

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**BİST KURUMSAL YÖNETİM ENDEKSİ İÇİN ETKİNLİK**  
**ÖLÇÜMÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TAHMAZ FATTAHOV**

**BALIKESİR, 2022**

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**BİST KURUMSAL YÖNETİM ENDEKSİ İÇİN ETKİNLİK**  
**ÖLÇÜMÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TAHMAZ FATTAHOV**

**TEZ DANIŞMANI**

**PROF. DR. AHMET ERGÜLEN**

**BALIKESİR, 2022**

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**TEZ ONAYI**

Enstitümüzün İşletme Anabilim Dalı'nda 201912507009 numaralı öğrencisi olan Tahmaz FATTAHOV'un hazırladığı "BİST Kurumsal Yönetim Endeksi İçin Etkinlik Ölçümünde Veri Zarflama Analizi" konulu YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim ve Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca .../.../2022 tarihinde yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezin onayına OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile karar verilmiştir.

Üye (Başkan/Danışman): Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN

İmza

Üye: Doç. Dr. Ahmet ÇALIK

İmza

Üye: Doç. Dr. Özlem KUVAT

İmza

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylarım.

.../.../....

Enstitü Onayı

## ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

.../.../2022

İmza :

Tahmaz FATTAHOV

## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli ve kıymetli bilgilerini benimle paylaşan, beni yönlendiren ve her konuda desteğini veren başta tez danışman hocam Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN'e, bilgi ve deneyimlerine danıştığım hocam Doç. Dr. Özlem KUVAT'a ve bu süreç boyunca her konuda bana her zaman destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**BALIKESİR, 2022**

**TAHMAZ FATTAHOV**

## ÖZET

# BİST KURUMSAL YÖNETİM ENDEKSİ İÇİN ETKİNLİK ÖÇÜMÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

**FATTAHOV, Tahmaz**

**Yüksek Lisans Tezi, İşletme Anabilim Dalı-İşletme Bilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN**

**2022, 98 Sayfa**

Bu çalışmadaki amaç BİST Kurumsal Yönetim Endeksi'deki finansal sektöre ait 13 şirketin 2020 dönemine ilişkin etkinlik ölçümünü yapmaktır. Veri Zarflama Analizi metoduyla hangi şirketlerin (birimlerin) etkin olduğu analiz sonuçlarına göre belli olup, etkin olmayan birimlerin ise nasıl etkin olabileceğiyle ilgili uygun stratejiler öne sürülmüştür. Çalışmada ilk olarak Veri Zarflama Analizi'nin avantajları, dezavantajları ve çalışma mantığı anlatılmış, hangi alanlarda uygulanabilir olduğu açıklanmıştır. Veri Zarflama Analizi'nin etkinlik ölçümünde kullanılabilir bir metot olması ve şirketlerin, kurumsal birimlerin etkin olmasında ne derece önemli rol aldığı bu çalışmada detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Çalışmada ayrıca, bu analiz metodunun tarihine, nasıl ortaya çıktığına ve şimdiye kadar farklı alanlarda yapılan çalışmalara, makalelere, yapılan araştırmalara yer verilmiştir. Uygulama sonucunda elde edilen sonuçlara göre; 5 Karar verme birimi Garanti Faktoring A.Ş, Şeker Finansal Kiralama A.Ş, Lider Factoring A.Ş, Halk Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş, Creditwest Faktoring A.Ş etkin birim olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** BİST Kurumsal Yönetim Endeksi, Etkinlik, Veri Zarflama Analizi, Doğrusal Programlama

## **ABSTRACT**

### **DATA ENVELOPMENT ANALYSIS IN EFFICIENCY MEASUREMENT FOR BIST CORPORATE GOVERNANCE INDEX**

**FATTAHOV, Tahmaz**

**Master Thesis, Department of Business Administration**

**Advisor: Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN**

**2022, 98 Pages**

The purpose of this study is to measure the efficiency of 13 companies belonging to the financial sector in the BIST Corporate Governance Index for the 2020 period. With the Data Envelopment Analysis method, it is clear which companies (units) are effective according to the results of the analysis, and appropriate strategies have been suggested about how ineffective units can be effective. In the study, firstly, the advantages, disadvantages and working logic of Data Envelopment Analysis are explained, and in which areas it can be applied is explained. The fact that Data Envelopment Analysis is a usable method in efficiency measurement and how important it is in the effectiveness of companies' corporate units is explained in detail in this study. The study also includes the history of this analysis method, how it emerged, and the studies, articles and researches carried out in different fields so far. According to the results obtained as a result of the application; 5 Decision-making units Garanti Faktoring A.Ş, Şeker Finansal Kiralama A.Ş, Lider Faktoring A.Ş, Halk Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş, Creditwest Faktoring A.Ş have been determined as the effective unit.

**Keywords:** BIST Corporate Governance Index, Efficiency, Data Envelopment Analysis, Linear Programming

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT .....	iv
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Araştırmanın Problemi .....	2
1.2. Araştırmanın Amacı .....	2
1.3. Araştırmanın Önemi .....	3
1.4. Araştırmanın Metodolojisi .....	3
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	3
1.6. Tanımlar .....	3
<b>2. İLGİLİ ALANYAZIN .....</b>	<b>5</b>
2.1. Kuramsal Çerçeve .....	5
2.1.1. Performans, Verimlilik ve Etkinlik.....	5
2.1.1.1. Performans Tanımı .....	5
2.1.1.2. Verimlilik ve Etkinlik Kavramları .....	6
2.1.1.3. Etkinlik ve Verimliliğin Ayrımı .....	7
2.1.1.4. Etkinliğin Sınıflandırılması .....	8
2.1.1.4.1. Yapısal Etkinlik .....	9
2.1.1.4.2. Teknik Etkinlik .....	9



2.1.1.4.3. Ölçek Etkinliği .....	10
2.1.1.4.4. Tahsis Etkinliği.....	10
2.1.1.5. Etkinlik Ölçümü ve Teknikleri.....	10
2.1.1.5.1. Parametrik Yöntemler .....	10
2.1.1.5.2. Parametrik Olmayan Yöntemler.....	11
2.1.2. Veri Zarflama Analizi (VZA).....	11
2.1.2.1. Veri Zarflama Analizi'nin Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	13
2.1.2.2. Karar Verme Birimleri .....	14
2.1.2.3. Veri Zarflama Analizi'nde Kullanılan Terim ve Kavramlar.....	15
2.1.2.4. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı .....	17
2.1.2.5. Sistematik Yapısı.....	19
2.1.2.5.1. Tek Girdi-Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	19
2.1.2.5.2. İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler .....	19
2.1.2.5.3. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler .....	20
2.1.2.5.4. Çok Girdili ve Çok Çıktılı Sistemler.....	20
2.1.2.6. Veri Zarflama Analizi Modelleri.....	21
2.1.2.6.1. CCR Modeli .....	21
2.1.2.6.2. BCC Modeli .....	24
2.1.2.6.3. Toplamsal Model (Additive).....	26
2.1.2.7. Veri Zarflama Analizi'nin Uygulama Aşamaları.....	28
2.1.2.7.1. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi.....	28
2.1.2.7.2. Girdi ve Çıktıların Seçilmesi .....	29
2.1.2.7.3. Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenilirliği .....	29
2.1.2.7.4. Etkinlik Değerleri ve Sınırı .....	30
2.1.2.7.5. Referans Grupları .....	30
2.1.2.7.6. Etkin Olmayan KVB-ler İçin Hedefin Belirlenmesi .....	30

2.1.2.7.7. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	31
2.1.2.8. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri.....	31
2.1.2.8.1. Güçlü Yönleri .....	31
2.1.2.8.2. Zayıf Yönleri .....	32
2.2. İlgili Araştırmalar .....	32
<b>3. YÖNTEM.....</b>	<b>36</b>
3.1. Kurumsal Yönetim Endeksi .....	36
3.2. BİST Kurumsal Yönetim Endeksi İçin Etkinlik Ölçümünde Veri Zarflama Analizi Uygulaması .....	38
3.2.1. KVB ve Girdi-Çıktıların Sayılarının Belirlenmesi .....	39
3.2.2. Girdi Odaklı CCR-VZA Modeliyle Etkinlik Ölçümü .....	42
3.2.3. Girdi Odaklı Dual CCR-VZA Modeli ile Etkinlik Ölçümü ve Etkin Olmayan KVB Belirlenmesi .....	44
3.2.4. Etkin Olmayan KVB İçin Referans Setinin Belirlenmesi .....	44
3.2.5. Değişim Oranlarının Hesaplanması İçin Referans Setlerini Kullanıp Verilerin Birleştirilmesi .....	45
3.2.6. Etkin Olmayan KVB Girdi Miktarlarının Değişim Oranlarının Hesaplanması .....	45
3.2.7. Hesaplanan Değişim Oranlarına Göre Etkin Olmayan KVB Analizi .....	46
3.2.8. BCC-VZA Modeliyle KVB Artan, Azalan ve Sabit Getiri Durumlarına İlişkin Analizler .....	46
<b>4. BULGULAR VE YORUMLAR .....</b>	<b>49</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>52</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>55</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>59</b>
<b>EK 1. Model Çözümleri .....</b>	<b>59</b>
<b>EK 1.1. A1 İçin CCR VZA Sonuçları.....</b>	<b>59</b>

<b>EK 1.2.</b> A2 İçin CCR VZA Sonuçları .....	60
<b>EK 1.3.</b> A3 İçin CCR VZA Sonuçları .....	61
<b>EK 1.4.</b> A4 İçin CCR VZA Sonuçları .....	62
<b>EK 1.5.</b> A5 İçin CCR VZA Sonuçları .....	63
<b>EK 1.6.</b> A6 İçin CCR VZA Sonuçları .....	64
<b>EK 1.7.</b> A7 İçin CCR VZA Sonuçları .....	65
<b>EK 1.8.</b> A8 İçin CCR VZA Sonuçları .....	66
<b>EK 1.9.</b> A9 İçin CCR VZA Sonuçları .....	67
<b>EK 1.10.</b> A10 İçin CCR VZA Sonuçları .....	68
<b>EK 1.11.</b> A11 İçin CCR VZA Sonuçları .....	69
<b>EK 1.12.</b> A12 İçin CCR VZA Sonuçları .....	70
<b>EK 1.13.</b> A13 İçin CCR VZA Sonuçları .....	71
<b>EK 1.14.</b> A1 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	72
<b>EK 1.15.</b> A2 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	73
<b>EK 1.16.</b> A3 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	74
<b>EK 1.17.</b> A4 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	75
<b>EK 1.18.</b> A5 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	76
<b>EK 1.19.</b> A6 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	77
<b>EK 1.20.</b> A7 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	78
<b>EK 1.21.</b> A8 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	79
<b>EK 1.22.</b> A9 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	80
<b>EK 1.23.</b> A10 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	81
<b>EK 1.24.</b> A11 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	82
<b>EK 1.25.</b> A12 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	83
<b>EK 1.26.</b> A13 İçin Dual CCR VZA Sonuçları .....	84
<b>EK 1.27.</b> A1 İçin BCC VZA Sonuçları .....	85

<b>EK 1.28.</b> A2 İçin BCC VZA Sonuçları .....	86
<b>EK 1.29.</b> A3 İçin BCC VZA Sonuçları .....	87
<b>EK 1.30.</b> A4 İçin BCC VZA Sonuçları .....	88
<b>EK 1.31.</b> A5 İçin BCC VZA Sonuçları .....	89
<b>EK 1.32.</b> A6 İçin BCC VZA Sonuçları .....	90
<b>EK 1.33.</b> A7 İçin BCC VZA Sonuçları .....	91
<b>EK 1.34.</b> A8 İçin BCC VZA Sonuçları .....	92
<b>EK 1.35.</b> A9 İçin BCC VZA Sonuçları .....	93
<b>EK 1.36.</b> A10 İçin BCC VZA Sonuçları .....	94
<b>EK 1.37.</b> A11 İçin BCC VZA Sonuçları .....	95
<b>EK 1.38.</b> A12 İçin BCC VZA Sonuçları .....	96
<b>EK 1.39.</b> A13 İçin BCC VZA Sonuçları .....	97
<b>EK. 2.</b> Veriler.....	98

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Türkiye'de Kurulmuş Olan ve SPK Tarafından Yetkilendirilmiş Olan Derecelendirme Kurumları.....	38
<b>Tablo 2.</b> Karar Verme Birimlerinin Kodlanması.....	40
<b>Tablo 3.</b> Girdi ve Çıktıların Kodlanması.....	40
<b>Tablo 4.</b> Veri Seti.....	41
<b>Tablo 5.</b> CCR-VZA Sonuçlar Tablosu (Ayrıntılı Şekilde).....	42
<b>Tablo 6.</b> CCR-VZA Sonuçlar Tablosu .....	43
<b>Tablo 7.</b> Dual CCR-VZA Modelindeki KVB Etkinlik Değeri ve Referans Seti.....	44
<b>Tablo 8.</b> Etkin Çıkmayan Karar Verme Birimlerinin Yeni Girdileri İçin Değişim Yüzdeleri.....	46
<b>Tablo 9.</b> Karar Verme Birimlerinin BCC-VZA Etkinlik Sonuçları .....	47
<b>Tablo 10.</b> Tablo 3'deki Veri Setinde Yer Alan Girdi ve Çıktıların Gerçek Değeri (Yuvarlaklaştırılmamış Hali) .....	98

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>BCC</b>	: Barnes, Charnes, Cooper
<b>BİST</b>	: Borsa İstanbul
<b>CCR</b>	: Charnes, Cooper, Rhodes
<b>İMKB</b>	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
<b>KAP</b>	: Kamuyu Aydınlatma Platformu
<b>KVB</b>	: Karar Verme Birimi
<b>OECD</b>	: The Organization For Economic Co-Operation And Development
<b>SPK</b>	: Sermaye Piyasası Kurulu
<b>VZA</b>	: Veri Zarflama Analizi

# 1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında birçok şirket, firma ve fabrikalar mevcuttur. Ülke ekonomisine büyük katkısı olan “kâr amacı güden” kuruluşların topluma kendi alanında hizmet vererek adından da belli olduğu kadarıyla amacı para kazanmak, karlılığını arttırmaktır. Tabii ki tek amaç bu değildir, her şirket kendi alanının lideri olmak için farklı stratejilerle büyük uğraşlar vermektedirler.

Bir şirketin karlılığa geçmesi veya karlılığını arttırması için şirket içinde her birime önem vermesi, her veriyi göz önünde bulundurarak analiz etmesi çok önemli bir husustur. Örnek verilecek olursa, bir işletmenin bu konuda en çok önem verdiği nokta minimum maliyetle maksimum verimlilik (veya kazanç, karlılık) almaktır. Ayrıca her işletmenin, şirketin en az 1 girdisi ve 1 çıktısı mevcut olmaktadır. İşte bu verilere göre (girdi, çıktı) üretimin nasıl ilerlediği, verimliliğin nasıl olduğu veya işletmenin etkin olup olmadığı anlaşılmaktadır.

Birimlerin etkinlik ölçümleri 3 farklı yöntemle yapılabilmektedir. Bu yöntemler parametrik olan ve olmayan, rasyo analizi yöntemleridir.

Rasyo analizi herhangi bir birimin üretim sonucunda elde ettiği bir çıktının, bu çıktıyı elde etmek için kullandığı girdiye olan oranı ile yapılmaktadır (Yeşilyurt ve Alan, 2003, s. 92).

Parametrik olan yöntemler regresyon analizine göre yapılmaktadır. Burada bir birimin etkinlik değeri, ortalama bir etkinliği göstermekte olan regresyon değerinin üzerindeyse, etkin birim olarak nitelendirilir. Aksi durum söz konusu olduğunda ise etkin olmayan birim olarak tanımlanır (Sherman, 1984, s. 35-53).

Parametrik olmayan yöntemler ise birden fazla girdi ve çıktıya sahip olan birimlerin etkinlik ölçüm analizlerinin yapılması için kullanılan bir yöntemdir. Üç parametrik olmayan yöntem vardır: Veri zarflama analizi, stokastik VZA ve serbest atılabilir zarflama analizi (Cazals vd., 2002, s. 1-25).

Ancak ilgilenilen duruma ilişkin girdi ve çıktılar 1'den fazla olduğunda etkinliği ölçmek düşünüldüğü kadar da kolay değildir. İşte bu yüzden girdisi ve çıktısı fazla olan işletmelerin (birimlerin) etkinliğini ölçmek için farklı analiz metotları mevcuttur. Bunlardan biri de bu araştırmada kullanılan Veri Zarflama Analizi metodudur.

Çalışmanın birinci bölümünde araştırmanın problemi, amacı, önemi, metodolojisi, sınırlılıkları ve tanımlarından bahsedilmiştir. İkinci bölümde Veri zarflama analizi, tarihi, modelleri vs. detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Üçüncü bölümde araştırmanın yönteminden, dördüncü bölümde ise araştırma üzerine bulgu ve yorumlardan bahsedilmektedir. Çalışmanın son bölümü de araştırma kapsamında yapılan analiz ve sonuçları, bu sonuçlar üzerine yapılan önerileri kapsamaktadır.

### **1.1. Araştırmanın Problemi**

Bu araştırmanın problemi “BİST Kurumsal Yönetim Endeksi İçin Etkinlik Ölçümünde Veri Zarflama Analizi” olarak tanımlanmaktadır. BİST Kurumsal Yönetim Endeksi'nde bulunan finansal sektöre ait olan şirketlerin 2020 dönemine ait veriler kullanılarak birimlerin etkinlik analizi yapılmıştır.

### **1.2. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışma kapsamında BİST Kurumsal Yönetim endeksindeki finansal sektöre ait 13 şirketin Veri Zarflama Analiziyle etkinlik ölçümü yapılmıştır. Etkinlik ölçümü yapılan şirketlerin etkin olanlar ve etkin olmayanlar diye tespitleri yapılmıştır. Etkin çıkmayan şirketlerin etkin duruma gelebilmeleri için girdi değerlerinde yapılacak azalış ve artışların belirlenmesi amaçlanarak, bu azalış veya artışlar şeklinde sonuçlanacak olan girdi değerlerindeki değişim oranları, aynı zamanda da girdi miktarlarındaki artışların veya girdi miktarlarındaki azalışların olması gerektiği şekliyle etkin çıkabileceği sonucuna ulaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlar bu alandaki diğer firmalara örnek olarak tespit edilebilir.



### **1.3. Araştırmanın Önemi**

Veri Zarflama Analizi uygulaması ile birçok sektörde etkinlik analizi yapılsa da, BİST Kurumsal Yönetim Endeksi'ndeki finansal sektöre ait 13 şirketin daha önce görelilik etkinliğinin yapılmaması göz önünde bulundurularak, yapılan bu çalışma ile araştırma konusuna katkı sağlaması oldukça önemlidir.

### **1.4. Araştırmanın Metodoloğisi**

Çalışmada Veri Zarflama Analizi ile 13 şirketin etkinlik analizi yapılarak etkin birimler ve etkin olmayan birimlerin belirlenmesi, etkin olmayan birimlerin etkin olan birimleri referans alarak girdilerinde ve çıktılarında yapılacak olan artış veya azalışların belirlenmesi durumunda girdi miktarındaki yapılacak herhangi bir artışın çıktı sonuçlarını etkileme kapasitesinin ölçeye göre sabit getiri, azalan veya artan getiri durumundan hangi birinin etkinlik üzerindeki pozitif etkisi olacağı hakkında birimlerin etkinlik analizi CCR, DUAL, BCC modelleri kurularak LINDO paket programı ile analiz edilerek yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda "Net Satış", "Dönem Kar/Zararı" olmak üzere iki çıktı ve "Aktif Toplam", "Özkaynak" olmak üzere iki girdiden oluşan veri seti kullanılmıştır.

### **1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu araştırmada, 2020 yılı BİST Kurumsal Yönetim Endeksi'ndeki finansal sektörde bulunan 13 şirkete ait girdi ve çıktılarıyla veri kaynağı sınırlılığı belirlenmiştir.

### **1.6. Tanımlar**

Etkinlik sınırı: Üst düzey performansı temsil etmekte olan girdileri ve çıktıları en verimli ve etkili şekilde birbirine dönüştürebilen veri kümesinde yer alan birimler ile ifade edilmektedir.

Karar Verme Birimleri: Performans değerlendirmek için kullanılan dizi eş varlıktır.

Verimlilik: Üretime dahil edilen girdilerin boşa harcanmayarak veisraf edilmeyerek mümkün olan en iyi çıktılara dönüştürülebilmesi süreci olarak kabul edilmektedir.

Etkinlik: İktisadi kavram anlamında minimum emek ya da minimum maliyet ile maksimum seviyede sonuç elde edebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır.

Çıktılar: Çıktı, girdilerin sürecinden ve tüketiminden sonuçlanan ürünlerdir. Çıktı hem de fiziksel bir ürün veya herhangi birimin amacını nasıl başardığını gösteren bir ölçüm olabilir.

Girdiler: Üretim esnasında kullanılmakta olan her türlü unsura girdi adı verilir. Başka bir deyişle ise üretim prosesinde kullanılan üretim kaynaklarına verilmiş genel ad olarak bilinmektedir.

## 2. İLGİLİ ALANYAZIN

### 2.1. Kuramsal Çerçeve

Çalışmanın bu bölümünde araştırma ile ilgili literatür taraması yapılarak alanyazın kısmının kuramsal çerçeve bölümü oluşturulmuştur. Kuramsal çerçevede veri zarflama analizi, tarihi, modellerinden bahsedilmektedir.

#### 2.1.1. Performans, Verimlilik ve Etkinlik

Zaman geçtikçe günümüz dünyasında artık işletmeler arasındaki rekabet nedeniyle iş dünyası karmaşık bir hale gelmiş bulunmaktadır. Teknolojinin hızla gelişmesi şirketlerin, çalışanların gündemi çok hızlı bir şekilde takip ederek ayak uydurması zorunda bırakmıştır. Böyle bir durumda iş dünyasına daha hızlı adapte olan ve sürekli gelişen birimler yüksek avantaja sahip olmaktadır.

##### 2.1.1.1. Performans Tanımı

Performans sözlük anlamı olarak yapma, uygulama, bir görevi başarabilme demektir. Bir işletme kavramı anlamında ise performans iş yapma tarzı, kalitesi anlamına gelir. Performans ölçümü de bir işletmenin etkinliğinin ve veriminin değerlendirilmesidir (Chin vd., 2003, s. 443-455).

Kuruluşların hedeflerine ulaşabilmek, uzmanlaştıkları ürün ve hizmetleri sunabilmek ve son olarak rekabete ulaşabilmek için yüksek performans gösteren bireylere ihtiyaçları vardır. Performans işletmeler için önemli olduğu kadarıyla bireyler için de önemlidir. Belli görevleri yerine getirmek ve bunları yüksek düzeyde yapabilmek bireyleri de motive eder. Aynı zamanda düşük performans, hedeflere ulaşamama bireyler için veya şirketler için de başarısızlık nedeni olabilir (Scotter vd., 2000, s. 526-535).

### 2.1.1.2. Verimlilik ve Etkinlik Kavramları

Etkinliğin VZA’da 2 tanımı vardır:

Birinci olarak genişletilmiş Pareto – Koopmans tanımına göre Tam (100%) etkinlik, herhangi bir KVB tarafından, eğer girdi ve çıktıların diğer girdi ve çıktılarının bazılarına zararı olmadan geliştirile biliniyorsa, o zaman elde edilmektedir.

Çoğu yönetim veya sosyal bilim uygulamasında teorik olarak verimliliğin mümkün seviyeleri bilinmeyecektir. Önceki tanım bu nedenle, kullanımlarının yalnızca belirtilen bilgilerle vurgulanmasıyla değiştirilmiştir. Ampirik olarak ikinci anlamında olduğu gibi göreceli etkinlik şeklinde de kullanılabilir.

Farrell (1957) tarafından yazılan VZA’nın tarihini anlatan bir makalede, etkinliği ölçmek için daha iyi modeller ve yöntemler geliştirme ihtiyacı duyulduğu söylenmiştir. Farrel’e göre, etkinlik genel bir kavramdır ve sermaye etkinliği, işgücü etkinliği vb. farklı etkinlikler veya çıktılar derken, artık bu problemleri çözmek için yeni bir analiz yaklaşımı önerilmelidir. Bu yaklaşım ve öneriye dayanarak, yeni bir analiz tekniği ile herhangi bir üretken organizasyon için de geçerli olması amaçlanmıştır. Kendisinin de dediği gibi “küçük bir atölyeden büyük ekonomiye”. Bu süreçte Farrell “etkinlik” kavramını daha da genişletmiştir (Farrell, 1957, s. 253-290).

Örgütsel etkinlik, örgütsel amaçlara ulaşabilme ve onları elde edebilme derecesidir. Bu yaklaşıma göre; bir örgüt önceden belirlediği amaçlara ulaşabildiği kadar etkindir (Aldemir, 1985, s. 201-202).

İşletmeye göre etkinlik; işçilik, malzeme, hammadde ve diğer girdilerin işletme içinden saptanan amaçlar doğrultusunda ne denli etkin ya da yeterli kullanıldığını gösteren bir değerlendirme kriteridir. Etkinlik, bir işletmenin üretim faktörleri ya da üretimin kendisi için önceden saptadığı programın gerçekleştirilme derecesini gösterir. Bir başka deyişle, fiili (gerçekleşen) performans, önceden saptanan standart (olması gereken) performans ile karşılaştırıldığında gerçekleşen performansın standart performansa ne ölçüde yaklaşmış olduğunu gösterir. Etkinlik derecesi aşağıdaki eşitlik ile belirlenebilir.

Etkinlik = standart performans / gerçekleşen performans  
Örneğin; bir işin standart süresi 1 saat ise, fakat uygulamada bu iş 2 saatte gerçekleşiyorsa: Etkinlik = 1 / 2 = 0,50’dır.

Verimlilik üretim sistemlerinin performans değerlendirmesinde sıkça kullanılan bir ölçüdür. Diğer bir deyişle üretime soktuğumuz kaynaklar bize ne kadarlık ürün sağlıyorlar. “Elde edilen ürün bizim için yeterlimi ya da daha az maliyetle daha fazlasını üretebilir miyiz?” gibi sorulara cevap veren bir kriterdir.

Genel anlatımıyla, üretim sürecine dahil edilen çeşitli faktörlerle (girdiler) bu sürecin sonunda elde edilen ürünler (çıktılar) arasındaki ilişkiyi ifade eden verimlilik kaynakları en iyi şekilde değerlendirerek üretmek demektir.

Verimlilik eldeki kaynaklardan ne kadar yararlandığını gösterir. Verimliliğin artması için elde bulunan kaynakların etkili bir şekilde kullanılması gerekir. Üretim bir sistemde ne kadar fayda yaratıldığını, verimlilik ise üretim kaynaklarının ne kadar faydalı kullanıldığını göstermektedir. Aynı zamanda çok yüksek verimlilik daha çok üretim gerektirmemektedir. Kullanılan kaynakları arttırarak da daha çok sayıda ürün elde etmek mümkün olmaktadır.

Türkçemizde “verimlilik” ile eş anlamlı olarak kullanılan “prodüktivite” üretken olma anlamına gelir. Prodüktivite Fransızca’da bir yeteneği ve özel bir vasfı anlatır (Gürsoy, 1985, s. 27).

Verimlilik ise bir işletmede üretim faktörlerini göz önünde bulundurarak, daha olumlu sonuç verebilecek yöntemleri anlatmaktadır. Yani üretkenliğe elverişli olmayı anlatmaktan daha çok, üretim sonucunda ekonomik kriterlere göre elde edilen verileri oranlayarak ortaya çıkan pozitif durumu belirler.

Matematiksel ifadeyle verimlilik aşağıdaki şekilde belirtilmektedir:

Verimlilik = Üretim sonucunda elde edilen “Ürün” / Üretimde kullanılan “Kaynaklar”

### **2.1.1.3. Etkinlik ve Verimliliğin Ayrımı**

“Verimlilik” ve “etkinlik” terimleri birbirlerinin yerine çok sık kullanıldığı bilinmektedir. Verimlilik terimi, üretime dahil edilen girdilerin mümkün olduğu kadar boşa harcanmayarak ve de israf edilmeyerek mümkün olan en iyi çıktılara dönüştürülebilmesi süreci olarak kabul edilmektedir. Bu sebeple de teknik açıdan verimlilik, üretilmiş olan hizmet ve mal miktarı ile bu mal ve hizmet miktarının üretim

prosesinde kullanılmış girdi miktarlarına oranlanması şeklinde tanımlanmaktadır (Harmankaya, 2019, s. 6).

En yaygın ve kullanılan tanım olan, girdilerin çıktılara oranı olarak bilinen verimlilik tanımına veya çıktılardan üretim veya hizmet sistemlerinin girdilerine oranı olarak kullanılan tanıma dayanarak: bu sonuçlar 3 farklı şekilde ortaya çıkabilir. Birincisi aynı girdiyle çok fazla çıktı elde etmek için, ikincisi daha az girdiyle aynı çıktıyı elde etmek için, üçüncüsü girdiden daha fazla çıktı almak için uygulanabilir (Kutlar ve Bakırcı, 2018, s. 42).

"Etkinlik" terimi, işletme literatüründe minimum emek veya maliyetle maksimum sonuçlara ulaşma yeteneği olarak tanımlanır. Örgütsel olarak bu kavram aynı zamanda girdi ve çıktı bağlamında işi olabildiğince doğru yapmak anlamında da kullanılmaktadır. Verimlilik kavramı çerçevesinde, kuruluşlar ve şirketler arasında göreceli değerlendirmeler mümkündür (Harmankaya, 2019, s. 6).

Etkinliğin verimlilikten farkı daha çok hedef ve amaçlarla ilgili olmasıdır. Bir birimin hedeflerine veya amaçlarına ulaşmış veya ulaşmadığını ya da ulaşma derecelerini göstermektedir. Yani, amaç ve hedefler belirlenerek "etkinlik" ölçüsü önceden belirlenir ve daha sonra belirtilen amaç ve hedefler, üretim süreci sonucunda hedeflerle karşılaştırıldığında ulaşılan durumu belirler (Arslan, 2019, s. 4-5).

#### **2.1.1.4. Etkinliğin Sınıflandırılması**

Performans değerlendirilmesi bir işletmede karar alıcıların doğru kararlar almaları ve sonucunda da işletmenin başarı oranının yükseltilmesi, hedeflerine ulaşabilmesi için oldukça önemlidir. Aynı zamanda işletmenin geçmiş verilerine ulaşarak yapılan çalışmalarla eksikliklerin belirlenip giderilmesi, performansı etkileyen kaynakların kontrol edilmesi, hedeflere kısa bir sürede, en verimli şekilde ulaşma açısından önemlidir (Salamov, 2007, s. 7).

Bir KVB'nin herhangi bir ürünü üretirken parasal ya da fiziksel açıdan israf etmediği zaman, yani üretimin ve finansal karlılığın mümkün olan en üst seviyeye yükselmesi halinde, etkinlik maksimum düzeye ulaşmış sayılır. İktisadi anlamda en az çaba ve maliyetle maksimum sonuç elde etme kapasitesi olarak da tanımlanabilen etkinlik, teknik olarak, fiili çıktı / maksimum çıktı oranıdır.

Bir şirketin amaçlanan hedeflerine ulaşması için faaliyetlerinin teknik yönler, şirket kaynakları veya diğer ekonomik kriterler açısından etkili olup olmadığını değerlendirmesi gerekir. Etkinlik, kullanılan kaynaklara ve farklılıklarına ve teknik fizibiliteye bağlıdır. Etkinsizliği nedene göre değerlendirmek için, verimsizliği ortadan kaldıracak bir politika formüle etmek ve verimliliği artırmak için hedef ve süreçleri gözden geçirmek çok önemlidir. Etkinlik kavramı literatürde genel olarak dört kategoriye ayrılmaktadır: teknik etkinlik, ölçek etkinliği, tahsis etkinliği ve yapısal etkinlik (Kutlar ve Bakırcı, 2018, s. 91-92).

#### **2.1.1.4.1. Yapısal Etkinlik**

Bir firma, üretim olanakları sınırının ekonomik alanında üretim gerçekleştiğinde teknolojik verimliliğe ulaştığında yapısal olarak etkin olduğu söylenir. Girdi/çıktı ekipmanlarını gerektiği gibi serbestçe kullanma ve kullanım veya imhadan sonra olduğu gibi bırakma faaliyetidir. Girdi veya çıktı değerlerinde herhangi bir serbestlik yoksa, yapısal verimlilikten söz edilmez. Üretim sürecine devlet müdahaleleri ve ekonomik dalgalanmalar gibi operasyonel olmayan faktörlerin müdahaleleri, tedbirler ve yeniden yapılanma yoluyla daha etkin hale getirilebilir. İşletme üzerindeki dış baskı, kaynakların optimal olmayan dağılımına ve yapısal olarak esnek olmayan ve katı yapılarda verimliliğin düşmesine yol açabilir. Bu nedenle bir şirketin uzun vadeli hedefleri dinamik, öğrenilebilir bir yapıda ele alınmalıdır. Bu bağlamda yapısal verimlilik karşılıklı etkileşimlere dayalı süreçlerle açıklanabilir (Kutlar ve Bakırcı, 2018, s. 95-96).

#### **2.1.1.4.2. Teknik Etkinlik**

Bir işletme sahip olduğu girdilerle maksimum çıktıya ulaşabiliyorsa, o birim teknik etkin sayılmaktadır. Teknik etkinlik fiyat ve maliyetten bağımsız hesaplanır.

Teknik etkinlik terimini literatüre ilk olarak Farrel ve Debreu getirmiştir. Bu nedenle bu ölçülere Farrel-Debreu'ya göre teknik etkinlik ölçüleri de denilmektedir. Bu ölçekte girdiler ve çıktılar açısından teknik etkinliği ölçerken, üretim sürecinin bileşenleri üretim sınırında yer alır (Harmankaya, 2019, s. 11-12).

#### **2.1.1.4.3. Ölçek Etkinliği**

Ölçek etkinliği, bir üretim sürecinde girdideki artışın çıktı üzerinde çok az etkisi varsa, ölçeğe göre azalan, girdideki her artış çıktıyı aynı ölçüde etkiliyorsa, ölçeğin getirisinin sabit olduğunu ve girdilerdeki herhangi artış çıktıyı daha çok etkiliyorsa ölçeğin getirisi artandır. Getirilerin çıktıyla orantılı olarak ölçekle arttığı bilinmektedir. Bu durumlardan hangilerinin mevcut olduğunu belirledikten sonra, verimliliği artırmak için kararlar almak daha kolay hale geliyor.

#### **2.1.1.4.4. Tahsis Etkinliği**

Tahsisli etkinlik, üretim faktörlerinin en iyi karışımına dayanan ve en düşük maliyetle üretim yaparken eş ürün eğrileri kullanılarak tanımlanır. Eş maliyet eğrisi ile eş ürün eğrisi doğrusunun buluştuğu noktada, eş eğri grafiğine bir eş maliyet eğrisi eklendiğinde, belirli bir çıktı düzeyine ulaşabilen en ucuz girdi kombinasyonu meydana gelir. Firmaların tüm imkanları kendi üretim modellerine göre ayarlayarak dağıtmaları bu bağlamda tahsis etkinliği kavramını oluşturmaktadır. Ölçeğin tahsis etkinliği modeli ölçeğe göre değişmekte ve süreç içerisinde oluşan iç ve dış faktörlerden etkilenmektedir (Kutlar ve Bakırcı, 2018, s. 96-99).

#### **2.1.1.5. Etkinlik Ölçümü ve Teknikleri**

İşletmelerde etkinlik ölçümünde yer alan en temel modeller parametrik olan ve parametrik olmayan yöntemler şeklinde ikiye ayrılmaktadır.

##### **2.1.1.5.1. Parametrik Yöntemler**

Parametrik yöntemlerde ölçülecek üretim fonksiyonunun analitik yapıda olması esastır. Bu varsayıma dayanarak, önce bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesini tartışıyoruz.

Parametrik yöntemler için, ölçülmekte olan belirleme biriminin üretim fonksiyonunun bilindiği varsayılır; eğer bu bilinmiyorsa öncelikle bu fonksiyonun belirlenmesi gerekir.



Tek bir girdinin tek bir çıktıya oranı şeklinde tanımlanmış oran analizinden farklı olarak, verimliliği ölçmede en temel ve yaygın uygulama olan parametrik yöntemler, çoklu regresyon analizi tekniklerini kullanır. Bu teknik, çıktıda değişikliklere neden olması muhtemel girdileri belirlemeye çalışır (Aydemir, 2002, s. 38-43).

#### **2.1.1.5.2. Parametrik Olmayan Yöntemler**

Parametrik olmayan yöntemlerin temel amacı, girdi odaklı modellerin girdilerinin yeni değerlerinin ve çıktı odaklı modellerin çıktılarının değişim oranını belirleyerek yürürlüğe girmesidir. Verimliliğin ölçülmesinden sonra girdi veya çıktıya göre verimli olmayan bir birimin çıktısında veya girdisinde yeni değerler belirlendikten sonra, yönetici tarafından alınan yeni kararlar yönlendirilerek etkisiz birimlerin etkin hale gelmesi sağlanabilir (Harmankaya, 2019, s. 17-18).

Etkin sınırlardan sapmaları etkisiz olarak değerlendirilen parametrik olmayan yöntemler, çok girdili, çok çıktılı üretim süreçlerini bir bütün olarak ele alır. Parametrik olmayan yöntemler, kaynakları farklı ölçü birimlerinde bir araya getirmek için gereken ağırlıklandırma sürecini ortadan kaldırmaları bakımından diğer yöntemlerden farklıdır. Bu özelliklere ek olarak, göreceli etkinliğin ölçülmesinde parametrik olmayan tekniklerin yaygın olarak kullanılmasının önemli bir nedeni, farklı uzmanlıklara sahip ancak aynı ürün veya hizmeti üreten karar verme birimlerinin özelliklerini göz önünde bulundurması, etkinlik skorunu oluşturan etkinlik bileşenlerini belirleme özellikleri sayılabilmektedir (Depren, 2008, s. 14).

#### **2.1.2. Veri Zarflama Analizi (VZA)**

Veri Zarflama Analizi (VZA, Data Envelopment Analysis – DEA), birden fazla girdiyi birden fazla çıktıya dönüştüren “Karar Verme Birimleri” (KVB) adı verilen bir dizi eş varlığın performansını değerlendirmek için “veri odaklı” bir yaklaşımdır. Son yıllarda VZA'nın birçok ülkede, birçok faaliyette, birçok farklı alanda birimlerin performanslarını ölçmek adına kullanıldığı görülmüştür. Ülkemizde veya dünya genelinde de örnek olarak, hastanelerde, üniversitelerde, okullarda vb. yerlerde kuruluşların performansını değerlendirmek için çeşitli KVB'lar kullanılmıştır. VZA,

mevcut haliyle ilk olarak 1978'de tanıtıldığından beri, bir dizi alandaki araştırmacılar, performans değerlendirmeleri için operasyonel süreçleri modellemek için mükemmel ve kolay kullanılan bir metodoloji olduğunu çabucak kabul etmişlerdir (Scotter vd., 2000, s. 526-535).

İlk defa Charnes, Cooper ve Rhodes (1978; 1979) tarafından, üretilen mal ya da hizmetler konusunda birbirine benzer olan ekonomik karar verme birimlerinin “göreceli” etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilen bir analiz modeli olan “Veri Zarflama Analizi” parametrik olmayan bir etkinlik ölçümüdür. Verimlilik analizinde karşılaşılan problemleri halledecek olan bu yöntem, ilk başta kâr amacı gütmeyen işletmelerin karşılaştırmalı etkinliklerinin ölçülmesinde kullanılmış, daha sonra kâr amaçlı üretim ve hizmet sektörleri ile çeşitli uygulama alanlarında yaygın bir şekilde kullanım alanı bulmuştur (Yolalan, 1993, s. 27).

William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu. (2002), performans değerlendirme ve kıyaslamada kullanılacak bir dizi VZA elektronik tablo modeli sunmaktadır. VZA'nın ampirik yönelimi ve diğer yaklaşımlara eşlik eden çok sayıda a priori varsayıma ihtiyaç duyulmaması, devlet ve kâr amacı gütmeyen sektörde, özel sektörde etkili sınır tahminini içeren bir dizi çalışmada kullanılmasına neden olmuştur (William vd., 2002, s. 35-60).

Tavares'in yaptığı bir araştırmada 1978-2001 yılları arasında içinde makaleler, kitaplar ve tezlerin bulunduğu 3.235 yayına, dergilerin sınıflandırılmasına, ülke bazında dağılımlarına, konuyla alakalı araştırma yapmış olan yazarların yayın sayıları ve diğer istatistiksel bilgilere ulaşılmıştır. Çalışmada, VZA ilgili olan yayınlarda 1978-1997 yılları arasında bir artış görülürken, 1997-1999 yılları arasında ise yayın sayılarının değişmediği ve 2000-2001 yılları arasında ise bir düşüş görüldüğü belirtilmiştir (Tavares, 2001, s. 1-183).

VZA etkin olmayan karar verme birimleri için kendilerine benzeyen ve etkin olan karar verme birimleri seçerek onlar için bir referans grubu oluşturur. Amaç ise tabii ki etkin olmayan karar verme birimlerinin de etkin hale gelmesini sağlamaktır. Ve bu etkin çalışma uygulamalarını belirleyerek hem de etkin olan karar verme birimlerinin de daha etkin hale gelmesi için çalışılır. Bu uygulama aşamasında uygun stratejiler belirlenerek modele göre en uygun çözümle yönetsel ve program etkinliği değerlendirilir. VZA ile etkinliği belirlenen kuruluşlar daha sonra etkinliğini

kaybedebilir ve referans da olamazlar ve bu yüzden etkinlik değişimleri gözlemlenmelidir (Şimşek, 2020, s. 12).

### 2.1.2.1. Veri Zarflama Analizi'nin Özellikleri ve Kullanım Alanları

Nitelik açısından birbirlerine benzeyen mal veya hizmet üreten organizasyonların performanslarının karşılaştırmalı olarak ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş olan parametrik olmayan yöntem Veri Zarflama Analizi olarak bilinir (Banker, 1992, s. 75).

Önceden VZA sadece “kâr amacı gütmeyen” kuruluşların etkinliğini ölçmek amacıyla kullanılmakta olan bir analiz yöntemi idi. Zaman geçtikçe uygulamanın da geliştirilmesi sebebiyle artık neredeyse tüm alanlarda kullanılmaya başlayan ve hızlı yaygınlaşan bir analiz yöntemi haline gelmiştir.

VZA örnek olarak

- Sağlık alanında,
- Eğitim alanında,
- Bankalarda,
- Mahkemelerde,
- Eczanelerde vs. kullanılabilen bir yöntemdir.

VZA çalışmalarının uygulandığı sektörlerin (26 sektör) %84'ünü kapsayan 14 adet sektör üzerindeki dağılımını göstermektedir. Uygulamalarda **Bankacılık-Finans**, **Sağlık** ve **Eğitim** sektörleri başı çekmektedir. Son beş yılda en çok çalışma yapılan sektörler de bunlardır. Türkiye’de çeşitli sektörlerde yapılan çalışmaların, uygulamaların yapıldığı sektörler açısından dünya literatürü ile paralellik arz ettiği tespit edilmiştir. Eğitim de tarım ve ulaşımın ardından en çok uygulama yapılan ilk beş sektör içerisinde yer almaktadır (Atıcı vd., 2016, s. 9).

Türkiye’de yapılmış olan VZA çalışmalarında 911 adet farklı anahtar kelime tespit edilmiştir. Anahtar kelimeler çeşitli gruplar altında toplanmıştır. Doğal olarak, teknik ile ilgili anahtar kelimeler başı çekmektedir. Sektör içeren anahtar kelimeler bir önceki kısımda verilen sektörler ile paralellik içermektedir. Örnekler aşağıdaki gibidir (Atıcı vd., 2016, s. 9) :

Veri Zarflama Analizi, Modeller, Analiz Teknikleri – 308

Etkinlik, Performans, Verimlilik – 250

Türkiye, Devlet, Kamu – 48

Ekonomi, Finans – 47

Toplam Faktör Verimliliği – 26

Hastane, Sağlık Sektörü – 30

Bankalar, Bankacılık Sektörü – 29.

VZA konusunda yapılan çalışmalara farklı örnekler “İlgili araştırmalar” başlığı altında literatür taraması olarak yer almaktadır.

#### **2.1.2.2. Karar Verme Birimleri**

VZA yönteminde birbiriyle karşılaştırmalı olarak etkinlik ölçümleri yapılacak karar verme birimlerinin doğru seçimi önemli bir aşamadır. Bu birimlerin üretim teknolojisi bakımından birbirlerine benzer olmaları, bir başka deyişle de araştırılan kümenin homojen yapıda olması elde edilecek olan sonuçların anlamlı olması bakımından önem kazanmaktadır.

Bir grubun homojen olması o grubu oluşturan karar birimlerinin aynı girdi çıktı karmalarına sahip olmaları ve dışsal etkenlerin birbirinden çok farklı olmadığı anlamına gelir.

Ticari kuruluşların etkinliği, stoklar veya dönemsel kârlar gibi verileri kullanarak değerlendirme yapılabilir. Fakat amacı gelir elde etmeyen kuruluşlar için ise bu şekilde ölçülebilir verilerin kullanılması ile etkinlik ölçümü yapmak pek de mümkün olmayabilir. İlk başta karar birimi çıktılarının toplamının girdilerinin toplamına bölünmesi ile karşımıza çıkan en iyi üretim bileşimi esas alınarak bir sınır belirlenmekte ve bütün karar birimlerinin etkinlik durumu bu sınırı dikkate alarak analiz edilmektedir. Ayrıca bu sınırın üstünde olan karar birimleri “**etkin**”, sınır üstünde olmayanlar ise “**etkin olmayan**” birimler gibi tanımlanır (Erpolat, 2011, s.30).

Karar verme birimleri: devlet veya özel bankalar, üniversiteler, sağlık ocakları, hastaneler, vergi ofisleri, marketler, havayolları ve bu kuruluşların bölümleri olarak ele alınabilir.

### 2.1.2.3. Veri Zarflama Analizi`nde Kullanılan Terim ve Kavramlar

Veri zarflama analizinin yapılmasında kendine özgü kullanılan terimleri ve kavramları bulunmaktadır. VZA literatüründe ise en çok karşılaşılan terimler ve açıklamalar aşağıdakilerdir:

**Etkin (Efficient), Etkinlik Sınırı (Efficiency Frontier):** Bu kavram, en yüksek performansı temsil etmekte olan girdileri ve çıktıları maksimum verimli bir düzeyde birbirine dönüştürebilen veri kümesinde mevcut olan birimler ile ifade edilmektedir.

Etkinlik sınırını belirleyen birimler %100 verimliliğe sahip olurken, sınırda olmayan birim ise %100`ün altında bir verimliliğe sahip olmaktadır.

**Etkin Birim (Efficient Unit):** Etkin birim, analizlerdeki diğer birimlerle aynı performansa göre karşılaştırıldığı zaman aynı çıktıları daha az girdilerle, daha yüksek seviyedeki çıktıları da aynı miktardaki girdilerle üretebilen bir birim olarak bilinmektedir.

**Etkinlik Skoru (Efficiency Score):** Veri Zarflama Analizi her birim içinde etkinlik skoru olarak sonuçlanır. Bu skor “0 ve 1” arasında olmaktadır. %100 skora sahip olan, yani “1” e sahip olan birimler tam etkin sayılırken, %100`den aşağıda bulunan, yani “0”-dan büyük “1” den küçük bir skora sahip olan birimler ise etkin değildir.

**Kontrol Edilebilen Girdiler (Controlled Discretionary Inputs):** Bir kontrol edilmekte olan girdi, birim yönetiminin üzerinde kontrolü olandır. Bunun sonucunda kullanılmış olan miktarı da birim yönetimi belirleyebilmektedir.

**Maliyet Etkinliği (Cost Efficiency):** Maliyet etkinliğinin belirlenmesinde minimum maliyetin gerçek maliyete oranı ele alınmaktadır.

**Ölçeğe Göre Sabit Getiri (Constant Returns to Scale):** Bir karar verme biriminin girdisindeki artışın çıktısında da eşit bir artışa denk gelme durumu ölçeğe göre sabit getiri olarak ifade edilmektedir.

**Tahsisli Etkinlik (Allocative Efficiency):** Tahsisli etkinlik üretim sürecinin verimliliği anlamına gelmektedir. Üretim maliyetlerinde girdi fiyatlarının en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Tahsisli etkinlik hesaplanırken maliyet etkinliğinin teknik etkinliğe oranı alınmaktadır (Tepe, 2006, s. 61).

**Toplam Etkinlik (Aggregate Efficiency):** (Charnes-Cooper-Rhodes/ CCR) Modelinden elde edilen ve etkinliğin ölçümünü tanımlayabilmek için kullanılmakta olan bir değerdir.

**Çıktılar (Outputs):** Çıktı, girdilerin sürecinden ve tüketiminden sonuçlanan ürünlerdir. Çıktı hem de fiziksel bir ürün veya herhangi birimin amacını nasıl başardığını gösteren bir ölçüm olabilir.

**Girdiler (Inputs):** Üretim esnasında kullanılmakta olan her türlü unsura girdi adı verilir. Başka bir deyişle ise üretim prosesinde kullanılan üretim kaynaklarına verilmiş genel tanım olarak bilinmektedir.

**Üretkenlik (Productivity):** Üretkenlik, tek girdinin ve çıktının bulunduğu süreçlerde ünitenin yani birimin çıktılarının girdilerine oranı şeklinde ifade edilmektedir. Veri Zarflama Analizinin amacı üretkenliği ölçmek değildir. VZA ile üretim sürecinin etkinliği ölçülmeye çalışılmaktadır.

**Teknik Etkinlik (Technical Efficiency):** Bir firma veya kuruluş elinde bulundurduğu teknik imkanlarla sahip olduğu girdiyle maksimum çıktı alabiliyorsa, o birim teknik etkindir. Fiyat ve maliyetten bağımsız olarak hesaplanır.

**Çıktı Maksimizasyonu (Output Maximization):** Sabit girdi miktarıyla maksimum çıktıyı üretmeye çalışan Veri Zarflama Analizi moduna çıktı maksimizasyonu denir.

**Girdi Minimasyonu (Input Minimization):** Girdi minimasyonu; çıktıların üretim prosesinde kullanılmakta olan girdi miktarını azaltmaya çalışan analizlerde Veri Zarflama Analizi modu adaptasyonudur.

#### 2.1.2.4. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı

Veri zarflama analizi tekniği girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olarak 2 farklı metotla uygulanabilmektedir (Demirci, 2018, s. 33-34). Maliyetler, birim başına kar vb. metrikleri ile performans ölçütleri, ilk araştırmalarda ölçülen değerlere dayanıyordu. En basit haliyle çıktı/girdi olarak tanımlanır. Verimliliği ölçmek için kullanılan saat başına işçi başına basit görelili çıktı ölçümlerine literatürde kısmi verimlilik denir. Tüm girdi ve çıktıları temel alan bir analize toplam faktor etkinliği denir (Kutlar ve Bakırcı, 2018, s. 129).

Veri zarflama analizi tekniği, matematiksel programlama teknikleri ile birden fazla girdi, çıktı ve karar birimi ile eş zamanlı olarak çalıştığından, diğer daha kısıtlayıcı tekniklere kıyasla araştırmacıların çok rahat çalışmasına olanak tanır. Gerçek hayatta karşılaşılabileceğimiz sorunlara daha iyi çözümler bulmak veya yönetim kararları vermek, birden fazla değişkenlerin aynı anda değerlendirilmesini gerektirir. Aynı anda farklı çıktı ve girdilerin belirlenmesi mümkün olduğu için araştırmacıları farklı senaryolar oluşturarak değerlendirmek mümkündür (Babacan, 2006, s. 32).

Girdi yönlü ve çıktı yönlü olmak üzere 2 yönlü kullanılabilen Veri Zarflama Analizi modelleri hepsi kendiliğinde hem oransal VZA modeli, hem zarflamalı VZA modeli, hem de ağırlıklı VZA modeli olması şeklinde düzenlenmektedir (Yalama, 2005, s. 52-67).

Girdiye yönlü oransal model VZA'nın esas yapısını oluşturmaktadır. Bu modelde karar verme birimleri, diğer gözlemlerdeki karar verme birimleri ile karşılaştırılır ve etkinlikleri ölçülür. Oransal modelin doğrusal programlama modeline dönüştürülmüş hali de ağırlıklı modeldir. Zarf modeliyse ağırlıklı modelin dualidir.

Girdi yönümlü oransal modelde girdi-çıkta oranının maksimizasyonu istenirken, çıktı yönümlü modelde bu oranın minimizasyonu istenmektedir. Girdi yönümlü modelde söz konusu ağırlıklı girdilerin ağırlıklı çıktılarına oranının minimizasyonudur. Bundan dolayı olarak kısıtlayıcı belirlenmektedir. Yani elde olunan oranın 1'e eşit ya da birden büyük olması istenmektedir. Ve böyle olunca etkinliği ölçülmüş KVB-lerden, etkinlik değeri yüksek olanlar 1'e eşit şeklinde, etkinliği minimum olanların ise etkinlik değerleri 1'den büyük olmuş olacaktır.

Aynı şekilde çıktıya yönelik ağırlıklı modelde çıktıya yönelik oransal modelin doğrusal programlamaya dönüştürülmüş şeklindedir. Buradaki amaç mevcut olan çıktıları

daha az sayıda girdiler kullanıp da elde etmek olduğu için bu modelde istenen ağırlıklı çıktılarının minimuma indirilmesidir. Bu modelde etkin olarak sonuçlanmayan KVB'leri etkinlik durumuna getirmek için aynı girdi değerleri kullanılarak, çıktı değerlerinin hangi düzeyde artırılması gerektiği de tespit edilmektedir. Denklem 1'de Etkinlik ile ilgili hesaplama verilmektedir. Denklem 2'de modele ilişkin amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılar yer almaktadır.

$$Etkinlik = \frac{\text{Ağırlıklı Çıktı}}{\text{Ağırlıklı Girdi}}$$

(1)

Amaç Fonksiyonu:

$$Max E_j = \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} / \sum_{i=1}^m V_i X_{ij}$$

Kısıtlayıcılar:

$$0 \leq \sum_{r=1}^s U_r Y_{rk} / \sum_{i=1}^m V_i X_{ik} \leq 1$$

$$k=1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, s$$

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

$$U_r > 0$$

$$V_i > 0$$

(2)

Notasyonların açıklaması aşağıdaki gibidir:

$E_j$ : j. KVB'nin etkinliği,

$U_r$ : j. Karar verme biriminin r. çıktıya vermiş olduğu ağırlık miktarı,

$V_i$  : j. Karar verme biriminin i. girdiye vermiş olduğu ağırlık miktarı,

$Y_{rj}$ : j. Karar verme biriminin üretilen r. Çıktı miktarı,

$X_{ij}$ : j. Karar verme biriminin kullanılan i. Girdi miktarı,

$Y_{rk}$  : k. Karar verme birimi için üretilen r. Çıktı miktarı,



$X_{ik}$  : k. Karar verme birimi için kullanılan i. Girdi miktarı,

n : Karar verme birimi sayısı

s : Çıktı sayısı

m : Girdi sayısı

Amaç fonksiyonu j. KVB'nin etkinliğini en büyük yapacak  $u_r$  ve  $v_i$  ağırlık değerlerini bulmayı hedeflemektedir. Sınırlayıcı kısıtlar her bir karar verme birimi için **Ağırlıklı girdi / Ağırlıklı çıktı** oranının 1'i geçmemesini ve dolayısıyla da etkinliğin [0,1] arasında bir değer alması sağlanmaktadır (Erpolat, 2011, s. 69).

### 2.1.2.5. Sistematik Yapısı

Veri zarfı analizinin sistematik yapısına bakıldığında, girdi sayısı ve bu girdilerle elde edilen çıktı sayısına göre belirli bir sistematik yapılarak çözümler üretilmektedir.

- Tek girdi ve tek çıktı,
- İki girdi ve tek çıktı,
- Tek girdi ve iki çıktı,
- Çok girdi ve çok çıktılı sistemler şeklindedir.

#### 2.1.2.5.1. Tek Girdi-Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler

Tek girdi, tek çıktılı sistemler için, verimliliğin grafiksel gösterimi, yatay ekseninde girdi veya çıktının değeri ve dikey ekseninde girdi ya da çıktının değeri ile orijin açığı tarafından oluşturulan etkinlik sınırıdır. Performans sınırının ortalamasını basitçe temsil edersek, bu performans sınırının üzerindeki alanları mükemmel, altındaki alanları zayıf olarak tanımlamak yanlış olur. Böylece birinci yaklaşım, girdi ve çıktı bölümlerinin verimlilik sınırına yakın ortalama veya ortalama eğilim davranışını gösterirken, ikinci yaklaşım, en iyi verimliliğin değerlendirilmesi ve diğer performansların üst sınırına olan uzaklığı ile alakalıdır (Kutlar ve Bakırcı, 2018, s. 135-137).

#### 2.1.2.5.2. İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler

Birden fazla girdi ve çıktıyı analiz etmek için, bir birim çıktının üretiminde en az girdi kullanan şirketleri karakterize etmek, iki girdi ve bir çıktı olan şirketlerin etkinlik analizini yapmak doğaldır. Etkinlik sınırının üzerinde bir noktayı ele alırsak, herhangi bir noktada iyileştirme yapmak için değişiklik yapmak imkansızdır, çünkü etkinlik sınırının üzerinde bir değer kadar iyileştirme (girdiyi azaltma) diğer girdiler için kötü sonuçlar doğurur. Etkinliğin marjinal değerini tanımlayan noktaların yarattığı alan, üretim olanakları eğrisini oluşturur. Üretim olanakları eğrisi üzerinde herhangi bir nokta üzerinde üretim yapmak mümkündür. Üretim olasılığı eğrisi üzerindeki noktalarda üretim yapan firmalar etkin, eğrinin üzerinde değil de daha düşük alanlarda üretim yapan firmalar ise etkinsiz olarak kabul edilir. Etkin olmayan şirketlerde referans grubunun etkinlik sınırı, üretim olanakları eğrisi üzerindeki noktalardır (Kutlar ve Bakırcı, 2018, s. 138-139).

#### **2.1.2.5.3. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler**

Diğer başlıklarda da anlatıldığı gibi, üretim olanakları eğrisi üzerindeki noktalarda üretim yapmakta olan firmaların %100 etkin olduğu, eğri üstünde üretim yapmayan firmaların ise verimsiz çalışmaya devam ettiği söylenebilir. Modelmeden sonra, etkin olmayan değeri kaldırmak için etkin çıkan birimin değerleri ile etkin çıkmayan birimi etkin hale getirmek mümkündür. Orantısal farklılıklardan dolayı her bir giriş değerinin işlem sırasında farklı değerler alması olasıdır (Babacan, 2006, s. 38-39).

#### **2.1.2.5.4. Çok Girdili ve Çok Çıktılı Sistemler**

Gerçek hayatta veriler çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktıdan oluştuğu için, dikkat gerektiren en yaygın operasyonel veri biçimi çok girdili, çok çıktılı sistemler biçimindedir. Daha sağlam sonuçlar alabilmek için sonuçları analiz etmeye çalıştığında, çok girdi ve çok çıktıdan oluşan sistemlerde veri basitleştirme tekniklerinin kullanılması gereklidir. Bu nedenle sabit ağırlık yöntemi kullanılır. Buna karşılık, veri zarflama analizinde değişken ağırlıklar kullanılmaktadır. VZA'da ağırlıklar direkt veri setinin kendisinden üretilmektedir. Bu, sabit ağırlıkları seçerken çok fazla tahminde bulunmayı ve hesaplamaları önler (Kutlar ve Bakırcı, 2018, s. 142-143). Veri zarflama analizinde en iyi oran kavramı aşağıdaki koşullarda geçerlidir.

Tüm datalar ve ağırlıklar sıfırdan büyük veya sıfıra eşittir. Ortaya çıkan verim değerleri 0 ile 1 arasında olmalıdır. Hedef birime uygulanmış tüm ağırlıklar, maksimum verim oranıyla bütün birimlere uygulanır (Babacan, 2006, s. 40-42).

### 2.1.2.6. Veri Zarflama Analizi Modelleri

Aynı girdileri kullanıp, aynı çıktıları üreten birimlerin etkinliğinin ölçülmesinde kullanılan VZA yönteminin analiz modelleri vardır. En yaygın olarak kullanıldığı bilinen 2 yöntem “CCR” (Charnes-Cooper-Rhodes) ve “BCC” (Banker-Charnes-Cooper)’dir. Veri Zarflama Analizi’nin modeli aslında doğrusal programlama modellerinin geliştirilmiş hali olarak bilinmektedir.

Eğer;

- Karar verme birimlerinin ölçeğe göre sabit getiriye sahip olmaları söz konusuysa ve toplam etkinlikler lazımsa, CCR,
- Karar verme birimlerinin ölçeğe göre değişken getiriye sahip olmaları söz konusu ise ve teknik etkinlikler lazımsa, BCC modeli kullanılmalıdır.

#### 2.1.2.6.1. CCR Modeli

CCR modeli 1978`de Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ortaya atılmıştır. Bu model Veri Zarflama Analizi için en uygun görülen yöntemlerden biridir. Bu analiz modelinde karşılaştırılacak birimlerin girdi ve çıktılarının aynı ve pozitif olması gerekmektedir. CCR modeli hem girdi odaklı, hem de çıktı odaklı olarak 2 yere ayrılır.

Girdiye yönelik CCR modelinin formülasyonu ise aşağıda Denklem (3)’te verildiği gibidir (Harmankaya, 2019, s. 42):

**Girdiye Yönelik CCR modeli:**

$$\text{Max } E\boxplus = \sum_{r=1}^s V_{rk} \times X_{rk}$$

$$\sum_{r=1}^s V_{rk} \times X_{rk} - \sum_{j=1}^m U_{ik} \times Y_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^m U_{ik} \times Y_{ij} = 1$$

$$V_{rk} \geq 0$$

$$U_{ik} \geq 0$$

$$r=1, \dots, s$$

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

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

(3)

Verilen modelde;

$V_{rk}$  = k. karar biriminin r. çıktısının ağırlık değeri

$U_{ik}$  = k. karar biriminin i. girdisinin ağırlık değeri

$X_{rk}$  = k. karar biriminin r. çıktı miktarı değeri

$Y_{ik}$  = k. karar biriminin i. girdi miktarı değeri

$X_{rj}$  = diğer (j'inci) karar verme birimlerinin çıktı değerleri

$Y_{ij}$  = diğer (j'inci) karar verme birimlerinin girdi değerleri

m = girdi sayısı

s = çıktı sayısı olarak ele alınmaktadır.

**Çıktıya Yönelik CCR modeli:**

Mevcut olan girdiyle maksimum ne kadar çıktı elde edileceğini ölçmek için kullanılan bir CCR modelidir. Modelin formülasyonu ise aşağıdaki Denklem 4'te gösterilmektedir:

$$\text{Min } E_k = \sum_{j=1}^m U_{ik} \times Y_{ij}$$

$$\sum_{r=1}^s V_{rk} \times X_{rk} - \sum_{j=1}^m U_{ik} \times Y_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s V_{rk} \times X_{rk} = 1$$

$$V_{rk} \geq 0$$

$$U_{ik} \geq 0$$

$$r=1, \dots, s$$

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

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

(4)

Verilen modelde;

$V_{rk}$  = k. karar biriminin r. çıktısının ağırlık değeri

$U_{ik}$  = k. karar biriminin i. girdisinin ağırlık değeri

$X_{rk}$  = k. karar biriminin r. çıktı miktarı değeri

$Y_{ik}$  = k. karar biriminin i. girdi miktarı değeri

$X_{rj}$  = diğer (j'inci) karar verme birimlerinin çıktı değerleri

$Y_{ij}$  = diğer (j'inci) karar verme birimlerinin girdi değerleri

m = girdi sayısı

s = çıktı sayısı olarak ele alınmaktadır.

### 2.1.2.6.2 BCC Modeli

Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen BCC modelinde ölçüğe göre değişen getiri koşullarında etkinlik hesaplanır ve bu modelde hem teknik, hem de ölçek etkinlik dikkate alınır.

Bu modelde teknik etkinlik ile ölçek etkinlik çarpımı sonucunda toplam etkinlik değeri alınır. Bu yüzden bir KVB hem teknik, hem de ölçek etkin olduğu halde toplam etkin sayılmaktadır. Teknik etkin olmayan ve ölçek etkinsiz olan veya her 2 durum aynı anda kendisinde barındıran bir KVB toplam etkinsiz olarak kabul edilir.

Bu modelde de CCR modelinde olduğu gibi girdi yönlü ve çıktı yönlü olarak ikiye ayrılmaktadır. Girdiye yönelik modelde Denklem (5)'te verildiği gibi belli bir çıktıyı mümkün olan minimum girdiyle nasıl elde edileceği araştırılır ve analiz edilir. Çıktıya yönelik modelde ise Denklem (6)'te verildiği gibi amaç belli bir girdiyle maksimum çıktı almak olur. Yani amaç girdilerin maksimum azaltılmasına, çıktıların da aynı şekilde artırılmasına yönelik olur.

#### Girdi Yönelikli BCC modeli:

$$Max H_k = \sum_{r=1}^s U_r \times Y_{rk} - U_0$$

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

$$\sum_{r=1}^s U_r \times Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i \times X_{ij} - U_0 \leq 0$$

Kısıtlayıcılar:

$$j = 1, 2, \dots, n$$

$$r = 1, 2, \dots, s$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

$$V_i \geq 0$$

$$U_r \geq 0$$

\* $U_0$  kısıtlanmadı

(5)

Verilen modelde:

$U_r$  : k. Karar biriminden r. çıktıya verilen ağırlık

$V_i$  : k. Karar biriminden i. girdiye verilen ağırlık

$Y_{rk}$  : k. Karar biriminin ürettiği r. çıktı

$X_{ik}$  : k. Karar biriminin kullandığı i. girdi

$Y_{rj}$  : j. Karar biriminin ürettiği r. çıktı

$X_{ij}$  : j. Karar biriminin kullandığı i. girdi

$U_0$  : Ölçeğe göre getirinin yönü ile ilgili bir değişken.

**Çıktı Yönelikli BCC modeli :**

$$\text{Min } F_k = \sum_{r=1}^m V_i \times X_{ik} - S_0$$

$$\sum_{i=1}^s U_r \times Y_{rk} = 1$$

$$\sum_{i=1}^s U_r \times Y_{rj} - \sum_{r=1}^m V_i \times X_{ij} + S_0 \leq 0$$

Kısıtlayıcılar:

$$j = 1, 2, \dots, n$$

$$r = 1, 2, \dots, s$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

$$V_i \geq 0$$

$$U_r \geq 0$$

\* $S_0$  kısıtlanmadı

Verilen modelde:

$U_r$  : k. Karar biriminden r. çıktıya verilen ağırlık

$V_i$  : k. Karar biriminden i. girdiye verilen ağırlık

$Y_{rk}$  : k. Karar biriminin ürettiği r. çıktı

$X_{ik}$  : k. Karar biriminin kullandığı i. girdi

$Y_{rj}$  : j. Karar biriminin ürettiği r. çıktı

$X_{ij}$  : j. Karar biriminin kullandığı i. girdi

$S_0$  : Ölçeğe göre getirinin yönü ile ilgili bir değişken.

### 2.1.2.6.3 Toplamsal Model (Additive)

1985 senesinde Charnes, Coper, Barnes, Stutz ve Seiford tarafından geliştirilmiş olan modeldir. BCC ve CCR modelleri gibi çıktı ve girdiye yönelik değil de yönsüz bir model olarak nitelendirilir. Yani girdi odaklı modelde girdilerin maksimum şekilde azaltılması, çıktı odaklı modelde ise çıktıların orantılı şekilde artırılması hedeflenmektedir. Ancak Toplamsal Model`de aynı zamanda girdilerin hangi miktarda azaltılıp, çıktıların da ne kadar artırıldığı öğrenilebilmektedir (Depren, 2008, s. 44).

Denklem (7)'da verilen modelde KVB`lerin tam etkin olması için girdilerin azaltılması, çıktıların artırılması eş zamanlı olarak yapılmaktadır.

Amaç fonksiyonu:

$$Max Z_k = \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j + S_i^- = X_{i0}$$



$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \beta_j - S_r^+ = Y_{r0}$$

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

$$S_i^- \geq 0 \quad i=1,2,3,\dots,m$$

$$S_r^+ \geq 0 \quad r=1,2,3,\dots,s$$

$$\beta_j \geq 0 \quad j=1,2,3,\dots,n$$

(7)

Verilen modelde:

$Y_{rj}$  : j. Karar biriminin ürettiği r. çıktı

$X_{ij}$  : j. Karar biriminin kullandığı i. girdi

$\beta_j$  : j. Karar biriminin aldığı yoğunluk değeri

$S_i^-$  : k. Karar biriminin i. değerine ait âtil değer

$S_r^+$  : k. Karar biriminin r. değerine ait âtil değer

Buradaki formül aslında VZA'nın BCC modeline benzemektedir. Toplamsal modelle BCC modeli arasındaki temel fark, etkinsizliğin orantı miktarının modelden düşürülmesi ve tüm etkinsizliklerin aylak değerlerde ( $S_i^-$  ve  $S_r^+$ ) kalmasıdır. Yani, etkinlik için tek şart aylak değişkenlerin 0 değerini alıp almamasıdır (Bowlin, 1998, s. 14).

Toplamsal modelin Dual formülü ise Denklem (8) de verilmektedir:

$$\text{Min } W_k = \sum_{i=1}^m V_i X_{ik} - \sum_{r=1}^s U_r Y_{rk} + U_k$$

Kısıtlayıcılar:

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} + U_k \geq 0$$

$$j=1,2,3,\dots,n$$

$$i=1,2,3\dots m$$

$$r=1,2,3\dots s$$

$$V_i \geq 0$$

$$U_r \geq 0$$

$$U_k: \text{serbest}$$

(8)

Burada verilmekte olan dual ve primal modeller çözüldüğü zaman amaç fonksiyonlarının değerleri eğer 0 ise karar verme biriminin etkin olması söz konusudur. Yani,  $Z_k^* = W_k^* = 0$  ise etkindir. Buna karşın eğer aylak değişkenlerden ( $S_i^-$  veya  $S_r^+$ ) herhangi birinin sıfırdan farklı olması durumunda karar verme biriminin etkin olmadığı ifade edilebilir. Ayrıca aylak değerlerine karşılık gelen girdi ve çıktılardaki mevcut olan etkinsizlik kaynakları, miktarları belirlenebilir (Sowlati, 2001, s. 53).

#### **2.1.2.7. Veri Zarflama Analizi'nin Uygulama Aşamaları**

Veri Zarflama Analizinin uygulama aşamaları aşağıda verildiği şekildedir:

- Aşama 1: KVB seçilmesi
- Aşama 2: Girdi ve çıktılardan seçilmesi
- Aşama 3: Verilerin elde edilebilirliği ve güvenilirliği
- Aşama 4: Etkinlik değerleri ve sınırı
- Aşama 5: Referans grupları
- Aşama 6: Etkin çıkmayan karar verme birimleri için hedefin

belirlenmesi

- Aşama 7: Sonuçların değerlendirilmesi

##### **2.1.2.7.1. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi**

VZA'nın ilk uygulama aşaması Karar verme birimlerinin seçimidir. Seçilmiş karar verme birimlerinin anlamlı bir sonuç alma adına girdi ve çıktılarının aynı olması gerekmektedir. Etkinlik ölçümlerinin birbirilerinden farklı olması için karar verme

birimi sayısının belli bir değerin üstünde olması gerektiği bilinmektedir. Bir yaklaşıma göre seçilen karar verme birimlerinin sayısının, girdilerin ve çıktıların sayılarının minimum 2 misli olması gerekmektedir (Yolalan, 1993, s. 7).

Girdi sayısını **a**, çıktı sayısını ise **b** olarak ele alırsak, karar verme birimleri sayısı en az  $(a + b) * 2$  şeklinde olmalıdır. Kalabalık bir küme belirlemek, kümeye dâhil olan girdi ve çıktılar arasındaki bağlantının daha doğru hesaplanmasını imkânlı hale getirir.

#### **2.1.2.7.2. Girdi ve Çıktıların Seçilmesi**

VZA uygulama aşamaları arasında en önemli noktalardan biri de girdi ve çıktıların seçilmesidir. Sonuçların anlamlı olması açısından değişkenleri yeterli sayıda seçmesi gerekir. Burada tam olarak fonksiyonel bir varsayım ile hareket edilmese de seçim esnasında üretime nedenli olarak bağlı olan çıktı ve girdilerin ortaya konması gerekli olmaktadır.

Girdi ve çıktıların sayısını arttırmak, karar verme birimlerinin de sayısını arttırmayı gerektirir. O yüzden girdi ve çıktı sayılarını mümkün olduğu sürece az tutmak gerekir. Aynı zamanda analizde incelendiği zaman karar verme birimlerinin verdiği sonucu da doğru şekilde yansıtması gerekmektedir.

#### **2.1.2.7.3. Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenilirliği**

Girdi ve çıktıların seçilmesinden sonraki aşama ise verilerin elde edilmesi ve onun güvenilirliğidir. Seçilen tüm girdi ve çıktı verileri doğru ve eksiksiz olma zorundadır. Verilerin elde edilemediği veya güvenilir olmadığı karar verme birimleri analizden çıkarılmalıdır. Aksi takdirde bu durum tüm analiz ve sonuçları önemli şekilde etkileyecektir.

Ancak Veri Zarflama Analizi'nde bir karar vericinin analiz dışına çıkarılması halinde diğer karar verme birimlerinin de görelî etkinlik sonuçları değişecektir. Bu yüzden en baştan doğru seçimlerle veri güvenilirliği yüksek girdiler ve çıktılarla yola çıkılması analiz sonuçlarının anlamlılığı ve güvenilirliği açısından büyük önem taşımaktadır (Depren, 2008, s. 35).

#### **2.1.2.7.4. Etkinlik Değerleri ve Sınırı**

Her bir karar verme birimlerinin %100 tam etkin olması için aşağıdaki koşulların olması gerekir:

- Hiçbir çıktı, bir veya birden fazla girdi arttırılmadan, herhangi bir çıktı azaltılmadan arttırılamamalıdır.
- Hiçbir girdi, bazı çıktılar azaltılmadan ve aynı zamanda bazı girdiler arttırılmadan azaltılamamalıdır.

Böylece her bir KVB için etkinlik skoru 0 ve 1 arasında yer almaktadır. Etkinlik değeri 1 olan birimler “etkin” olarak tanımlanır. Eğer değer 1’den küçükse, “etkin olmayan” birimdir. Etkinlikleri 1 olanlar en iyi gözlem kümesini oluşturdukları için göreceli etkin çıkmayan karar verme birimlerinin 1’den sapma göstermesi göreceli etkisizlik ölçüsünü gösterir.

#### **2.1.2.7.5. Referans Grupları**

Analizde etkin olmayan her bir karar birimleri için referans kümesi oluşturulur. Karar verme birimlerinin kendilerine ölçüt aldıkları etkin olan karar verme birimlerinden oluşturulan kümeye incelenen karar verme birimlerinin referans kümesi denmektedir.

Bir referans kümesinde herhangi bir etkin olan karar verme birimi ne kadar daha çok sıklıkta referans olarak gösterilirse o kadar daha çok referans güçlülüğü vardır. Sonuç itibariyle etkin çıkmayan karar verme birimleri etkin olan karar verme birimlerinin uyguladığı yöntemlerin aynısını uygulayarak onların ulaştığı etkinliğe ulaşmak amacındadır.

#### **2.1.2.7.6. Etkin Olmayan KVB-ler İçin Hedefin Belirlenmesi**

VZA’nın en önemli katkılarından veya avantajlarından birisi de sonda etkin olmayan KVB`ler için hedeflerin belirlenmesidir. Bu hedeflere ulaşıldığında etkin olmayan birimler de etkinliğe ulaşmış olurlar.

VZA ile ilgili analizlerin sonucunda etkin olan karar verme birimlerine ait aylak (slack) değişkenlerin değeri “0” olmalıdır. Bu değişkenler, çıktı ve girdilere ait kullanılmamış kapasiteyi göstermektedir. Etkin olan bir birimin girdi ve çıktılar açısından kullanılmamış kapasitesi olmadığına göre, aylak değişkenler 0 değerini almaktadır (Kutlar ve Bakırcı, 2018, s. 186).

#### **2.1.2.7.7. Sonuçların Değerlendirilmesi**

Uygulamanın son aşaması sonuçların değerlendirilme ve yorumlanmasıdır. Bu kısımda etkin olan veya etkin olmayan karar verme birimlerinin analiz sonuçları baştan sona değerlendirilir. Etkin olmayan birimlerin nasıl etkin olabilmesi için uygulanan yöntemler tartışılır. Hedeflenen amaçlara ulaşılmassa bile, bu bilgilerin sonrasında değerlendirilebilmesi, iyileştirilebilmesi önemlidir.

#### **2.1.2.8. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri**

Etkinliğin ölçülmesinde kullanılan VZA modelinin bazı güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır.

##### **2.1.2.8.1. Güçlü Yönleri**

VZA güçlü yönleri olarak aşağıdakileri sıralayabiliriz:

- VZA karar verme birimlerinin etkinliğini tahmini (nispi) olarak ölçer.
- Parametrik olmayan bir yöntemdir. Etkin olmayan birimleri analiz sonucuna göre seçer ve etkin olan birimleri etkin olmayan birimlere referans olarak önerir.
- Sonuç olarak etkin olmayan birimlerin de etkin olması için alternatif yollar sunar.
- Çok çıktı ve çoklu girdilerin olduğu birimlerin performansını her girdi ve her çıktının ayrı ağırlığını alarak ölçer. Etkin olan karar verme birimleri 1, etkin olmayanlar ise 1’den düşük değerler alır.
- VZA yönteminin analiz sonuçlarıyla kâr amacı güden veya kar amacı gütmeyen birimler için etkin olma veya olmama, girdi ve çıktılarının ne tür azaltılması

veya çoğaltılması gibi bilgileri yöneticilere strateji belirleme konusunda büyük bir olanak sağlar.

#### **2.1.2.8.2. Zayıf Yönleri**

VZA zayıf yönleri ise aşağıda verildiği şekilde özetlenebilir:

- Analiz yönteminin zayıf yönlerinden biri parametrik olmayışıdır. Çünkü analizde ölçülen etkinlik sadece uygulamadaki karar verme birimleri için geçerlidir. Uygulamaya dahil edilmeyen, ama etkin olan karar verme birimlerinin de mevcut olma durumunu göz önüne alındığında, bu değerlendirmenin göreceli olduğunu söylenebilir.
- Bu analiz yöntemi parametrik değil de deterministik olduğu için ölçüm hatalarına karşı hassas sonuçlar verebilmektedir.
- Dış etkenlerin göz önünde bulundurulmaması da sonuçların yanlış veya hatalı olmasına sebep olabilir.
- Analize dahil edilen tüm KVB'lerin katılmış olan diğer KVB'lerden farklı olarak etkin olması, bu KVB'lerin kendi üretim proseslerinde hakikaten de etkin oldukları anlamına gelmez. Çünkü veri zarflama analizinin etkinlik sonuçları görecelidir (Sarı, 2010, s. 39).

#### **2.2. İlgili Araştırmalar**

Bu bölümde Kurumsal Yönetim Endeksi için yapılan araştırmalara ve yer verilmiştir. Literatür araştırması ile bu konuda yapılan araştırmalar hakkında detaylı bilginin elde edilmesi amaçlanmıştır. Daha önce yapılan bazı araştırmalar ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Bir başka çalışmada Aktürk ve Kırıl (2002), ülkemiz çerçevesinde pamuk üretimi yapmakta olan tarım işletmelerinde pamuk üretim faaliyetinin etkinlik ölçümünü ve analizlerini yapmışlardır. Bu çalışmada Veri Zarflama Analizi ile teknik ve ölçek etkinlikleri hesaplamışlardır. Bu etkinlikler analiz edilirken iş gücü saati, arazi, gübre, tohum ve makine saati gibi etkenleri girdi olarak, çıktı olarak ise pamuk üretim miktarını kullanmışlardır. Çalışmada 165 işletme incelenmiş; teknik olarak

etkin olan işletme sayısı 20 olarak bulunmuştur. Ayrıca 165 işletmenin teknik etkinlik ortalamaları 83,9% olarak belirlenmiştir.

Kayalidere ve Kargın (2004) yaptıkları çalışmada, BIST'te işlem gören çimento ve tekstil sektörlerine ait olan firmaların VZA yöntemiyle etkinlikleri ölçülmüş, etkin çıkan karar verme birimleri belirlenmiş ve etkin çıkmayan birimlerin ise hangi düzenlemeler yapılarak etkin olacağı ve iyileştirme oranları analiz sonucunda anlatılmıştır. Çimento sektörü için 15 şirket, tekstil sektörü için ise 27 tane şirketin girdi ve çıktıları kullanılmıştır. İlk analizde; kullanılan girdi: toplam aktif değer ve personel sayısı, kullanılan çıktı: net kar ve satış olmuştur. İkinci analizde personel sayı ve maddi duran varlıklar girdi olarak, net satış ve kâr ise çıktı olarak seçilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda çimento sektörü için etkin olan 3 şirket, etkinliğe ulaşmayan ise 12 şirket belirlenmiştir. Yapılmış olan ikinci analizde etkin olan firma sayısı 4 olmuştur. Tekstil alanı için yapılan analizde ise iki analizde de 5 birim etkin çıkmıştır. Sonuç olarak bu analiz yöntemi girdi ve çıktı ağırlıklarına karşı çok hassas olduğu için verilerin çok net bir şekilde seçilmesinin önemi vurgulanmıştır (Kayalidere ve Kargın, 2004, s. 1759-1779).

2007 senesinde Demir, Büyüklü ve Bilen yaptıkları çalışmada VZA kullanılarak ülkelerin sağlık kaynaklarını kullanmadaki etkinliğini ölçmüşlerdir. Etkinlik analizinin yapılması için gereken verilere Dünya Sağlık Örgütü'nden ulaşılmıştır. Araştırma sonucunda 150 ülkeden 140'ı etkin olarak belirlenmiş ve bu ülkelerden 57 tanesi kıyas ülke olarak tespit edilmiştir. Türkiye ise bu analiz sonucunda etkin ülke sınıfına girmiş, ama kıyas ülkeler arasında bulunmamaktadır (Depren, 2008, s. 21).

Kao ve Hung (2008) çalışmalarında, Tayvan'da bulunan Ulusal Cheng Kung Üniversitesi'nin yapısında bulunan 41 bölümün teknik ve ölçek etkinlik performanslarını incelemişlerdir. Bu inceleme için kurulan modelde kullanılan girdi değişkenleri personel sayısı, işletme masrafları ve kullanılan yüzeysel alan iken çıktı değişkenleri ise öğretimde başarıyı temsil etmek için toplam ders kredi sayısı, yayın sayısı ve yapılan hibeler şeklindedir (Koçak, 2019, s. 31).

Lin ve Zhang (2009), Çin'de mevcut olan 461 adet halka açık olan işletmelerin 1999-2002 tarihine ait olan verileri kullanılarak, kurumsal yönetimin şirketlerin

etkinliği üzerindeki olabilecek etkilerini VZA ile analiz etmişlerdir (Lin ve Zhang, 2009, s. 110-121).

2009 senesinde yapılmış olan bir araştırmada ise Behdioğlu ve Özcan, Türkiye’de faaliyette olan ticari bankaların etkinliklerini analiz etmişlerdir. VZA metodu kullanılan bu çalışmada 1999-2005 döneminde faaliyet göstermiş olan bu bankaların ortalama etkinliği %43,3 belirlenmiştir.

Şengür ve Püskül (2011), 2009 yılında BİST Kurumsal Yönetim Endeksi’nde olan 24 şirketin yönetim kurulunun yapısı ile finans açıdan performansı arasındaki ilişkisi üzerine “T” testi ile bir inceleme yapmışlardır. Araştırmada finans konusunda verimliliğin ölçülmesi için fiyat/kazanç oranı, öz kaynak getiri oranı, varlık getiri oranı gibi veriler kullanılmıştır. Bu araştırmada yapılmış olan Veri Zarflama Analizi sonucuna göre Kurumsal Yönetim Endeksi’ndeki şirketlerin yönetim kurullarında bağımsız yönetim kurul üyesi olan birimlerin varlık getiri oranı ve özkaynak getiri oranlarının diğerlerine kıyasla çok yüksek seviyede olduğu kanaatine varmışlardır (Şengür ve Püskül, 2011, s. 33-50).

Aksu ve Aytekin (2015), kurumsal yönetimin kurallarına uyum notuyla hisse senedi getirileri arasında mümkün olan bağlantıyı incelemişlerdir. Yapılan çalışma ve araştırma sonucunda ise 2009 senesinde hisse senedi getirilerinin uyum notları tarafından pozitif yönde etkilendiği sonucuna varmışlardır. Ayrıca, 2014 yılında kurumsal yönetimin uyum notlarının açıklanmasından önce ve sonrasındaki oluşmuş olan getiriler arasında bulunan farklılık istatistiksel açıdan anlamlı olmuş, ama bu farklılığın uyum notlarından kaynaklanmadığı ve bu yılda endekste anormal herhangi bir getiri veya getiriler elde edilemediği anlaşılmıştır.

Soba vd. (2016) Türkiye içinde faaliyette olan halka açık olan bankalardaki kurumsal yönetim uygulamalarıyla etkinliğin arasında mümkün olan bağlantıyı araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bankaların etkinlikle ilgili skorlarını belirlemek için Veri Zarflama Analizi (VZA) uygulaması kullanılmış, etkinlikle kurumsal yönetimin arasındaki ilişkiyi belirlemek için de Panel Veri Analizi yöntemini kullanmışlardır. Sonuç olarak yapılan analiz sonunda, halka açıklık yüzdesi ve bağımsız yönetiim kurulu üye sayısının mevduat bankalarının etkin olması üzerinde negatif, mantıklı bir etkiye sahip olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Soba vd., 2016, s. 305-322).



Ayvaz Kızılgöl ve Kuvat (2018)'ın liman etkinliklerinin arttırılmasına yönelik yapılan bir çalışmada Türkiye kıyılarında bulunan limanların göreceli etkinlikleri 2014, 2015 ve 2016 yılları için Veri Zarflama Analizi ile ölçülmüştür. Kuru, dökme yük ve genel kargo elleçleyen limanlar, konteyner elleçleyen limanlar ve sıvı kimyasal yük elleçleyen limanlar analiz edilmiştir. Her bir yıl için limanların etkinlikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Boz D., Duran C., Yurt S. (2019) “Kurumsal Sosyal Sorumluluk ve Kurumsal Yönetim Arasındaki Etkileşimin Veri Zarflama İle Analizi: BİST Kurumsal Yönetim Endeksindeki Firmalar Üzerinde Bir Uygulama” adlı bir çalışma yapmışlardır. Yapılan analizler doğrultusunda sosyal sorunların önüne geçmek ya da kısmen de olsa azaltmak ve aynı şekilde bunun yanı sıra verimliliğin arttırılması için kurumsal yönetim ve sosyal sorumlulukla ilgili tüm şirketlere uyumlu uygulama alanlarının oluşturulması ve gereken miktarlarda destek olunmasının gerektiğini belirlemişlerdir. Bu rolün uzman seviyesinde olan ve aktif bir tutum sergileyebilen yöneticilerden ortaya çıkan bir kurumsal yönetim kurulu oluşturarak şirketlerin daha faydalı ve etkin bir konuma gelmeleri öngörülmüştür. Çalışmada yapılmış olan analiz sonuçlarına göre kurumsal yönetimle kurumsal sosyal sorumluluk arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı, fakat aynı zamanda da bütün durumlarda birbirini tamamlayan, etkinlik açısından önemli 2 kavram olduğu anlaşılmıştır (Boz vd., 2019, s. 119-126).

VZA konusunda yapılan çalışmalara bir başka örnek 2020’de Ergülen, Bolayır, Ünal ve Harmankaya’nın yaptığı “Covid-19 Sürecinde Türkiye’nin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi” konusunda yapılan araştırmadır. Çalışmada Türkiye’deki Covid-19 salgınının 2020 yılının Nisan-Ekim ayları verilerine göre iki analiz yapılmıştır. Birinci analizde girdiler olarak vaka sayısı ve test sayısı, çıktı olarak da iyileşen hasta sayısı ele alınmıştır. 2. analizde ise girdi için test ve vaka sayısı, çıktı için ise ölüm sayısı ele alınarak 7 ayın birbirlerine kıyasla etkinlikleri ölçülmüştür (Ergülen vd., 2020, s. 275-286).

## 3. YÖNTEM

### 3.1. Kurumsal Yönetim Endeksi

Kurumsal Yönetim kavramının uluslararası kabul edilmiş tek bir tanım bulunmamaktadır. Buna karşın kurumsal yönetimin de gelişmesine en çok katkıları sağlamakta olan organizasyon OECD'nin yaptığı tanım büyük kabul görmektedir. OECD'ye göre; kurumsal yönetim, yönetim kurulu, firma yönetimi veya diğer menfaat sahipleri arasındaki ilişkileri kapsamaktadır. Kurumsal yönetim bu gruplar arasında olan sorumlulukları, hakların dağıtımını ve şirketin geleceğe dönük belirlediği amaçları için gerekli kuralları belirlemektedir. Kurumsal yönetim bu şekilde firmanın ileriye dönük belirlediği amaçların nasıl hayata geçeceğini de açıklamaktadır (Zengin ve Altıok, 2017, s. 48).

Bir başka deyişle kurumsal yönetim, hissedarlar ile firma yöneticileri ile arasındaki ilişkileri belirleyen bir yapı içermektedir. Daha geniş bir anlamda bakacak olursak, kurumsal yönetiminin, firma yöneticileri, sendikalar, hissedarlar, tedarikçiler, personel, müşteri, halkla devlet arasındaki ilişkilerin ekonomi yasalarına uygun olarak belirlendiğini söyleyebiliriz.

İşletmelerin kurumsal yönetim kurallarına (ilkelerine) uygun olmaları finansal piyasalarda reyting alabilmelerini sağlar. OECD'nin kurumsal yönetimle ilgili olarak 1999 yılında ilk defa olarak yayınladığı ve 2004 yılında da tekrar revize etmiş olduğu ilkeler, dört ilke şeklindedir (Ayboğa, 2021, s. 34):

- Sorumluluk İlkesi,
- Eşitlilik İlkesi,
- Şeffaflık İlkesi,
- Hesap Verebilirlik İlkesi

Kurumsal Yönetim Derecelendirmesi esnasındaki verilen derecelendirme notu, şirketlerin işletmeyle alakalı bilgilerin kamuoyuna zamanında ve güven içinde yansıtılmaları, yönetim kurulunun gösterdiği faaliyetlerin kabul edilebilmesini

anlatmaktadır. Şirketlerin bu görüş üzere değerlemeleri, 4 temel ilkeye göre yapılmaktadır. Söz konusu 4 temel ilke, şirketin başarısının ölçümü ve geliştirilebilmesi anlayışına göre birbirleriyle ilişkilendirilmekte ve şirketle ilgili tarafları için değer yaratırken, toplumu kapsayan değerlerle de uyumlu olması amaçlanmaktadır. Ve endeks şirketlerle alakalı bütün taraflara gereken katma değerleri üretmektedir (Ayboğa, 2021, s. 63).

Kurumsal yönetim konusunu ciddi bir şekilde kabul eden işletmelerin katlanacağı maliyetlere kıyasla kazanacakları avantajlar, şirketleri bu alanda uygun olan strateji ve politikalar geliştirmeye yönlendirmektedir. Kurumsal yönetimle birlikte şirketlerin itibarlarına sağlanan katkının yanı sıra, dünya çapında marka bilinirliğinin artması sonucu daha az maliyetle kaynaklara ulaşmasını sağlar ve aynı zamanda sağlıklı bir şekilde yürütülen kurumsal yönetim politikaları buradaki şirketlerin geleceği ve sürdürülebilirliği açısından bir iç denetim mekanizması rolünü de üstlenmektedir. Bu şekilde de kurumsallaşmış şirketlerde paydaşların haklarının korunması, yatırımcılarla iletişimin sağlanması, yöneticilerin görevlerinin net şekilde belirlenmesi ve olası çatışmaların engellenmesi kolay bir şekilde yerine getirilecektir. Ayrıca kurumsallaşmış şirketlerden ibaret bir piyasa sadece bu şirketler için değil de, ülkenin imajı için de olumlu bir etki yaratmış olacaktır. Bununla birlikte şirketlerin kurumsallaşması küçük ölçekteki bireysel yatırımcıların da haklarının korunması ve birikimlerini kaybetmeleri gibi konularda da riski minimize ederek yardımcı olacaktır.

Borsa İstanbul'un pay endekslerinden birisi olan ve aynı zamanda kurumsal yönetim kurallarını uygulayarak takip eden bütün firmaların dâhil olduğu bir endeks BİST Kurumsal Yönetim Endeksi'dir. BİST Kurumsal Yönetim Endeksinin payları Borsa İstanbul piyasalarında işlem görmektedir. Ayrıca uyum notu 10 puan üzerinden en az 7 olan, her bir ana başlık için ise en az 6,5 olan halka açık şirketlerin getiri, fiyat gibi performanslarını ölçmek için oluşturulmuş bir endekstir. Kurumsal yönetim ilkelerine uyum notu, firmaların kurumsal yönetim kurallarına uyumuna ilişkin değerlendirilmesi sonucunda SPK tarafından belirlenmiş derecelendirme kuruluşları tarafından verilmektedir. Kurumsal Yönetim Endeksi'nin hesaplanması için başlangıç tarihi 31.08.2007'dir başlangıçtaki değeri ise 48.082,17'dir. **Kaynak:** (http-1)

Derecelendirme notunun belirlenmesinde her bir ana bölüm için Sermaye Piyasası Kurulu kurumsal yönetim ilkelerinin yanı sıra %25 kamuyu aydınlatma ve

şeffaflık, %25 pay sahipleri, %15 menfaat sahipleri, %35 yönetim kurulu şeklinde değerler kullanılır.

Sermaye Piyasası Kurulu'na göre belirlenen sermaye piyasalarında kurumsal yönetimin ilkelerine uyum derecelendirmesi faaliyetinde bulunma yetkisi olan kurumlar Tablo 1'de gösterilmektedir.

**Tablo 1. Türkiye'de Kurulmuş Olan ve SPK Tarafından Yetkilendirilmiş Olan Derecelendirme Kurumları**

1	DRC DERECELENDİRME HİZMETLERİ ANONİM ŞİRKETİ
2	FITCH RATINGS LTD.
3	İSTANBUL ULUSLARARASI DERECELENDİRME HİZMETLERİ A.Ş
4	JCR AVRASYA DERECELENDİRME ANONİM ŞİRKETİ
5	MOODY'S INVESTOR SERVICE INC.
6	KOBİRATE ULUSLARARASI KREDİ DERECELENDİRME VE KURUMSAL YÖNETİM HİZMETLERİ A.Ş
7	SAHA KURUMSAL YÖNETİM VE KREDİ DERECELENDİRME HİZ. A.Ş
8	STANDARDS AND POOR'S CREDIT MARKET SERVICES EUROPE LİMİTED

**Kaynak:** (http-2)

### **3.2. BİST Kurumsal Yönetim Endeksi İçin Etkinlik Ölçümünde Veri Zarflama Analizi Uygulaması**

Bu çalışma kapsamında BİST (Borsa İstanbul) Kurumsal Yönetim endeksindeki finansal sektöre ait şirketlerin Veri Zarflama Analizi'yle etkinlik ölçümleri yapılmıştır. Etkinlik ölçüm değerlendirmesi yapılan şirketlerin etkin olanlar ve etkin olmayanlar diye ayırımı yapılmıştır. Çalışmada ayrıca etkin olmayan şirketler için referans setleri kurularak, nasıl etkin olabileceği hakkında fikirler tartışılmıştır.

### 3.2.1. KVB ve Girdi-Çıktıların Sayılarının Belirlenmesi

Çalışmada etkinlik analizi yapılacak karar verme birimleri seçilirken BİST Kurumsal Yönetim Endeksinde yer alan 58 şirketten sadece finansal sektöre ait olan 13 tanesi seçilerek etkinlik analizi yapılmıştır. Bu şirketler,

- “Albaraka Türk Katılım Bankası A.Ş”,
- “Creditwest Faktoring A.Ş”,
- “Garanti Bankası (BBVA)”,
- “Garanti Faktoring A.Ş”,
- “Halk Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş”,
- “İş Finansal Kiralama A.Ş”,
- “Lider Faktoring A.Ş”,
- “Şeker Finansal Kiralama A.Ş”
- “Şekerbank T.A.Ş”,
- “Türkiye Halk Bankası A.Ş”,
- “Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş”,
- “Vakıf Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş”,
- “Yapı ve Kredi Bankası A.Ş”, olarak belirlenmiştir.

Çalışmada ele aldığımız karar birimleri için 2 girdi (Özkaynak ve Aktif Toplam) ve 2 çıktı (Net Satış ve Dönem Kar/Zarar) seçilmiş ve Tablo 3’de gösterilmiştir.

Çalışmada veri setini oluşturacak olan karar verme birimlerine Tablo 2’deki gibi sırayla kodlar verilmiştir.

**Tablo 2. Karar Verme Birimlerinin Kodlanması**

<b>Karar Verme Birimleri</b>	<b>Kod</b>
ALBARAKA TÜRK KATILIM BANKASI A.Ş	<b>A1</b>
GARANTİ BANKASI (BBVA)	<b>A2</b>
HALK GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI A.Ş	<b>A3</b>
ŞEKERBANK T.A.Ş	<b>A4</b>
TÜRKİYE HALKBANKASI A.Ş	<b>A5</b>
TÜRKİYE SINAİ KALKINMA BANKASI A.Ş	<b>A6</b>
YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş	<b>A7</b>
İŞ FİNANSAL KİRALAMA A.Ş	<b>A8</b>
VAKIF GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI A.Ş	<b>A9</b>
CREDİTWEST FAKTORİNG A.Ş	<b>A10</b>
GARANTİ FAKTORİNG A.Ş	<b>A11</b>
LİDER FAKTORİNG A.Ş	<b>A12</b>
ŞEKER FİNANSAL KİRALAMA A.Ş	<b>A13</b>

Çalışmada veri setini oluşturan karar birimlerinin çıktı ve girdilerine Tablo 3.'deki gibi girdilerin ve çıktıların kodları verilmiştir.

**Tablo 3. Girdi ve Çıktıların Kodlanması**

<b>Girdi İsmi</b>	<b>Girdi Kodu</b>	<b>Çıktı İsmi</b>	<b>Çıktı Kodu</b>
Özkaynak	X1	Net Satış	Y1
Akif Toplam	X2	Dönem Kar/Zarar	Y2

Çalışmada karar verme birimleri için girdi ve çıktıya yönelik kullanılan veriler Tablo 4'te verilmektedir. Veriler ayrıca Ek 2'de yuvarlaklaştırılmamış biçimde sunulmaktadır.

Tablo 4. Veri Seti

Kod	Karar Birimi	Net Satışlar	Dönem Kar/ Zararı	Özkaynak	Aktif Toplam
ALBRK	ALBARAKA TÜRK KATILIM BANKASI A.Ş	1.971	311	4.349	69.520
GARAN	GARANTİ BANKASI (BBVA)	31.980	6.385	62.409	540.913
HLGYO	HALK GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI A.Ş	152	352	2.926	3.515
SKBNK	ŞEKERBANK T.A.Ş	1.919	206	2.765	39.539
HALKB	TÜRKİYE HALKBANKASI A.Ş	22.422	3.692	42.779	696.215
TSKB	TÜRKİYE SİNAİ KALKINMA BANKASI A.Ş	2.141	709	6.131	52.431
YKBNK	YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş	23.785	5.080	47.568	486.490
İSFİN	İŞ FİNANSAL KİRALAMA A.Ş	884	210	1.614	12.761
VKGYO	VAKIF GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI A.Ş	120	119	1.444	2.929
CRDFA	CREDİTWEST FAKTORİNG A.Ş	60	15	170	401
GARFA	GARANTİ FAKTORİNG A.Ş	309	50	214	2.913
LIDFA	LİDER FAKTORİNG A.Ş	144	6	176	945
SEKFK	ŞEKER FİNANSAL KİRALAMA A.Ş	100	14	93	731

**Kaynak:** (http-3)

\*Değişkenlere ait veriler [www.kap.gov.tr](http://www.kap.gov.tr) internet sitesindeki şirketlerin 2020 dönemine aittir.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tablo 4'teki veriler gerçek değerlerin yuvarlaklaştırılmış hali olup, gerçek değerler Tablo 10'da yer almaktadır.

### 3.2.2. Girdi Odaklı CCR-VZA Modeliyle Etkinlik Ölçümü

Tablo 4.'deki veriler kullanılarak 13 şirket için CCR modeli oluşturulmuş ve LİNDÖ paket programında çözülmüştür. Analiz sonuçları da Tablo 5.'de verilmiştir.

Tablo 5. CCR-VZA Sonuçlar Tablosu (Ayrıntılı Şekilde)

<b>BİRİMLER</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>ETKİNLİK</b>
<b>A1</b>	0.000230	0	0.000159	0	<b>0.3138719</b>
<b>A2</b>	0.000006	0.000001	0.000006	0.000056	<b>0.5542527</b>
<b>A3</b>	0	0.000284	0	0.002841	<b>1</b>
<b>A4</b>	0.000362	0	0.000250	0	<b>0.4806568</b>
<b>A5</b>	0.000023	0	0	0.000100	<b>0.3693812</b>
<b>A6</b>	0.000095	0.000008	0	0.000870	<b>0.6169859</b>
<b>A7</b>	0.000011	0.000001	0	0.000104	<b>0.5267773</b>
<b>A8</b>	0.000373	0.000031	0	0.003413	<b>0.7167234</b>
<b>A9</b>	0.000592	0.000049	0	0.005416	<b>0.6445615</b>
<b>A10</b>	0	0.002494	0.016305	0.001446	<b>1</b>
<b>A11</b>	0.001190	0.000256	0.001314	0.011880	<b>1</b>
<b>A12</b>	0	0.001058	0.006944	0	<b>1</b>
<b>A13</b>	0.000828	0.001263	0.009001	0.007137	<b>1</b>

CCR-VZA kısıtları ve amaç fonksiyonu çerçevesinde 13 şirkete ait olan veriler için model kurularak LİNDÖ programında çözülmüş ve Tablo 6.'daki sonuçlar ortaya çıkmış bulunmaktadır.



**Tablo 6. CCR-VZA Sonuçlar Tablosu**

<b>Kod</b>	<b>Karar Verme Birimleri</b>	<b>Etkinlik</b>
A1	Albaraka Türk Katılım Bankası A.Ş	<b>0.3138719</b>
A2	Garanti Bankası (BBVA)	<b>0.5542527</b>
A3	Halk Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş	<b>1</b>
A4	Şekerbank T.A.Ş	<b>0.4806568</b>
A5	Türkiye Halk Bankası A.Ş	<b>0.3693812</b>
A6	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş	<b>0.6169859</b>
A7	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş	<b>0.5267773</b>
A8	İş Finansal Kiralama A.Ş	<b>0.7167234</b>
A9	Vakıf Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş	<b>0.6445615</b>
A10	Creditwest. Faktoring A.Ş	<b>1</b>
A11	Garanti Faktoring A.Ş.	<b>1</b>
A12	Lider Faktöring A.Ş	<b>1</b>
A13	Şeker Finansal Kiralama A.Ş	<b>1</b>

Karar birimleri için modeller kurulduktan sonra LİNDÖ paket programından aldığımız ve Tablo 6 'daki sonuçlarda da gördüğümüz üzere A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9 karar birimleri etkin olmamıştır. Ele aldığımız 13 karar biriminden sadece 5 karar birimi, yani A3, A10, A11, A12, A13 etkin olmuştur. Bu durumda ise etkin olmayan A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9 karar verme birimlerini etkin hale getirmek için dual modelle çözerek, referans setleri belirlenebilmektedir. Tablo 6'daki sonuçlara da bakıldığında etkin olmayan karar verme birimleri için referans setleri oluşturularak, yeniden girdi ve çıktı değerleri alınmıştır.

### 3.2.3. Girdi Odaklı Dual CCR-VZA Modeli ile Etkinlik Ölçümü ve Etkin Olmayan KVB Belirlenmesi

Girdi odaklı Dual CCR-VZA modelinde yapılmış çözümlenmelerde, etkin olarak çıkmayan karar verme birimleri belirlenir ve etkinlik sonucu 1 çıkmayan bütün karar birimleri etkin çıkmayan karar verme birimleri olarak kabul edilir.

### 3.2.4. Etkin Olmayan KVB İçin Referans Setinin Belirlenmesi

Etkin çıkmayan karar verme birimlerinin etkin olması için referans seti elde edilir. Daha sonra referans setlerinin girdileri kullanılarak hesaplama yapılması için model çözümlerinden karar değişkenlerine ulaşılır ve Tablo 7’de belirtilen karar değişkenleri kullanılır.

Tablo 7. Dual CCR-VZA Modelindeki KVB Etkinlik Değeri ve Referans Seti

Karar Birimi	Etkinlik	Referans Seti	Karar Değişkeni
A1	0.3138719	K11	6.378641
A2	0.5542527	K3,K11,K13	4.012169-86.186287- 47.385887
A3	1	-	-
A4	0.4806568	K11	6.210356
A5	0.3693812	K11	73.839996
A6	0.6169859	K3,K11	0.527123-10.469050
A7	0.5267773	K3,K11	2.335670-85.156883
A8	0.7167234	K3,K11	0.181756-2.920438
A9	0.6445615	K3,K11	0.296896-0.289849
A10	1	-	-
A11	1	-	-
A12	1	-	-
A13	1	-	-

CCR-VZA modelinde etkinliğe ulaşmayan A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9 karar birimleri Dual CCR modelinde de aynı değerleri almış bulunmaktadır. Bu karar verme birimleri için referans setleri belirlenmiştir. Referans seti ve karar değişkenleri Tablo 7 'ye bakarak görülebilmektedir.

### **3.2.5. Değişim Oranlarının Hesaplanması İçin Referans Setlerini Kullanıp Verilerin Birleştirilmesi**

Etkin çıkmayan bir karar biriminin etkin olması için, bir referans kümesi ve bir karar değişkeni kullanarak, model girdilerinin ve karar değişkeninin çarpımlarının toplamından elde edilen değer, etkinliğe ulaşamayan karar verme birimlerinin etkin durumuna gelebilmesi için girdilerin normalde olması gerektiği kadar miktarları veriyor. Dual CCR-VZA modeli çözümlenip referans seti belirlendikten sonra, etkin çıkmayan KVB için, çıktıların artırılması durumu, girdilerinde âtil olarak kullanılıp kullanılmadığı araştırılabilmektedir. Ayrıca; belirlenen oranlara baktığımızda azaltma yapıp bu karar verme biriminin de etkinlik durumuna getirilmesi sağlanabilmektedir. Karar değişkenlerini kullanarak yapılan hesaplamalardan sonra, Tablo 8'de görmüş olduğumuz pozitif değere sahip olan yüzde değişim âtil kapasitenin çok düşük bir seviyeye sahip olsa da aynı performansı sağlayacağı anlamına gelmektedir.

### **3.2.6. Etkin Olmayan KVB Girdi Miktarlarının Değişim Oranlarının Hesaplanması**

Etkin çıkmayan karar verme birimleri için yeni elde edilen girdi miktarları ile halihazır durumda sahip olduğumuz girdi değerlerinin birbirlerine oranlanmasıyla, girdi miktarlarındaki yapılması lazım olan değişiklikler yüzde şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Yani mevcut model itibari ile etkin çıkmayan karar verme birimlerinin girdileri, eğer Tablo 8.'deki şekilde değişiklikler yapılacaksa, bu karar verme birimleri de etkin çıkan birim haline gelmiş olacaktır.

**Tablo 8. Etkin Çıkmayan Karar Verme Birimlerinin Yeni Girdileri İçin Değişim Yüzdeleri**

Birim Kodu	Karar Verme Birimi Adı	Özkaynaklar	Aktif Toplam
		x1 (%)	x2 (%)
A1	Albaraka Türk Katılım Bankası A.Ş	69%	73%
A2	Garanti Bankası (BBVA)	45%	45%
A4	Şekerbank T.A.Ş	52%	54%
A5	Türkiye Halk Bankası A.Ş	63%	69%
A6	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş	-226%	-382%
A7	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş	47%	47%
A8	İş Finansal Kiralama A.Ş	28%	28%
A9	Vakıf Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş	35%	35%

### 3.2.7. Hesaplanan Değişim Oranlarına Göre Etkin Olmayan KVB Analizi

Dual CCR-VZA modelinde çözümleme yapılarak, etkin çıkmayan karar verme birimleri için referans setleri oluşturulur. Daha sonra bu şekilde etkin olmayan karar birimlerinin girdilerinde azaltmaya veya arttırılmaya gidilerek etkin hale gelmeleri sağlanır. Tablo 7’de belirtilen pozitif değişim oranları girdilerdeki azaltmalara ve A6 karar birimindeki negatif değişim oranı ise karar biriminin girdi miktarında arttırılmaya gidilmesi gerektiğini anlatmaktadır.

### 3.2.8. BCC-VZA Modeliyle KVB Artan, Azalan ve Sabit Getiri Durumlarına İlişkin Analizler

CCR-VZA modelindeki karar verme birimlerin sabit getiri ölçeğine tabi olduklarını biliyoruz. Ama BCC-VZA modelinde etkinliklerin sınırları daha çok esnek olduğu için artan, azalan getiriye sahip ölçek durumları hesaba alındığından sonuçlar farklılık gösterebilmektedir. Bizim tabloda ise CCR-VZA ve BCC-VZA modeliyle aldığımız sonuçların değeri aynı çıkmış bulunmaktadır. Ayrıca tüm birimler için  $U_0=0$

olduğundan, modeldeki bütün KVB'ler ölçüğe göre sabit getiri şeklindedir. Bu bize girdilerde olacak herhangi bir değişikliklerin çıktıları da aynı seviyede etkileyeceklerini anlatmaktadır. BCC-VZA kısıtlar ve amaç fonksiyonu doğrultusunda tüm KVB'ler için BCC-VZA modeli kurularak Tablo 9'daki etkinlik sonuçlarına ulaşılmıştır.

**Tablo 9. Karar Verme Birimlerinin BCC-VZA Etkinlik Sonuçları**

<b>Karar Birimi</b>	<b>Karar Birimi Adı</b>	<b>Etkinlik BCC</b>	<b>U<sub>0</sub></b>
A1	Albaraka Türk Katılım Bankası A.Ş.	<b>0.3138719</b>	<b>0</b>
A2	Garanti. Bankası (BBVA)	<b>0.5542527</b>	<b>0</b>
A3	Halk Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş.	<b>1</b>	<b>0</b>
A4	Şekerbank T.A.Ş.	<b>0.4806568</b>	<b>0</b>
A5	Türkiye Halk Bankası A.Ş.	<b>0.3693812</b>	<b>0</b>
A6	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş.	<b>0.6169859</b>	<b>0</b>
A7	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	<b>0.5267773</b>	<b>0</b>
A8	İş Finansal Kiralama A.Ş.	<b>0.7167234</b>	<b>0</b>
A9	Vakıf Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş.	<b>0.6445615</b>	<b>0</b>
A10	Creditwest Faktöring A.Ş.	<b>1</b>	<b>0</b>
A11	Garanti Faktöring A.Ş.	<b>1</b>	<b>0</b>
A12	Lider Faktöring A.Ş.	<b>1</b>	<b>0</b>
A13	Şeker Finansal Kiralama A.Ş.	<b>1</b>	<b>0</b>

Veri zarflama analizinin CCR modelinde karar verme birimleri sabit getirili bir ölçüğe tabidir. Ancak BCC modelinde etkinliklerin sınırları çok esnek olduğu için azalan ve artan getirili ölçek durumları da hesaba katıldığı için sonuçlar kısmen farklılık gösterebilmektedir. Elde edilen bu tabloda ise CCR-VZA ve BCC-VZA modeliyle alınan sonuçların aynı olduğu görülmektedir. Ayrıca her karar verme

biriminde  $U_0 = 0$  olduğundan, modeldeki bütün KVB'ler için ölçeye göre sabit getiriden bahsedebiliriz.

Aldığımız sonuçlar girdilerde olacak herhangi bir değişimin elimizdeki çıktıları da aynı düzeyde etkileyeceğini anlatmaktadır. BCC-VZA amaç fonksiyon, kısıtlar ele alınarak ve bütün KVB'ler için BCC modelleri kurularak Tablo 9'daki etkinlik sonuçlarına ulaşılmıştır.



## 4. BULGULAR VE YORUMLAR

Çalışmada karar verme birimlerinin elde ettiğimiz 2020 dönemine ait girdi ve çıktı değerlerine göre CCR-VZA modelleri oluşturularak LINDO paket programında çözülmüştür. Bir sonraki aşamada ise CCR-VZA modellerinde etkin olmayan birimler için Dual CCR-VZA modelleri oluşturulmuş ve yine aynı şekilde LINDO paket programında çözümlenmiştir. Dual CCR-VZA modellerinin çözümü sonucunda KVB'ler için etkinlik değerleri ve referans setleri bulunmuş, model çözümü sonucunda etkin olmayan KVB'lerin referans değerlerine göre etkin çıkmayan birimler için yeni girdi değerleri ve oranları belirlenmiştir. Artan, azalan ve sabit getiri değerlerini bulmak için de girdi yönelimli BCC-VZA modelleri oluşturularak LINDO paket programında çözülmüştür.

Çalışmada ilk olarak veri setindeki yer alan girdi ve çıktı değerleri kullanılarak CCR-VZA modeli çözümlenerek etkinlik değerlerine ulaşılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 5'te yer almaktadır. Analiz sonucunda 5 KVB '1' değerini almaktadır. Yani CCR-VZA modelinin analiz sonuçlarına göre A3, A10, A11, A12, A13 KVB'leri etkin birimler olarak belirlenmiştir.

Bir sonraki aşamada CCR-VZA modeli analiz sonuçlarına göre etkin olmayan KVB'ler için Dual CCR-VZA modelleri kurularak referans setleri, etkinlik değerleri ve karar değişkenleri belirlenmiştir. Etkin olmayan A1, A4 ve A5 için K11; A2 için K3, K11, K13; A6, A7, A8, A9 için ise K3 ve K11 referans olarak belirlenmiştir.

Etkin olmayan birimler için yeni elde ettiğimiz girdi değerleriyle sahip olduğumuz girdi değerlerinin birbirine oranlamasıyla ortaya çıkan sonuçlar, girdi miktarlarındaki yapmamız gereken değişiklikleri yüzde olarak bize sunmaktadır. Tablo 8'de görüldüğü üzere etkin olmayan birimlerin girdilerinde yapılması gereken değişiklikler yüzde şeklinde gösterilmektedir. A6 karar verme birimi hariç bütün birimlerin yeni girdilerinde yapılacak olan değişimler pozitif bir değer almaktadır. Negatif bir yüzde değer alan A6 biriminin girdilerinde arttırılma yapılması gerektiği kanaatine varılmaktadır.

En son aşamada ise KVB'ler için BCC-VZA modelleri oluşturularak etkinlik sonuçları elde edilmiştir. BCC-VZA modeliyle KVB'lerin “ölçeğe göre artan”, “azalan” veya “sabit getiri” durumunda olduğu öğrenile bilinmektedir. Tablo 9'da alınan sonuçlara göre tüm KVB'lerin  $U_0 = 0$  değerini aldığını görebiliriz. Yani modelde bütün karar verme birimleri ölçeğe göre sabit getiri şeklinde olmaktadır.

Çalışmada elde edilen sonuçlara ilişkin etkin ve etkin olmayan karar birimlerine ait elde edilen değerler EK.1'de verilmiştir.

- Ek 1.1. A1 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.2. A2 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.3. A3 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.4. A4 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.5. A5 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.6. A6 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.7. A7 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.8. A8 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.9. A9 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.10. A10 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.11. A11 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.12. A12 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.13. A13 için CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.14. A1 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.15. A2 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.16. A3 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.17. A4 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.18. A5 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.19. A6 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.20. A7 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.21. A8 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.22. A9 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.23. A10 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.24. A11 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.25. A12 için DUAL CCR-VZA Sonuçları
- Ek 1.26. A13 için DUAL CCR-VZA Sonuçları



- Ek 1.27. A1 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.28. A2 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.29. A3 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.30. A4 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.31. A5 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.32. A6 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.33. A7 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.34. A8 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.35. A9 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.36. A10 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.37. A11 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.38. A12 için BCC-VZA Sonuçları
- Ek 1.39. A13 için BCC-VZA Sonuçları

Örnek olarak Ek 1.1.' de de görüldüğü üzere A1 için CCR-VZA analizi sonucunda etkinlik değeri 0.3138719 olarak bulunmuştur. Sonuç itibariyle etkinlik değerine baktığımızda A1 karar verme biriminin etkin olmadığı kanaatine varılmaktadır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Girdi ve çıktıların şirketler arasında farklılık göstermesi bu şirketlerin farklı etkinliklerde olmasına sebep olmaktadır. Bu gibi verilere bugünkü teknoloji dünyasında ulaşmak artık neredeyse çok kolay bir hale gelmiş olmaktadır. Aynı zamanda teknolojinin bize sağladığı bu kolaylık şirketlerin, hastanelerin, bankaların ve birçok bu gibi kamu veya özel yerlerin etkinliğini, verimliliğini, bu birimlerin arasındaki farklılığı ölçebilmemize yardımcı olmaktadır.

Şirketlerin daha etkin olabilmesi için girdi miktarını minimum, çıktı miktarını ise maksimum hale getirmesi artık zorunlu bir hale gelmektedir. İşte bu yüzden bu gibi verileri dikkate alması, artık bütün kamu kurumlarının veya özel sektörlerdeki firmaların önceliği olmaktadır. Bu şekilde bütün bu verileri dikkate alarak şirketlerinin veya birimlerinin ne kadar etkin olduklarını göz önünde bulundurabilirler.

Mevcut olan girdilerin etkin olmayan kullanım alanlarından etkin olan alanlara yönltilmesi ve bu şekilde de minimum girdi kullanımı, maksimum çıktı kullanımını sağlamak gerekmektedir.

Bu çalışmada BİST Kurumsal Yönetim Endeksindeki seçtiğimiz finansal sektöre ait olan 13 şirketin CCR ve BCC modellerine göre etkinlikleri ölçülmüştür. Şirketlere ait veriler (girdi ve çıktılar) 2020 dönemine ait olmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlar bize hangi birimlerin etkin, hangilerinin etkin olmadığını göstermiştir. Çalışmada ele aldığımız Albaraka Türk Katılım Bankası A.Ş, Garanti Bankası (BBVA), Halk Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş, Şekerbank T.A.Ş, Creditwest Faktoring A.Ş, Türkiye Halk Bankası A.Ş, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş, Yapı ve Kredi Bankası A.Ş, Vakıf Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş, Garanti Faktoring A.Ş, İş Finansal Kiralama A.Ş, Lider Faktoring A.Ş, Şeker Finansal Kiralama A.Ş şirketlerinden A3, A10, A11, A12, A13 yani, 5 Kararverme birimi Garanti Faktoring A.Ş, Halk Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş, Lider Faktoring A.Ş, Şeker Finansal Kiralama A.Ş, Creditwest Faktoring A.Ş etkin birim olarak belirlenmiştir.

Etkin olmayan birimlerin etkin olabilmesi için girdilerinde yapılacak olan artış veya azalmalar hesaplanılmıştır. Etkin çıkmayan şirketlerin etkin duruma gelmesi için kendilerine örnek olarak alacak referans setleri belirlenmiştir. Etkin olmamasına rağmen ise en üretken ölçek özelliklerini göstermiş olan (ölçeğe göre sabit getiri), yüksek gelişim gösterebilen (ölçeğe göre artan getiri), düşük derecede gelişmiş (ölçeğe göre azalan getiri) özelliklerini göstermiş birimler belirlenmiştir. Bu değerlendirilmeler ise BCC-VZA modeli “sonuçlar tablosu”nda gösterilmektedir. Referans seti kullanarak yaptığımız hesaplama sonucunda tam etkinliğe ulaşamayan şirketlerin girdi miktarlarında Tablo 7.’de verildiği gibi olumlu değerlerin aynı etkinlik düzeyinde kalabilmesi için girdi miktarlarında (Özkaynaklar, Aktif Toplam) **azalma yapılması** gerektiği kanaatine gelinmiştir. Diğer negatif değerlere sahip olan şirketlerin ise girdi miktarlarında **arttırılma yapılması** gerektiği sonucuna varılmıştır.

Artan, sabit ve azalan getiri gibi durumları incelemek için ise BCC-VZA modeli kullanılmıştır. Model analizi sonucunda bütün birimlere göre  $U_0 = 0$  olduğundan bütün birimler ölçeğe göre sabit getiri sonucuna varılmıştır. Yani başka bir deyişle tüm birimlerin girdilerinde artış veya azalış çıktı miktarlarında da aynı oranda kendisini gösterecektir.

Çalışma sonucunda seçilen 13 şirketin 8’i girdilerini daha verimli kullanamadığı anlaşılmıştır.

Çalışmanın sonuçları;

- Ele aldığımız şirketlerin girdilerini maksimum çıktı üretebilecek şekilde kullanmalarına dair planlamalarda,
- Şirketlerin daha üretken, verimli olması için yatırım politikalarında,
- Şirketlerin ülke çapında gelişme planlarında,
- Girdilerini minimum şekilde kullanarak daha çok etkin bir şirket haline gelerek, yabancı ülkelere daha çok yatırım alma konularında kullanılabilir.

Çalışmada kullanılan metodolojik sonuçlar göreceli etkinlik ilkesine dayanmaktadır, dolayısıyla bir şirketin tek başına etkin olup olmadığı söylenemez.

Etkinlik değerleri aynı girdilerle benzer çıktılar üreten firmalara göre verilmektedir.  
Araştırma sonuçları mutlak verimlilikten söz edemez.



## KAYNAKÇA

- Aldemir, M.C. (1985). Örgütler ve yönetimi. Makro bir yaklaşım. Ankara. *Bilgehan Basımevi*, 201-202.
- Arslan, A. (2019). Kamu harcamalarında verimlilik, etkinlik ve denetim, Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü. 4-5.
- Atıcı, K. B., Şimşek, A. B., Ulucan, A., Tosun, M. U. (2016). Veri Zarflama Analizi ile uygulama alanı Türkiye olan performans ölçümü çalışmaları: Literatür Araştırması ve Değerlendirmeler. *Verimlilik Dergisi*, (1), 7-47.
- Ayboğa, H. (2021). Kurumsal yönetim ve kurumsal yönetim endeksi. *Uluslararası Beşeri ve Sosyal Bilimler İnceleme Dergisi*, 5(1), 59-69.
- Aydemir, Z.C. (2002). Bölgesel rekabet edebilirlik kapsamında illerin kaynak kullanım görece verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi uygulaması. Uzmanlık Tezi, Yayın No: 2664. Devlet Planlama Teşkilatı İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Proje. Yatırımları Değerlendirme ve Analiz Dairesi Başkanlığı.
- Babacan, A. (2006). Türkiye'deki üniversitelerde VZA yöntemiyle verimlilik analizi. yayınlanmamış doktora tezi. Sivas. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Banker, R.D. (1992). Estimation of returns to scale using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research, Avrupa Yöneyem Araştırması Dergisi*, 62(1), 74-84.
- Bowlin, W., F. (1998). Measuring performance: An introduction to data envelopment analysis (DEA). *Journal of Cost Analysis*, 2 (1), 5, 3-27.
- Boz, D., Duran, C., Yurt, S. (2019). Kurumsal sosyal sorumluluk ve kurumsal yönetim arasındaki etkileşimin veri zarflama ile analizi: BİST kurumsal yönetim endeksindeki firmalar üzerinde bir uygulama. *Yaşar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(54), 119-126.
- Cansızlar, D. (2004). Kurumsal yönetim ve vergilendirme. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Dergisi*, 45, 78-83.

- Cazals, C., Florens, J.P., Simar, L. (2002). Nonparametric Frontier estimation: A Robust Approach. *Journal of Econometrics*, 106, 1, 1-25.
- Chin, Kwai-Sang, Kit-Fai Pun. (2003). Development of knowledge-based self-assessment system for measuring organizational performance. *Expert Systems with Applications*, cilt. 24, sayı. 4, s. 443-455.
- Demirci, A. (2018). Teori ve uygulamalarla veri zarflama analizi. Ankara. Gazi Kitabevi.
- Depren, Ö. (2008). Veri zarflama analizi ve bir uygulama. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Diñer, S.E. (2011). Stratejik Planlama ve Veri Zarflama Analizinde Etkinlik Ölçümü, İstanbul, Der Yayınları.
- Ergülen, A., Bolayır, B., Ünal, Z., Harmankaya, İ. (2020). Covid-19 sürecinde Türkiye'nin etkinliğinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(5), 275-286.
- Erpolat, S. (2011). Veri Zarflama Analizi (Ağırlık kısıtlamasız, Ağırlık kısıtlamalı, Şans kısıtlı, Bulanık). Türkiye'deki Özel Bütçeli İdarelerin Etkinlik Analizi. İstanbul. Evrim Yayınevi.
- Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society, Series A*, 253-290.
- Gürsoy, B. (1985). Verimlilik üzerine düşünceler. *MPM yayın*, No: 324, Ankara, s. 27.
- Harmankaya, İ. (2019). Türkiye'de 1992'de Türkiye'de kurulan devlet üniversitelerinin performanslarının veri zarflama analizi yöntemiyle değerlendirilmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kayalidere, K., Kargın, S. (2004). BIST'te işlem gören tekstil ve çimento sektörlerine ait olan şirketlerin veri zarflama analizi yöntemiyle etkinlik ölçümü. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Dergisi*, 55(3), 1759-1779.
- Koçak, E. (2009). Türkiye'deki devlet üniversitelerinin performanslarının iki aşamalı veri zarflama analizi ile incelenmesi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı.

- Kula, V., Baykut, E. (2013). Kurumsal yönetim endeksinde yer almanın mevduat bankalarının performansına etkisi: BİST örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(2), 121-136.
- Kutlar, A. ve Bakırcı., F. (2018). Veri zarflama analizi teori ve uygulama (Data Envelopment Analysis DEA). Ankara: Orion Kitabevi.
- Lin ve Zhang. (2009). Çin'deki kurumsal yönetimin firmalar üzerindeki etkisinin Veri Zarflama Analizi metoduyla ölçülmesi. 110-121.
- Salamov, F. (2007). Azerbaycan kamu hastanelerinde verimlilik ve etkinlik analizi. Doktora Tezi. İktisat Enstitü Anabilim Dalı, 7.
- Sarı, N.(2010). Belediye toplu taşıma hizmetlerinin etkinliğinin veri zarflama analizi ile ölçümü ve iyileştirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sherman. H.D. (1984). Data envelopment analysis as a new managerial audit methodology- Test and evaluation. *Auditing. A Journal of Practice and Theory*, 35-53.
- Soba., M., Erem I. ve Ceylen, F. (2016). Kurumsal yönetim uygulamalarının banka etkinliği üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(25), 305-322.
- Sowlati, T. (2001). Establishing the practical frontier in Data Envelopment Analysis. Thesis (Ph.D.). University of Toronto, s. 53.
- Şengür, E., Ş., ve Püskül, S., Ö. (2011). İMKB kurumsal yönetim endeksindeki şirketlerin yönetim kurulu yapısı ve işletme performansının değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (31). 33-50.
- Şimşek, M. (2020). Orman bölge müdürlüklerinin etkinliğinin veri zarflama analizi ile belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tavares, G. (2002). A bibliography of Data Envelopment Analysis. *Rutcor Research Report*, s. 1-183.

Tepe, M. (2006). Kıyaslama çalışmasında Veri Zarflama Analizi kullanımı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Van Scotter, J., Motowidlo, S. J and Cross, T. C. (2000). Effects of task performance and contextual performance on systemic rewards. *Journal of Applied Psychology*. 85, 526–535.

William W. Cooper., Lawrence M. Seiford and Joe Zhu. (2002). Red McCombs School of Business. University of Texas at Austin, Austin. Erişim Tarihi: 24.04.2022.

Yalama, A. (2005). Entelektüel sermayenin entelektüel katma değer katsayısı (VAIC) ile ölçülmesi ve veri zarflama analizi yöntemi kullanılarak karlılığa etkisinin sınanması. İMKB'ye kote bankalarda uygulanması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yeşilyurt, C., Alan, M. A.(2003). Fen liselerinin 2002 yılı göreceli etkinliğinin Veri Zarflama Analizi yöntemiyle ile ölçülmesi. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 92.

Yolalan, R. (1993). İşletmeler arası göreceli etkinlik ölçümü. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi.

Zengin, A. N., ve Altıok Yılmaz, A. (2017). Kurumsal yönetim ilkeleri ve standartları. *Journal of International Social Research*, 10(48). 684-702.

http-1

<https://www.borsaistanbul.com/tr/sayfa/163/kurumsal-yonetim-endeksi>

http-2

<http://www.spk.gov.tr/SiteApps/EVeri/Detay/derkur> (10/01/2022)

http-3

<http://www.kap.org.tr/tr/Endeksler>



# EKLER

## EK 1. Model Çözümleri

### EK 1.1. A1 İçin CCR VZA Sonuçları

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.3138719

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000159	0.000000
Y2	0.000000	7.932039
X1	0.000230	0.000000
X2	0.000000	3239.397705

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.686128	0.000000
3)	9.257540	0.000000
4)	0.648593	0.000000
5)	0.330187	0.000000
6)	6.265922	0.000000
7)	1.068806	0.000000
8)	7.150044	0.000000
9)	0.230347	0.000000
10)	0.312921	0.000000
11)	0.029535	0.000000
12)	0.000000	6.378641
13)	0.017538	0.000000
14)	0.005460	0.000000
15)	0.000000	0.313872
16)	0.000159	0.000000
17)	0.000000	0.000000
18)	0.000230	0.000000
19)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 9

## EK 1.2. A2 İçin CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.5542527

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000006	0.000000
Y2	0.000056	0.000000
X1	0.000006	0.000000
X2	0.000001	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.078425	0.000000
3)	0.445747	0.000000
4)	0.000000	4.012169
5)	0.039678	0.000000
6)	0.732229	0.000000
7)	0.044554	0.000000
8)	0.420752	0.000000
9)	0.007192	0.000000
10)	0.004215	0.000000
11)	0.000225	0.000000
12)	0.000000	86.186287
13)	0.000897	0.000000
14)	0.000000	47.385887
15)	0.000000	0.554253
16)	0.000006	0.000000
17)	0.000056	0.000000
18)	0.000006	0.000000
19)	0.000001	0.000000

NO. ITERATIONS= 6

### EK 1.3. A3 İçin CCR VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	0.000000
Y2	0.002841	0.000000
X1	0.000000	0.000000
X2	0.000284	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	18.894571	0.000000
3)	135.747849	0.000000
4)	0.000000	1.000000
5)	10.663422	0.000000
6)	187.581070	0.000000
7)	12.902154	0.000000
8)	123.972168	0.000000
9)	3.033850	0.000000
10)	0.495218	0.000000
11)	0.071469	0.000000
12)	0.686689	0.000000
13)	0.251802	0.000000
14)	0.168193	0.000000
15)	0.000000	1.000000
16)	0.000000	0.000000
17)	0.002841	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	0.000284	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

## EK 1.4. A4 İçin CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.4806568

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000250	0.000000
Y2	0.000000	104.517799
X1	0.000362	0.000000
X2	0.000000	913.924072

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	1.079194	0.000000
3)	14.560954	0.000000
4)	1.020156	0.000000
5)	0.519343	0.000000
6)	9.855514	0.000000
7)	1.681098	0.000000
8)	11.246127	0.000000
9)	0.362307	0.000000
10)	0.492186	0.000000
11)	0.046454	0.000000
12)	0.000000	6.210356
13)	0.027585	0.000000
14)	0.008587	0.000000
15)	0.000000	0.480657
16)	0.000250	0.000000
17)	0.000000	0.000000
18)	0.000362	0.000000
19)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 7

## EK 1.5. A5 İçin CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.3693812

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	394.559998
Y2	0.000100	0.000000
X1	0.000023	0.000000
X2	0.000000	42072.839844

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.070547	0.000000
3)	0.820057	0.000000
4)	0.033181	0.000000
5)	0.044024	0.000000
6)	0.630619	0.000000
7)	0.072383	0.000000
8)	0.603698	0.000000
9)	0.016718	0.000000
10)	0.021849	0.000000
11)	0.002473	0.000000
12)	0.000000	73.839996
13)	0.003514	0.000000
14)	0.000773	0.000000
15)	0.000000	0.369381
16)	0.000000	0.000000
17)	0.000100	0.000000
18)	0.000023	0.000000
19)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 10

## EK 1.6. A6 İçin CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.6169859

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	1174.059448
Y2	0.000870	0.000000
X1	0.000095	0.000000
X2	0.000008	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.695634	0.000000
3)	4.680158	0.000000
4)	0.000000	0.527123
5)	0.398032	0.000000
6)	6.390295	0.000000
7)	0.383014	0.000000
8)	3.971286	0.000000
9)	0.072228	0.000000
10)	0.057105	0.000000
11)	0.006308	0.000000
12)	0.000000	10.469050
13)	0.019034	0.000000
14)	0.002475	0.000000
15)	0.000000	0.616986
16)	0.000000	0.000000
17)	0.000870	0.000000
18)	0.000095	0.000000
19)	0.000008	0.000000

NO. ITERATIONS= 7

## EK 1.7. A7 İçin CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.5267773

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	2883.499756
Y2	0.000104	0.000000
X1	0.000011	0.000000
X2	0.000001	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.082893	0.000000
3)	0.557693	0.000000
4)	0.000000	2.335670
5)	0.047430	0.000000
6)	0.761474	0.000000
7)	0.045640	0.000000
8)	0.473223	0.000000
9)	0.008607	0.000000
10)	0.006805	0.000000
11)	0.000752	0.000000
12)	0.000000	85.156883
13)	0.002268	0.000000
14)	0.000295	0.000000
15)	0.000000	0.526777
16)	0.000000	0.000000
17)	0.000104	0.000000
18)	0.000011	0.000000
19)	0.000001	0.000000

NO. ITERATIONS= 9

## EK 1.8. A8 İçin CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7167234

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	46.042259
Y2	0.003413	0.000000
X1	0.000373	0.000000
X2	0.000031	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	2.728251	0.000000
3)	18.355400	0.000000
4)	0.000000	0.181756
5)	1.561068	0.000000
6)	25.062494	0.000000
7)	1.502167	0.000000
8)	15.575233	0.000000
9)	0.283277	0.000000
10)	0.223965	0.000000
11)	0.024738	0.000000
12)	0.000000	2.920438
13)	0.074650	0.000000
14)	0.009705	0.000000
15)	0.000000	0.716723
16)	0.000000	0.000000
17)	0.003413	0.000000
18)	0.000373	0.000000
19)	0.000031	0.000000

NO. ITERATIONS= 7



## EK 1.9. A9 İçin CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.6445615

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	14.691525
Y2	0.005416	0.000000
X1	0.000592	0.000000
X2	0.000049	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	4.329814	0.000000
3)	29.130564	0.000000
4)	0.000000	0.296896
5)	2.477461	0.000000
6)	39.774921	0.000000
7)	2.383984	0.000000
8)	24.718357	0.000000
9)	0.449568	0.000000
10)	0.355439	0.000000
11)	0.039260	0.000000
12)	0.000000	0.289849
13)	0.118471	0.000000
14)	0.015403	0.000000
15)	0.000000	0.644561
16)	0.000000	0.000000
17)	0.005416	0.000000
18)	0.000592	0.000000
19)	0.000049	0.000000

NO. ITERATIONS= 6

## EK 1.10. A10 İçin CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.016305	0.000000
Y2	0.001446	0.000000
X1	0.000000	0.000000
X2	0.002494	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	140.779465	0.000000
3)	818.238892	0.000000
4)	5.778088	0.000000
5)	67.013611	0.000000
6)	1365.264648	0.000000
7)	94.815979	0.000000
8)	818.028259	0.000000
9)	17.105520	0.000000
10)	5.175511	0.000000
11)	0.000000	1.000000
12)	2.153753	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.172186	0.000000
15)	0.000000	1.000000
16)	0.016305	0.000000
17)	0.001446	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	0.002494	0.000000

NO. ITERATIONS= 3

### EK 1.11. A11 İçin CCR VZA Sonuçları

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.001314	0.000000
Y2	0.011880	0.000000
X1	0.001190	0.000000
X2	0.000256	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	16.678709	0.000000
3)	94.797073	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	8.438381	0.000000
6)	155.723145	0.000000
7)	9.475362	0.000000
8)	89.481415	0.000000
9)	1.529517	0.000000
10)	0.896483	0.000000
11)	0.047877	0.000000
12)	0.000000	1.000000
13)	0.190759	0.000000
14)	0.000000	0.000000
15)	0.000000	1.000000
16)	0.001314	0.000000
17)	0.011880	0.000000
18)	0.001190	0.000000
19)	0.000256	0.000000

NO. ITERATIONS= 6

## EK 1.12. A12 İçin CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.006944	0.000000
Y2	0.000000	0.000000
X1	0.000000	0.000000
X2	0.001058	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	59.878639	0.000000
3)	350.311371	0.000000
4)	2.664021	0.000000
5)	28.513823	0.000000
6)	581.027100	0.000000
7)	40.614483	0.000000
8)	349.630615	0.000000
9)	7.364815	0.000000
10)	2.266138	0.000000
11)	0.007672	0.000000
12)	0.936706	0.000000
13)	0.000000	1.000000
14)	0.079101	0.000000
15)	0.000000	1.000000
16)	0.006944	0.000000
17)	0.000000	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	0.001058	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

### EK 1.13. A13 İçin CCR VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.009001	0.000000
Y2	0.007137	0.000000
X1	0.000828	0.000000
X2	0.001263	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	71.419250	0.000000
3)	401.240570	0.000000
4)	2.981063	0.000000
5)	33.470062	0.000000
6)	686.321228	0.000000
7)	46.947426	0.000000
8)	403.309174	0.000000
9)	7.993557	0.000000
10)	2.964730	0.000000
11)	0.000000	0.000000
12)	0.717155	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000000	1.000000
15)	0.000000	1.000000
16)	0.009001	0.000000
17)	0.007137	0.000000
18)	0.000828	0.000000
19)	0.001263	0.000000

NO. ITERATIONS= 4

### EK 1.14. A1 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.3138719

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.313872	0.000000
K1	0.000000	0.686128
K2	0.000000	9.257540
K3	0.000000	0.648593
K4	0.000000	0.330187
K5	0.000000	6.265922
K6	0.000000	1.068806
K7	0.000000	7.150044
K8	0.000000	0.230347
K9	0.000000	0.312921
K10	0.000000	0.029535
K11	6.378641	0.000000
K12	0.000000	0.017538
K13	0.000000	0.005460
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.000159
3)	7.932039	0.000000
4)	0.000000	-0.000230
5)	3239.397705	0.000000
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 12

### EK 1.15. A2 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.5542527

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.554253	0.000000
K1	0.000000	0.078425
K2	0.000000	0.445747
K3	4.012169	0.000000
K4	0.000000	0.039678
K5	0.000000	0.732229
K6	0.000000	0.044554
K7	0.000000	0.420752
K8	0.000000	0.007192
K9	0.000000	0.004215
K10	0.000000	0.000225
K11	86.186287	0.000000
K12	0.000000	0.000897
K13	47.385887	0.000000
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.000006
3)	0.000000	-0.000056
4)	0.000000	-0.000006
5)	0.000000	-0.000001
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 9

### EK 1.16. A3 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	1.000000	0.000000
K1	0.000000	2.270959
K2	0.000000	15.278786
K3	1.000000	0.000000
K4	0.000000	1.299412
K5	0.000000	20.861681
K6	0.000000	1.250383
K7	0.000000	12.964613
K8	0.000000	0.235796
K9	0.000000	0.186425
K10	0.000000	0.020592
K11	0.000000	0.000000
K12	0.000000	0.062137
K13	0.000000	0.008079
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	-0.002841
4)	0.000000	-0.000311
5)	0.000000	-0.000026
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 12



### EK 1.17. A4 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.4806568

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.480657	0.000000
K1	0.000000	1.079194
K2	0.000000	14.560954
K3	0.000000	1.020156
K4	0.000000	0.519343
K5	0.000000	9.855514
K6	0.000000	1.681098
K7	0.000000	11.246127
K8	0.000000	0.362307
K9	0.000000	0.492186
K10	0.000000	0.046454
K11	6.210356	0.000000
K12	0.000000	0.027585
K13	0.000000	0.008587
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.000250
3)	104.517799	0.000000
4)	0.000000	-0.000362
5)	913.924072	0.000000
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 12

## EK 1.18. A5 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.3693812

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.369381	0.000000
K1	0.000000	0.070547
K2	0.000000	0.820057
K3	0.000000	0.033181
K4	0.000000	0.044024
K5	0.000000	0.630619
K6	0.000000	0.072383
K7	0.000000	0.603698
K8	0.000000	0.016718
K9	0.000000	0.021849
K10	0.000000	0.002473
K11	73.839996	0.000000
K12	0.000000	0.003514
K13	0.000000	0.000773
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	394.559998	0.000000
3)	0.000000	-0.000100
4)	0.000000	-0.000023
5)	42072.839844	0.000000
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 9

### EK 1.19. A6 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.6169859

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.616986	0.000000
K1	0.000000	0.695634
K2	0.000000	4.680158
K3	0.527123	0.000000
K4	0.000000	0.398032
K5	0.000000	6.390295
K6	0.000000	0.383014
K7	0.000000	3.971286
K8	0.000000	0.072228
K9	0.000000	0.057105
K10	0.000000	0.006308
K11	10.469050	0.000000
K12	0.000000	0.019034
K13	0.000000	0.002475
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	1174.059448	0.000000
3)	0.000000	-0.000870
4)	0.000000	-0.000095
5)	0.000000	-0.000008
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 11

## EK 1.20. A7 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.5267773

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.526777	0.000000
K1	0.000000	0.082893
K2	0.000000	0.557693
K3	2.335670	0.000000
K4	0.000000	0.047430
K5	0.000000	0.761474
K6	0.000000	0.045640
K7	0.000000	0.473223
K8	0.000000	0.008607
K9	0.000000	0.006805
K10	0.000000	0.000752
K11	85.156883	0.000000
K12	0.000000	0.002268
K13	0.000000	0.000295
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	2883.499756	0.000000
3)	0.000000	-0.000104
4)	0.000000	-0.000011
5)	0.000000	-0.000001
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 10

## EK 1.21. A8 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7167234

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.716723	0.000000
K1	0.000000	2.728251
K2	0.000000	18.355400
K3	0.181756	0.000000
K4	0.000000	1.561068
K5	0.000000	25.062494
K6	0.000000	1.502167
K7	0.000000	15.575233
K8	0.000000	0.283277
K9	0.000000	0.223965
K10	0.000000	0.024738
K11	2.920438	0.000000
K12	0.000000	0.074650
K13	0.000000	0.009705
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	46.042259	0.000000
3)	0.000000	-0.003413
4)	0.000000	-0.000373
5)	0.000000	-0.000031
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 9

## EK 1.22. A9 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.6445615

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	0.644561	0.000000
K1	0.000000	4.329814
K2	0.000000	29.130564
K3	0.296896	0.000000
K4	0.000000	2.477461
K5	0.000000	39.774921
K6	0.000000	2.383984
K7	0.000000	24.718357
K8	0.000000	0.449568
K9	0.000000	0.355439
K10	0.000000	0.039260
K11	0.289849	0.000000
K12	0.000000	0.118471
K13	0.000000	0.015403
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	14.691525	0.000000
3)	0.000000	-0.005416
4)	0.000000	-0.000592
5)	0.000000	-0.000049
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 13

### EK 1.23. A10 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	1.000000	0.000000
K1	0.000000	89.502350
K2	0.000000	489.128082
K3	0.000000	0.000000
K4	0.000000	43.392780
K5	0.000000	852.680908
K6	0.000000	53.638638
K7	0.000000	486.091888
K8	0.000000	8.885872
K9	0.000000	3.077506
K10	1.000000	0.000000
K11	0.000000	0.639778
K12	0.000000	0.355435
K13	0.000000	0.000000
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.009134
3)	0.000000	-0.030130
4)	0.000000	-0.002249
5)	0.000000	-0.001541
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 9

## EK 1.24. A11 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	1.000000	0.000000
K1	0.000000	16.678709
K2	0.000000	94.797073
K3	0.000000	0.000000
K4	0.000000	8.438381
K5	0.000000	155.723145
K6	0.000000	9.475362
K7	0.000000	89.481415
K8	0.000000	1.529517
K9	0.000000	0.896483
K10	0.000000	0.047877
K11	1.000000	0.000000
K12	0.000000	0.190759
K13	0.000000	0.000000
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.001314
3)	0.000000	-0.011880
4)	0.000000	-0.001190
5)	0.000000	-0.000256
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 11



### EK 1.25. A12 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	1.000000	0.000000
K1	0.000000	59.738163
K2	0.000000	347.210358
K3	0.000000	2.451866
K4	0.000000	28.436464
K5	0.000000	579.334534
K6	0.000000	40.234081
K7	0.000000	347.121002
K8	0.000000	7.258533
K9	0.000000	2.196169
K10	0.000000	0.000000
K11	0.000000	0.913921
K12	1.000000	0.000000
K13	0.000000	0.073065
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.006919
3)	0.000000	-0.000614
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	-0.001058
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 12

## EK 1.26. A13 İçin Dual CCR VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Q	1.000000	0.000000
K1	0.000000	49.701153
K2	0.000000	383.544647
K3	0.000000	17.454571
K4	0.000000	21.953194
K5	0.000000	466.478790
K6	0.000000	47.232269
K7	0.000000	345.799103
K8	0.000000	8.562660
K9	0.000000	8.929547
K10	0.000000	0.628540
K11	0.000000	0.000000
K12	0.000000	0.171493
K13	1.000000	0.000000
K	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.010000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	-0.005715
5)	0.000000	-0.000641
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 11

## EK 1.27. A1 İçin BCC VZA Sonuçları

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.3138719

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000159	0.000000
Y2	0.000000	7.932039
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000230	0.000000
X2	0.000000	3239.397705

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.686128	0.000000
3)	9.257540	0.000000
4)	0.648593	0.000000
5)	0.330187	0.000000
6)	6.265922	0.000000
7)	1.068806	0.000000
8)	7.150044	0.000000
9)	0.230347	0.000000
10)	0.312921	0.000000
11)	0.029535	0.000000
12)	0.000000	6.378641
13)	0.017538	0.000000
14)	0.005460	0.000000
15)	0.000000	0.313872
16)	0.000159	0.000000
17)	0.000000	0.000000
18)	0.000230	0.000000
19)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 9

## EK 1.28. A2 İçin BCC VZA Sonuçları

### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.5542527

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000006	0.000000
Y2	0.000056	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000006	0.000000
X2	0.000001	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.078425	0.000000
3)	0.445747	0.000000
4)	0.000000	4.012169
5)	0.039678	0.000000
6)	0.732229	0.000000
7)	0.044554	0.000000
8)	0.420752	0.000000
9)	0.007192	0.000000
10)	0.004215	0.000000
11)	0.000225	0.000000
12)	0.000000	86.186287
13)	0.000897	0.000000
14)	0.000000	47.385887
15)	0.000000	0.554253
16)	0.000006	0.000000
17)	0.000056	0.000000
18)	0.000006	0.000000
19)	0.000001	0.000000

NO. ITERATIONS= 6

### EK 1.29. A3 İçin BCC VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	0.000000
Y2	0.002841	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000000	0.000000
X2	0.000284	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	18.894571	0.000000
3)	135.747849	0.000000
4)	0.000000	1.000000
5)	10.663422	0.000000
6)	187.581070	0.000000
7)	12.902154	0.000000
8)	123.972168	0.000000
9)	3.033850	0.000000
10)	0.495218	0.000000
11)	0.071469	0.000000
12)	0.686689	0.000000
13)	0.251802	0.000000
14)	0.168193	0.000000
15)	0.000000	1.000000
16)	0.000000	0.000000
17)	0.002841	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	0.000284	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

### EK 1.30. A4 İçin BCC VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.4806568

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000250	0.000000
Y2	0.000000	104.517799
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000362	0.000000
X2	0.000000	913.924072

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	1.079194	0.000000
3)	14.560954	0.000000
4)	1.020156	0.000000
5)	0.519343	0.000000
6)	9.855514	0.000000
7)	1.681098	0.000000
8)	11.246127	0.000000
9)	0.362307	0.000000
10)	0.492186	0.000000
11)	0.046454	0.000000
12)	0.000000	6.210356
13)	0.027585	0.000000
14)	0.008587	0.000000
15)	0.000000	0.480657
16)	0.000250	0.000000
17)	0.000000	0.000000
18)	0.000362	0.000000
19)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 7

### EK 1.31. A5 İçin BCC VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.3693812

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	394.559998
Y2	0.000100	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000023	0.000000
X2	0.000000	42072.839844

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.070547	0.000000
3)	0.820057	0.000000
4)	0.033181	0.000000
5)	0.044024	0.000000
6)	0.630619	0.000000
7)	0.072383	0.000000
8)	0.603698	0.000000
9)	0.016718	0.000000
10)	0.021849	0.000000
11)	0.002473	0.000000
12)	0.000000	73.839996
13)	0.003514	0.000000
14)	0.000773	0.000000
15)	0.000000	0.369381
16)	0.000000	0.000000
17)	0.000100	0.000000
18)	0.000023	0.000000
19)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 10

### EK 1.32. A6 İçin BCC VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.6169859

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	1174.059448
Y2	0.000870	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000095	0.000000
X2	0.000008	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.695634	0.000000
3)	4.680158	0.000000
4)	0.000000	0.527123
5)	0.398032	0.000000
6)	6.390295	0.000000
7)	0.383014	0.000000
8)	3.971286	0.000000
9)	0.072228	0.000000
10)	0.057105	0.000000
11)	0.006308	0.000000
12)	0.000000	10.469050
13)	0.019034	0.000000
14)	0.002475	0.000000
15)	0.000000	0.616986
16)	0.000000	0.000000
17)	0.000870	0.000000
18)	0.000095	0.000000
19)	0.000008	0.000000

NO. ITERATIONS= 7



### EK 1.33. A7 İçin BCC VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.5267773

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	2883.499756
Y2	0.000104	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000011	0.000000
X2	0.000001	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.082893	0.000000
3)	0.557693	0.000000
4)	0.000000	2.335670
5)	0.047430	0.000000
6)	0.761474	0.000000
7)	0.045640	0.000000
8)	0.473223	0.000000
9)	0.008607	0.000000
10)	0.006805	0.000000
11)	0.000752	0.000000
12)	0.000000	85.156883
13)	0.002268	0.000000
14)	0.000295	0.000000
15)	0.000000	0.526777
16)	0.000000	0.000000
17)	0.000104	0.000000
18)	0.000011	0.000000
19)	0.000001	0.000000

NO. ITERATIONS= 9

### EK 1.34. A8 İçin BCC VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7167234

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	46.042259
Y2	0.003413	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000373	0.000000
X2	0.000031	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	2.728251	0.000000
3)	18.355400	0.000000
4)	0.000000	0.181756
5)	1.561068	0.000000
6)	25.062494	0.000000
7)	1.502167	0.000000
8)	15.575233	0.000000
9)	0.283277	0.000000
10)	0.223965	0.000000
11)	0.024738	0.000000
12)	0.000000	2.920438
13)	0.074650	0.000000
14)	0.009705	0.000000
15)	0.000000	0.716723
16)	0.000000	0.000000
17)	0.003413	0.000000
18)	0.000373	0.000000
19)	0.000031	0.000000

NO. ITERATIONS= 7

### EK 1.35. A9 İçin BCC VZA Sonuçları

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.6445615

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	14.691525
Y2	0.005416	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000592	0.000000
X2	0.000049	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	4.329814	0.000000
3)	29.130564	0.000000
4)	0.000000	0.296896
5)	2.477461	0.000000
6)	39.774921	0.000000
7)	2.383984	0.000000
8)	24.718357	0.000000
9)	0.449568	0.000000
10)	0.355439	0.000000
11)	0.039260	0.000000
12)	0.000000	0.289849
13)	0.118471	0.000000
14)	0.015403	0.000000
15)	0.000000	0.644561
16)	0.000000	0.000000
17)	0.005416	0.000000
18)	0.000592	0.000000
19)	0.000049	0.000000

NO. ITERATIONS= 6

### EK 1.36. A10 İçin BCC VZA Sonuçları

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.016305	0.000000
Y2	0.001446	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000000	0.000000
X2	0.002494	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	140.779465	0.000000
3)	818.238892	0.000000
4)	5.778088	0.000000
5)	67.013611	0.000000
6)	1365.264648	0.000000
7)	94.815979	0.000000
8)	818.028259	0.000000
9)	17.105520	0.000000
10)	5.175511	0.000000
11)	0.000000	1.000000
12)	2.153753	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.172186	0.000000
15)	0.000000	1.000000
16)	0.016305	0.000000
17)	0.001446	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	0.002494	0.000000

NO. ITERATIONS= 3

### EK 1.37. A11 İçin BCC VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.001314	0.000000
Y2	0.011880	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.001190	0.000000
X2	0.000256	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	16.678709	0.000000
3)	94.797073	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	8.438381	0.000000
6)	155.723145	0.000000
7)	9.475362	0.000000
8)	89.481415	0.000000
9)	1.529517	0.000000
10)	0.896483	0.000000
11)	0.047877	0.000000
12)	0.000000	1.000000
13)	0.190759	0.000000
14)	0.000000	0.000000
15)	0.000000	1.000000
16)	0.001314	0.000000
17)	0.011880	0.000000
18)	0.001190	0.000000
19)	0.000256	0.000000

NO. ITERATIONS= 6

### EK 1.38. A12 İçin BCC VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.006944	0.000000
Y2	0.000000	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000000	0.000000
X2	0.001058	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	59.878639	0.000000
3)	350.311371	0.000000
4)	2.664021	0.000000
5)	28.513823	0.000000
6)	581.027100	0.000000
7)	40.614483	0.000000
8)	349.630615	0.000000
9)	7.364815	0.000000
10)	2.266138	0.000000
11)	0.007672	0.000000
12)	0.936706	0.000000
13)	0.000000	1.000000
14)	0.079101	0.000000
15)	0.000000	1.000000
16)	0.006944	0.000000
17)	0.000000	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	0.001058	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

### EK 1.39. A13 İçin BCC VZA Sonuçları

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.009001	0.000000
Y2	0.007137	0.000000
U0	0.000000	1.000000
X1	0.000828	0.000000
X2	0.001263	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	71.419250	0.000000
3)	401.240570	0.000000
4)	2.981063	0.000000
5)	33.470062	0.000000
6)	686.321228	0.000000
7)	46.947426	0.000000
8)	403.309174	0.000000
9)	7.993557	0.000000
10)	2.964730	0.000000
11)	0.000000	0.000000
12)	0.717155	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000000	1.000000
15)	0.000000	1.000000
16)	0.009001	0.000000
17)	0.007137	0.000000
18)	0.000828	0.000000
19)	0.001263	0.000000

NO. ITERATIONS= 4

## EK. 2. Veriler

Tablo 10. Tablo 3'deki Veri Setinde Yer Alan Girdi ve Çıktıların Gerçek Değerleri  
(Yuvarlaklaştırılmamış Hali)

	Karar Birimi	Net Satışlar	Dönem Kar/Zararı	Özkaynak	Aktif Toplam
ALBRK	ALBARAKA TÜRK KATILIM BANKASI A.Ş	1.970.631.000	311.106.000	4.348.936.000	69.520.011.000
GARAN	GARANTİ BANKASI (BBVA)	31.980.233.000	6.385.163.000	62.409.195.000	540.912.805.000
HLGYO	HALK GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI A.Ş	151.865.863	352.452.465	2.926.488.712	3.514.726.080
SKBNK	ŞEKERBANK T.A.Ş	1.918.971.000	205.550.000	2.764.791.000	39.538.664.000
HALKB	TÜRKİYE HALKBANKASI A.Ş	22.421.768.000	3.691.865.000	42.778.901.000	696.214.650.000
TSKB	TÜRKİYE SINAİ KALKINMA BANKASI A.Ş	2.141.300.000	709.473.000	6.130.769.000	52.430.920.000
YKBNK	YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş	23.785.162.000	5.079.683.000	47.568.366.000	486.489.679.000
İSFİN	İŞ FİNANSAL KİRALAMA A.Ş	884.338.000	209.621.000	1.613.859.000	12.760.612.000
VKGYO	VAKIF GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI A.Ş	119.573.361	118.592.111	1.444.475.244	2.928.981.416
CRDFA	CREDİTWEST FAKTORİNG A.Ş	60.081.591	15.400.029	169.625.856	400.565.047
GARFA	GARANTİ FAKTORİNG A.Ş	309.468.000	50.150.000	213.590.000	2.912.563.000
LIDFA	LİDER FAKTORİNG A.Ş	143.618.000	6.312.000	176.473.000	944.569.000
SEKFK	ŞEKER FİNANSAL KİRALAMA A.Ş	99.659.000	13.568.000	93.371.000	730.956.000