1,000)	<b>0</b>
TATGD	0,9627	EGEEN (0,137), HEKTS (0,428), TMSN (0,393)	-
TUPRS	0,9503	AFYON (0,181), ANACM (0,071), BRSAN (0,053), FROTO (0,345), OTKAR (0,287), PETKM (0,056)	-
CEMAS	0,9485	AFYON (0,201), ANACM (0,179), EREGL (0,271), SODA (0,168)	-
VESTL	0,9475	AFYON (0,150), GOLTS (0,381), OTKAR (0,444)	-
AEFES	0,9051	AFYON (0,382), KARTN (0,037), SODA (0,494)	-
KARSN	0,8897	AFYON (0,208), GOLTS (0,596)	-
CCOLA	0,7718	ANACM (0,432), CEMTS (0,139), KORDS (0,042), PETKM (0,148), SODA (0,113)	-
DGKLB	0,5797	AFYON (0,007), ANACM (0,047), BRSAN (0,308), GOLTS (0,069)	-

**Tablo 74:** 2016 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler	Referans Olma Sayısı
<b>AFYON</b>	1	AFYON (1,000)	<b>3</b>
<b>AKSA</b>	1	AKSA (1,000)	<b>2</b>
<b>ANACM</b>	1	ANACM (1,000)	<b>2</b>
<b>ARCLK</b>	1	ARCLK (1,000)	<b>0</b>
<b>BRSAN</b>	1	BRSAN (1,000)	<b>1</b>
<b>CEMAS</b>	1	CEMAS (1,000)	<b>2</b>
<b>CEMTS</b>	1	CEMTS (1,000)	<b>0</b>
<b>DEVA</b>	1	DEVA (1,000)	<b>0</b>
<b>DGKLB</b>	1	DGKLB (1,000)	<b>0</b>
<b>EGEEN</b>	1	EGEEN (1,000)	<b>0</b>
<b>EREGL</b>	1	EREGL (1,000)	<b>2</b>
<b>FROTO</b>	1	FROTO (1,000)	<b>1</b>
<b>GENTS</b>	1	GENTS (1,000)	<b>0</b>
<b>GEREL</b>	1	GEREL (1,000)	<b>0</b>
<b>GOLTS</b>	1	GOLTS (1,000)	<b>1</b>
<b>GOODY</b>	1	GOODY (1,000)	<b>0</b>
<b>GUBRF</b>	1	GUBRF (1,000)	<b>0</b>
<b>HEKTS</b>	1	HEKTS (1,000)	<b>0</b>
<b>KARSN</b>	1	KARSN (1,000)	<b>1</b>

**Tablo 74 (Devam):** 2016 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

<b>KARTN</b>	1	KARTN (1,000)	<b>0</b>
<b>KORDS</b>	1	KORDS (1,000)	<b>0</b>
<b>KRDMD</b>	1	KRDMD (1,000)	<b>0</b>
<b>OTKAR</b>	1	OTKAR (1,000)	<b>2</b>
<b>PETKM</b>	1	PETKM (1,000)	<b>0</b>
<b>SASA</b>	1	SASA (1,000)	<b>0</b>
<b>SODA</b>	1	SODA (1,000)	<b>1</b>
<b>TATGD</b>	1	TATGD (1,000)	<b>0</b>
<b>TMSN</b>	1	TMSN (1,000)	<b>1</b>
<b>TOASO</b>	1	TOASO (1,000)	<b>0</b>
<b>TRKCM</b>	1	TRKCM (1,000)	<b>0</b>
<b>TTRAK</b>	1	TTRAK (1,000)	<b>0</b>
<b>ULKER</b>	1	ULKER (1,000)	<b>0</b>
<b>YATAS</b>	1	YATAS (1,000)	<b>0</b>
AEFES	0,9748	AFYON (0,195), CEMAS (0,345), EREGL (0,167), SODA (0,293)	-
VESTL	0,9679	AFYON (0,129), AKSA (0,074), GOLTS (0,266), KARSN (0,098), OTKAR (0,433)	-
TUPRS	0,9509	AFYON (0,153), ANACM (0,082), BRSAN (0,135), FROTO (0,343), OTKAR (0,287)	-
COLLA	0,8545	AKSA (0,224), ANACM (0,149), CEMAS (0,330), EREGL (0,159), TMSN (0,139)	-

Tablo 73 ve Tablo 74’te görüldüğü üzere, etkin olmayan işletmelerin referans kümesinde bulunan etkin işletmeler incelendiğinde, CCR-I modeline göre en çok referans alan işletmeler sırasıyla; AFYON (6), ANACM (4), GOLTS (3), SODA (3), BRSAN (2), OTKAR (2), PETKM (2), CEMTS (1), EGEEN (1), EREGL (1), FROTO (1), HEKTS (1), KARTN (1), KORDS (1) ve TMSN (1) olmuştur. Bununla birlikte; AKSA, ARCLK, DEVA, GENTS, GEREL, GOODY, GUBRF, KRDMD, SASA, TOASO, TRKCM, TTRAK, ULKER ve YATAS işletmeleri toplam etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır. BCC-I modeline göre ise en çok referans alan işletmeler sırasıyla; AFYON (3), AKSA (2), ANACM (2), CEMAS (2), EREGL (2), OTKAR (2), BRSAN (1), FROTO (1), GOLTS (1), KARSN (1), SODA (1) ve TMSN (1) olmuştur. Bunun yanı sıra, ARCLK, CEMTS, DEVA, DGKLB, EGEEN, GENTS GEREL, GOODY, GUBRF, HEKTS, KARTN, KORDS, KRDMD, PETKM, SASA, TATGD, TOASO, TRKCM, TTRAK, ULKER ve YATAS işletmeleri teknik etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır.

2016 yılı girdi odaklı CCR modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 75'te verilmiştir.

**Tablo 75:** 2016 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	G	2,237	0,407	7,896	10,107	0,422	0,877	1,128	0,226	0,140	1,536	0,098
	H	2,024	0,368	4,950	7,698	0,382	0,433	0,916	0,414	0,156	1,536	0,184
	PI (%)	-9,49	-9,49	-37,31	-23,84	-9,49	-50,64	-18,78	83,07	11,11	0,00	86,52
CCOLA	G	2,092	0,674	11,666	13,524	0,522	0,920	0,886	0,233	0,141	1,545	0,102
	H	1,614	0,520	4,361	5,221	0,403	0,370	0,684	0,389	0,141	1,545	0,186
	PI (%)	-22,82	-22,82	-62,62	-61,39	-22,82	-59,75	-22,82	66,82	0,00	0,00	82,57
CEMAS	G	1,722	0,344	4,647	6,743	0,449	0,416	0,843	0,014	0,036	1,384	0,026
	H	1,633	0,326	4,408	4,704	0,371	0,395	0,746	0,353	0,138	1,384	0,151
	PI (%)	-5,15	-5,15	-5,15	-30,24	-17,39	-5,15	-11,51	2379	282,78	0,00	487,67
DGKLB	G	0,749	0,871	4,875	2,777	0,943	3,710	1,682	0,130	0,066	0,010	0,013
	H	0,434	0,222	2,826	1,610	0,240	0,219	0,436	0,130	0,066	0,697	0,058
	PI (%)	-42,03	-74,52	-42,03	-42,03	-74,58	-94,10	-74,10	0,00	0,00	6928,4	354,83
KARSN	G	0,801	0,480	3,062	6,875	0,800	1,927	1,098	0,105	0,014	1,260	0,040
	H	0,713	0,293	2,724	4,318	0,487	0,529	0,910	0,228	0,127	1,260	0,088
	PI (%)	-11,03	-38,93	-11,03	-37,19	-39,10	-72,54	-17,13	117,43	802,67	0,00	121,67
TATGD	G	3,261	1,419	4,259	4,839	0,333	0,167	0,356	0,296	0,122	1,680	0,194
	H	3,140	0,924	3,692	3,876	0,321	0,134	0,342	0,376	0,236	1,680	0,234
	PI (%)	-3,73	-34,86	-13,32	-19,90	-3,73	-19,69	-3,73	26,90	94,33	0,00	20,75
TUPRS	G	1,080	1,116	10,960	9,659	0,738	1,285	0,950	0,282	0,118	1,764	0,158
	H	1,026	1,061	6,351	9,179	0,702	1,035	0,903	0,318	0,118	1,764	0,165
	PI (%)	-4,97	-4,97	-42,05	-4,97	-4,97	-19,40	-4,97	12,87	0,00	0,00	4,43
VESTL	G	1,120	0,989	3,918	5,248	0,809	1,368	0,861	0,249	0,088	1,644	0,119
	H	1,061	0,596	3,712	4,352	0,707	1,223	0,816	0,273	0,149	1,644	0,121
	PI (%)	-5,26	-39,74	-5,26	-17,08	-12,65	-10,64	-5,26	9,56	68,93	0,00	1,21

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

AEFES, CCOLA, CEMAS, DGKLB, KARSN, TATGD, TUPRS ve VESTL işletmeleri sahip oldukları girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretmediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Diğer bir ifadeyle, söz konusu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıkları için etkinlik sınırına ulaşamamışlardır. Bu

işletmelerin toplam etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarına yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 75'teki gibidir. Tabloda yer alan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan TATGD (0,9627) ve DGKLB (0,5797) işletmelerinin toplam etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

TATGD işletmesinin toplam etkisizliği; girdi değişkenlerin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Bu durumda; TATGD işletmesinin referans kümesinde bulunan EGEEN ( $\lambda = 0,137$ ), HEKTS ( $\lambda = 0,428$ ) ve TMSN ( $\lambda = 0,393$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, finansal kaldıraç oranı ve duran varlıklar/ devamlı sermaye oranının %3,73 oranında, aktif devir hızının %34,86 oranında, alacak devir hızının %13,32 oranında, stok devir hızının %19,90 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %19,69 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden net kâr marjın %26,90 oranında, faaliyet kâr marjın %94,33 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %20,75 oranında artırılması gerekmektedir.

Diğer taraftan en düşük etkinliğe sahip olan DGKLB işletmesinin toplam etkisizliği ise; girdi değişkenlerin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden özsermaye kârlılık oranı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre, DGKLB işletmesinin referans kümesinde bulunan AFYON ( $\lambda = 0,007$ ), ANACM ( $\lambda = 0,047$ ), BRSAN ( $\lambda = 0,308$ ) ve GOLTS ( $\lambda = 0,069$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, alacak devir hızı ve stok devir hızının %42,03 oranında, aktif devir hızının %74,52 oranında, finansal kaldıraç oranının %74,58 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %94,10 oranında, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %74,10 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden özsermaye kârlılık oranının %6928,40 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %354,83 oranında artırılması gerekmektedir.



2016 yılı girdi odaklı BCC modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 76’da verilmiştir.

**Tablo 76:** 2016 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	G	2,237	0,407	7,896	10,107	0,422	0,877	1,128	0,226	0,140	1,536	0,098
	H	2,180	0,396	5,157	7,017	0,411	0,410	0,879	0,294	0,140	1,579	0,140
	PI (%)	-2,52	-2,52	-34,69	-30,57	-2,52	-53,32	-22,13	30,10	0,00	2,84	41,90
CCOLA	G	2,092	0,674	11,666	13,524	0,522	0,920	0,886	0,233	0,141	1,545	0,102
	H	1,787	0,576	4,394	6,080	0,446	0,322	0,757	0,245	0,141	1,584	0,125
	PI (%)	-14,55	-14,55	-62,34	-55,05	-14,55	-65,01	-14,55	5,02	0,00	2,52	22,48
TUPRS	G	1,080	1,116	10,960	9,659	0,738	1,285	0,950	0,282	0,118	1,764	0,158
	H	1,026	1,062	6,466	8,834	0,702	1,024	0,903	0,313	0,118	1,764	0,162
	PI (%)	-4,91	-4,91	-41,01	-8,54	-4,91	-20,27	-4,91	10,99	0,110	0,00	2,36
VESTL	G	1,120	0,989	3,918	5,248	0,809	1,368	0,861	0,249	0,088	1,644	0,119
	H	1,084	0,633	3,792	4,955	0,735	1,324	0,833	0,266	0,143	1,657	0,119
	PI (%)	-3,21	-35,95	-3,21	-5,58	-9,26	-3,21	-3,21	6,64	62,15	0,79	0,00

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

AEFES, CCOLA, TUPRS ve VESTL işletmeleri mevcut girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretmediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Yani, bu işletmeler kaynaklarını (girdi bileşimini) etkin bir şekilde kullanamadıkları için mümkün olan maksimum çıktıyı üretebilme başarısını gösterememişlerdir. Bu işletmelerin teknik etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 76’daki gibidir. Tabloda bulunan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan AEFES (0,9748) ve CCOLA (0,8545) işletmelerinin teknik etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

AEFES işletmesinin teknik etkisizliği, girdi değişkenlerin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre AEFES işletmesinin referans kümesinde

bulunan AFYON (0,195), CEMAS (0,345), EREGL (0,167), SODA (0,293) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, aktif devir hızı ve finansal kaldıraç oranının %2,52 oranında, aktif devir hızının %15,35 oranında, alacak devir hızının %34,69 oranında, stok devir hızının %30,57 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %53,32 oranında, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %22,13 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %30,10 oranında, özsermaye kârlılık oranının %2,84 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %41,90 oranında artırılması gerekmektedir.

Diğer taraftan BCC-I modeline göre en düşük etkinliğe sahip olan CCOLA işletmesinin teknik etkinsizliği ise; girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, özsermaye kârlılık oranı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre CCOLA işletmesinin referans kümesinde bulunan AKSA (0,224), ANACM (0,149), CEMAS (0,330), EREGL (0,159), TMSN (0,139) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, aktif devir hızı, finansal kaldıraç oranı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %14,55 oranında, alacak devir hızının %62,34 oranında, stok devir hızının %55,05 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %65,01 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden net kâr marjın %5,02 oranında, özsermaye kârlılık oranının %2,52 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %22,48 oranında artırılması gerekmektedir.

#### **4. 7. 8. 2017 Yılı Verilerine Ait Analiz ve Bulgular**

İşletmelerin 2017 yılına ait finansal tablolarından elde edilen girdi ve çıktı (revize) verileri Tablo 77'de verilmiştir. Bu verilerle yapılan etkinlik analizinde; değişkenlere ait korelasyon katsayıları Tablo 78'de, tanımlayıcı istatistikler Tablo 79'da, işletmelere ait etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçeğe göre getiri türleri de Tablo 80'de sunulmuştur.

Tablo 77'deki veriler, BIST100'de işlem gören imalat işletmelerinin 2017 yılına ait girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler olup, eksiksiz olarak elde edilmiştir. VZA ile yapılan analizlerde verilerin pozitif olma özelliğinden dolayı; negatif değere sahip

veriler revize edilerek pozitif hale getirilmiştir. Bu işlem sadece çıktı değişkenleri için yapılmış olup, girdi değişkenleri için herhangi bir işlem yapılmamıştır.

**Tablo 77: 2017 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler**

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	1,581	0,436	8,458	10,979	0,467	0,807	1,137	0,294	0,127	0,521	0,150
AFYON	0,558	0,213	2,241	15,351	0,710	0,976	1,329	0,591	0,201	0,726	0,208
AKSA	1,228	0,825	3,792	6,603	0,590	0,337	0,813	0,377	0,202	0,704	0,228
ANACM	1,191	0,576	4,323	7,394	0,548	0,535	0,916	0,346	0,133	0,587	0,184
ARCLK	1,620	1,020	3,198	5,513	0,662	0,744	0,569	0,311	0,112	0,613	0,181
BRSAN	1,098	0,682	7,753	4,367	0,560	0,446	0,944	0,356	0,139	0,623	0,198
COLLA	1,382	0,636	12,621	15,113	0,594	0,808	0,898	0,303	0,133	0,549	0,161
CEMAS	1,063	0,496	3,220	6,210	0,671	0,858	1,060	0,008	0,008	0,012	0,010
CEMTS	2,170	1,019	4,537	3,740	0,355	0,066	0,468	0,469	0,186	0,805	0,343
DEVA	1,484	0,637	2,740	3,711	0,518	0,384	0,758	0,386	0,212	0,643	0,214
DGKLB	0,857	0,910	5,431	3,197	0,865	1,547	1,272	0,295	0,185	0,661	0,163
EGEEN	6,114	0,800	5,149	6,928	0,200	0,088	0,238	0,652	0,390	0,872	0,445
EREGL	2,687	0,657	7,220	3,700	0,322	0,194	0,607	0,479	0,289	0,699	0,277
FROTO	1,128	2,110	7,549	21,988	0,692	0,613	0,870	0,329	0,097	0,893	0,264
GENTS	2,414	0,912	3,209	3,193	0,336	0,111	0,535	0,382	0,159	0,666	0,242
GEREL	2,303	0,909	2,764	4,909	0,465	0,346	0,494	0,347	0,144	0,618	0,210
GOLTS	1,289	0,490	2,519	5,077	0,603	0,696	0,880	0,292	0,157	0,519	0,151
GOODY	1,596	1,682	4,227	7,850	0,497	0,068	0,487	0,326	0,114	0,676	0,234
GUBRF	0,913	0,943	8,420	3,587	0,673	0,320	1,334	0,277	0,054	0,517	0,147
HEKTS	1,545	0,781	2,245	2,008	0,557	0,096	0,421	0,465	0,302	0,835	0,293
KARSN	1,511	0,522	2,290	8,676	0,806	2,943	0,844	0,272	0,207	0,496	0,141
KARTN	3,169	1,277	8,467	6,552	0,167	0,028	0,636	0,350	0,145	0,613	0,242
KORDS	1,288	0,867	5,140	4,246	0,425	0,227	1,066	0,355	0,142	0,656	0,214
KRDMD	0,975	0,573	5,150	5,257	0,647	0,662	1,018	0,333	0,156	0,593	0,176
OTKAR	1,522	0,888	4,009	4,322	0,859	2,305	0,403	0,326	0,156	0,841	0,190
PETKM	1,793	0,945	8,014	8,241	0,505	0,419	0,665	0,459	0,255	0,856	0,318
SASA	1,910	0,696	4,339	6,213	0,522	0,575	0,703	0,393	0,218	0,669	0,226
SODA	4,302	0,632	5,106	10,229	0,177	0,097	0,643	0,540	0,237	0,698	0,311
TATGD	2,080	1,366	3,816	4,636	0,373	0,045	0,432	0,327	0,096	0,614	0,218
TMSN	2,164	1,000	4,190	5,593	0,270	0,043	0,635	0,247	0,013	0,459	0,117
TOASO	1,129	1,259	9,898	16,548	0,742	0,962	0,875	0,343	0,091	0,848	0,232
TRKCM	2,035	0,540	6,143	6,352	0,457	0,533	0,799	0,419	0,191	0,651	0,220
TTRAK	1,793	1,511	5,186	7,443	0,728	1,211	0,473	0,346	0,143	0,913	0,255
TUPRS	1,152	1,414	10,732	10,196	0,725	0,965	0,873	0,341	0,120	0,860	0,241
ULKER	2,399	0,578	6,228	8,520	0,676	1,496	0,583	0,360	0,154	0,668	0,192
VESTL	0,878	0,874	3,304	4,110	0,835	0,609	1,371	0,276	0,066	0,522	0,145
YATAS	1,261	1,472	12,050	6,352	0,565	0,373	0,824	0,357	0,158	0,785	0,268

İşletmelerin 2017 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin elde edilen korelasyon katsayı değerleri Tablo 78’de verilmiştir.

**Tablo 78:** 2017 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları

	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
GR1	1	-0,02	-0,04	-0,10	-0,73	-0,31	-0,64	0,55	0,55	0,21	0,63
GR2	-0,02	1	0,32	0,25	0,02	-0,19	-0,29	-0,11	-0,27	0,46	0,30
GR3	-0,04	0,32	1	0,41	-0,01	-0,07	0,17	-0,02	-0,12	0,23	0,14
GR4	-0,10	0,25	0,41	1	0,19	0,19	0,19	0,07	-0,14	0,22	0,06
GR5	-0,73	0,02	-0,01	0,19	1	0,73	0,48	-0,42	-0,31	-0,01	-0,47
GR6	-0,31	-0,19	-0,07	0,19	0,73	1	0,19	-0,29	-0,07	-0,04	-0,38
GR7	-0,64	-0,29	0,17	0,19	0,48	0,19	1	-0,35	-0,40	-0,41	-0,57
ÇK1	0,55	-0,11	-0,02	0,07	-0,42	-0,29	-0,35	1	0,81	0,69	0,85
ÇK2	0,55	-0,27	-0,12	-0,14	-0,31	-0,07	-0,40	0,81	1	0,52	0,74
ÇK3	0,21	0,46	0,23	0,22	-0,01	-0,04	-0,41	0,69	0,52	1	0,81
ÇK4	0,63	0,30	0,14	0,06	-0,47	-0,38	-0,57	0,85	0,74	0,81	1

Tablo 4.80'deki korelasyon katsayı değerleri incelendiğinde, genel olarak girdi değişkenleri arasındaki korelasyonun zayıf olduğu (“Cari Oran” ile “Finansal Kaldıraç Oranı” ve “Duran Varlıklar/Devamlı Sermaye Oranı” arasındaki ilişki hariç), çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun kuvvetli olduğu, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonun ise zayıf olduğu (“Özsermaye Kârlılık Oranı” ile “Cari Oran”, “Finansal Kaldıraç Oranı” ve “Duran Varlıklar/Devamlı Sermaye Oranı” arasındaki ilişki hariç) görülmektedir.

Analiz kapsamında BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2017 yılı girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 79’da verilmiştir.

**Tablo 79:** 2017 Yılı Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler		N	Max	Min	Ortalama	Std. Sapma	Değişim Katsayısı
GİRDİLER	Cari Oran	37	6,114	0,558	1,773	1,015	0,573
	Aktif Devir Hızı	37	2,110	0,213	0,896	0,388	0,433
	Alacak Devir Hızı	37	12,621	2,241	5,559	2,738	0,493
	Stok Devir Hızı	37	21,988	2,008	7,160	4,178	0,584
	Finansal Kaldıraç Oranı	37	0,865	0,167	0,550	0,184	0,335
	UVB/Özsermaye	37	2,943	0,028	0,636	0,620	0,975
	Duran varlıklar/Devamlı Sermaye	37	1,371	0,238	0,780	0,282	0,361
ÇIKTILAR	Net Kâr Marjı	37	0,652	0,008	0,360	0,105	0,291
	Faaliyet Kâr Marjı	37	0,390	0,008	0,159	0,075	0,469
	Özsermaye Kârlılığı	37	0,913	0,012	0,662	0,163	0,247
	Aktif Kârlılık	37	0,445	0,010	0,217	0,073	0,335

Tablo 79’da görüldüğü gibi, analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerin maksimum değerleri ile minimum değerleri arasındaki farkın büyük olduğu, değişim katsayısının 0,247 ile 0,975 arasında değerler aldığı, en yüksek değişim katsayısına sahip olan uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının ortalama değeri ile standart sapma değerinin birbirine yakın olduğu, en düşük etkinliğe sahip olan özsermaye kârlılığı oranının ortalama değerinin standart sapma değerinden çok yüksek olduğu görülmektedir.

Borsa İstanbul BIST100’de işlem gören imalat işletmelerinin 2017 yılına ait verileri kullanılarak VZA yöntemine göre hesaplanan etkinlik skorları, sıralamaları ve ölçek özelliği sonuçları Tablo 80’de verilmiştir.

**Tablo 80:** İşletmelerin 2017 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği

İşletmelerin Borsa Kodu (KVB)	CCR-I Etkinlik Skorları	BCC-I Etkinlik Skorları	Ölçek Etkinlik Skorları	CCR-I Etkinlik Sıralaması	BCC-I Etkinlik Sıralaması	Ölçek Getiri Özelliği
AEFES	0,7787	1,0000	0,7787	33	21	Artan
AFYON	1,0000	1,0000	1,0000	1	1	Sabit
AKSA	0,8986	0,9936	0,9044	22	33	Artan
ANACM	0,7918	1,0000	0,7918	31	27	Artan
ARCLK	0,6579	0,8937	0,7362	36	37	Sabit
BRSAN	0,8951	1,0000	0,8951	23	24	Artan
CCOLA	0,6687	0,9295	0,7194	35	36	Artan
CEMAS	0,0436	1,0000	0,0436	37	26	Artan
CEMTS	1,0000	1,0000	1,0000	5	5	Sabit
DEVA	0,8639	1,0000	0,8639	27	23	Artan
DGKLB	1,0000	1,0000	1,0000	6	7	Sabit
EGEEN	1,0000	1,0000	1,0000	2	29	Sabit
EREGL	1,0000	1,0000	1,0000	7	13	Sabit
FROTO	1,0000	1,0000	1,0000	9	4	Sabit
GENTS	0,9487	1,0000	0,9487	19	14	Artan
GEREL	0,7646	0,9754	0,7839	34	34	Artan
GOLTS	0,7950	1,0000	0,7950	30	17	Artan
GOODY	0,9718	1,0000	0,9718	17	18	Artan
GUBRF	0,9006	1,0000	0,9006	21	10	Artan
HEKTS	1,0000	1,0000	1,0000	3	2	Sabit
KARSN	0,8042	0,9938	0,8092	29	32	Sabit
KARTN	1,0000	1,0000	1,0000	4	3	Sabit

**Tablo 80 (Devam): İşletmelerin 2017 Yılı Etkinlik Skorları, Sıralamaları ve Ölçek Özelliği**

KORDS	0,9853	1,0000	0,9853	16	16	Artan
KRDMD	0,8841	1,0000	0,8841	25	20	Artan
OTKAR	1,0000	1,0000	1,0000	11	22	Sabit
PETKM	1,0000	1,0000	1,0000	14	6	Sabit
SASA	0,8199	0,9353	0,8766	28	35	Artan
SODA	1,0000	1,0000	1,0000	8	8	Sabit
TATGD	1,0000	1,0000	1,0000	10	9	Sabit
TMSN	0,7887	1,0000	0,7887	32	12	Artan
TOASO	0,9927	1,0000	0,9927	15	28	Azalan
TRKCM	0,9124	0,9971	0,9151	20	31	Artan
TTRAK	0,9572	1,0000	0,9572	18	29	Azalan
TUPRS	1,0000	1,0000	1,0000	12	15	Sabit
ULKER	0,8847	1,0000	0,8847	24	19	Artan
VESTL	0,8745	1,0000	0,8745	26	11	Artan
YATAS	1,0000	1,0000	1,0000	13	25	Sabit

Tablo 80’de görüldüğü gibi, girdi odaklı CCR modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, incelemeye alınan 37 işletmeden etkinlik skoru 1 olan 14 işletmenin etkin, etkinlik skoru 1’den küçük olan 23 işletmenin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli olarak toplam etkin olan işletmeler; AFYON, CEMTS, DGKLB, EGEEN, EREGL, FROTO, HEKTS, KARTN, OTKAR, PETKM, SODA, TATGD, TUPRS ve YATAS dır. Bu işletmeler, aynı zamanda ölçek etkin olan işletmelerdir. CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9927 etkinlik değeri ile 15’inci sıradaki TOASO işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,0436 etkinlik değeri ile 37’nci sıradaki CEMAS işletmesi olmuştur.

2017 yılı finansal oran verileri ile girdi odaklı BCC modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 30 işletmenin etkin, 7 tanesinin ise etkin olmadığı saptanmıştır. Göreli teknik etkin olmayan işletmeler; AKSA, ARCLK, COLA, GEREL, KARSN, SASA ve TRKCM dır. Bu işletmeler kaynaklarını israf ederek teknik etkinlik seviyesine ulaşamamışlardır. BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasında etkinlik skoru en yüksek olan işletme, 0,9971 etkinlik değeri ile 31’inci sıradaki TRKCM işletmesi iken, en düşük olan işletme ise, 0,8937 etkinlik değeri ile 37’nci sıradaki ARCLK işletmesi olmuştur.

BIST100’de bulunan imalat işletmelerinin 2017 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modelleriyle süper etkinlik analizi yapılmış ve elde edilen skorlar (en etkinden etkin olmayana doğru) Tablo 81’de verilmiştir.

**Tablo 81:** 2017 yılı CCR-I ve BCC-I Modellerine Göre Süper Etkinlik Skorları

CCR-I Modeli			BCC-I Modeli		
İşletmelerin Borsa	Süper Toplam Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması	İşletmelerin Borsa Kodu	Süper Teknik Etkinlik Skorları	Etkinlik Sıralaması
AFYON	4,1572	1	AFYON	8,2960	1
EGEEN	3,0312	2	HEKTS	2,7554	2
HEKTS	2,4606	3	KARTN	1,9383	3
KARTN	1,8033	4	FROTO	1,5254	4
CEMTS	1,3382	5	CEMTS	1,4110	5
DGKLB	1,2630	6	PETKM	1,3259	6
EREGL	1,1106	7	DGKLB	1,3185	7
SODA	1,1048	8	SODA	1,2504	8
FROTO	1,0894	9	TATGD	1,2311	9
TATGD	1,0622	10	GUBRF	1,2192	10
OTKAR	1,0469	11	VESTL	1,2150	11
TUPRS	1,0289	12	TMSN	1,1980	12
YATAS	1,0197	13	EREGL	1,1928	13
PETKM	1,0090	14	GENTS	1,1680	14
TOASO	0,9927	15	TUPRS	1,1526	15
KORDS	0,9853	16	KORDS	1,1503	16
GOODY	0,9718	17	GOLTS	1,1274	17
TTRAK	0,9572	18	GOODY	1,1044	18
GENTS	0,9487	19	ULKER	1,0791	19
TRKCM	0,9124	20	KRDMD	1,0735	20
GUBRF	0,9006	21	AEFES	1,0679	21
AKSA	0,8986	22	OTKAR	1,0496	22
BRSAN	0,8951	23	DEVA	1,0404	23
ULKER	0,8847	24	BRSAN	1,0297	24
KRDMD	0,8841	25	YATAS	1,0238	25
VESTL	0,8745	26	CEMAS	1,0190	26
DEVA	0,8639	27	ANACM	1,0141	27
SASA	0,8199	28	TOASO	1,0086	28
KARSN	0,8042	29	TTRAK	1,0000	29
GOLTS	0,7950	30	EGEEN	1,0000	29
ANACM	0,7918	31	TRKCM	0,9971	31
TMSN	0,7887	32	KARSN	0,9938	32
AEFES	0,7787	33	AKSA	0,9936	33
GEREL	0,7646	34	GEREL	0,9754	34
COLLA	0,6687	35	SASA	0,9353	35
ARCLK	0,6579	36	COLLA	0,9295	36
CEMAS	0,0436	37	ARCLK	0,8937	37

Tablo 81’de, CCR-I ve BCC-I modellerine göre süper etkinlik skorları incelendiğinde, girdi odaklı CCR süper etkinlik modeliyle değerlendirilen 37 işletme içerisinde en etkin ilk beş işletme sırasıyla; AFYON, EGEEN, HEKTS, KARTN ve CEMTS olurken, son sıralardaki işletmeler ise CCOLA, ARCLK ve CEMAS olmuştur. Süper BCC-I etkinlik modeline göre ise en etkin ilk beş işletme sırasıyla; AFYON, HEKTS, KARTN, FROTO ve CEMTS olurken, son sıralardaki işletmeler ise SASA, CCOLA ve ARCLK olmuştur. AFYON işletmesi her iki model de en etkin işletme olurken, CEMTS işletmesi de en etkin beşinci işletme olmuştur.

Ayrıca, süper BCC-I modeli ile yapılan analiz sonucunda TTRAK ve EGEEN işletmeler için süper etkinlik skorlarının “1” olduğu ve kullanılan programda bu işletmeler için karşılaştırma imkânı olmadığından sıralamada her ikisine de 29 sıra numarası verildiği görülmektedir.

Tablo 80’de, CCR-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarının, BCC-I modeli ile hesaplanan etkinlik skorlarına bölünmesiyle ölçek etkinlik skorları elde edilmiştir. Analiz kapsamında 37 işletmeden 14 işletmenin görece olarak ölçeğe göre etkin olduğu, 23 tanesinin ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Ölçek etkin olan işletmeler, faaliyetlerini en verimli ölçekte yerine getirmektedirler. Buna göre işletmelerin 19 tanesi ölçeğe göre artan getiriye, 16 tanesi sabit getiriye ve 2 tanesi de azalan getiriye sahiptir. Ölçeğe göre getiri özelliği sabit olan işletmeler; AFYON, ARCLK, CEMTS, DGKLB, EGEEN, EREGL, FROTO, HEKTS, KARSN, KARTN, OTKAR, PETKM, SODA, TATGD, TUPRS ve YATAS olup, ARCLK ve KARSN işletmeleri hariç aynı zamanda ölçek etkin olan işletmelerdir. Bu işletmelerin girdi miktarlarındaki artış oranı ile çıktı miktarlarındaki artış oranı aynıdır. Yani, girdilerindeki bir birimlik artışa mukabil çıktılarında da bir birimlik artış olmaktadır. Ölçeğe göre artan getiri özelliğine sahip olan işletmeler; AEFES, AKSA, ANACM, BRSAN, CCOLA, CEMAS, DEVA, GENTS, GEREL, GOLTS, GOODY, GUBRF, KORDS, KRDM, SASA, TMSN, TRAKCM, ULKER ve VESTL dir. Bu işletmeler, girdi miktarlarını belli oranda arttırdıklarında daha fazla çıktı üretebilmeleri mümkün iken dış etkilerden dolayı kapasitelerinin altında çıktı üretmişlerdir. O halde bu işletmeler, büyüme potansiyellerini en iyi şekilde kullanarak görece olarak etkin olabilirler. Diğer taraftan,



ölçeğe göre azalan getiri özelliğine sahip TOASO ve TTRAK işletmeleri ise gelişme potansiyellerini dolduran ve dış etkenlerden etkilenme ihtimalleri yüksek olan işletmelerdir. Başka bir ifadeyle, bu işletmeler aynı çıktı seviyesine daha az girdi kullanarak ulaşabilmeleri mümkün iken, kaynaklarını (girdilerini) fazla kullanarak israf etmişlerdir. Bu işletmelerin görel olarak ölçek etkin olabilmeleri için kapasitelerini düşürerek kaynaklarını (girdilerini) daha etkin kullanmaları gerekir (Erpolat, 2011:169).

Tablo 80’den AEFES, ANACM, BRSAN, CEMAS, DEVA, GENTS, GOLTS, GOODY, GUBRF, KORDS, KRDM, TMSN; TOASO, TTRAK, ULKER ve VESTEL işletmeleri görel olarak teknik etkin oldukları halde görel toplam etkinsiz olmalarının nedeni ise tamamen görel ölçek etkinsizliklerinden kaynaklanmaktadır. AKSA, ARCLK, COLA, GEREL, KARSN, SASA ve TRKCM işletmeleri hem teknik hem de ölçek etkinsiz olduklarından görel toplam etkinliğe ulaşamamışlardır. Bu işletmelerin görel toplam etkinsiz olmalarındaki en büyük payın, görel ölçek etkinsiz olmalarından kaynaklanmaktadır.

BIST100’de bulunan imalat işletmelerinin 2017 yılına ait etkinlik analiz sonuçlarının özeti Tablo 82’de verilmiştir.

**Tablo 82:** İşletmelerin 2017 Yılı Etkinlik Analiz Sonuçlarının Özeti

	Toplam Etkinlik (CCR-I)	Teknik Etkinlik (BCC-I)	Ölçek Etkinlik (CCR-I/BCC-I)
Toplam İşletme Sayısı	37	37	37
Etkin İşletme Sayısı	14 (%38)	30 (%81)	14 (%38)
Etkin Olmayan İşletme Sayısı	23 (%62)	7 (%19)	23 (%62)
Etkinlik Ortalaması	0,8887	0,9924	0,8946
Standart Sapma	0,1743	0,0230	0,1694
Maksimum	1,0000	1,0000	1,0000
Minimum	0,0436	0,8937	0,0436

Tablo 82 incelendiğinde, analiz kapsamındaki işletmelerin %38’i toplam ve ölçek etkin iken, %’81’i ise teknik etkindir. CCR-I modeline göre etkin olmayan işletme sayısı 23 iken, BCC-I modeline göre ise bu sayı 7’dir. VZA yöntemi ile yapılan etkinlik ölçümünde ortalama toplam etkinlik skoru 0,8887, ortalama teknik etkinlik skoru 0,9924 ve ortalama ölçek etkinlik skoru ise 0,8946 olarak bulunmuştur. İşletmelerin 2014 yılı etkinlik ölçümlerine ait standart sapma ve minimum etkinlik

değerlerine bakıldığında, toplam etkinliğin standart sapması 0,1743 ve minimum değeri 0,0436, teknik etkinliğin standart sapması 0,0230 ve minimum değeri 0,8937, ölçek etkinliğin standart sapması 0,1694 ve minimum değeri 0,4336 olarak bulunmuştur. Bu da işletmelerin teknik etkinlik dağılımının toplam ve ölçek etkinlik dağılımlarına göre birbirine daha yakın olduğunu göstermektedir.

2017 yılı verilerine göre girdi odaklı CCR ve BCC modellerinin çözümü sonucunda, etkin olmayan işletmelerin etkin duruma gelebilmeleri için işletmelerin yöneticilerine önerilebilecek hedeflerin tespiti amacıyla belirlenen referans işletmeler, yoğunluk oranları ( $\lambda$ ) ve referans olma sayıları sırasıyla Tablo 83 ve Tablo 84’te verilmiştir.

**Tablo 83:** 2017 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler ( $\lambda$ )	Referans Olma Sayısı
<b>AFYON</b>	1	AFYON (1,000)	<b>18</b>
<b>CEMTS</b>	1	CEMTS (1,000)	<b>8</b>
<b>DGKLB</b>	1	DGKLB (1,000)	<b>4</b>
<b>EGEEN</b>	1	EGEEN (1,000)	<b>6</b>
<b>EREGL</b>	1	EREGL (1,000)	<b>3</b>
<b>FROTO</b>	1	FROTO (1,000)	<b>4</b>
<b>HEKTS</b>	1	HEKTS (1,000)	<b>21</b>
<b>KARTN</b>	1	KARTN (1,000)	<b>1</b>
<b>OTKAR</b>	1	OTKAR (1,000)	<b>2</b>
<b>PETKM</b>	1	PETKM (1,000)	<b>2</b>
<b>SODA</b>	1	SODA (1,000)	<b>3</b>
<b>TATGD</b>	1	TATGD (1,000)	<b>1</b>
<b>TUPRS</b>	1	TUPRS (1,000)	<b>0</b>
<b>YATAS</b>	1	YATAS (1,000)	<b>0</b>
TOASO	0,9927	AFYON (0,269), FROTO (0,442), HEKTS (0,130), OTKAR (0,177)	-
KORDS	0,9853	AFYON (0,002), FROTO (0,026), HEKTS (0,415), PETKM (0,333)	-
GOODY	0,9718	CEMTS (0,439), HEKTS (0,387)	-
TTRAK	0,9572	EGEEN (0,008), HEKTS (0,780), OTKAR (0,304)	-
GENTS	0,9487	CEMTS (0,321), EGEEN (0,176), HEKTS (0,305)	-
TRKCM	0,9124	AFYON (0,243), EGEEN (0,179), EREGL (0,028), HEKTS (0,357)	-

**Tablo 83 (Devam):** 2017 Yılı CCR-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma sayıları

GUBRF	0,9006	AFYON (0,138), DGKLB (0,072), HEKTS (0,442)	-
AKSA	0,8986	AFYON (0,209), FROTO (0,071), HEKTS (0,587)	-
BRSAN	0,8951	AFYON (0,164), DGKLB (0,115), HEKTS (0,513)	
ULKER	0,8847	AFYON (0,235), EGEEN (0,238), HEKTS (0,346)	-
KRDMD	0,8841	AFYON (0,215), DGKLB (0,181), HEKTS (0,380)	-
VESTL	0,8745	AFYON (0,144), DGKLB (0,234), HEKTS (0,315)	-
DEVA	0,8639	AFYON (0,111), EREGL (0,073), HEKTS (0,613)	-
SASA	0,8199	AFYON (0,182), CEMTS (0,113), EREGL (0,158), HEKTS (0,354), SODA (0,058)	-
KARSN	0,8042	AFYON (0,374), EGEEN (0,009), HEKTS (0,426)	-
GOLTS	0,795	AFYON (0,205), HEKTS (0,443)	-
ANACM	0,7918	AFYON (0,271), CEMTS (0,071), HEKTS (0,296), PETKM (0,101)	-
TMSN	0,7887	CEMTS (0,300), KARTN (0,127), TATGD (0,228)	-
AEFES	0,7787	AFYON (0,396), CEMTS (0,152), SODA (0,158)	
GEREL	0,7646	CEMTS (0,034), EGEEN (0,132), HEKTS (0,569)	-
COLA	0,6687	AFYON (0,321), CEMTS (0,228), HEKTS (0,159), SODA (0,001)	-
ARCLK	0,6579	AFYON (0,030), FROTO (0,087), HEKTS (0,615)	-
CEMAS	0,0436	AFYON (0,014), HEKTS (0,023)	-

**Tablo 84:** 2017 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

İşletme kodu	Etkinlik Skoru	Referans İşletmeler ( $\lambda$ )	Referans Olma Sayısı
<b>AEFES</b>	1	AEFES (1,000)	<b>0</b>
<b>AFYON</b>	1	AFYON (1,000)	<b>6</b>
<b>ANACM</b>	1	ARCLK (1,000)	<b>2</b>
<b>BRSAN</b>	1	BRSAN (1,000)	<b>1</b>
<b>CEMAS</b>	1	CEMAS (1,000)	<b>0</b>
<b>CEMTS</b>	1	CEMTS (1,000)	<b>0</b>
<b>DEVA</b>	1	DEVA (1,000)	<b>0</b>
<b>DGKLB</b>	1	DGKLB (1,000)	<b>0</b>
<b>EGEEN</b>	1	EGEEN (1,000)	<b>2</b>
<b>EREGL</b>	1	EREGL (1,000)	<b>3</b>
<b>FROTO</b>	1	FROTO (1,000)	<b>0</b>
<b>GENTS</b>	1	GENTS (1,000)	<b>1</b>
<b>GOLTS</b>	1	GOLTS (1,000)	<b>1</b>

**Tablo 84 (Devam):** 2017 Yılı BCC-I Modeline göre Referans İşletmeler, Yoğunluk Oranları ve Referans Olma Sayıları

<b>GOODY</b>	1	GOODY (1,000)	<b>0</b>
<b>GUBRF</b>	1	GUBRF (1,000)	<b>1</b>
<b>HEKTS</b>	1	HEKTS (1,000)	<b>6</b>
<b>KARTN</b>	1	KARTN (1,000)	<b>0</b>
<b>KORDS</b>	1	KORDS (1,000)	<b>1</b>
<b>KRDMD</b>	1	KRDMD (1,000)	<b>0</b>
<b>OTKAR</b>	1	OTKAR (1,000)	<b>1</b>
<b>PETKM</b>	1	PETKM (1,000)	<b>0</b>
<b>SODA</b>	1	SODA (1,000)	<b>0</b>
<b>TATGD</b>	1	TATGD (1,000)	<b>0</b>
<b>TMSN</b>	1	TMSN (1,000)	<b>0</b>
<b>TOASO</b>	1	TOASO (1,000)	<b>0</b>
<b>TTRAK</b>	1	TTRAK (1,000)	<b>0</b>
<b>TUPRS</b>	1	TUPRS (1,000)	<b>0</b>
<b>ULKER</b>	1	ULKER (1,000)	<b>1</b>
<b>VESTL</b>	1	VESTL (1,000)	<b>0</b>
<b>YATAS</b>	1	YATAS (1,000)	<b>0</b>
TRKCM	0,9971	AFYON (0,196), EGEEN (0,009), EREGL (0,589), GOLTS (0,193), ULKER (0,012)	-
KARNS	0,9938	AFYON (0,463), EGEEN (0,011), HEKTS (0,526)	-
AKSA	0,9936	AFYON (0,188), BRSAN (0,105), GUBRF (0,107), HEKTS (0,502), KORDS (0,097)	-
GEREL	0,9754	GENTS (0,468), HEKTS (0,532)	-
SASA	0,9353	AFYON (0,086), ANACM (0,067), DEVA (0,196), EREGL (0,317), HEKTS (0,334)	-
COLLA	0,9295	AFYON (0,085), ANACM (0,661), EREGL (0,051), HEKTS (0,204)	-
ARCLK	0,8937	AFYON (0,098), HEKTS (0,839), OTKAR (0,063)	-

Tablo 83 ve Tablo 84’te görüldüğü gibi, etkin olmayan işletmelerin referans kümesinde bulunan etkin işletmeler incelendiğinde, CCR-I modeline göre en çok referans alan işletmeler sırasıyla; HEKTS (21), AFYON (18), CEMTS (8), EGEEN (6), DGKLB (4), FROTO (4), EREGL (3), SODA (3), OTKAR (2), PETKM (2), KARTN (1), TATGD (1) olmuştur. Bununla birlikte, TUPRS ve YATAS işletmeleri toplam etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır. BCC-I modeline göre ise en çok referans alan işletmeler sırasıyla; AFYON (6), HEKTS (6), EREGL (3), ARCLK (2), EGEEN (2), BRSAN (1), GENTS (1), GOLTS (1), GUBRF (1), KORS (1), OTKAR (1) ve ULKER (1) olmuştur. Bunun yanı sıra, AEFES, CEMAS, CEMTS, DEVA, DGKLB, FROTO, GOODY, KARTN, KRDMD, PETKM,

SODA, TATGD, TMSN, TOASO, TTRAK, TUPRS, VESTL ve ULKER işletmeleri teknik etkin oldukları halde herhangi bir işletmeye referans olamamışlardır.

2017 yılı girdi odaklı CCR modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerler ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 85’te verilmiştir.

**Tablo 85:** 2017 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AEFES	G	1,581	0,436	8,458	10,979	0,467	0,807	1,137	0,294	0,127	0,521	0,150
	H	1,231	0,340	2,386	8,271	0,364	0,412	0,700	0,391	0,145	0,521	0,184
	PI (%)	-22,13	-22,13	-71,79	-24,67	-22,13	-48,90	-38,45	33,22	14,84	0,00	22,40
AKSA	G	1,228	0,825	3,792	6,603	0,590	0,337	0,813	0,377	0,202	0,704	0,228
	H	1,103	0,652	2,318	5,933	0,524	0,303	0,586	0,420	0,226	0,704	0,234
	PI (%)	-10,14	-20,95	-38,86	-10,14	-11,14	-10,14	-27,93	11,41	11,69	0,00	2,58
ANACM	G	1,191	0,576	4,323	7,394	0,548	0,535	0,916	0,346	0,133	0,587	0,184
	H	0,943	0,456	2,400	5,854	0,434	0,340	0,585	0,377	0,183	0,587	0,199
	PI (%)	-20,82	-20,82	-44,48	-20,82	-20,82	-36,49	-36,10	9,02	37,67	0,00	8,43
ARCLK	G	1,620	1,020	3,198	5,513	0,662	0,744	0,569	0,311	0,112	0,613	0,181
	H	1,066	0,670	2,104	3,604	0,424	0,141	0,374	0,333	0,200	0,613	0,209
	PI (%)	-34,21	-34,26	-34,21	-34,63	-35,87	-81,00	-34,21	7,07	78,61	0,00	15,34
BRSAN	G	1,098	0,682	7,753	4,367	0,560	0,446	0,944	0,356	0,139	0,623	0,198
	H	0,983	0,541	2,144	3,909	0,502	0,387	0,580	0,369	0,209	0,623	0,203
	PI (%)	-10,49	-20,77	-72,35	-10,49	-10,49	-13,32	-38,59	3,87	50,69	0,00	2,29
CCOLA	G	1,382	0,636	12,621	15,113	0,594	0,808	0,898	0,303	0,133	0,549	0,161
	H	0,924	0,425	2,115	6,104	0,397	0,343	0,600	0,371	0,155	0,549	0,192
	PI (%)	-33,13	-33,13	-83,24	-59,61	-33,13	-57,54	-33,13	22,41	16,89	0,00	19,13
CEMAS	G	1,063	0,496	3,220	6,210	0,671	0,858	1,060	0,008	0,008	0,012	0,010
	H	0,046	0,022	0,087	0,271	0,023	0,016	0,029	0,020	0,010	0,030	0,010
	PI (%)	-95,64	-95,64	-97,31	-95,64	-96,52	-98,10	-97,25	155,69	34,42	154,91	0,00
DEVA	G	1,484	0,637	2,740	3,711	0,518	0,384	0,758	0,386	0,212	0,643	0,214
	H	1,204	0,550	2,150	3,206	0,444	0,181	0,450	0,386	0,228	0,643	0,223
	PI (%)	-18,86	-13,61	-21,55	-13,61	-14,38	-52,85	-40,65	0,00	7,95	0,00	4,19
GENTS	G	2,414	0,912	3,209	3,193	0,336	0,111	0,535	0,382	0,159	0,666	0,242
	H	2,242	0,706	3,044	3,029	0,319	0,066	0,320	0,407	0,220	0,666	0,277
	PI (%)	-7,15	-22,62	-5,13	-5,13	-5,13	-40,69	-40,09	6,61	38,52	0,00	14,78
GEREL	G	2,303	0,909	2,764	4,909	0,465	0,346	0,494	0,347	0,144	0,618	0,210
	H	1,761	0,585	2,113	2,185	0,356	0,068	0,287	0,367	0,230	0,618	0,237
	PI (%)	-23,54	-35,63	-23,54	-55,48	-23,54	-80,21	-41,95	5,76	59,18	0,00	12,92

**Tablo 85 (Devam): 2017 Yılı CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları**

GEREL	G	2,303	0,909	2,764	4,909	0,465	0,346	0,494	0,347	0,144	0,618	0,210
	H	1,761	0,585	2,113	2,185	0,356	0,068	0,287	0,367	0,230	0,618	0,237
	PI (%)	-23,54	-35,63	-23,54	-55,48	-23,54	-80,21	-41,95	5,76	59,18	0,00	12,92
GOLTS	G	1,289	0,490	2,519	5,077	0,603	0,696	0,880	0,292	0,157	0,519	0,151
	H	0,799	0,390	1,454	4,036	0,392	0,242	0,459	0,327	0,175	0,519	0,172
	PI (%)	-38,01	-20,51	-42,28	-20,51	-34,92	-65,18	-47,86	12,17	11,22	0,00	14,37
GOODY	G	1,596	1,682	4,227	7,850	0,497	0,068	0,487	0,326	0,114	0,676	0,234
	H	1,551	0,750	2,862	2,420	0,372	0,066	0,368	0,386	0,198	0,676	0,264
	PI (%)	-2,82	-55,39	-32,30	-69,17	-25,18	-2,82	-24,36	18,50	73,32	0,00	12,85
GUBRF	G	0,913	0,943	8,420	3,587	0,673	0,320	1,334	0,277	0,054	0,517	0,147
	H	0,822	0,440	1,693	3,230	0,407	0,288	0,461	0,308	0,175	0,517	0,170
	PI (%)	-9,95	-53,29	-79,89	-9,95	-39,64	-9,95	-65,45	11,15	221,81	0,00	15,52
KARSN	G	1,511	0,522	2,290	8,676	0,806	2,943	0,844	0,272	0,207	0,496	0,141
	H	0,922	0,420	1,841	6,663	0,505	0,407	0,679	0,425	0,207	0,635	0,207
	PI (%)	-38,99	-19,58	-19,58	-23,20	-37,32	-86,18	-19,58	56,26	0,00	28,08	46,40
KORDS	G	1,288	0,867	5,140	4,246	0,425	0,227	1,066	0,355	0,142	0,656	0,214
	H	1,269	0,695	3,805	4,184	0,419	0,197	0,421	0,355	0,213	0,656	0,235
	PI (%)	-1,47	-19,81	-25,97	-1,47	-1,47	-13,09	-60,48	0,00	50,25	0,00	9,67
KRDMD	G	0,975	0,573	5,150	5,257	0,647	0,662	1,018	0,333	0,156	0,593	0,176
	H	0,862	0,507	2,317	4,648	0,521	0,526	0,676	0,357	0,191	0,593	0,185
	PI (%)	-11,59	-11,59	-55,01	-11,59	-19,47	-20,53	-33,57	7,23	23,03	0,00	5,20
SASA	G	1,910	0,696	4,339	6,213	0,522	0,575	0,703	0,393	0,218	0,669	0,226
	H	1,566	0,571	3,149	5,094	0,428	0,255	0,576	0,432	0,224	0,669	0,242
	PI (%)	-18,01	-18,01	-27,43	-18,01	-18,01	-55,72	-18,01	9,91	2,81	0,00	7,23
TMSN	G	2,164	1,000	4,190	5,593	0,270	0,043	0,635	0,247	0,013	0,459	0,117
	H	1,527	0,779	3,304	3,009	0,213	0,034	0,320	0,260	0,096	0,459	0,183
	PI (%)	-29,45	-22,06	-21,13	-46,20	-21,13	-21,13	-49,70	4,95	612,10	0,00	56,09
TOASO	G	1,129	1,259	9,898	16,548	0,742	0,962	0,875	0,343	0,091	0,848	0,232
	H	1,120	1,250	4,945	14,878	0,722	0,955	0,868	0,423	0,164	0,848	0,245
	PI (%)	-0,73	-0,73	-50,05	-10,09	-2,66	-0,73	-0,73	23,09	80,66	0,00	5,24
TRKCM	G	2,035	0,540	6,143	6,352	0,457	0,533	0,799	0,419	0,191	0,651	0,220
	H	1,857	0,493	2,473	5,796	0,417	0,293	0,534	0,440	0,235	0,651	0,243
	PI (%)	-8,76	-8,76	-59,75	-8,76	-8,76	-45,08	-33,24	5,14	22,88	0,00	10,20
TTRAK	G	1,793	1,511	5,186	7,443	0,728	1,211	0,473	0,346	0,143	0,913	0,255
	H	1,717	0,886	3,010	2,934	0,697	0,775	0,453	0,467	0,286	0,913	0,289
	PI (%)	-4,28	-41,40	-41,96	-60,58	-4,28	-35,98	-4,28	34,94	99,98	0,00	13,51
ULKER	G	2,399	0,578	6,228	8,520	0,676	1,496	0,583	0,360	0,154	0,668	0,192
	H	2,123	0,511	2,531	5,959	0,408	0,284	0,515	0,455	0,245	0,668	0,256
	PI (%)	-11,53	-11,53	-59,36	-30,06	-39,69	-81,02	-11,53	26,68	59,37	0,00	33,73
VESTL	G	0,878	0,874	3,304	4,110	0,835	0,609	1,371	0,276	0,066	0,522	0,145
	H	0,768	0,490	2,300	3,594	0,480	0,532	0,622	0,301	0,168	0,522	0,160
	PI (%)	-12,55	-43,97	-30,37	-12,55	-42,52	-12,55	-54,66	9,10	153,54	0,00	10,52

**Not:** (G: Gerçekleşen, H: Hedeflenen, PI (%): Potansiyel İyileştirme Oranı)

AEFES, AKSA, ANACM, ARCLK, BRSAN, CCOLA, CEMAS, DEVA, GENTS, GEREL, GOLTS, GOODY, GUBRF, KARSN, KORDS, KRDM, SASA, TMSN, TOASO, TRKCM, TTRAK, ULKER ve VESTL işletmeleri sahip oldukları girdilerle, üretmeleri gereken çıktılarını üretmediklerinden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Diğer bir ifadeyle, söz konusu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıkları için etkinlik düzeyine ulaşamamışlardır. Bu işletmelerin toplam etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 85'teki gibidir. Tabloda yer alan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan TOASO (0,9927) ve CEMAS (0,0436) işletmelerinin toplam etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

TOASO işletmesinin toplam etkisizliği, girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve aktif kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre TOASO işletmesinin referans kümesinde bulunan AFYON ( $\lambda = 0,269$ ), FROTO ( $\lambda = 0,442$ ), HEKTS ( $\lambda = 0,130$ ), OTKAR ( $\lambda = 0,177$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, aktif devir hızı, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %0,73 oranında, alacak devir hızının %50,05 oranında, stok devir hızının %10,09 oranında ve finansal kaldıraç oranının %2,66 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden net kâr marjın %23,09 oranında, faaliyet kâr marjın %80,66 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %5,24 oranında artırılması gerekmektedir.

Diğer taraftan en düşük etkinliğe sahip olan CEMAS işletmesinin toplam etkisizliği ise; girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinden net kâr marjı, faaliyet kâr marjı ve özsermaye kârlılık oranının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre CEMAS işletmesinin referans kümesinde bulunan AFYON ( $\lambda = 0,014$ ), HEKTS ( $\lambda = 0,023$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, aktif devir hızı ve stok devir hızının %95,64 oranında, alacak devir hızının %97,31 oranında, finansal kaldıraç oranının

%95,64 oranında, uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %98,10 oranında, duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %97,25 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden net kâr marjın %155,69 oranında, faaliyet kâr marjın %34,42 oranında ve özsermaye kârlılık oranının ise %154,91 oranında artırılması gerekmektedir.

2017 yılı girdi odaklı BCC modeline göre etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin hesaplanan hedef değerler ve potansiyel iyileştirme oranları (%) Tablo 86’da verilmiştir.

**Tablo 86:** 2017 Yılı BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin Potansiyel İyileştirme Oranları

İşletme Kodu		GİRDİLER							ÇIKTILAR			
		GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	ÇK1	ÇK2	ÇK3	ÇK4
AKSA	G	1,228	0,825	3,792	6,603	0,590	0,337	0,813	0,377	0,202	0,704	0,228
	H	1,220	0,690	3,767	5,154	0,586	0,335	0,807	0,447	0,224	0,741	0,244
	PI (%)	-0,64	-16,41	-0,64	-21,94	-0,64	-0,64	-0,64	18,59	10,53	5,13	6,87
ARCLK	G	1,620	1,020	3,198	5,513	0,662	0,744	0,569	0,311	0,112	0,613	0,181
	H	1,448	0,733	2,356	3,457	0,591	0,322	0,508	0,469	0,283	0,824	0,278
	PI (%)	-10,63	-28,15	-26,31	-37,30	-10,63	-56,77	-10,63	50,92	152,28	34,52	53,20
CCOLA	G	1,382	0,636	12,621	15,113	0,594	0,808	0,898	0,303	0,133	0,549	0,161
	H	1,285	0,591	3,869	6,785	0,552	0,466	0,835	0,398	0,181	0,655	0,213
	PI (%)	-7,05	-7,05	-69,35	-55,10	-7,05	-42,36	-7,05	31,36	36,49	19,22	32,22
GEREL	G	2,303	0,909	2,764	4,909	0,465	0,346	0,494	0,347	0,144	0,618	0,210
	H	1,952	0,842	2,696	2,562	0,454	0,103	0,474	0,426	0,235	0,756	0,269
	PI (%)	-15,24	-7,35	-2,46	-47,81	-2,46	-70,23	-4,14	22,84	62,93	22,34	28,06
KARSN	G	1,511	0,522	2,290	8,676	0,806	2,943	0,844	0,272	0,207	0,496	0,141
	H	1,139	0,519	2,276	8,234	0,624	0,503	0,839	0,526	0,256	0,785	0,255
	PI (%)	-24,61	-0,62	-0,62	-5,09	-22,54	-82,92	-0,62	93,09	23,57	58,27	80,92
SASA	G	1,910	0,696	4,339	6,213	0,522	0,575	0,703	0,393	0,218	0,669	0,226
	H	1,786	0,651	4,058	4,389	0,488	0,289	0,657	0,457	0,260	0,728	0,258
	PI (%)	-6,47	-6,47	-6,47	-29,36	-6,47	-49,82	-6,47	16,26	19,50	8,84	14,25
TRKCM	G	2,035	0,540	6,143	6,352	0,457	0,533	0,799	0,419	0,191	0,651	0,220
	H	2,029	0,538	5,307	6,334	0,456	0,459	0,797	0,465	0,246	0,670	0,240
	PI (%)	-0,29	-0,29	-13,61	-0,29	-0,29	-13,97	-0,29	11,05	28,61	3,05	8,92

AKSA, ARCLK, CCOLA, GEREL, KARSN, SASA ve TRKCM işletmeleri mevcut girdilerle, üretmeleri gereken çıktıları üretmediklerinden dolayı etkisiz



olmuşlardır. Yani, bu işletmeler kaynaklarını (girdi bileşimini) etkin kullanamadıkları için mümkün olan maksimum çıktıyı üretebilme başarısını gösterememişlerdir. Bu işletmelerin teknik etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarında yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 86'daki gibidir. Tabloda bulunan işletmelerin potansiyel iyileştirme ile ilgili açıklamaları birbirine benzediğinden burada sadece, etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan TRKCM (0,9971) ve ARCLK (0,8937) işletmelerinin teknik etkisizliğine neden olan girdi ve çıktı değişkenlerine ait potansiyel iyileştirme oranları açıklanacaktır.

TRKCM işletmesinin teknik etkinsizliği, girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre TRKCM işletmesinin referans kümesinde bulunan AFYON ( $\lambda = 0,196$ ), EGEEN ( $\lambda = 0,009$ ), EREGL ( $\lambda = 0,589$ ), GOLTS ( $\lambda = 0,193$ ), ULKER ( $\lambda = 0,012$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, aktif devir hızı, stok devir hızı, finansal kaldıraç oranı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %0,29 oranında, alacak devir hızının %13,61 oranında ve uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %13,97 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenleri olan net kâr marjın %11,05 oranında, faaliyet kâr marjın %28,61 oranında, özsermaye kârlılık oranının %3,05 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %8,92 oranında artırılması gerekmektedir.

Diğer taraftan BCC-I modeline göre en düşük etkinliğe sahip olan ARCLK işletmesinin teknik etkinsizliği ise; girdi değişkenlerinin fazlalığı ile çıktı değişkenlerinin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre ARCLK işletmesinin referans kümesinde bulunan AFYON ( $\lambda = 0,098$ ), HEKTS ( $\lambda = 0,839$ ), OTKAR ( $\lambda = 0,063$ ) işletmelerinin oluşturacağı hipotetik karar birimi gibi teknik etkin duruma gelebilmesi için girdi değişkenleri olan cari oran, finansal kaldıraç oranı ve duran varlıklar/devamlı sermaye oranının %10,63 aktif devir hızının %28,15 oranında, alacak devir hızının %26,31 oranında, stok devir hızının %37,30 oranında ve uzun vadeli borçlar/özsermaye oranının %56,77 oranında azaltılması ve buna ek olarak çıktı değişkenlerinden net kâr marjın %50,92 oranında, faaliyet kâr marjın %152,28

oranında, özsermaye kârlılık oranının %34,52 oranında ve aktif kârlılık oranının ise %53,20 oranında artırılması gerekmektedir.

#### 4. 7. 9. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Analizine Ait Bulgular

Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi, etkinliğin zaman içindeki değişimini bileşenlerine ayırarak elde etmeye imkân tanıyan bir yöntemdir. Endeksin bileşenleri, teknik etkinlik değişimi ve teknolojik değişimdir (Erdoğan, 2011:136). Bu bileşenlerin çarpımı, toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi vermektedir. Buna göre, toplam faktör verimliliğindeki değişme endeks değerinin 1'den büyük olması toplam faktör verimliliğindeki artışı, endeks değerinin 1'den küçük olması toplam faktör verimliliğindeki azalışı ve endeks değerinin 1 olması ise değişimin olmadığını ifade etmektedir (Lorcu, 2010:282).

Çalışmanın bu kısmında, 2010-2017 dönemi itibariyle girdi odaklı Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi yöntemi kullanılarak, BIST100'de bulunan 37 imalat işletmesine ilişkin teknik etkinlikteki değişme, teknolojik değişme ve toplam faktör verimliliğindeki değişme endeksleri hesaplanmıştır. Bu endekslerin hesaplanmasında da "DEA-Solver LV" paket programı kullanılmıştır.

*"Ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında uzaklık fonksiyonlarını hesaplamadaki zorluk sebebiyle, Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi, toplam faktör verimliliğindeki değişmeleri her zaman doğru olarak ölçmeyebilir. Böylece, elde edilen endeksler ölçek etkinliğinden kaynaklanan toplam faktör verimliliği kazanç ve kayıplarını uygun bir biçimde yansıtmayabilir. Bu sebeple, Malmquist toplam faktör verimliliği endeksinin hesaplanmasında kullanılan uzaklık fonksiyonlarını tahmin etmek için teknolojinin ölçeğe göre sabit getiri gösterdiği varsayılmaktadır"* (Daştan, 2012:102). Bundan dolayı işletmelerin etkinliklerini karşılaştırmada, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında elde edilen toplam faktör verimlilik endeksi tercih edilmiştir.

Analiz kapsamında ele alınan 37 imalat işletmesinin 2010-2017 dönemlerine ait teknik etkinlikteki değişim (TED), teknolojik değişim (TD) ve toplam faktör verimlilik değişim (TFVD) değerleri hesaplanmış ve sırasıyla Tablo 87, 88 ve 89'da

gösterilmiştir. Buna göre, Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi ve bileşenlerindeki değişme 1'den büyük olması performanstaki ilerlemeyi (artışı), 1'den küçük olması ise performanstaki gerilemeyi (azalışı) ifade etmektedir (Kula, Kandemir ve Özdemir, 2009:197).

**Tablo 87:** İşletmelerin Teknik Etkinlik Değişim Değerleri

İşletme Kodu	Dönemler						
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
AEFES	0,863	1,164	1,000	0,910	1,025	0,970	0,860
AFYON	0,319	0,572	3,093	2,027	1,000	1,000	1,000
AKSA	1,065	1,436	0,954	1,048	1,000	1,000	0,899
ANACM	1,192	1,019	0,543	1,404	1,324	1,000	0,792
ARCLK	0,805	1,125	0,934	1,183	0,999	1,001	0,658
BRSAN	1,401	0,935	0,870	1,380	1,069	1,097	0,895
CCOLA	0,821	1,372	0,993	0,959	1,009	1,004	0,866
CEMAS	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,949	0,046
CEMTS	1,018	0,961	0,783	0,989	1,169	1,150	1,000
DEVA	1,121	1,060	0,976	1,024	1,000	1,000	0,864
DGKLB	1,000	1,000	0,714	1,065	0,797	0,956	1,725
EGEEN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
EREGL	1,000	0,802	1,234	1,010	0,984	1,016	1,000
FROTO	0,869	1,283	1,030	0,882	1,134	1,000	1,000
GENTS	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,949
GEREL	1,146	1,372	0,462	3,315	1,022	1,000	0,765
GOLTS	1,061	1,292	1,000	1,000	0,928	1,078	0,795
GOODY	1,335	0,953	1,076	0,994	1,184	1,003	0,972
GUBRF	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,901
HEKTS	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KARSN	8,374	0,874	0,904	0,219	5,557	1,514	0,904
KARTN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KORDS	0,997	1,123	0,601	1,608	1,096	1,084	0,985
KRDMD	1,366	1,082	0,755	1,324	1,000	1,000	0,884
OTKAR	1,114	1,244	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
PETKM	0,768	1,041	0,616	1,439	1,520	1,000	1,000
SASA	0,832	1,029	0,645	1,811	1,000	1,000	0,820
SODA	1,159	1,000	0,900	1,111	1,000	1,000	1,000
TATGD	0,733	1,688	0,637	2,003	0,945	1,019	1,039
TMSN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,789
TOASO	0,936	1,146	0,988	1,084	1,090	1,000	0,993
TRKCM	1,000	1,000	0,970	1,031	1,000	1,000	0,912

**Tablo 87 (Devam): İşletmelerin Teknik Etkinlik Değişim Değerleri**

TTRAK	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,957
TUPRS	0,927	1,121	0,992	1,207	1,000	0,950	1,052
ULKER	1,000	1,000	1,000	0,879	0,931	1,221	0,885
VESTL	1,088	0,814	0,694	2,302	0,952	1,066	0,923
YATAS	1,282	1,014	0,899	0,963	1,109	1,041	1,000
<b>Ortalama</b>	<b>1,205</b>	<b>1,068</b>	<b>0,953</b>	<b>1,221</b>	<b>1,158</b>	<b>1,030</b>	<b>0,922</b>

İşletmelerin teknik etkinlikteki değişim değerleri Tablo 87’de verilmiştir. Buna göre, incelenen dönemler boyunca işletmelerin ortalama teknik etkinlik değerleri; 2012-2013 ve 2016-2017 dönemlerinde azalış gösterdiği ve diğer dönemlerde ise artış gösterdiği görülmektedir.

2010-2011 döneminde teknik etkinlikte ortalama %20,5 oranında bir artış olduğu gözükmemektedir. Bu dönemde en büyük artış gösteren işletmenin KARSN olduğu, en büyük düşüş gösteren işletmenin ise AFYON olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, CEMAS, DGKLB, EGEEN, EREGL, GENTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, TMSN, TRKCM, TTRAK ve ULKER işletmelerinin teknik etkinlik değerlerinde herhangi bir değişim olmamıştır. Analize tabi olan işletmelerin 14 tanesinin teknik etkinlik değerlerinde ilerleme olduğu, 11 tanesinin teknik etkinlik değerlerinde ise gerileme olduğu görülmüştür.

2011-2012 döneminde teknik etkinlikte ortalama %6,8 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu dönemde %68,8 artışla TATGD işletmesi en büyük artışı gösterirken, %42,8 azalışla AFYON işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %48,65’inin teknik etkinlik değerlerinde ilerleme olduğu, %18,92’sinin teknik etkinlik değerlerinde gerileme olduğu ve 12 (%32,43) işletmenin teknik etkinlik değerlerinde ise herhangi bir değişim olmadığı görülmektedir.

2012-2013 dönemi itibariyle teknik etkinlikte ortalama %4,7 oranında bir azalış olduğu görülmektedir. Bu dönemde en büyük artış gösteren işletmenin AFYON olduğu, en büyük düşüş gösteren işletmenin ise GEREL olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, AEFES, CEMAS, EGEEN, GENTS, GOLTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, OTKAR, TMSN, TTRAK ve ULKER işletmelerinin teknik etkinlik değerlerinde herhangi bir değişim olmamıştır. Analize tabi olan işletmelerin 4 tanesinin teknik

etkinlik değerlerinde ilerleme olduğu, 21 tanesinin teknik etkinlik değerlerinde ise gerileme olduğu görülmüştür.

2013-2014 dönemi, teknik etkinlik ortalama değerinin diğer dönemlere göre daha fazla artış gösterdiği dönemdir ve bu artış %22,1'dir. Bu dönemde %231,5 artışla GEREL işletmesi en büyük artışı gösterirken, %78,1 azalışla AFYON işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %51,35'inin teknik etkinlik değerlerinde ilerleme olduğu, %21,62'sinin teknik etkinlik değerlerinde gerileme olduğu ve 10 (%27,03) işletmenin ise teknik etkinlik değerlerinde herhangi bir değişim olmadığı görülmektedir.

2014-2015 döneminde teknik etkinlikte ortalama %15,8 oranında bir artış söz konusudur. Bu dönemde KARSN işletmesi, teknik etkinlikte en büyük artışı (%455,7) yakalarken, DGKLB işletmesi ise en büyük düşüşe (%20,3) maruz kalmıştır. Bunun yanı sıra, AFYON, AKSA, CEMAS, DEVA, EGEEN, GENTS, GUBRF, HEKTS, KARTN, KRDM, OTKAR, SASA, SODA, TMSN, TRKCM, TTRAK ve TUPRS işletmelerinin teknik etkinlik değerlerinde herhangi bir değişim olmamıştır. Analize tabi olan işletmelerin 13 (%35,14) tanesinin teknik etkinlik değerlerinde ilerleme olduğu, 7 (%18,92) tanesinin teknik etkinlik değerlerinde ise gerileme olduğu görülmüştür.

2015-2016 döneminde teknik etkinlikte ortalama %3 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu dönemde %51,4 artışla KARSN işletmesi en büyük artışı gösterirken, %5,1 azalışla CEMAS işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin 13 tanesinin teknik etkinlik değerlerinde ilerleme olduğu, 4 tanesinin teknik etkinlik değerlerinde gerileme olduğu ve 20 işletmenin ise teknik etkinlik değerlerinde herhangi bir değişim olmadığı görülmektedir.

2016-2017 dönemi, teknik etkinlik ortalama değerinin diğer dönemlere göre en düşük olduğu dönem olup bu düşüş %7,8'dir. Bu dönemde %72,5 artışla DGKLB işletmesi en büyük artışı gösterirken, %95,4 azalışla CEMAS işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %8,11'inin teknik etkinlik değerlerinde ilerleme olduğu, %62,16'sının teknik etkinlik değerlerinde gerileme

olduğu ve 11 (%29,73) işletmenin ise teknik etkinlik değerlerinde herhangi bir değişim olmadığı görülmektedir.

Sonuç olarak, teknik etkinlikte artış gösteren işletmelerin üretim ölçeklerini genişlettikleri ve yönetsel olarak etkinliklerini artırdıkları söylenebilir.

Analiz kapsamında ele alınan 37 imalat işletmesinin 2010-2017 dönemlerine ait hesaplanan teknolojik değişim (TD) değerleri Tablo 88’de verilmiştir.

**Tablo 88:** İşletmelerin Teknolojik Değişim Değerleri

İşletme Kodu	Dönemler						
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
AEFES	1,337	1,167	0,934	1,103	1,134	1,516	0,636
AFYON	0,989	0,899	0,748	1,968	1,637	2,123	0,588
AKSA	1,222	1,155	0,463	1,916	0,963	1,254	0,850
ANACM	1,242	1,045	0,652	1,437	1,252	1,814	0,642
ARCLK	1,620	0,958	0,609	1,813	1,229	1,485	0,898
BRSAN	1,334	1,207	0,530	1,907	0,985	1,521	0,714
CCOLA	1,312	1,007	0,583	1,713	0,979	1,489	0,689
CEMAS	0,834	1,378	0,990	1,036	1,307	1,830	0,773
CEMTS	1,335	0,860	0,651	2,186	0,773	1,729	0,889
DEVA	1,325	1,569	0,438	1,979	1,298	0,954	0,870
DGKLB	1,168	1,007	0,480	1,715	0,746	0,919	1,326
EGEEN	1,395	0,981	0,639	2,005	0,789	1,172	0,834
EREGL	1,255	0,987	0,567	1,913	1,078	1,600	0,673
FROTO	1,117	0,919	0,518	1,632	0,926	1,323	0,778
GENTS	1,042	0,837	0,837	1,667	0,872	1,560	0,737
GEREL	1,313	1,070	0,522	1,916	1,133	1,194	0,809
GOLTS	1,140	1,076	0,623	1,654	1,234	1,378	0,734
GOODY	1,004	1,155	0,582	1,728	1,174	1,282	0,879
GUBRF	1,130	1,130	0,510	1,918	0,957	1,247	0,689
HEKTS	1,119	1,232	0,613	1,873	1,107	0,942	0,912
KARSN	1,251	1,143	0,514	1,511	1,335	1,381	0,773
KARTN	1,253	1,031	0,600	2,230	0,830	1,370	0,773
KORDS	1,211	1,097	0,542	1,900	0,938	1,361	0,762
KRDMD	1,231	1,101	0,528	2,103	1,051	1,691	0,675
OTKAR	1,147	1,107	0,626	1,642	1,095	1,406	0,690
PETKM	1,200	1,125	0,471	1,860	0,946	1,416	0,801
SASA	1,202	1,167	0,432	2,055	1,060	1,224	0,761
SODA	1,349	1,022	0,552	1,678	1,196	1,407	0,668
TATGD	1,366	1,034	0,520	2,147	0,994	1,255	0,745

**Tablo 88 (Devam): İşletmelerin Teknolojik Değişim Değerleri**

TMSN	1,445	1,141	0,811	1,342	1,123	1,279	0,443
TOASO	1,252	1,097	0,521	1,813	0,950	1,389	0,744
TRKCM	1,217	0,903	0,600	1,703	1,192	1,589	0,629
TTRAK	1,044	0,935	0,634	1,779	1,064	1,301	0,729
TUPRS	1,134	1,054	0,484	1,788	0,937	1,307	0,742
ULKER	2,041	0,702	0,660	1,538	1,378	1,505	0,627
VESTL	1,328	1,168	0,487	1,737	1,133	1,489	0,729
YATAS	1,261	1,009	0,512	2,195	0,998	1,303	0,828
<b>Ortalama</b>	<b>1,248</b>	<b>1,067</b>	<b>0,594</b>	<b>1,787</b>	<b>1,075</b>	<b>1,406</b>	<b>0,758</b>

Tablo 88'e göre, incelenen dönemler boyunca işletmelerin teknolojik değişim ortalama değerleri; 2012-2013 ve 2016-2017 dönemlerinde azalış gösterdiği ve diğer dönemlerde ise artış gösterdiği görülmektedir.

2010-2011 dönemi itibariyle teknolojik değişim değerinde ortalama %24,8 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu dönemde en büyük artış (%104,1) gösteren işletme ULKER olurken, en büyük düşüş (%16,6) gösteren işletme ise AFYON olmuştur. Analize tabi olan işletmelerin 35 (%94,60) tanesinin teknolojik değişim değerlerinde ilerleme olduğu, 2 (%5,40) tanesinin teknolojik değişim değerlerinde ise gerileme olduğu görülmüştür.

2011-2012 dönemi itibariyle teknolojik değişim değerinde ortalama %6,7 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu dönemde %56 artışla DEVA işletmesi en büyük artışı gösterirken, %29,8 azalışla ULKER işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %72,97'sinin teknolojik değişim değerlerinde ilerleme olduğu, %27,03'ünün teknolojik değişim değerlerinde gerileme olduğu tespit edilmiştir. Teknolojik değişimde ilerlemeyi yakalayamayan işletmelerin üretim sınırını yukarı hareketini gerçekleştiremediklerinden dolayı kayıplarının olduğu söylenebilir.

2012-2013 dönemi, teknolojik değişim ortalama değerinin diğer dönemlere göre en düşük olduğu dönem olup bu düşüş %40,6' dır. Bu dönemde hiçbir işletme teknolojik değişimde ilerleme sağlayamamıştır. Bu işletmeler, teknolojiden etkin bir şekilde yararlanamadıkları için üretimlerinde düşme olduğu söylenebilir.

2013-2014 dönemi, teknolojik değişim ortalama değerinin diğer dönemlere göre daha fazla artış gösterdiği dönem olup bu artış %78,7'dir. Bu dönemde bütün işletmeler teknolojik ilerlemeyi sağlamış ve üretim noktasında teknolojiden etkin bir şekilde yararlandıkları söylenebilir.

2014-2015 dönemi itibariyle teknolojik değişim değerinde ortalama %7,5 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu dönemde %63,7 artışla AFYON işletmesi en büyük artışı gösterirken, %25,4 azalışla DGKLB işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %56,76'sının teknolojik değişim değerlerinde ilerleme olduğu, %43,24'ünün teknolojik değişim değerlerinde gerileme olduğu tespit edilmiştir. Böylece teknolojiden faydalanan işletmelerin daha fazla olduğu ve endeksin ortalama değerine olumlu katkı sağladıkları söylenebilir.

2015-2016 döneminde teknolojik değişim değerinde ortalama %40,6 oranında bir artış olduğu ve bu artışın bir önceki döneme göre büyük bir artış olduğu söylenebilir. Bu dönemde en büyük artış (%112,3) gösteren işletme AFYON olurken, en büyük düşüş (%8,1) gösteren işletme ise DGKLB olmuştur. Analize tabi olan işletmelerin %91,90'ının teknolojik değişim değerlerinde ilerleme olduğu, %8,10'unun teknolojik değişim değerlerinde gerileme olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerin tamamına yakını teknolojik değişimde ilerleme sağladıkları için üretim sınırını yukarı taşımada başarılı oldukları söylenebilir.

2016-2017 dönemi itibariyle teknolojik değişim değerinde ortalama %24,2 oranında bir azalış olduğu görülmektedir. Bu dönemde en büyük artış (%32,6) gösteren işletme DGKLB olurken, en büyük düşüş (%55,7) gösteren işletme ise TMSN olmuştur. Analize tabi olan işletmelerin 36 (%97,30) tanesinin teknolojik değişim değerlerinde gerileme olduğu, 1 (%2,70) tanesinin teknolojik değişim değerinde ilerleme olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemde işletmelerin %97,30'u teknolojik değişimi sağlayamadıkları için üretim sınırını yukarıya taşıyamamışlardır.

Tablo 87 ve Tablo 88'deki değerler kullanılarak hesaplanan işletmelere ait Malmquist toplam faktör verimlilik (MTFV) endeks değerleri Tablo 89'da verilmiştir.



**Tablo 89: Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeks Değerleri (TFV Değişimleri)**

İşletme Kodu	Dönemler						
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
AEFES	1,154	1,358	0,934	1,003	1,163	1,471	0,548
AFYON	0,316	0,514	2,313	3,989	1,637	2,123	0,588
AKSA	1,302	1,658	0,442	2,008	0,963	1,254	0,764
ANACM	1,480	1,065	0,354	2,017	1,657	1,814	0,508
ARCLK	1,304	1,077	0,569	2,145	1,227	1,486	0,591
BRSAN	1,869	1,128	0,461	2,632	1,053	1,668	0,639
CCOLA	1,076	1,382	0,579	1,642	0,987	1,496	0,597
CEMAS	0,834	1,378	0,990	1,036	1,307	1,736	0,036
CEMTS	1,359	0,826	0,510	2,162	0,903	1,988	0,889
DEVA	1,485	1,662	0,428	2,027	1,298	0,954	0,752
DGKLB	1,168	1,007	0,343	1,827	0,594	0,879	2,288
EGEEN	1,395	0,981	0,639	2,005	0,789	1,172	0,834
EREGL	1,255	0,792	0,699	1,933	1,061	1,626	0,673
FROTO	0,971	1,180	0,533	1,439	1,050	1,323	0,778
GENTS	1,042	0,837	0,837	1,667	0,872	1,560	0,700
GEREL	1,505	1,469	0,241	6,353	1,157	1,194	0,618
GOLTS	1,209	1,390	0,623	1,654	1,144	1,486	0,583
GOODY	1,341	1,101	0,626	1,718	1,390	1,286	0,854
GUBRF	1,130	1,130	0,510	1,918	0,957	1,247	0,621
HEKTS	1,119	1,232	0,613	1,873	1,107	0,942	0,912
KARSN	10,472	0,999	0,465	0,331	7,417	2,091	0,699
KARTN	1,253	1,031	0,600	2,230	0,830	1,370	0,773
KORDS	1,208	1,232	0,326	3,056	1,028	1,476	0,750
KRDMD	1,682	1,191	0,399	2,784	1,051	1,691	0,597
OTKAR	1,278	1,378	0,626	1,642	1,095	1,406	0,690
PETKM	0,921	1,171	0,291	2,676	1,437	1,416	0,801
SASA	1,000	1,201	0,279	3,721	1,060	1,224	0,624
SODA	1,563	1,022	0,497	1,864	1,196	1,407	0,668
TATGD	1,001	1,746	0,331	4,298	0,940	1,279	0,774
TMSN	1,445	1,141	0,811	1,342	1,123	1,279	0,350
TOASO	1,172	1,257	0,515	1,965	1,036	1,389	0,739
TRKCM	1,217	0,903	0,582	1,756	1,192	1,589	0,574
TTRAK	1,044	0,935	0,634	1,779	1,064	1,301	0,697
TUPRS	1,051	1,181	0,480	2,158	0,937	1,242	0,781
ULKER	2,041	0,702	0,660	1,352	1,283	1,839	0,554
VESTL	1,445	0,951	0,338	3,998	1,078	1,587	0,673
YATAS	1,617	1,023	0,460	2,114	1,107	1,357	0,828
<b>Ortalama</b>	<b>1,506</b>	<b>1,141</b>	<b>0,582</b>	<b>2,219</b>	<b>1,275</b>	<b>1,450</b>	<b>0,712</b>

Tablo 89'a göre, incelenen dönemler boyunca işletmelerin toplam faktör verimlilik ortalama değerleri; 2012-2013 ve 2016-2017 dönemlerinde azalış gösterdiği ve diğer dönemlerde ise artış göstermiştir. Dönemler itibariyle en büyük artışın %121,9'luk bir değerle 2013-2014 döneminde olduğu, en büyük düşüşün ise %41,8'lik bir değerle 2012-2013 dönemine ait olduğu görülmektedir.

2010-2011 dönemi itibariyle toplam faktör verimlilik (TFV) değişim değerinde ortalama %50,6 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumlu katkılarından kaynaklanmaktadır. Bu dönemde en büyük artış (%947,2) gösteren işletme KARSN olurken, en büyük düşüş (%68,4) gösteren işletme ise AFYON olmuştur. Analize tabi olan işletmelerin %86,49'unun TFV değişim değerlerinde ilerleme olduğu, %10,81'inin TFV değişim değerlerinde gerileme olduğu ve SASA işletmesinin TFV değerinde ise herhangi bir değişim olmadığı görülmektedir.

2011-2012 dönemi itibariyle TFV değişim değerinde ortalama %14,1 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış, işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumlu katkılarından kaynaklanmaktadır. Bu dönemde %66,2 artışla DEVA işletmesi en büyük artışı gösterirken, %48,6 azalışla bir önceki dönemde olduğu gibi AFYON işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %72,97'sinin TFV değişim değerlerinde ilerleme olduğu, %27,03'ünün TFV değişim değerlerinde gerileme olduğu tespit edilmiştir. Yani, bu dönemde işletmelerin %72,97'sinin üretim ölçeklerini genişleterek yönetsel olarak etkinlik düzeylerini artırdıkları ve aynı zamanda üretimde teknolojiden doğru ve verimli bir şekilde yararlandıkları söylenebilir.

2012-2013 dönemi itibariyle toplam faktör verimlilik (TFV) değişim değerinde ortalama %41,8 oranında bir azalış olduğu görülmektedir. Bu azalış, işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumsuz etkilerinden kaynaklanmaktadır. Bu dönemde en büyük artış (%131,3) gösteren işletme AFYON olurken, en büyük düşüş (%72,1) gösteren işletme ise SASA olmuştur. Analize tabi olan işletmelerden AFYON işletmesi dışında diğer tüm

işletmelerin TFV değişim değerlerinde gerileme olduğu tespit edilmiştir. TVF değişim değerleri düşük olan işletmelerin üretimde teknolojiden doğru ve verimli bir şekilde yararlanamadıkları için üretim ölçeklerini genişletemedikleri ve yönetsel olarak etkinlik seviyelerini arttıramadıkları söylenebilir.

2013-2014 dönemi itibariyle TFV değişim değerinde ortalama %121,9 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış, işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumlu katkılarından kaynaklanmaktadır. Bu dönemde %535,3 artışla GEREL işletmesi en büyük artışı gösterirken, %66,9 azalışla KARSN işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerden KARSN işletmesi hariç diğer bütün işletmelerin TFV değişim değerlerinde ilerleme olduğu tespit edilmiştir. Yani, işletmelerin %97,30'unun üretim ölçeklerini genişleterek yönetsel olarak etkinlik düzeylerini arttırdıkları ve aynı zamanda üretimde teknolojiden doğru ve verimli bir şekilde yararlandıkları söylenebilir.

2014-2015 dönemi itibariyle TFV değişim değerinde ortalama %27,5 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumlu katkılarından kaynaklanmaktadır. Bu dönemde en büyük artış (%641,7) gösteren işletme KARSN olurken, en büyük düşüş (%40,6) gösteren işletme ise DGKLB olmuştur. Analize tabi olan işletmelerin %72,97'sinin TFV değişim değerlerinde ilerleme olduğu, %27,03'ünün TFV değişim değerlerinde ise gerileme olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerin %72,97'sinin teknolojiden doğru ve verimli bir şekilde yararlandıkları için üretim ölçeklerini genişlettikleri, yönetsel olarak etkinlik düzeylerini arttırdıkları söylenebilir.

2015-2016 dönemi itibariyle TFV değişim değerinde ortalama %45,0 oranında bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış, işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumlu katkılarından kaynaklanmaktadır. Bu dönemde %112,3 artışla AFYON işletmesi en büyük artışı gösterirken, %12,1 azalışla bir önceki dönemde olduğu gibi DGKLB işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerin %91,89 TFV değişim

değerlerinde ilerleme olduğu, %8,11'nin TFV değişim değerlerinde ise gerileme olduğu tespit edilmiştir.

2016-2017 dönemi itibariyle TFV değişim değerinde ortalama %28,8 oranında bir azalış olduğu görülmektedir. Bu azalış, işletmelerin hem teknik etkinlik değişim değerlerinin hem de teknolojik değişim değerlerinin olumsuz etkilerinden kaynaklanmaktadır. Bu dönemde %128,8 artışla DGKLB işletmesi en büyük artışı gösterirken, %96,4 azalışla CEMAS işletmesi en büyük azalışı göstermiştir. Analize tabi olan işletmelerden DGKLB işletmesi hariç diğer bütün işletmelerin TFV değişim değerlerinde gerileme olduğu tespit edilmiştir. TVF değişim değerleri düşük olan işletmelerin, üretimde teknolojiden doğru ve verimli bir şekilde yararlanamadıkları için üretim ölçeklerini genişletemedikleri ve dolayısıyla yönetsel olarak etkinlik seviyelerini arttıracak politikalar geliştiremedikleri söylenebilir.

2010-2017 yılları arasında işletmelerin ortalama Malmquist toplam faktör verimlilik endeksindeki değişme değerleri ile bu endeksi oluşturan ana bileşenlere ait değerler Tablo 90'da verilmiştir.

**Tablo 90:** 2010-2017 Yılları Arası Malmquist Toplam Faktör Verimlilik ve Bileşenlerinin Ortalama Değişim Değerleri

İşletme Kodu	TED	TD	TFVD
AEFES	0,970	1,118	1,090
AFYON	1,287	1,279	1,640
AKSA	1,058	1,117	1,199
ANACM	1,039	1,155	1,271
ARCLK	0,958	1,230	1,200
BRSAN	1,092	1,171	1,350
CCOLA	1,003	1,110	1,109
CEMAS	0,856	1,164	1,045
CEMTS	1,010	1,203	1,234
DEVA	1,006	1,205	1,229
DGKLB	1,037	1,052	1,158
EGEEN	1,000	1,117	1,117
EREGL	1,007	1,153	1,148
FROTO	1,028	1,030	1,039
GENTS	0,993	1,079	1,074
GEREL	1,297	1,137	1,791

**Tablo 90 (Devam):** 2010-2017 Yılları Arası Malmquist Toplam Faktör Verimlilik ve Bileşenlerinin Ortalama Değişim Değerleri

GOLTS	1,022	1,120	1,156
GOODY	1,074	1,115	1,188
GUBRF	0,986	1,083	1,073
HEKTS	1,000	1,114	1,114
KARSN	2,621	1,130	3,211
KARTN	1,000	1,155	1,155
KORDS	1,071	1,116	1,297
KRDMD	1,059	1,197	1,342
OTKAR	1,051	1,102	1,159
PETKM	1,055	1,117	1,245
SASA	1,019	1,129	1,301
SODA	1,024	1,125	1,174
TATGD	1,152	1,152	1,481
TMSN	0,970	1,083	1,070
TOASO	1,034	1,110	1,153
TRKCM	0,988	1,119	1,116
TTRAK	0,994	1,069	1,065
TUPRS	1,036	1,064	1,119
ULKER	0,988	1,207	1,204
VESTL	1,120	1,153	1,438
YATAS	1,044	1,158	1,215
<b>Ortalama</b>	<b>1,080</b>	<b>1,133</b>	<b>1,269</b>

**Not:** (TED: Teknik Etkinlikteki Değişme; TD: Teknolojik Değişme; TFVD: Toplam Faktör Verimlilik Değişimi)

Tablo 90'a göre, analize tabi olan işletmelerin %67,57'sinin teknik etkinliğinde ilerleme, %24,32'sinin teknik etkinliğinde gerileme olduğu ve işletmelerin %8,11'nin teknik etkinliğinde ise bir değişme olmadığı görülmektedir. Teknik etkinlikte ortalama %162,1 artışla KARSN işletmesi en büyük artışı gösterirken, %14,4 azalışla CEMAS işletmesi en büyük düşüşü göstermiştir. Teknik etkinlikte değişim göstermeyen işletmelerin, EGEEN, HEKTS ve KARTN işletmeleri olduğu görülmektedir. Teknolojik ilerlemesi en yüksek olan ilk üç işletme ise; KARSN (%162,1), GEREL (%29,7) ve AFYON (%28,7) işletmesi olmuştur.

Teknolojik değişim değerleri incelendiğinde; analize tabi olan işletmelerin yıllık ortalama teknolojik ilerlemeleri %13,3 olarak ölçülmüştür. İşletme bazında

bakıldığında, işletmelerin tamamının teknolojik ilerlemeyi sağladığı görülmektedir. Bu işletmeler arasında teknolojik ilerlemesi en yüksek olan ilk üç işletme, AFYON (%27,9), ARCLK (%23) ve ULKER (%20,7) işletmeleri olmuştur.

Toplam faktör verimlilik değişim değerleri incelendiğinde; analize tabi olan işletmelerin toplam faktör verimlilik değişim değerlerine göre yıllık ortalama büyüme %26,9'dur. Bu büyüme hem teknik etkinlikteki hem de teknolojik değişimdeki ilerlemeden kaynaklanmaktadır. İşletmelerin tamamının toplam faktör verimliliğinde ilerleme sağladığı görülmektedir. Bu işletmeler arasında toplam faktör verimlilik değişim ilerlemesi en yüksek olan KARSN (%221,1), GEREL (%79,1) ve AFYON (%64,0) işletmeleri ilk üç sırayı almıştır.

İşletmelerin 2010-2017 yılları arasında dönemlere göre ortalama Malmquist toplam faktör verimlilik endeksindeki değişim değerleri ile bu endeksi oluşturan ana bileşenlere ait değerler Tablo 91'de verilmiştir.

**Tablo 91:** Dönemlere Göre Malmquist Toplam Faktör Verimlilik ve Bileşenlerinin Ortalama Değişim Değerleri

Dönemler	TED	TD	TFVD
2010-2011	1,205	1,248	1,506
2011-2012	1,068	1,067	1,141
2012-2013	0,953	0,594	0,582
2013-2014	1,221	1,787	2,219
2014-2015	1,158	1,075	1,275
2015-2016	1,030	1,406	1,450
2016-2017	0,922	0,758	0,712
<b>Ortalama</b>	<b>1,080</b>	<b>1,133</b>	<b>1,269</b>

**Not:** (TED: Teknik Etkinlikteki Değişim; TD: Teknolojik Değişim; TFVD: Toplam Faktör Verimlilik Değişimi)

Tablo 91'deki değerler incelendiğinde, analize tabi işletmelerin yıllık ortalama teknik etkinliğindeki artış %8,0 olmuştur. Teknik etkinlikteki ilerlemenin en yüksek olduğu dönem ortalama %22,1 artışla 2013-2014 dönemi olurken, teknik etkinlikteki gerilemenin en yüksek olduğu dönem ise ortalama %7,8 azalışla 2016-2017 dönemi olmuştur. Teknolojik değişimdeki ilerlemenin en yüksek olduğu dönem ortalama %78,7 artışla 2013-2014 dönemi olurken, teknolojik değişimdeki gerilemenin en

yüksek olduğu dönem ise ortalama %40,6 azalışla 2012-2013 dönemi olmuştur. Diğer taraftan, toplam faktör verimliliğindeki ilerlemenin en yüksek olduğu dönem ortalama %121,9 artışla 2012-2013 dönemi iken, toplam faktör verimliliğindeki gerilemenin en yüksek olduğu dönem ise ortalama %41,8 azalışla 2012-2013 dönemi olmuştur. Sonuç olarak işletmelerin toplam faktör verimliliği, teknik etkinlikteki ortalama %8,0 artış ve teknolojik değişimdeki ortalama %13,3'lük artışa bağlı olarak ortalama %26,9 oranında artış göstermiştir.



## SONUÇ

Kaynakların sınırlı olduğu dünyamızda, ekonomik birimler mevcut kaynaklarını en iyi şekilde kullanarak maksimum çıktı elde etmek zorundadırlar. Globalleşme olgusu ile rekabetin yoğun olarak artması, ekonomik birimleri, öncelikle kendi durumlarını öğrenmeye daha sonra rakiplerinin durumlarını öğrenmeye ve sonuçta her ikisini karşılaştırarak, en iyi üretim koşullarına varabilmek için gerekli önlemleri almaya yöneltmiştir. Bu nedenle etkinlik ve verimlilik ölçümleri büyük önem kazanmaktadır. Etkinlik ve verimlilik ölçümlerinin tespit edilmesinde genellikle oran analizi, parametrelili yöntemler ve parametresiz yöntemler kullanılmaktadır. Oran analizi, bir girdi ile bir çıktının olduğu üretim sistemlerinde etkinliği ölçmekte, ancak birden fazla girdi ve çıktının bulunduğu üretim sistemlerinde yetersiz kalmaktadır. Parametrelili yöntemler, etkinliği üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olması esasına göre ölçmekte ve ortalama değeri esas almaktadır. Parametresiz yöntemler ise, birçok faktörü bir arada değerlendirebilen ve herhangi bir öngörüü benimsemeyen esnek yapıya sahip olan yöntemlerdir. Bu yöntemler çözümlenmeyi genellikle matematiksel programlamaya göre yapmaktadırlar.

Parametresiz yöntemler içinde en çok bilinen ve etkinlik ölçümünde yaygın olarak kullanılan Veri Zarflama Analizidir. Veri Zarflama Analizi (VZA), benzer nitelikli birden çok girdi ve çıktıyı eş anlı olarak değerlendirebilen doğrusal programlamaya dayalı bir yöntemdir. Verilerin kullanımı noktasında esnek olması ve herhangi bir üretim fonksiyonunu dayatmamasından dolayı, diğer yöntemlere göre avantajlar sağlamaktadır. Bu yöntemin en önemli özelliği, her bir karar verme birimindeki etkinsizlik oranını ve kaynaklarını tanımlayabilmesidir.

VZA'da çıktıların ağırlıklı toplamının, girdilerin ağırlıklı toplamına bölünmesiyle her bir karar verme birimi için etkinlik skoru bulunabilmektedir. Etkinlik skorları en yüksek olan karar verme birimleri etkinlik sınırını oluşturmakta ve bu sınıra olan radyal uzaklıklarına göre diğer karar verme birimlerinin göreceli etkinlikleri belirlenmektedir. Etkinlik sınırının ölçeğe göre sabit ya da değişken getirili olması, etkinliğin bileşenleri üzerine fikir vermektedir. Etkinsiz olan birimler için etkin



referans birimlerin ve gelişme potansiyelinin saptanması, diğer etkinlik yöntemleri ile elde edilemeyecek bilgiler sağlamaktadır.

Bu çalışmada; Borsa İstanbul BIST100’de bulunan 37 imalat işletmesinin 2010-2017 dönemi itibariyle 7 girdi ve 4 çıktı kullanılarak VZA yöntemi ile göreceli etkinliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, analizler her bir yıl için girdi odaklı CCR-I (toplam etkinlik), BCC-I (teknik etkinlik) modelleriyle yapılmış ve söz konusu modellerden elde edilen skorların oranlanması ile ölçek etkinlik (CCR-I/BCC-I) skorları elde edilmiştir. Daha sonra süper etkinlik modelleri ile işletmelerin sıralaması (en etkinden etkin olmayana doğru) yapılmış ve BCC-I modeline göre de ölçek getiri özelliği tespit edilmiştir. Etkin olmayan işletmelerin referans almaları gereken etkin işletmeler belirlenmiş ve etkin olmayan işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirme oranları tespit edilerek yıllar itibariyle sonuçlar değerlendirilmiş olup etkinliğin zaman içindeki değişimi, Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi ile analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

**2010 yılında** CCR-I modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, analiz kapsamındaki 37 işletmeden 13 işletmenin etkin, 24 işletmenin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,8310 olduğu tespit edilmiştir. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin işletme CEMAS işletmesi olmuş ve bunu sırasıyla GENTS ve GUBRF işletmeleri takip etmiştir.

BCC-I modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 29 işletmenin etkin, 8 tanesinin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,9855 olduğu saptanmıştır. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada, CCR-I modelinde olduğu gibi yine en etkin olan işletme CEMAS işletmesi olmuştur. Bunu sırasıyla GENTS ve HEKTS işletmeleri izlemiştir.

Ölçek etkinliği analiz sonuçlarına göre, 13 işletmenin etkin, 24 tanesinin etkin olmadığı ve ölçek etkinlik ortalamasının ise 0,8417 olduğu tespit edilmiştir. Toplam etkin olmayan 24 işletmeden 17’sinin etkinsizliğinin nedeni, tamamen ölçek etkinsizliğinden kaynaklanırken, 7’sinin etkinsizliği ise hem ölçek hem de teknik etkinsizlikten kaynaklanmaktadır. Ayrıca, 37 işletmenin 24 tanesi ölçeğe göre artan

getiriye sahip iken, 13 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Artan getiriye sahip olan işletmeler, büyüme potansiyellerini olabildiğince kullanarak görece olarak etkin hale gelebilirler.

CCR-I ve BCC-I modellerine göre etkin olmayan işletmeler için referans kümeleri tespit edilmiş ve buna göre işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirme oranları hesaplanmıştır. Bu bağlamda CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan ARCLK (0,9990) ve KARSN (0,0729) işletmeleri ile BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden etkinlik sınırına en yakın ve en uzak olan AKSA (0,9873) ve TATGD (0,8257) işletmeleri için hedef değerler belirlenmiştir. Bu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıklarından dolayı, etkinlik sınırına ulaşamamışlardır. Genel olarak etkin olmayan işletmelerin kaynaklarını israf ettiği ve mümkün olan çıktıyı üretilmediklerinden dolayı, etkinsiz oldukları söylenebilir. Etkin olan işletmelerin referans olma sayılarına bakıldığında, CCR-I modelinde en çok referans alan işletme 22 defa ile GUBRF iken, BCC-I modelinde ise 5 defa ile DEVA ve TTRAK işletmeleri olmuştur.

**2011 yılında** CCR-I modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, analiz kapsamındaki 37 işletmeden 14 işletmenin etkin, 23 işletmenin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,8390 olduğu saptanmıştır. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin işletme ULKER işletmesi olmuş ve bunu sırasıyla TMSN ve TTRAK işletmeleri takip etmiştir.

BCC-I modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 27 işletmenin etkin, 10 tanesinin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,9776 olduğu tespit edilmiştir. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin olan işletme KARTN işletmesi olmuştur. Bunu sırasıyla GENTS ve HEKTS işletmeleri izlemiştir.

Ölçek etkinliği analiz sonuçlarına göre, 14 işletmenin etkin, 23 tanesinin etkin olmadığı ve ölçek etkinlik ortalamasının ise 0,8551 olduğu tespit edilmiştir. Toplam etkin olmayan 23 işletmeden 13'nün etkinsizliğinin nedeni, tamamen ölçek etkinsizliğinden kaynaklanırken, 10'nun etkinsizliği ise hem ölçek hem de teknik

etkinsizlikten kaynaklanmaktadır. Ayrıca, 37 işletmenin 21 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 16 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Artan getiriye sahip olan işletmeler, girdi miktarlarını belli oranda artırdıklarında daha fazla çıktı üretebilmeleri mümkün iken dış etkenlerden dolayı kapasitelerinin altında çıktı üretmişlerdir. Bu işletmeler büyüme potansiyellerini olabildiğince kullanarak görece olarak etkin hale gelebilirler.

CCR-I ve BCC-I modellerine göre etkin olmayan işletmeler için referans kümeleri tespit edilmiş ve buna göre işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirme oranları hesaplanmıştır. Bu bağlamda CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan YATAS (0,9861) ve AFYON (0,2791) işletmeleri ile BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden etkinlik sınırına en yakın ve en uzak olan KARSN (0,9973) ve COLLA (0,7181) işletmeleri için hedef değerler belirlenmiştir. Bu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıklarından dolayı, etkinlik sınırına ulaşamamışlardır. Genel olarak etkin olmayan işletmelerin kaynaklarını israf ettiği ve mümkün olan çıktıyı üretemediklerinden dolayı, etkinsiz oldukları söylenebilir. Etkin olan işletmelerin referans olma sayılarına bakıldığında, CCR-I modelinde en çok referans alan işletme 18 defa ile GUBRF iken, BCC-I modelinde ise 7 defa ile ULKER işletmesi olmuştur.

**2012 yılında** CCR-I modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, analiz kapsamındaki 37 işletmeden 19 işletmenin etkin, 18 işletmenin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,8862 olduğu saptanmıştır. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin işletme, GUBRF işletmesi olmuş ve bunu sırasıyla CEMAS ve TTRAK işletmeleri takip etmiştir.

BCC-I modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 31 işletmenin etkin, 7 tanesinin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,9898 olduğu saptanmıştır. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin olan işletme HEKTS işletmesi olmuştur. Bunu sırasıyla CEMAS ve TMSN işletmeleri izlemiştir.

Ölçek etkinliği analiz sonuçlarına göre, 19 işletmenin etkin, 18 tanesinin etkin olmadığı ve ölçek etkinlik ortalamasının ise 0,8950 olduğu tespit edilmiştir. Toplam etkin olmayan 18 işletmeden 12'sinin etkinsizliğinin nedeni, tamamen ölçek etkinsizliğinden kaynaklanırken, 6'sının etkinsizliği ise hem ölçek hem de teknik etkinsizlikten kaynaklanmaktadır. Ayrıca, 37 işletmenin 17 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 20 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Artan getiriye sahip olan işletmeler, büyüme potansiyellerini olabildiğince kullanarak görece olarak etkin hale gelebilirler.

CCR-I ve BCC-I modellerine göre etkin olmayan işletmeler için referans kümeleri tespit edilmiş ve buna göre işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirme oranları da hesaplanmıştır. Bu bağlamda CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan ANACM (0,9904) ve AFYON (0,1595) işletmeleri ile BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden etkinlik sınırına en yakın ve en uzak olan GOODY (0,9763) ve CCOLA (0,8077) işletmeleri için hedef değerler belirlenmiştir. Bu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıklarından dolayı, etkinlik sınırına ulaşamamışlardır. Genel olarak etkin olmayan işletmelerin kaynaklarını israf ettiği ve mümkün olan çıktıyı üretmediklerinden dolayı, etkinsiz oldukları söylenebilir. Etkin olan işletmelerin referans olma sayılarına bakıldığında, CCR-I modelinde en çok referans alan işletme 14 defa ile GUBRF iken, BCC-I modelinde ise 5 defa ile DEVA işletmesi olmuştur.

**2013 yılında** CCR-I modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, analiz kapsamındaki 37 işletmeden 13 işletmenin etkin, 24 işletmenin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,8092 olduğu tespit edilmiştir. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin işletme CEMAS işletmesi olmuş ve bunu sırasıyla TMSN ve GUBRF işletmeleri takip etmiştir.

BCC-I modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 32 işletmenin etkin, 5 tanesinin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,9955 olduğu saptanmıştır. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan

sıralamada, CCR-I modelinde olduğu gibi en etkin olan işletme CEMAS işletmesi olmuştur. Bunu sırasıyla TMSN ve HEKTS işletmeleri izlemiştir.

Ölçek etkinliği analiz sonuçlarına göre, 13 işletmenin etkin, 24 tanesinin etkin olmadığı ve ölçek etkinlik ortalamasının 0,8119 olduğu tespit edilmiştir. Toplam etkin olmayan 24 işletmeden 19'nun etkinsizliğinin nedeni, tamamen ölçek etkinsizliğinden kaynaklanırken, 5'inin etkinsizliği ise hem ölçek hem de teknik etkinsizlikten kaynaklanmaktadır. Ayrıca, 37 işletmenin 24 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 13 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Artan getiriye sahip olan işletmeler, girdi miktarlarını belli oranda arttırdıklarında daha fazla çıktı üretebilmeleri mümkün iken dış etkenlerden dolayı kapasitelerinin altında çıktı üretmişlerdir. Artan getiriye sahip olan işletmeler, büyüme potansiyellerini olabildiğince kullanarak görece olarak etkin hale gelebilirler.

CCR-I ve BCC-I modellerine göre etkin olmayan işletmeler için referans kümeleri tespit edilmiş ve buna göre işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirme oranları da hesaplanmıştır. Bu bağlamda CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan EREGL (0,9898) ve GEREL (0,2953) işletmeleri ile BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden etkinlik sınırına en yakın ve en uzak olan PETKM (0,9993) ve KARSN (0,8729) işletmeleri için hedef değerler belirlenmiştir. Bu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıklarından dolayı, etkinlik sınırına ulaşamamışlardır. Genel olarak etkin olmayan işletmelerin kaynaklarını israf ettiği ve mümkün olan çıktıyı üretemediklerinden dolayı, etkinsiz oldukları söylenebilir. Etkin olan işletmelerin referans olma sayılarına bakıldığında, CCR-I modelinde en çok referans alan işletme 18 defa ile GUBRF iken, BCC-I modelinde ise 3 defa ile AKSA ve DEVA işletmeleri olmuştur.

**2014 yılında** CCR-I modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, analiz kapsamındaki 37 işletmeden 21 işletmenin etkin, 16 işletmenin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,9105 olduğu saptanmıştır. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin işletme EGEEN işletmesi olmuş ve bunu sırasıyla KARTN ve HEKTS işletmeleri takip etmiştir.

BCC-I modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 30 işletmenin etkin, 7 tanesinin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,9893 olduğu tespit edilmiştir. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin olan işletme KARTN işletmesi olmuştur. Bunu sırasıyla HEKTS ve TMSN işletmeleri izlemiştir.

Ölçek etkinliği analiz sonuçlarına göre, 21 işletmenin etkin, 16 tanesinin etkin olmadığı ve ölçek etkinlik ortalamasının ise 0,9201 olduğu saptanmıştır. Toplam etkin olmayan 16 işletmeden 9'nun etkinsizliğinin nedeni tamamen ölçek etkinsizliğinden kaynaklanırken, 7'sinin etkinsizliği ise hem ölçek hem de teknik etkinsizlikten kaynaklanmaktadır. Ayrıca, 37 işletmenin 23 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 14 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Artan getiriye sahip olan işletmeler, büyüme potansiyellerini olabildiğince kullanarak görece olarak etkin hale gelebilirler.

CCR-I ve BCC-I modellerine göre etkin olmayan işletmeler için referans kümeleri tespit edilmiş ve buna göre işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirme oranları da hesaplanmıştır. Bu bağlamda CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan GEREL (0,9788) ve KARSN (0,1058) işletmeleri ile BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden etkinlik sınırına en yakın ve en uzak olan KORDS (0,9884) ve ULKER (0,8852) işletmeleri için hedef değerler belirlenmiştir. Bu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıklarından dolayı, etkinlik sınırına ulaşamamışlardır. Genel olarak etkin olmayan işletmelerin kaynaklarını israf ettiği ve mümkün olan çıktıyı üretemediklerinden dolayı, etkinsiz oldukları söylenebilir. Etkin olan işletmelerin referans olma sayılarına bakıldığında, CCR-I modelinde en çok referans alan işletme 12 defa ile GUBRF iken, BCC-I modelinde ise 4 defa ile KARTN işletmesi olmuştur.

**2015 yılında** CCR-I modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, analiz kapsamındaki 37 işletmeden 22 işletmenin etkin, 15 işletmenin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,9492 olduğu saptanmıştır. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin işletme AFYON işletmesi olmuş ve bunu sırasıyla EGEEN ve TMSN işletmeleri takip etmiştir.

BCC-I modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 33 işletmenin etkin, 4 tanesinin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,9889 olduğu saptanmıştır. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin olan işletme AFYON işletmesi olmuştur. Bunu sırasıyla EGEEN ve TMSN işletmeleri izlemiştir.

Ölçek etkinliği analiz sonuçlarına göre, 22 işletmenin etkin, 15 tanesinin etkin olmadığı ve ölçek etkinlik ortalamasının ise 0,9597 olduğu tespit edilmiştir. Toplam etkin olmayan 15 işletmeden 11'nin etkinsizliğinin nedeni, tamamen ölçek etkinsizliğinden kaynaklanırken, 4'nün etkinsizliği ise hem ölçek hem de teknik etkinsizlikten kaynaklanmaktadır. Ayrıca, 37 işletmenin 13 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 24 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Artan getiriye sahip olan işletmeler, büyüme potansiyellerini olabildiğince kullanarak görece olarak etkin hale gelebilirler.

CCR-I ve BCC-I modellerine göre etkin olmayan işletmeler için referans kümeleri tespit edilmiş ve buna göre işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirme oranları da hesaplanmıştır. Bu bağlamda CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan ARCLK (0,9988) ve KARSN (0,5878) işletmeleri ile BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden etkinlik sınırına en yakın ve en uzak olan TATGD (0,9796) ve ULKER (0,8338) işletmeleri için hedef değerler belirlenmiştir. Bu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıklarından dolayı, etkinlik sınırına ulaşamamışlardır. Genel olarak etkin olmayan işletmelerin kaynaklarını israf ettiği ve mümkün olan çıktıyı üretmediklerinden dolayı, etkinsiz oldukları söylenebilir. Etkin olan işletmelerin referans olma sayılarına bakıldığında, CCR-I modelinde en çok referans alan işletme 10 defa ile HEKTS iken, BCC-I modelinde ise 4 defa ile yine HEKTS işletmesi olmuştur.

**2016 yılında** CCR-I modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, analiz kapsamındaki 37 işletmeden 29 işletmenin etkin, 8 işletmenin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,9718 olduğu tespit edilmiştir. Etkin olan işletmeler

arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin işletme AFYON işletmesi olmuş ve bunu sırasıyla TMSN ve EGEEN işletmeleri takip etmiştir.

BCC-I modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 33 işletmenin etkin, 4 tanesinin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,9932 olduğu saptanmıştır. Etkin olmayan işletmeler kaynaklarını israf ederek teknik etkinlik seviyesine ulaşamamışlardır. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin olan işletme AFYON işletmesi olmuştur. Bunu sırasıyla TMSN ve ANACM işletmeleri izlemiştir.

Ölçek etkinliği analiz sonuçlarına göre, 29 işletmenin etkin, 8 tanesinin etkin olmadığı ve ölçek etkinlik ortalamasının ise 0,9781 olduğu tespit edilmiştir. Toplam etkin olmayan 8 işletmeden 4'nün etkinsizliğinin nedeni, tamamen ölçek etkinsizliğinden kaynaklanırken, 4'nün etkinsizliği ise hem ölçek hem de teknik etkinsizlikten kaynaklanmaktadır. Ayrıca, 37 işletmenin 7 tanesi ölçeğe göre artan getiriye sahip iken, 30 tanesi de sabit getiriye sahiptir. Artan getiriye sahip olan işletmeler, büyüme potansiyellerini olabildiğince kullanarak görece olarak etkin hale gelebilirler.

CCR-I ve BCC-I modellerine göre etkin olmayan işletmeler için referans kümeleri tespit edilmiş ve buna göre işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirme oranları da hesaplanmıştır. Bu bağlamda CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan TATGD (0,9627) ve DGKLB (0,5797) işletmeleri ile BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden etkinlik sınırına en yakın ve en uzak olan AEFES (0,9748) ve COLA (0,8545) işletmeleri için hedef değerler belirlenmiştir. Bu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıklarından dolayı, etkinlik sınırına ulaşamamışlardır. Genel olarak etkin olmayan işletmelerin kaynaklarını israf ettiği ve mümkün olan çıktıyı üretmediklerinden dolayı, etkinsiz oldukları söylenebilir. Etkin olan işletmelerin referans olma sayılarına bakıldığında, CCR-I modelinde en çok referans alan işletme 6 defa ile AFYON iken, BCC-I modelinde ise 3 defa ile yine AFYON işletmesi olmuştur.



**2017 yılında** CCR-I modeli ile yapılan toplam etkinlik analizi sonucunda, analiz kapsamındaki 37 işletmeden 14 işletmenin etkin, 23 işletmenin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,8887 olduğu saptanmıştır. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin işletme AFYON işletmesi olmuş ve bunu sırasıyla EGEEN ve HEKTS işletmeleri takip etmiştir.

BCC-I modeliyle yapılan teknik etkinlik analiz sonuçlarına göre, 30 işletmenin etkin, 7 tanesinin etkin olmadığı ve etkinlik ortalamasının ise 0,9924 olduğu saptanmıştır. Etkin olmayan işletmeler kaynaklarını israf ederek teknik etkinlik seviyesine ulaşamamışlardır. Etkin olan işletmeler arasında süper etkinlik modeliyle yapılan sıralamada en etkin olan işletme CCR-I modelinde olduğu gibi yine AFYON işletmesi olmuştur. Bunu sırasıyla HEKTS ve KARTN işletmeleri izlemiştir.

Ölçek etkinliği analiz sonuçlarına göre, 14 işletmenin etkin, 23 tanesinin etkin olmadığı ve ölçek etkinlik ortalamasının ise 0,8946 olduğu tespit edilmiştir. Toplam etkin olmayan 23 işletmeden 16'sının etkinsizliğinin nedeni, tamamen ölçek etkinsizliğinden kaynaklanırken, 7'sinin etkinsizliği ise hem ölçek hem de teknik etkinsizlikten kaynaklanmaktadır. Ayrıca, 37 işletmenin 19 tanesi ölçeğe göre artan getiriye, 16 tanesi sabit getiriye ve 2 tanesi de azalan getiriye sahiptir. Azalan getiriye sahip olan TOASO ve TTRAK işletmeleri potansiyel gelişimlerini doldurduklarından ve bir takım dış etkenlerden dolayı etkinsiz olmuşlardır. Bu işletmeler kapasitelerini düşürerek kaynaklarını daha etkin kullanarak görece olarak ölçek etkin olabilirler. Artan getiriye sahip olan işletmeler ise, büyüme potansiyellerini olabildiğince kullanarak görece olarak etkin hale gelebilirler.

CCR-I ve BCC-I modellerine göre etkin olmayan işletmeler için referans kümeleri tespit edilmiş ve buna göre işletmelerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirme oranları da hesaplanmıştır. Bu bağlamda CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip olan TOASO (0,9927) ve CEMAS (0,0436) işletmeleri ile BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmelerden etkinlik sınırına en yakın ve en uzak olan TRKCM (0,9971) ve ARCLK (0,8937) işletmeleri için hedef değerler belirlenmiştir. Bu işletmeler kaynaklarını etkin ve verimli kullanamadıklarından dolayı, etkinlik

sınırına ulaşamamışlardır. Genel olarak etkin olmayan işletmelerin kaynaklarını israf ettiği ve mümkün olan çıktıyı üretemediklerinden dolayı, etkinsiz oldukları söylenebilir. Etkin olan işletmelerin referans olma sayılarına bakıldığında, CCR-I modelinde en çok referans alan işletme 21 defa ile HEKTS iken, BCC-I modelinde ise 6 defa ile AFYON ve HEKTS işletmeleri olmuştur.

Çalışmada, 2010-2017 dönemi itibariyle girdi odaklı Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi yöntemi kullanılarak, BIST100’de bulunan 37 imalat işletmesine ilişkin teknik etkinlikteki değişme, teknolojik değişme ve toplam faktör verimliliğindeki değişme endeksleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

2010-2017 yılları arasındaki 7 yıllık dönemde analize tabi olan imalat işletmelerinin genel olarak, 2010-2011, 2011-2012, 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016 dönemlerinde toplam faktör verimliliğinde, teknik etkinlik değişiminde ve teknolojik değişimde artış gösterdiği, 2012-2013 ve 2016-2017 dönemlerinde toplam faktör verimliliğinde, teknik etkinlik değişiminde ve teknolojik değişimde ise azalış gösterdiği tespit edilmiştir.

Teknik etkinlikteki ilerlemenin en yüksek olduğu dönem ortalama %22,1 artışla 2013-2014 dönemi olurken, teknik etkinlikteki gerilemenin en yüksek olduğu dönem ise ortalama %7,8 azalışla 2016-2017 dönemi olmuştur.

Teknolojik değişimdeki ilerlemenin en yüksek olduğu dönem ortalama %78,7 artışla 2013-2014 dönemi olurken, teknolojik değişimdeki gerilemenin en yüksek olduğu dönem ortalama %40,6 azalışla 2012-2013 dönemi olmuştur.

Toplam faktör verimliliğindeki ilerlemenin en yüksek olduğu dönem ortalama %121,9 artışla 2012-2013 dönemi iken, toplam faktör verimliliğindeki gerilemenin en yüksek olduğu dönem ise ortalama %41,8 azalışla 2012-2013 dönemi olmuştur.

Sonuç olarak işletmelerin toplam faktör verimliliği, teknik etkinlikteki ortalama %8,0 artış ve teknolojik değişimdeki ortalama %13,3’lük artışa bağlı olarak ortalama %26,9 oranında artış göstermiştir.

2010-2017 yılları arasında analize tabi olan imalat işletmelerinin %67,57'sinin yıllık ortalama teknik etkinliğinde ilerleme olduğu, %24,32'sinin teknik etkinliğinde gerileme olduğu ve %8,11'nin teknik etkinliğinin ise değişmediği görülmektedir. Teknik etkinlikte ortalama %162,1 artışla KARSN işletmesi en yüksek artışı gösterirken, ortalama %14,4 azalışla CEMAS işletmesi en yüksek düşüşü göstermiştir.

İşletmelerin tamamının ortalama teknolojik değişimde ilerleme sağladığı ve bu işletmeler arasında teknolojik ilerlemesi en yüksek olan AFYON (%27,9), ARCLK (%23) ve ULKER (%20,7) işletmelerinin ise ilk üç sırayı aldıkları tespit edilmiştir.

Analize tabi İşletmelerin tamamının ortalama toplam faktör verimliliğinde ilerleme sağladığı ve bu işletmeler arasında toplam faktör verimlilik değişim ilerlemesi en yüksek olan KARSN (%221,1), GEREL (%79,1) ve AFYON (%64,0) işletmelerinin ilk üç sırayı aldığı tespit edilmiştir.

2010-2017 dönemi için elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- BCC-I modeliyle elde edilen teknik etkin işletme sayısı, CCR-I modeliyle elde edilen toplam etkin işletme sayısı ile ölçek etkin işletme sayısından daha fazla çıkmıştır.
- CCR-I modeliyle elde edilen toplam etkin işletme sayısı, toplam etkin olmayan işletme sayısından daha az çıkmıştır. Etkin olmayan işletmelerin etkinsizliklerinin nedeni, mevcut girdilerden istenilen seviyede çıktının üretilmemesi ve işletmelerin uygun ölçekte çalışamamasıdır.
- BCC-I modeline göre teknik etkin işletme sayısı, teknik etkin olmayan işletme sayısından daha fazla çıkmıştır. Yani, teknik etkin olan işletmeler kaynaklarını etkin bir şekilde kullanarak üretmesi gereken çıktıları elde ederek etkinlik sınırı üzerinde yer almışlardır. Teknik etkin olmayan işletmeler ise, kaynaklarını israf ederek etkinlik sınırına ulaşamamışlardır. Diğer bir ifadeyle, etkin olmayan işletmeler girdi-çıktı bileşimini etkin sınırdaki işletmeler gibi verimli yönetememişlerdir.
- Ölçek etkin olan işletmelerin sayısı, ölçek etkin olmayan işletmelerin sayısından daha az bulunmuştur. Ölçek etkin olmayan işletmelerin etkinsizliklerinin sebebi ya uygun ölçekte çalışamamaları ya da operasyonel

(işlevsel) yapılarından kaynaklanmaktadır. Buna göre, ölçek etkin olmayan işletmelerin çoğunun uygun ölçekte çalışmadığı ve ölçeğe göre artan getiriye sahip işletmeler olduğu anlaşılmaktadır.

- İşletmelerin ölçeğe göre getiri özellikleri incelendiğinde, ölçeğe göre sabit getirili işletme sayısı ile ölçeğe göre artan getirili işletme sayılarının birbirine çok yakın olduğu, ölçeğe göre azalan getiriye sahip olan işletme sayısının ise sadece 2 tane olduğu tespit edilmiştir.
- 2010-2017 dönemi boyunca her üç modelde de etkin olan işletmeler; EGEEN, HEKTS ve KARTN işletmeleridir.
- CCR-I ve BCC-I modellerine göre etkin olan işletmelerin sıralaması süper etkinlik modeliyle yapılmış ve yıllar itibarıyla en etkin olan işletmeler tespit edilmiştir. Süper CCR-I modeline göre en etkin olan işletmeler; 2010 ve 2013 yıllarında CEMAS, 2011 yılında ULKER, 2012 yılında GUBRF, 2014 yılında EGEEN, 2015, 2016 ve 2017 yıllarında ise AFYON işletmesi olmuştur. Süper BCC-I modeline göre en etkin olan işletmeler ise; 2010 ve 2013 yıllarında CEMAS, 2011 ve 2014 yıllarında KARTN, 2012 yılında HEKTS, 2015, 2016 ve 2017 yıllarında ise AFYON işletmesi olmuştur. Bu işletmeler kaynaklarını en iyi şekilde kullanarak mümkün olan en iyi çıktıyı üreten işletmelerdir.
- VZA'nın önemli özelliklerinden biri de etkin olmayan işletmelerin hedef değerlerinin tespiti için referans işletmeleri belirleyebilmesidir. Çalışmada VZA ile yapılan analiz sonuçlarına göre CCR-I modelinde en fazla referans alan işletmeler; 2010-2014 yılları arasında GUBRF 74 kez, 2015 ve 2017 yıllarında HEKTS 33 kez ve 2016 yılında AFYON 4 kez referans alırken, BCC-I modelinde ise; 2010 yılında DEVA ve TTRAK 5 kez, 2011 yılında ULKER 7 kez, 2012 yılında DEVA 5 kez, 2013 yılında AKSA ve DEVA 3 kez, 2014 yılında KARTN 4 kez, 2015 yılında HEKTS 4 kez, 2016 yılında AFYON 3 kez ve 2017 yılında ise AFYON ve HEKTS 6 kez referans almışlardır. Bu bağlamda, etkin olmayan işletmeler VZA ile tespit edilen referans işletmeleri örnek olarak karşılaştırma yapabilirler. Karşılaştırma

sayesinde, işletmeler sektörde bulunan en iyiyi tespit ederek etkin olma şansını yakalayabilirler.

- Veri zarflama analizi etkin olmayan her bir işletme için etkinsizlik miktarını ve kaynaklarını belirleyerek, alınması gereken tedbirlere dair yöneticilere yol gösterici olabilmektedir. Bu bağlamda çalışmada etkin olmayan işletmeler için potansiyel iyileştirme oranları hesaplanmıştır. Bu kapsamda CCR-I ve BCC-I modellerine göre her bir yıl için etkin olmayan işletmelerin potansiyel iyileştirme oranları hesaplanmış ve etkinlik skoru en düşük ve en yüksek olan işletmelerin yapmaları gereken iyileştirmeler için önerilerde bulunulmuştur. Buna göre işletmelerin, girdi değişkenlerini azaltarak ve çıktı değişkenlerini artırarak etkin olabilecekleri söylenebilir.
- Analiz dönemleri içerisinde teknik etkinlik değişiminin en yüksek artış (%22,1) gösterdiği dönemin 2013-2014 olduğu ve en fazla düşüş (%7,8) gösterdiği dönemin ise 2016-2017 olduğu görülmektedir. 2013-2014 döneminde GEREL (%231,5) işletmesi en büyük artışı gösterirken, AFYON (%78,1) işletmesi ise en büyük düşüşü göstermiştir. 2016-2017 döneminde ise DGKLB (%72,5) işletmesi en büyük artışı gösterirken, CEMAS (%95,4) işletmesi en büyük azalışı göstermiştir.
- Analiz dönemleri içerisinde teknolojik değişimin yine en büyük artış (%78,7) gösterdiği dönemin 2013-2014 olduğu ve en fazla düşüş (%40,6) gösterdiği dönemin ise 2012-2013 olduğu görülmektedir. 2013-2014 döneminde ortalama olarak bütün işletmelerin teknolojik ilerlemeyi sağladığı ve üretim noktasında teknolojiden etkin bir şekilde yararlandıkları söylenebilir. 2012-2013 döneminde hiçbir işletme teknolojik değişimde ilerleme sağlayamamış ve bu işletmeler, teknolojiden etkin bir şekilde yararlanamadıkları için üretimlerinde düşüş yaşadıkları görülmektedir.
- İncelenen dönemler boyunca işletmelerin toplam faktör verimlilik değerleri; 2012-2013 ve 2016-2017 dönemlerinde azalış gösterdiği ve diğer dönemlerde ise artış gösterdiği görülmektedir. Dönemler itibariyle en büyük artışın %121,9'luk bir değerle 2013-2014 döneminde olduğu, en büyük

düşüşün ise %41,8'lik bir değerle 2012-2013 dönemine ait olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, analiz kapsamında 37 imalat işletmesinden kaynaklarını etkin ve verimli kullanan işletmelerin görece olarak etkin olduğu ve kullanamayanların ise etkin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Etkinlik seviyesine ulaşmış olan işletmelerin yalnızca belirlenen girdi ve çıktılar açısından diğer işletmelere nazaran etkin olduğu söylenebilir. Ancak, girdi ve çıktı değişkenlerinin ya da işletmelerin farklılaşması durumunda işletmelerin etkinlik skorlarının değişeceği unutulmamalıdır. Çalışma sonunda, etkisiz işletmelerin etkinliklerini arttırmaları için en etkin olan işletmeleri örnek almaları gerekir.

## KAYNAKLAR

- ADLER, Nicola, FRIEDMAN, Lea and SINUANY-STERN, Zilla; “Review of Ranking Methods in the Data Envelopment Analysis Context.”, *European Journal of Operational Research*, 140(2), 2002, s.249-265.
- AKAL, Zühal; “Performans Kavramları ve Performans Yönetimi”, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 2003.
- AKGÜÇ, Öztin; “Mali Tablolar Analizi”, Arayış Basım ve Yayıncılık San.Tic. Ltd.Şti., 12. Baskı, İstanbul, 2006.
- AKKOYUNLU, Gonca Şükriye ve KALYONCUOĞLU, Selma; “İşletmelerin Kurumsal Sosyal Sorumluluk Çalışmalarının Marka Algısı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi”, *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(3), 2014, s.125-144.
- AKYÜZ, Kadri Cemil, YILDIRIM İbrahim ve BALABAN Yasin; “Kâğıt Sektöründe Yer Alan Firmaların Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Etkinliklerinin Ölçümü”, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 7(14), 2015, s.23-38.
- AL-SHAMMARI, Minwir; “Optimization modeling for Estimating and Enhancing Relative Efficiency with Application to Industrial Companies”, *European Journal of Operational Research*, 115(3), 1999, s.488-496.
- ALSHATTI, Ali Sulieman; “The Effect of the Liquidity Management on Profitability in the Jordanian Commercial Banks”, *International Journal of Business and Management*, 10(1), 2015, s.62-71.
- AMIRI, Mehdi and MALKHALIFEH, Mohsen Rostami; “Finding strong Defining Hyperplanes of Production Possibility Set with Fuzzy Data”, *Journal of Data Envelopment Analysis and Decision Science*, 2016 (1), 2016, s.15-22.
- ANANDALINGAM, G. and KULATILAKA, Nalin; “Decomposing Production Efficiency into Technical, Allocative and Structural Components”, *Journal of the Royal Statistical Society*, 150 (2), 1987, s.143-151.
- ANDERSON, Timothy R., COOPER, William W., SEIFORD, Lawrence M. and ZHU, Joe, “Benchmarking in Sports, in Handbook on Data Envelopment Analysis”, Kluwer Academic Publisher, New York, 2004.

- ARNADE, Carlos Anthony; "Using Data Envelopment Analysis to Measure International Agricultural Efficiency and Productivity," United States Department of Agriculture, Economic Research Service, Technical Bulletin, No:1831, 1994, s. 1-30.
- ATAN, Murat; Türkiye Bankacılık Sektöründe Veri Zarflama Analizi ile Bilançoya Dayalı Mali Etkinlik ve Verimlilik Analizi. Ekonomik Yaklaşım, 14 (48), 2003, s.71-86.
- ASHRAFI, Ali Mahdizadeh, JAAFAR, Azmi Bin, LEE, Lai Soon and ABU BAKAR, Md Sultan.; "A Slacks-Based Measure of Efficiency in Two-Stage Data Envelopment Analysis", Int. Journal of Math. Analysis, 5 (29), 2011, s.1435-1444.
- ATA, H. Ali ve YAKUT Emre; "Finansal Performansa Dayalı Etkinlik Ölçümü: İmalat Sektörü Uygulaması", Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 18(2), 2009, s. 80-100.
- AVKIRAN, Necmi Kemal; "An Application Reference for Data Envelopment Analysis In Branch Banking: Helping The Novice Researcher", International Journal of Bank Marketing, 17 (5), 1999, s.206-220.
- AYDAGÜN, Alper; "Veri Zarflama Analizi", HUTEN Yıl Sonu Seminer Çalışması, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2003.
- AYDEMİR, Zeynep Canan; "*Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması*", Uzmanlık Tezi, DPT Uzmanlık Tezleri Yayınları, Yayın No: 2664, Ankara, 2002.
- BABACAN, Âdem, "*Türkiye'deki Üniversitelerde VZA Yöntemiyle Verimlilik Analizi*", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, Sivas, 2006.
- BABACAN, Âdem, KARTAL, Mahmut ve BİRCAN, Hüdaverdi, "Cumhuriyet Üniversitesi'nin Etkinliğinin Kamu Üniversiteleri ile Karşılaştırılması: Bir VZA Tekniği Uygulaması", C.U. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8 (2), 2007, s. 97-114.



- BABACAN, Âdem, KISAKÜREK M. Mustafa ve ÖZCAN, Selami; İMKB'ye Kote Edilmiş Firmaların VZA Yöntemi ile Performans Ölçümleri”, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 1 (24), 2009, s. 23-36.
- BAKER, Revenor C. and TALLURI, Srinivas; “A Closer Look at The Use of Data Envelopment Analysis for Technology Selection”, Computers & Industrial Engineering, 32 (1), 1997, s.101-108.
- BAKIRCI, Fehim, “Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü: VZA ile Bir Analiz” Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 20 (2), 2006, s.199-217.
- BAL, Hasan ve ÖRKÇÜ, H. Hasan; “Performance Evaluation of International Airports in Turkey: A Cross Efficiency Approach Based on Goal Programming”, Performance Management and Measurement with Data Envelopment Analysis: Proceedings of the 8th International Conference of DEA, June 2010, American University of Beirut, Lebanon, s.163-167.
- BAL, Hasan ve ÖRKÇÜ, H. Hasan; “Combining The Discriminant Analysis and The Data Envelopment Analysis In View of Multiple Criteria Decision Making: A New Model”, G.U. Journal of Science, 18(3), 2005, s. 355-364.
- BAL, Vedat, “*Bilgi Sistemlerinin Sağlık İşletmeleri Performansına Etkilerinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçümü: Türkiye'deki Devlet Hastanelerinde Bir Araştırma*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Isparta, 2010.
- BANKER, Rajiv D., CHARNES, Abraham and COOPER, William W.; “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, Management Science, 30 (9), 1984, s. 1078-1092.
- BANKER, Rajiv D.; “Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis”, European Journal of Operational Research, 17 (1), 1984, s. 35-44.
- BARTOL Kathryn M. ve MARTIN, David C.; “Management”, Second Edition, Mc. Graw-Hill Inc., USA, 1994.
- BAŞAR, A. Banu ve BAŞAR, Mehmet; “Sosyal Sorumluluk Raporlaması ve Türkiye'deki Durumu”, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6(2), 2006, s. 213-230.

- BAŞAT, Hümevra Töre; “*Örgütsel Performansın Ölçülmesinde Çok Boyutlu Ölçüm Yaklaşımları ve Performans Prizmasına İlişkin Bir Uygulama*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim, Afyon, 2009.
- BAŞKAYA, Zehra ve ÖZTÜRK, Burcu Avcı; “Measuring Financial Efficiency of Cement Firms Listed in Istanbul Stock Exchange Via Fuzzy Data Envelopment Analysis”, *The Journal of Accounting and Finance*, (54), 2012, s.175-188.
- BAYKARA, Halid Velid; “*Katılım Bankalarında Etkinlik ve Verimlilik Analizi*”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim, Tokat, 2012.
- BAYRAMOĞLU, Mahmut Muhammet; “*Devlet Orman İşletmelerinin Etkinlik Düzeylerinin Ölçülmesi ve Optimal İşletme Büyüklüğünün Belirlenmesi (Doğu Karadeniz Bölgesi Örneği)*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 2013.
- BAYSAL, Mehmet Emin ve TOKLU, Bilal; “Veri Zarflama Analizi ile Bazı Orta Öğretim Kurumlarının Performanslarının Değerlendirilmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 6(2), 2001, s. 203-220.
- BAYYURT, Nizamettin; “İşletmelerde Performans Değerlendirmenin Önemi ve Performans Göstergeleri Arasındaki İlişkiler”, *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, O (53), 2011, s.577-592.
- BEHDİOĞLU, Sema ve ÖZCAN, Gözde; “Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (3), 2009, s. 301-326.
- BENLİ, Yasemin Keskin; “Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV): Konaklama İşletmelerinde Bir Uygulama”, *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 12 (3), 2012, s. 369-382.
- BERGER, Allen N., HUMPHREY, David. B.; “Efficiency Of Financial Institutions: International Survey And Directions For Future Research”, *European Journal of Operational Research*, 98 (2), 1997, s.175-212.
- BHAGAVATH, Venkatesh, “Technical Efficiency Measurement by Data Envelopment Analysis: An Application in Transportation”, *Alliance Journal of*

- Business Research, s.60-72. (Online) Available: <http://ajbr.org/archives.htm> (10.04.2018).
- BOURNE, Mike, NEELY, Andy, MILLS, John and KENS, Platt; “Implementing Performans Measurement Systems: A Literature Review”, International Journal of Business Performans Management, 5 (1), 2003, s.1-24.
- BOUSSOFIANE, Aziz, DYSON, Robert G. and THANASSOULIS, Emmanuel; “Applied Data Envelopment Analysis”, European Journal of Operational Research, 52 (1), 1990, ss.1-15.
- BOWLIN, William F.; “Evaluating the Efficiency of US Air Force Real-Property Maintenance Activities”, Journal of Operational Research Society, 38 (2), 1987, s. 127-135.
- BOWLIN, William F.; “Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA)”, Journal of Cost Analysis, 15 (2), 1998, s.3-27.
- BUDAK, Hüseyin “Veri Zarflama Analizi ve Türk Bankacılık Sektöründe Uygulaması”, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 23 (3), 2011, s.95-110.
- CEYLAN, Ali ve KORKMAZ, Turhan; “Finansal Yönetim-Temel Konular”, 8. Baskı, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa, 2014.
- CEYLAN, Ali; İşletmelerde Finansal Yönetim, 4. Baskı, Ekin Kitapevi, Bursa, 1995.
- CHARNES, Abraham., COOPER, William W., GOLANY, Boaz, SEIFORD, Lawrence M. and STUTZ, Joel D.; “Foundation of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions”, Journal of Econometrics, 30 (1-2), 1985, s. 91-107.
- CHARNES, Abraham, COOPER, William W. and RHODES, Edwardo L.; “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, European Journal of Operational Research, 2 (6), 1978, s. 429-444.
- CHARNES, Abraham, COOPER, William W., SEIFORD, Lawrence M. and STUTZ, Joel D.; “A Multiplicative Model for Efficiency Analysis”, Socio Economic Planning Sciences, 16 (5), 1982, s. 223-224.
- CHARNES, Abraham, COOPER, William W., LEWIN, Arie Y. and SEIFORD, Lawrence M.; “Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application”, Springer Science+Business Media, New York, 1994.

- CHEN, Yao and Ali, Agha Iqbal; “Continuous Optimization Output–Input Ratio Analysis and DEA Frontier”, *European Journal of Operational Research*, 142 (3), 2002, s. 476-479.
- CHINOMONA, Richard and DHURUP, Manilall; “The influence of the quality of working life on employee job satisfaction, job commitment and tenure intention in the SME sector in Zimbabwe”, *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 17 (4), 2014, s.363-378.
- CHONG, Rosita Katherine, ABDULLAH, Raihana Firdaus Seah and ANDERSON, Alex; “Survival-ability of Firm: Empirical Evidence from Malaysia”, *Global Journal of Business Research*, 3(1), 2009, s.133-145.
- CİHANGİR, Mehmet; “*Türkiye’de Banka Birleşmeleri ve Birleşen Bankaların Verimlilik ve Etkinliğinin Ölçülmesi Üzerine Karşılaştırmalı- Uygulamalı Bir İnceleme*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Ankara, 2004.
- CİNEMRE, Nalan; “Doğrusal Programlama”, Beta Basım Yayım, 3. Baskı, İstanbul, 2004.
- CİNGİ, Selçuk ve TARIM, Armağan, “Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü DEA-Malmquist TFP Endeksi Uygulaması”, *Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Tebliği Serisi*, 1 (2000), 2000, s.1-34.
- COELLİ, Timothy J., RAO, D.S. Prasada, O'DONNELL, Christopher J. and BATTESE George E.; “An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis”, Second Edition, Springer Science-i-Business Media, New York, USA, 2005.
- CONCEICAO, Maria, PORTELA, A. Silva and BORGES, Pedro Castro, “Non-Radial Efficiency Measurement: A Review and New Insights for Free Disposal Hull Technologies”, *Universidade Católica Portuguesa Working Paper*, July 17, Porto, 2001.
- COOPER, William W., SEIFORD, Lawrence M. and ZHU, Joe; “Handbook on Data Envelopment Analysis History, Models And Interpretations”, *International Series in Operations Research & Management Science*, 164, 2011, s. 1-39.

- COOPER, William W.; “Origins, Uses of, and Relations Between Goal Programming and Data Envelopment Analysis”, *Journal of Multicriteria Decision Analysis*, 13 (1), 2005, s. 3-11.
- COOPER, William W., SEIFORD, Lawrence M. and TONE, Kaoru, *Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Springer Science+Business Media, Second Edition, New York, USA, 2007.
- ÇABUK, Âdem ve LAZOL, İbrahim; “Mali Tablolar Analizi”, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., 7.Basım, Ankara, 2009.
- ÇAVMAK, Şeyda ve ÇAVMAK, Doğançan; “Sağlık Hizmetlerinde Etkinlik Kavramı”, *Sağlık Yönetimi Dergisi*, 1 (1), 2017, s. 21-34.
- ÇAVMAK, Şeyda; “Sağlık Hizmetlerinde Veri Zarflama Analizi ve Modelleri”, *Sağlık Yönetimi Dergisi*, 1 (1), 2017, s. 35-47.
- ÇELİK, İsmail ve AYAN, Semra; “Veri Zarflama Analizi ile İmalat Sanayi Sektörünün Finansal Performans Etkinliğinin Ölçülmesi: Borsa İstanbul’da Bir Araştırma”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 8 (18), 2017, s.56-74.
- DARAIO, Cinzia, and SIMAR, Leopold; “Advanced Robuts and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis: Methodology and Applicantions” Springer Science & Business Media, LLC, New York, USA, 2007.
- DAŞTAN, Hüseyin; “Türkiye Şeker Sanayinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Erzurum, 2012.
- DELİKTAŞ, Ertuğrul; “Türkiye Özel Sektör İmalât Sanayiinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi”, *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 29(3-4), 2002, s.247-284.
- DEMİR, M. Hulusi ve GÜMÜŞOĞLU, Şevkinaz; *Üretim Yönetimi*, 7. Baskı, Beta Yayınları, İstanbul, 2009.
- DEMİRCİ, Ayhan; “*OECD Üyesi Ülkelerin Ekonomik ve Sosyal Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Erzurum, 2012.

- DEPREN, Özer, “*Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama*”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, İstanbul, 2008.
- DEREKÖY, Feyza, “*Hastane İşletmelerinde Performans Ölçümü ve Muhasebe Bilgi Sistemi ile İlişkilendirilmesi Temelinde Bir Uygulama*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Çanakkale, 2012.
- DIAMOND, Arthur M. and MEDEWITZ, Jeanette N.; “Use of Data Envelopment Analysis in an Evaluation of The Efficiency of The DEEP Program for Economic Education”, *The Journal of Economic Education*, 21 (3), 1990, s. 337-354.
- DIAZ, J. A. Rodriguez, POYATO, E. Camacho and LUQUE, R. Lopez; “Applying Benchmarking and Data Envelopment Analysis (DEA) Techniques to Irrigation Districts in Spain”, *Irrigation and Drainage*, 53 (2), 2004, s.135-143.
- DİNC, Mustafa and HEYNES, Kingsley E.; “Sources of Regional Inefficiency An Integrated Shift-Share, Data Envelopment Analysis and Input-Output Approach”, *The Annals of Regional Science*, 33 (4), 1999, s. 469-489.
- DİNÇER, S. Erdal, “*Stratejik Planlama ve Veri Zarflama Analizinde Etkinlik Ölçümü*”, Der Yayınları, İstanbul, 2011.
- DİZKIRICI, Ahmet Selçuk, KONUK, Filiz ve TOPAL, Bayram; “Borsa İstanbul Kurumsal Yönetim Endeksi’nde Yer Alan İmalat İşletmelerinin Etkinlik Değerleri ile Kurumsal Yönetim Notlarının Karşılaştırılması”, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar Dergisi*, 52 (601), 2015, s.79-96.
- EGE, İlhan ve ŞENER, Zeynep; “Performans Ölçümünde Kullanılan Yöntemler: Performans Karnesi ve Kumanda Paneli Karşılaştırması”, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (57), 2013, s.107-120.
- ELİTAŞ, Cemal ve ELEREN, Ali; “Çimento Sektöründe İMKB’ye Kayıtlı İşletmelerin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Etkinlik Analizi”, *Ekonomik Yaklaşım Dergisi*, 18 (64), 2007, s.103-122.
- ELMAS, Bekir; “Finansal Tablolar Analizi – TMS/TFRS’ye Göre Kaleme Alınmış Piyasadan Gerçek Örnekler Üzerinden Analizler”, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., 1.Basım, Ankara, 2015.

- ELSAYED, Ayman and KHALIL, Nabil Shabaan; “Evaluate and Analysis Efficiency of Safaga Port Using DEA-CCR, BCC and SBM Models–Comparison with DP World Sokhna”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 245, 2017, s.1-11.
- EMROUZNEJAD, Ali and YANG, Guo-liang; “A Survey and Analysis of The First 40 Years of Scholarly Literature in DEA: 1978-2016”, Socio-Economic Planning Sciences, 61, 2018, s.4-8.
- EMROUZNEJAD, Ali, PARKER, Barnett R. And TAVARES, Gabriel; “Evaluation of Research in Efficiency and Productivity: A Survey and Analysis of The First 30 years of Scholarly Literature in DEA”, Socio-Economic Planning Sciences, 42 (3), 2008, s.151–157.
- ERDOĞAN, Özer; “*Banka Etkinliklerinin Risk Odaklı Yaklaşımla Modellenmesi ve Türk Bankacılık Sektörü Uygulaması*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Finans ve Bankacılık Anabilim Dalı, İstanbul, 2011.
- ERPOLAT, Semra; “Veri Zarflama Analizi (Ağırlık Kısıtlamasız, Ağırlık Kısıtlamalı, Şans Kısıtlı, Bulanık), Türkiye’deki Özel Bütçeli İdarelerin Etkinlik Analizi”, Evrim Yayınevi, İstanbul, 2011.
- ERTUĞRUL, İrfan ve IŞIK, Ayşegül Tuş; “İşletmelerin VZA ile Mali Tablolarına Dayalı Etkinlik Ölçümü: Metal Ana Sanayiinde Bir Uygulama”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, 10 (1), 2008, s.201-217.
- ERTUĞRUL, İrfan; “Toplam Kalite Kontrol, Ekin Kitabevi”, Bursa, 2006.
- FARRELL, Michael James; “The Measurement of Productive Efficiency”, Journal of the Royal Statistical Series A (General), 120 (3), 1957, s. 253-290.
- FAZLI, Safar and AGHESHLOUEI, Vahed; “A Hybrid Measure of Efficiency in Performance Measurement: An Application to Concrete Industries”, G.U. Journal of Science, 22 (4), 2009, s. 277-285.
- FERDOWS, Nassim Baghban, KESHVARI, Abolfazl and FERDOWS, Alireza Baghban; “Productivity Analysis of Iranian Manufacturing Industries by Data Envelopment Analysis”, Editörler; EMROUZNEJAD Ali, OSMAN, İbrahim H. and ANOUZE, Abdel L., Performance Management and Measurement with

- Data Envelopment Analysis: Proceedings of the 8th International Conference of DEA, June 2010, American University of Beirut, Lebanon, 2010, s. 168-174.
- FLOROS, Christos, VOULGARIS, Zacharias and LEMONAKIS, Christos; “Regional Firm Performance: The Case of Greece”, *Procedia Economics and Finance*, 14, 2014, s. 210-219.
- FORSUND, Finn R. and SARAFOGLOU, Nikias; “The Tale of Two Research Communities: The Diffusion of Research on Productive Efficiency Memorandum”, No: 08/2003, Department of Economics University of Oslo, 2003, s.1-44.
- GAURAV, Kunal; “Quality of Work Life (QWL) & Employee Satisfaction”, February 21, 2012, <https://www.grin.com/document/187529> (13.02.2018).
- GEDİK, Hakan; “*Demir Çelik ve Demir Alaşımları İmalatı Sektöründe Stokastik Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, 2010.
- GREENE, William H.; *The Econometric Approach to Efficiency Analysis. The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*, 2008, s. 92-250.
- GÜMÜŞ, Umut Tolga ve BOLEL, Neslihan; “Rasyo Analizleri ile Finansal Performansın Ölçülmesi: Borsa İstanbul’da Faaliyet Gösteren Havayolu Şirketleri’nde bir Uygulama”, *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4 (2), 2017, s. 87-96.
- GÜNDOĞDU, Aysel; “Finansal Yönetim”, Seçkin Kitapevi, Ankara, 2017.
- GÜRAN, Mehmet Cahit ve CİNGİ, Selçuk; “Devletin Ekonomik Müdahalelerinin Etkinliği”, *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, (3), 2002, s. 56-89.
- HALKOS, George E. and TZEMERES, Nickolaos G.; “Industry Performance Evaluation with the Use of Financial Ratios: An Application of Bootstrapped DEA”, *Expert Systems with Applications*, 39 (5), 2012, s.5872-5880.
- HARRISON, Teresa M.; “Communication and Participative Decision Making: An Exploratory Study”, *Personnel Psychology*, 38 (1), 1985, s. 97-116.
- HAYES, Robert M.; “Data Envelopment Analysis”, 10, 2005, s.1-128.



- HUANG, Chin-wei, CHIU, Yung-ho, TING, Chung-Te and LIN, C.H., “Applying a Hybrid DEA Model to Evaluate the Influence of Marketing Activities to Operational Efficiency on Taiwan’s International Tourist Hotels”, Journal of the Operational Research Society, 63 (4), 2012, s. 549-560.
- İŞİĞİÇOK, Erkan; “Performans Ölçümü, Yönetimi ve İstatistiksel Analizi”, İstanbul Üniversitesi İktisat fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, (7), 2008, s. 1-23.
- İNAN, E. Alpan; “Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik”, Bankacılar Dergisi, (34), 2000, s. 82-96.
- JENKINS, Larry and ANDERSON, Murray; “Stochastics and Statistics a Multivariate Statistical Approach yo Reducing The Number of Variables in Data Envelopment Analysis”, European Journal of Operational Research, 147 (1), 2003, s. 51–61.
- JI, Yong-Bae and LEE, Choonjoo; “Data Envelopment Analysis”, The Stata Journal, 10 (2), 2010, s. 267-280.
- KABADAYI, Ebru Tümer; “İşletmelerdeki Üretim Performans ölçütlerinin Gelişimi, Özellikleri ve Sürekli İyileştirme ile İlişkisi”, Doğu Üniversitesi Dergisi, 3 (2), 2002, s. 61-75.
- KALE, Süleyman; “*Veri Zarflama Analizi ile Banka Şubelerinin Performansının Ölçülmesi*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Finans ve Bankacılık Anabilim Dalı, İstanbul, 2009.
- KARABULUT, Tahsin, OKKA, Ömer Faruk ve BAŞEL, Halis; “Bireysel Performansa Dayalı Ücret ve Verimlilik İlişkisi: Bankacılık Sektöründe Örnek Uygulama”, Selçuk Üniversitesi Karaman İ.İ.B.F. Dergisi, (11), 2006, s.104-118.
- KARAHAN, Atila ve ÖZGÜR, Ersan; “Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi”, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti., Güncellenmiş 2. Basım, Ankara, 2011.
- KARAMAN, Rıfat; “İşletmelerde Performans Ölçümünün Önemi ve Modern Bir Performans Ölçme Aracı Olarak Balanced Scorecard”, Selçuk Üniversitesi İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 8 (16), 2009, s. 410-427.
- KARCIOĞLU, Reşat, AGIRMAN, Ensar ve YILDIRIM, Durmuş; “2008 Finansal Krizinin Türk İmalat Firmalarının Finansal Performanslarına Etkileri”,

- International Conference On Eurasian Economies, SESSION 2D: Finans II, 2016, s. 583-590.
- KASAP, Yaşar, “*Türkiye Kömür Madenciliğinde Etkinlik ve Verimlilik Gelişimi: Veri Zarflama Analizi*” Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir, 2008.
- KAYA, Abdulkadir ve COŞKUN, Ali; “VZA ile İşletmelerde Etkinliğin Ölçülmesi: BIST Gıda, İçki ve Tütün Sektöründe Bir Uygulama”, *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (1), 2016, s. 231-241.
- KAYA, Abdulkadir, ÖZTÜRK, Meryem ve ÖZER, Ali; “Metal eşya, makine ve gereç yapım sektöründeki işletmelerin veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24 (1), 2010, s. 129-147.
- KAYA, Türker ve DOĞAN, Ela; “Dezenflasyon Sürecinde Türk Bankacılık Sektöründe Etkinliğin Gelişimi”, *BBDK Ard Çalışma Raporları*, Ankara, 2005.
- KECEK, Gülnur; “*Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama Örneği*”, Siyasal Kitabevi, Ankara, 2010.
- KHARATYAN, Davit; “Ratios and Indicators that Determined Return on Equity”, To obtain the Master Degree in Management, Specialisation in Business Management, Final Dissertation presented to Instituto Politécnico De Bragança, Bragança, 2016.
- KHODABAKSHI, Mohammad, GHOLAMI, Ya and KHEIROLLAHI, Hooshang; “An Additive Model Approach for Estimating Returns to Scale in Imprecise Data Envelopment Analysis”, *Applied Mathematical Modelling*, 34 (5), 2010, s. 1247-1257.
- KHODABAKSHI, Mohammad; “Super-Efficiency Model Based on Improved Outputs in Data Envelopment Analysis”, *Applied Mathematics and Computation*, 184 (2), 2007, s. 695–703.
- KIANI, Adıqa Kausar; “An Empirical Analysis of TFP Gains in The Agricultural Crop Sector of Punjab: A Multi Criteria Approach.”, *European Journal of Scientific Research*, 24 (3), 2008, s. 339–347.

- KIRIGIA, Joses M and ASBU, Eyob Z; “Technical and Scale Efficiency of Public Community Hospitals in Eritre’a: An Exploratory Study”, *Health Economics Review*, 3 (6), 2013, s.1-16.
- KOCAKOÇ, İpek Deveci; “Veri Zarflama Analizi’ndeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 18 (2), 2003, s.1-12.
- KÖKSAL, Can Deniz; “*Veri Zarflama Analizi ile Bankacılıkta Göreceli Verimlilik Ölçümü*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Isparta, 2001.
- KULA, Veysel ve ÖZDEMİR, Letife; “Çimento Sektöründe Göreceli Etkinsizlik Alanlarının Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Tespiti”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, 9 (1), 2007, s. 55-70.
- KULA, Veysel, KANDEMİR, Tuğrul ve ÖZDEMİR, Letife; “VZA Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Ölçüsü: İMKB’ye Koteli Çimento Şirketleri Üzerine Bir Araştırma”, *Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 9 (17), 2009, s. 187-202.
- KUMAR, Nand, SATYA, Ankur and SINGARI, Ranganath M.; “Evaluation of Efficiency of Automobile Manufacturing Companies in India Using Data Envelopment Analysis”, *International Journal of Advanced Production and Industrial Engineering*, 2 (1), 2017, s.1-6.
- KUTLAR, Aziz ve BAKIRCI, Fehim; “Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama”, Orion Kitabevi, Ankara, 2018.
- KUTLAR, Aziz ve KARTAL, Mahmut; “Cumhuriyet Üniversitesinin Verimlilik Analizi: Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama”, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (2), 2004 s. 49-79.
- LI, Sung-ko and CHENG, Yuk-shing, “Decision Support Solving the Puzzles of Structural Efficiency”, *European Journal of Operational Research*, (180), 2007, s. 713–722.
- LOHMAN, Clemens, FORTUIN, Leonard ve WOUTERS, Marc; “Designing a Performance Measurement System: A case study”, *European Journal of Operational Research*, 156 (2), 2004, s. 267-286.

- LORCU, Fatma; “*Veri Zarflama Analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, İstanbul, 2008.
- LORCU, Fatma; “Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi: Türk Otomotiv Sanayi Uygulaması” İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 39 (2), 2010, s.276-289.
- LOVELL, C.A. Knox and PASTOR, J.T.; “Units Invariant and Translation Invariant DEA Models”, Operations Research Letters, 18 (3), 1995, s. 147-151.
- MAHGARY, Sami El and LAHDELMA, Risto; “Perspectives for Practice Data Envelopment Analysis: Visualizing the Results”, European Journal of Operational Research, 85, 1995, s. 700-710.
- MALHOTRA, Rashmi, MALHOTRA, D. K. and LERMACK, Harvey; “Using Data Envelopment Analysis to Analyze the Performance of North American Class I Freight Railroads”, in Kenneth D. Lawrence, Gary Kleinman (ed.) Financial Modeling Applications and Data Envelopment Applications (Applications of Management Science, Volume 13) Emerald Group Publishing Limited, 2009, s. 113-131.
- MARTIC, Milan M., NOVAKOVIC, Marina S. and BAGGIA, Alenka; Data Envelopment Analysis-Basic Models and Their Utilization, Organizacija Research Papers, 42 (2), 2009, s. 37-43.
- MEHRABIAN, Saeid, ALIREZAEI, Mohammad R. and JAHANSHAHLOO, Gholam R.; “A Complete Efficiency Ranking of Decision Making Units in Data Envelopment Analysis”, Computational Optimization and Applications, 14 (2), 1999, s. 261-266.
- MEMON, Mehran Ali and TAHİR, Izah Mohd; “Relative Efficiency of Manufacturing Companies in Pakistan Using Data Envelopment Analysis”, International Journal of Business and Commerce, 1 (3), 2011, s. 10-27.
- MIRSALEHY, A., ABU BAKERA, M. Rizam, LEE, L.S. and JAHANSHAHLOO, Gholam R.; “The Directional Hybrid Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis”, Journal of Linear and Topological Algebra, 5 (3), 2016, s.155-174.

- MORITA, Hiroshi, HIROKAWA, Koichiro and ZHU, Joe; “A Slack-Based Measure of Efficiency in Context-Dependent Data Envelopment Analysis”, *Omega*, 33 (4), 2005, s. 357-362.
- NEELY, Andy, GREGORY, Mike and PLATTS, Ken; “Performance Measurement System Design: A Literature Review and Research Agenda”, *International Journal of Operations & Production Management*, 15 (4), 1995, s. 80-116.
- NORMAN, Michael and STOKER, Barry; “Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance”, John Wiley & Sons, New York, USA, 1991.
- NOYAN, Aydın; “*Türkiye’de İşsizlik Olgusu ve Çözümüne İlişkin Politikaların Etkinliği*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, İstanbul, 2012.
- OHSATO, Satoshi and TAKAHASHI, Masako; “Management Efficiency in Japanese Regional Banks: A Network DEA”, *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 172, 2015, s. 511-518.
- OKKA, Osman; “Finansal Yönetim”, 3. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti., Ankara, 2009.
- OLIVEIRA, Marcos Paulo Valadares ve BRONZO, Marcelo; “Performance and Maturity Models: A theoretical approach of relationships between performance measurement systems and maturity models for logistical processes.”, In: IPSESA, San Diego- California, 2006, s.1-10.
- OSAMWONYI, Ifuero Osad and IMAFIDON, Kennedy; “The Technical Efficiency of Manufacturing Companies on the Nigerian Stock Exchange”, *Journal of Applied Finance & Banking*, 6 (1), 2016, s.127-138.
- ÖZDEMİR, Atilla Hakan; “Yenilikçi Firmaların Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) Etkinliklerinin Ölçülmesi ve Etkinlik Tahmin Modelinin Kurulması”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Ankara. (2011).
- ÖZDEN, Altuğ; “Günümüzde Etkinlik Kavramı ve Ölçüm Metotları”, Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, Şanlıurfa, 2010, s.740-741.
- ÖZDEN, H. Ünal; “Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37 (2), 2008, s.167-185.

- ÖZTÜRK, Yunus Emre, “*Türk Sağlık Sektörü İçerisindeki Üniversite Hastanelerinin Etkinliklerinin Araştırılmasında Dış Kaynak kullanımı Uygulamasının Etkisi Üzerine Veri Zarflama Analizine Dayalı Bir Araştırma*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Konya, 2009.
- PERÇİN, Selçuk ve ÇAKIR Süleyman; “Demiryollarında Süper Etkinlik Ölçümü: Türkiye Örneği”, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 27 (1), 2012, s.29-45.
- POLAT, Müslüm; “*Ar-Ge Yatırımlarının Firmaların Finansal Performansına Etkisi: BIST’te İşlem Gören İmalat Şirketleri Üzerine Bir Uygulama*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Erzurum, 2016.
- PORCELLI, Francesco; “Measurement of Technical Efficiency. A Brief Survey on Parametric and Non-Parametric Techniques”, University of Warwick, 11, 2009, s.1-27.
- POURJAVAD, Ehsan and SHIROUYEHZAD, Hadi; “A Data Envelopment Analysis Approach for Measuring the Efficiency in Continuous Manufacturing Lines: A Case Study”, International Journal of Services and Operations Management, 18 (2), 2014, s. 142-158.
- RAMANATHAN, Ramu; “Data Envelopment Analysis”, Sage Publications Ltd., New Delhi. 2003.
- RAZAEI, Mona, “*Combining Balanced Score Card and Data Envelopment Analysis for Analyzing the Performance of Small Scale Fisheries*”, Master of Science in Systems Science Faculty of Graduate and Postdoctoral Studies, Ottawa, Canada, 2015.
- SEIFORD, Lawrence M.; “Data Envelopment Analysis: The Evolution of The State of The Art (1978-1995)”, The Journal of Productivity Analysis, 7 (2-3), 1996, s. 99-137.
- SHERMAN, H. David and ZHU, Joe; Service Productivity Management Improving Service Performance using Data Envelopment Analysis (DEA), Springer Science & Business Media, New York, USA, 2006.

- SHERMAN, H. David; “Hospital Efficiency Measurement and Evaluation Empirical Test of a New Technique”, *Medical Care*, Lippincott Williams & Wilkins, 22 (10), 1984, s. 922-938.
- SINHA, Ram Pratap; “A Dynamic DEA Model for Indian Life Insurance Companies”, *Global Business Review*, 16 (2), 2015, s. 258–269.
- SMITH, Peter; “Model Misspecification in Data Envelopment Analysis”, *Annals of Operations Research*, 73 (1), 1997, s. 233-252.
- SOWLATI, Taraneh; “*Establishing the Practical Frontier in Data Envelopment Analysis*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, Toronto, 2001.
- SRIVASTAVA, Shefali ve KANPUR, Rooma, “A Study On Quality Of Work Life: Key Elements & It’s Implications”, *IOSR Journal of Business and Management*, 16 (3), 2014, pp.54-59.
- SUEYOSHI, Toshiyuki and GOTO, Mika; “Measurement of a Linkage among Environmental, Operational, and Financial Performance in Japanese Manufacturing Firms: A Use of Data Envelopment Analysis with Strong Complementary Slackness Condition”, *European Journal of Operational Research*, 207 (3), 2010, s. 1742-1753.
- ŞAHİN, Alper; “Çalışma Yaşamının Kalitesi, Kalkınmada Anahtar Verimlilik”, (275), 2011, s.1-48.
- ŞAHİN, Hasan; Eurostat Alanındaki Ülkelerin Telekomünikasyon Şirketlerinin Teknik Etkinliği Üzerine Bir Çalışma: Stokastik Sınır Yaklaşımı Uygulaması, Tartışma Metinleri, Ankara Üniversitesi SBF Matbaası, 2002.
- ŞİMŞEK, Ahmet; “Kalkınma Ajanslarının Performans Ölçümü”, Uzmanlık Tezi, Kalkınma Bakanlığı, Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü, Yayın No:2854, Ankara, 2013.
- ŞİMŞEK, M. Şerif ve ÇELİK, Adnan; “Genel İşletme”, 5. Baskı, Eğitim Akademi Yayınları, Konya, 2010.
- ŞİMŞEK, Muhittin ve NURSOY Mustafa; Toplam Kalite Yönetiminde Performans Ölçümü, Hayat Yayıncılık, İstanbul, 2002.

- TANGEN, Stefan; “*Evaluation and Revision of Performance Measurement Systems*”, Doctoral Thesis, Department of Production Engineering Royal Institute of Technology, Sweden, 2004.
- TARIM, Armağan; *Veri Zarflama Analizi, Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı*, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, 1. Basım, Ankara, 2001.
- TAVARES, Gabriel; “A Bibliography of Data Envelopment Analysis, (1978–2001)”, Rucor Research Report, 2002, s. 1-183.
- TETİK, Semra; “İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi”, Celal Bayar Üniversitesi İ.B.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 10 (2), 2003, s.221-229.
- TEZSÜRÜCÜ, Didem; “*Tedarikçilerin Performans Etkinliğinin Ölçümünde Veri Zarflama Analizinden Yararlanma ve Bir Sanayi Uygulaması*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Manisa, 2013.
- THANASSOULIS, Emmanuel, PORTELA, Maria C. S. and DESPIC, Ozren; “DEA – The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis”, Harold O. Fried, Charles A.K. Lovell and Shelton S. Schmidt (Ed.), *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth içinde*, Oxford University Press, New York, USA, 2008, s.1-161.
- TONE, Kaoru; “Theory and Methodology A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, 130 (3), 2001, s. 498-509.
- TONE, Kaoru; “A Slack- Based Measure of Super Efficiency in Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, 143 (1), 2002, s. 32-41.
- TONE, Kaoru; “A Hybrid Measure of Efficiency in DEA”, GRIPS Policy Information Center Research Report: I-2004-0003, 2004, s.1-20.
- TONE, Kaoru; “SBM Variations Revisited”, GRIPS Discussion Papers 15-05, National Graduate Institute for Policy Studies, 2015, pp.1-16.
- TULKENS, Henry; “On FDH Efficiency Analysis: Some Methodological Issues and Applications to Retail Banking Courts, and Urban Transit”, *Journal of Productivity Analysis*, 4 (1-2), 1993, s.183-210.



- TUTKAVUL, Kadir; “Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksini Kullanarak Finansal Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü: Borsa İstanbul Sınai Endeksi’nde Bir Uygulama”, *Verimlilik Dergisi*, (2), 2019, s. 49-93.
- TUTULMAZ, Onur; “The Relationship of Technical Efficiency with Economical or Allocative Efficiency: An Evaluation”, *Journal of Research in Business and Management*, 2 (9), 2014, s. 1-12.
- TÜRKAY, Oğuz; “Çalışma Yaşamı Kalitesinin İş Memnuniyeti ve Bağlılık Üzerine Etkileri: Seyahat Acentaları Üzerine Bir Araştırma”, *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 22 (1), 2015, s.239-256.
- UKKO, juhani, TENHUNEN, Jarkko and RANTANEN, Hannu; “Performance Measurement Impacts on Management and Leadership: Perspectives of Management and Employees”, *International Journal of Production Economics*, 110 (1-2), 2007, s. 39–51.
- USTA, Öcal; “İşletme Finansı ve Finansal Yönetim”, 5. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara, 2012.
- ÜNSAL, Fahri M., RUZGAR, Bahattin ve RUZGAR, Nursel; “İşletme ve Ekonomi için Bilgisayar Uygulamalı Sayısal Yöntemler”, Birinci Baskı, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 2000.
- VASSILOGLU, Marilena and GIOKAS, Dimitris; “A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: an Application of Data Envelopment Analysis”, *Journal of the Operational Research Society*, 41(7), 1990, s. 591-597.
- WARRAD, Lina ve AL OMARİ, Rania; “The Impact of Turnover Ratios on Jordanian Services Sectors’ Performance”, *Journal of Modern Accounting and Auditing*, 11(2), 2015, s.77-85.
- WATKINS, K. Bradley, HRISTOVSKA, Tatjana, MAZZANTI, Ralph, WILSON, Charles E., Jr., and SCHMIDT, Lance; “Measurement of Technical, Allocative, Economic, and Scale Efficiency of Rice Production in Arkansas Using Data Envelopment Analysis”, *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 46(1), 2014, s.89-106.
- WHEELOCK, David C. and WILSON, Paul W.; “Evaluating the Efficiency of Commercial Banks: Does Our View of What Banks Do Matter?”, *Business Review, Federal Reserve Bank of St. Louis*, 1995, p.39-52.

- YAKUT, Emre; “*İmalat Sanayisinde Firma Etkinliğinin Ölçümü ve Finansal Analizi: (1996-2006 Dönemi)*”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Gaziantep, 2008.
- YALAMA, Abdullah ve SAYIM, Mustafa; “Veri Zarflama Analizi ile İmalat Sektörünün Performans Değerlendirmesi”, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(1), 2008, s.89-107.
- YAŞAR, Feyzi ve YAVUZ, Selahattin; “İmalat İşletmelerinde Etkinlik Ölçümü: BIST100 Örneği”, Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7, 2017, s.193-220.
- YAYLALI, Muammer, OKTAY, Erkan, AKAN, Yusuf ve KAYNAK, Selahattin; “Türkiye ve Avrupa Birliğine Üye Ülkelerin Bilgi Ekonomisi Performanslarının Veri Zarflama Analizi Metoduyla Karşılaştırılması”, Marmara Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, XXII (1), 2007, s. 1-25.
- YEŞİLYURT, Cavit; “*Matematik Programlama Tabanlı Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinden Veri Zarflama Analizi ile Orta Öğretimde Etkinlik Ölçümü*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Sivas, 2003.
- YEŞİLYURT, Cavit; “Türkiye’deki İktisat Bölümlerinin Göreceli Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Ölçülmesi: KPSS 2007 Verilerine Dayalı Bir Uygulama”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 23 (4), 2009, s.135-147.
- YILDIZ, Ayşe; “Yatırım fonları Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi”, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 61 (2), 2006, s. 211-234.
- YILDIZ, Ayşe; “İmalat Sanayi Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesi”, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9 (2), 2007, s.91-103.
- YILDIZ, Bülent; “*Sağlık İşletmelerinde Finansal Performansı Etkileyen Unsurlar ve Finansal Performansın Ölçülmesi: Hastanelerde Bir Uygulama*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Erzurum, 2013.
- YILDIZ, Sebahattin; “İşletme Performansının Ölçümü Üzerine Bankacılık Sektöründe Bir Araştırma”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 36, 2010, s.179-193.

- YİĞİTER, Şule Yüksel; “*Finansal ve Finansal Olmayan Performans Ölçümleri Müşteri Memnuniyeti ve Finansal Göstergeler Arasındaki İlişkinin İMKB’de Test Edilmesi*”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Ankara, 2009.
- YOLALAN, Reha; İşletmeler Arası Görelilik Ölçümü, MPM Yayınları, No: 483, Ankara, 1993.
- YU, Yaw-Shun, BARROS, Ambrosio, TSAI, Chih-Hung and LIAO, Kuo-Hsiung; “A Comparison of Ratios and Data Envelopment Analysis: Efficiency Assessment of Taiwan Public Listed Companies”, *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, 4(1), 2014, p.212-219.
- YUN, Yeboon, NAKAYAMA, Hirotaka And TANINO, T.; “Continuous Optimization A Generalized Model For Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, 157 (1), 2004, p. 87–105.
- YURDAKUL, Mustafa ve İÇ, Yusuf Tansel; “Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik Topsis Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma”, *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 18(1), 2003, s.1-18.
- YÜCEL, Leyla İşbilen; *Portföy Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi ve Portföy Etkinleştirilmesine Yönelik Bir Uygulama*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, İstanbul, 2010.
- ZHOU, Haibo, YANG, Yi, CHEN, Yao and ZHU, Joe; “Data Envelopment Analysis Application in Sustainability: The Origins, Development and Future Directions”, *European Journal of Operational Research*, 264(1), 2018, p.1-16.
- ZHU, Joe; “Theory and Methodology Multi-Factor Performance Measure Model with An Application to Fortune 500 Companies”, *European Journal of Operational Research*, Volume:123, 2000, p. 105-124.

## İNTERNET KAYNAKLARI

- Asset Turnover Ratios, <https://accountingexplained.com/financial/ratios/asset-turnover/>, (10.03.2018).
- Debt to Equity Ratio, <https://www.accountingformanagement.org/debt-to-equity-ratio/>, (02.03.2018).
- Definition of Earnings Per Share,  
<https://economictimes.indiatimes.com/definition/earnings-per-share-eps>,  
(15.03.2018).
- Earnings Per Share, <https://www.myaccountingcourse.com/financial-ratios/earnings-per-share>, (15.03.2018).
- Etkinlik Ölçme Yöntemleri, <http://www.ekodialog.com/konular/etkinlik-olcme-yontemleri.html>, (10.05.2018).
- Financial Leverage Ratios, <https://www.myaccountingcourse.com/financial-ratios/financial-leverage-ratios>, (01.03.2018).
- <https://www.investopedia.com/terms/s/socialresponsibility.asp>, (20.02.2018).
- <https://www.nibusinessinfo.co.uk/content/business-benefits-corporate-social-responsibility>, (20.02.2018).
- Inventory Turnover Ratio, <https://www.myaccountingcourse.com/financial-ratios/inventory-turnover-ratio>, (06.03.2018).
- Liquidity Ratios, <https://www.readyratios.com/reference/liquidity/>, (22.02.2018).
- Long Term Debt to Equity Ratio, <https://wealthyeducation.com/long-term-debt-to-equity-ratio>, (02.03.2018).
- Profitability Ratios,  
<https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/finance/profitability-ratios/>, (12.03.2018).
- Profitability Ratios, <https://courses.lumenlearning.com/boundless-finance/chapter/profitability-ratios/>, (12.03.2018).
- What do efficiency ratios measure?  
<https://www.investopedia.com/ask/answers/040715/what-do-efficiency-ratios-measure.asp>, (05.03.2018).