

**T.C.**  
**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ**  
**FİNANS ENSTİTÜSÜ**  
**FİNANS ANABİLİM DALI**  
**ULUSLARARASI BANKACILIK VE FİNANS YÜKSEK LİSANS**  
**PROGRAMI**

**BANKA ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA**  
**ANALİZİ YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRMALI**  
**ÖLÇÜMÜ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**FAZIL GASIMOV**

**100039820**

**İstanbul, 2019**

**T.C.**  
**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ**  
**FİNANS ENSTİTÜSÜ**  
**FİNANS ANABİLİM DALI**  
**ULUSLARARASI BANKACILIK VE FİNANS YÜKSEK LİSANS**  
**PROGRAMI**

**BANKA ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA**  
**ANALİZİ YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRMALI**  
**ÖLÇÜMÜ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**FAZIL GASIMOV**

**100039820**

**DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ HİCABİ ERSOY**

**İstanbul, 2019**



T.C. İSTANBUL TİCARET  
ÜNİVERSİTESİ

T.C.  
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ  
.....Finans..... ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

.....Uluslararası Bankacılık ve Finans.....  
Yüksek Lisans programı öğrencisi.....Fazıl Gasımov.....'un  
.....Banka Etkinliklerinin Veri Kazılama Analizi Yöntemi ile  
.....Karşılaştırmalı Öleümü: Türkiye Örneği.....başlıklı tez çalışması,  
Enstitümüz Yönetim Kurulu 15-01-19 tarih ve 84-7.....sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından  
oybirliği/oyçokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ DANIŞMANI

UNVANI, ADI SOYADI İMZA  
Dr. Öğr. Üyesi Hilal Ersoy

JÜRİ ÜYESİ

Dr. Öğr. Üyesi Bülent Güncel

JÜRİ ÜYESİ

Doç. Dr. Serkan Çankaya

(\* ) Yüksek lisans tez savunma jürileri en az biri kurum dışından olmak üzere danışman dahil en az üç öğretim üyesinden oluşur. Jürinin üç kişiden oluşması durumunda eş danışman jüri üyesi olamaz. Eş tez danışmanının jüri üyesi olması durumunda asıl jüri beş üyeden oluşur.

## ÖZET

Ekonomide kaynak dağılımını sağlayan bankaların kaynaklarının ne kadar etkin kullanıldığını ölçmek önem arz etmektedir. Bankaların etkinlik ölçümlerine yönelik akademik çalışmalarda son yıllar Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren 24 mevduat bankası DEA Solver programı ile, çıktıya yönelik VZA modelleri kullanılarak sermaye yapılarına ve aktif büyüklüklerine göre karşılaştırılmıştır. Çalışmadaki girdiler toplam mevduat, karşılık giderleri ve personel giderleri iken, çıktılar toplam krediler ve faaliyet karıdır.

2015-2017 yıllarında Türkiye’de faaliyet gösteren mevduat bankalarına ait verilere dayanarak yapılan analizde kamu sermayeli bankaların tüm yıllarda %100 etkin olduğu tespit edilmiştir. Özel sermayeli bankaların ortalama etkinliği yabancı sermayeli bankalardan yüksektir. Ayrıca aktif büyüklüğüne göre yapılan analizde büyük ölçekli bankaların etkinlik ortalaması en yüksek, orta ölçekli bankalarınki ise en düşük bulunmuştur.

Anahtar Kerimeler: Performans, Etkinlik, Verimlilik, Veri Zarflama Analizi, Banka Etkinliği, Teknik etkinlik, Ölçek Etkinliği

## ABSTRACT

It is of utmost importance to measure how effectively the resources of the banks that provide resource allocation in the economy are used. Data Envelopment Analysis (DEA) Method is widely used in academic studies for the measurement of bank efficiency.

In this study, 24 depository banks operating in Turkey were evaluated based on capital structure and asset sizes by employing output-oriented DEA models with the DEA Solver program. While the inputs in the study are total deposits, provision expenses and personnel expenses, the outputs are total loans and operating profit.

Based on the data of depository banks operating in Turkey for the years 2015-2017, public-owned banks have been found to be 100% efficient over the years. The average efficiency of privately-owned banks is higher than average efficiency of foreign-owned banks. In addition, the average efficiency of the large banks is the highest in the analysis based on asset sizes and the lowest in the medium-sized banks.

Keywords: Performance, Efficiency, Productivity, Data Envelopment Analysis, Bank Efficiency, Technical Efficiency, Scale Efficiency

## İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
GİRİŞ.....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### PERFORMANS ÖLÇÜMÜ

1.1. PERFORMANS KAVRAMI.....	3
1.2. PERFORMANS ÖLÇME SİSTEMİ.....	3
1.3. PERFORMANS BOYUTLARI.....	4
1.3.1. Verimlilik.....	5
1.3.2. Verim.....	7
1.3.3. Etkinlik.....	8
1.3.3.1. Etkinlik ile İlgili Temel Kavramlar.....	9
1.3.3.1.1. Karar Verme Birimi.....	10
1.3.3.1.2. Üretim İmkanları Kümesi.....	10
1.3.3.1.3. Üretim Fonksiyonu.....	11
1.3.3.1.4. Ölçeğe Göre Getiri.....	11
1.3.3.2. Etkinliğin Sınıflandırılması.....	12
1.3.3.2.1. Teknik etkinlik.....	12
1.3.3.2.2. Ölçek Etkinliği.....	12

1.3.3.2.3. Tahsis Etkinliği.....	13
1.3.3.3. Etkinlik Ölçme Yöntemleri.....	14
1.3.3.3.1. Oran Analizi.....	15
1.3.3.3.2. Parametrik Yöntemler.....	16
1.3.3.3.2.1. Stokastik Sınır Yaklaşımı.....	17
1.3.3.3.2.2. Serbest Dağılım Yaklaşımı.....	19
1.3.3.3.2.3. Kalın Sınır Yaklaşımı.....	20
1.3.3.3.3. Parametrik Olmayan Yöntemler.....	20
1.3.3.3.3.1. Serbest Atılabilir Zarf.....	22
1.3.3.3.3.2. Veri Zarflama Analizi.....	22

## İKİNCİ BÖLÜM

### VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

2.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN TANIMI.....	23
2.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	23
2.3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN KULLANIM ALANLARI.....	33
2.4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN GÜÇLÜ VE ZAYIF YÖNLERİ.....	34
2.4.1. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri.....	35
2.4.2. Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri.....	36
2.5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN MATEMATİKSEL YAPISI.....	37
2.6. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN MODELLERİ.....	37
2.6.1. Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Modelleri.....	40
2.6.1.1. Girdiye yönelik CCR modeli.....	41

2.6.1.2. Çıktıya Yönelik CCR Modeli.....	42
2.6.2. Banker, Charnes ve Cooper (BCC) Modelleri.....	43
2.6.2.1. Girdiye Yönelik BCC Modeli.....	44
2.6.2.2. Çıktıya yönelik BCC Modeli.....	45
2.6.3. Toplamsal Model.....	46
2.6.4. Çarpımsal Model.....	48

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULANMASI

3.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULAMA SÜRECİ.....	49
3.1.1. Karar Birimlerinin Belirlenmesi.....	50
3.1.2. Girdi ve Çıktıların Seçimi.....	51
3.1.3. Verilerin Elde Edilmesi.....	53
3.1.4. Model Seçimi.....	53
3.1.5. Etkinlik Değerlerinin Hesaplanması.....	54
3.1.6. Referans Gruplarının Tespiti.....	55
3.1.7. Etkin Olmayan KVB'ler için Hedeflerin Belirlenmesi.....	55
3.1.8. Genel ve Detay Sonuçların Yorumlanması.....	56
3.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULAMA AMAÇLARI.....	58



## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### BANKA ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRMALI ÖLÇÜMÜ: TÜRKİYE’DE FAALİYET GÖSTEREN MEVDUAT BANKALARININ 2015-2017 YILLARINA AİT VERİLERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

4.1. ÇALIŞMANIN METODOLOJİSİ.....	59
4.1.1. Çalışmaya Dahil Edilen Karar Birimlerinin Belirlenmesi.....	59
4.1.2. Çalışmada Kullanılan Girdi ve Çıktıların Seçimi.....	60
4.1.3. Çalışmada Verilerin Elde Edilmesi.....	63
4.1.4. Çalışmada Uygulanacak Modelin Seçimi.....	64
4.2. ANALİZ VE BULGULAR.....	64
SONUÇ.....	73
EKLER.....	75
Ek1: Uygulamalarda Kullanılan Girdiler ve Çıktılar – 2015 Yılı.....	76
Ek2: Uygulamalarda Kullanılan Girdiler ve Çıktılar – 2016 Yılı.....	77
Ek3: Uygulamalarda Kullanılan Girdiler ve Çıktılar – 2017 Yılı.....	78
KAYNAKÇA.....	79

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1. Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Kıyaslanması.....	15
Tablo 2.1: Bankacılık Sisteminde VZA ile Yapılan Bazı Etkinlik Çalışmaları.....	27
Tablo 3.1. VZA'yı Uygularken Yapılacaklar Listesi.....	57
Tablo 4.1. Analize Dahil Edilen Bankalar.....	59
Tablo 4.2. Analizde Kullanılan Değişkenler.....	61
Tablo 4.3. 2015-2017 yıllarında Toplam Mevduat/Toplam Aktiv Oranı.....	61
Tablo 4.4. 2015-2017 yıllarında Toplam Kredi/Toplam Aktiv Oranı.....	62
Tablo 4.5. Korelasyon İlişkisi.....	63
Tablo 4.6. 2015 Yılı Kamu, Özel ve Yabancı Sermayeli Ticari Bankaların VZA Sonuçları..	64
Tablo 4.7. 2016 Yılı Kamu, Özel ve Yabancı Sermayeli Ticari Bankaların VZA Sonuçları..	66
Tablo 4.8. 2017 Yılı Kamu, Özel ve Yabancı Sermayeli Ticari Bankaların VZA Sonuçları..	67
Tablo 4.9. 2017 Yılı Büyük, Orta ve Küçük Ölçekli Ticari Bankaların VZA Sonuçları.....	68
Tablo 4.10. 2017 yılı CCR Modeli Sonucu Referans Kümeleri ve $\lambda$ Yoğunluk Değerleri.....	70
Tablo 4.11. 2017 yılı BCC Modeli Sonucu Referans Kümeleri ve $\lambda$ Yoğunluk Değerleri.....	70
Tablo 4.12. 2017 yılında CCR Modeline göre Belirlenen Potansiyel İyileştirme Hedefleri..	71

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Örgütsel Sistemler ve Performans Boyutlarının Süreç Üzerindeki Durumları.....	5
Şekil 1.2. Girdi ve Çıktı Değişimlerinin Verimliliğe Etkisi.....	6
Şekil 1.3. Verim ve Verimlilik İlişkisi.....	8
Şekil 2.1. VZA Yayınlarının Yıllara göre Dağılımı.....	26
Şekil 2.2. VZA’da Kullanılan Modeller.....	38



## KISALTMALAR

BCC	Banker, Charnes ve Cooper (VZA Modeli)
CCR	Charnes, Cooper ve Rhodes (VZA Modeli)
CRS	Constant Return to Scale
DEA	Data Envelopment Analysis
DFA	Distribution Free Approach
DMU	Decision Making Unit
FDH	Free Disposal Hull
KVB	Karar Verme Birimi
SFA	Stochastic Frontier Approach
SE	Scale Efficiency (Ölçek Etkinliği)
TBB	Türkiye Bankalar Birliği
TE	Technical Efficiency (Teknik Etkinlik)
TFA	Thick Frontier Approach
TFP	Total Factor Productivity
VRS	Variable Return to Scale
VZA	Veri Zarflama Analizi

## GİRİŞ

Kar amacı gütsün veya gütmesin, girdileri kullanarak çıktı üreten her kuruluşun faaliyetlerini sürdürebilmek için etkinlik kavramını mutlak surette dikkate alması gerekmektedir. Rekabetin bu derece yoğun olduğu mevcut koşullarda özellikle kar amaçlı kurumlar varlıklarını korumak ve kar edebilmek için kalite, fiyat, hız gibi çok farklı alanlarda rakiplerden üstün olmak zorundadırlar. Kurumların ileriye dönük stratejik planlamalar yapabilmeleri için de mevcut performanslarına ilişkin objektif verilere sahip olmaları gerekmektedir.

Bu kapsamda finansal sistemde finansal aracılık gibi önemli bir fonksiyon üstlenen bankaların etkinliklerinin ölçülmesi gündeme gelmektedir. Fonların borç verenlerden üretken yatırımlara aktarılmasına aracılık yapan bankaların etkin faaliyet göstermesi finansal istikrar ve ekonomik büyüme açısından önem arz etmektedir. Bankaların sınırlı kaynaklarını etkin şekilde kullanıp kullanmadığını ölçmek için etkinlik analizi yapılması gerekmektedir.

Parametrik olmayan Veri Zarflama Analizi (VZA) akademik çalışmalarda banka etkinliklerinin ölçülmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. VZA, farklı ölçü birimlerinde birden çok girdi ve çıktının bulunduğu koşullarda, kurumların görece etkinliğini ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir yöntemdir. VZA, kurumların görece etkinliğine ilişkin önemli sonuçlar üretmenin yanı sıra, yöneticilere referans oluşturacak etkin organizasyonların verilerine dayanarak kurumların etkinliğini iyileştirme olanakları da sunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de faaliyet gösteren özel ve yabancı sermayeli mevduat bankalarının görece etkinliğini VZA yöntemi ile ölçülmek, karşılaştırma yapmak ve potansiyel iyileştirme olanaklarını tespit etmekten ibarettir.

Çalışmanın birinci bölümünde, performans kavramının tanımı yapılarak performans ölçme sistemleri ve performans boyutları açıklanmaktadır. Bu bölümde performansın etkinlik boyutu detaylı bir şekilde ele alınarak, etkinlikle ilgili temel kavramlar (karar verme birimi, üretim imkanları kümesi, üretim fonksiyonu, ölçeğe göre getiri) detaylandırılmış, etkinlik türlerine (teknik etkinlik, ölçek etkinliği, tahsis etkinliği) ve etkinlik ölçme sistemlerine (oran analizi, parametrik yöntemler, parametrik olmayan yöntemler) ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, birden çok girdi ve çıktı değişkenleri ile üretim yapan kurumların görelî etkinliğinin ölçülmesinde kullanılan VZA'nın tanımı yapılmakta, VZA'nın tarihsel gelişiminden bahsedilmekte, banka etkinliklerinin ölçülmesine yönelik yapılan çalışmalar özetlenmektedir. VZA'nın güçlü ve zayıf yönleri belirtilerek en çok kullanılan VZA modellerine (CCR, BCC, toplamsal, çarpımsal modeller) ilişkin bilgiler verilmektedir. Ayrıca bu bölümde girdiye yönelik VZA modelleri ile çıktıya yönelik VZA modelleri arasındaki fark açıklanmaktadır.

Üçüncü bölümde, VZA'nın uygulama aşamaları ayrı başlıklar altında verilmiştir. Bu bölümde VZA yöntemi ile analiz yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar açıklanmaktadır.

Dördüncü ve son bölümde ise, Türkiye'de faaliyet gösteren özel ve yabancı sermayeli bankaların VZA yöntemi ile karşılaştırmalı ölçümü yapılarak analiz sonuçlarına yer verilmiştir. 2015-2017 yıllarına ait verilerin ele alındığı analizde etkinlik değerleri bankaların sermaye yapısı ve aktif büyüklüklerine göre karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmekte, etkin ve etkin olmayan bankalar tespit edilmektedir.

# BİRİNCİ BÖLÜM

## PERFORMANS ÖLÇÜMÜ

### 1.1. PERFORMANS KAVRAMI

Performans kelimesi, belirlenen şartlar dahilinde bir işin, hizmetin veya malın tamamlanma düzeyi veya iş görenin davranış biçimi olarak nitelendirilen, amaçlı ve planlanmış bir faaliyetin sonucu olarak, elde edileni nitel ve nicel olarak ifade eden bir kavramdır (Ludeman, 2000). Performans, en geniş tanımıyla “organizasyonel girdiler ve çıktılar arasındaki ilişki” şeklinde tanımlanabilir (Chang ve Chen, 2008). Bir başka tanıma göre ise, bir işi yürüten birey, grup ya da kurumun söz konusu iş kapsamında belirlenen hedefe kıyasla, nereye varabildiğinin nicel (miktar, sayı) ve nitel (kalite) olarak ifadesi performans kavramını ifade etmektedir (Baş ve Artar, 1990). Kurallar veya kriterler gözetilmeksizin, amaçlanan hedefin gerçekleştirilmesi, başarılı bir performansa sahip olduğunu göstermediğinden dolayı, kaynak kullanımında verimlilik düzeyi, iş yapma biçimindeki başarı, belirlenen hedeflerin gerçekleşme düzeyi gibi tüm hususlar performans kavramı kapsamında değerlendirilmektedir (Dinçer, 2011).

Kurum yöneticileri, planlama, örgütleme, yöneltme, koordinasyon ve denetim fonksiyonları gibi ana görevlerini sağlıklı bir şekilde icra edebilmek için, kurumun ve personelin performansına ilişkin doğru ve somut verileri hızlı ve güvenilir bir biçimde temin etmelidir. Eğer yöneticiler kuruma ve kurumun kaynaklarına ilişkin doğru verilere sahip değilse, alınan kararların ve uygulanan stratejilerin başarılı sonuçlar verme olasılığı düşük olacaktır. (Yatkin, 2008). İş dünyasının ve endüstriyel yapının kurallarını yeniden oluşturan küresel rekabet ortamında azalan ürün ömür devri süresi, değişken ürün modelleri, teknolojik inovasyonlar ve globalleşen pazar yapısı, firmaları söz konusu rekabet ortamına hızlı uyum sağlamaya mecbur bırakmakta ve bu konuda en iyi performansı gösterebilen firmalar avantajlı hale gelmektedir (Demirci, 2018).

### 1.2. PERFORMANS ÖLÇME SİSTEMİ

Performans ölçümü; bir kurumun amaçlanan hedeflere göre elde ettiği çıktılardan ulaştığı verim ve etkinliğin nicel olarak hesaplanma sürecidir. Performans

ölçme sistemi ise bu süreçte yararlanılan ölçülerin tamamıdır (Erpolat, 2011). Başarılı performans ölçme sistemi, karşılaştırmalar yapabilmek için standartları oluşturur, geçmiş dönemlere ilişkin performans sonuçlarına dayanarak gelecek dönemlere ilişkin performansı planlamak için gereken verileri kapsar, şeffaflık açısından kendi performansını kontrol etmek isteyenlere iyi bir ölçüt sunar, kalite sorunlarını tespit ederek öncelikler oluşturur, kaynak kullanımında denge sağlar ve gelişmelerin devamlılığı için geri bildirimlere olanak sağlar (Nursoy ve Şimşek, 2001). Performans ölçümü, “kurumsal performans” ve “bireysel performans” olarak ikiye ayrılır. Kurumsal performans, belli bir döneme ilişkin ulaşılan çıktıya ya da sonuca göre kurumun hedeflerini gerçekleştirme düzeyi olarak tanımlanırken, bireysel performans ise insan kaynaklarının kurumun amaçlarına veya hedeflerine ne düzeyde katkı sağladığının tespiti olarak açıklanabilir (Akal, 2003).

İşletmelerde performans ölçüm ve denetiminin rolü açıklarken, aşağıdaki hususlar öne çıkmaktadır (Akal, 2005):

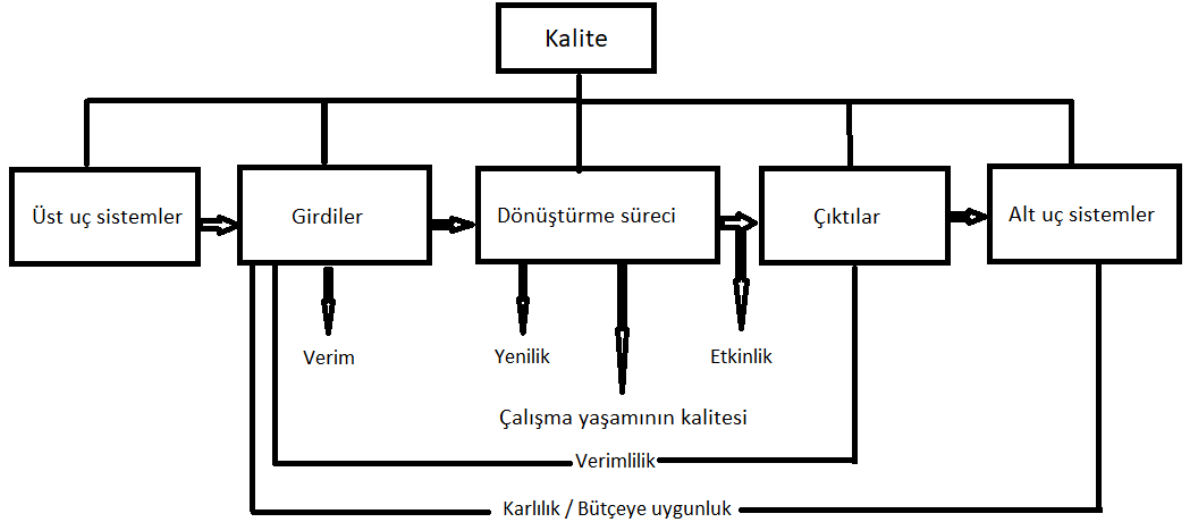
- a) İşletmenin faaliyetlerini devam ettirebilmek için örgütte performans ve verimlilik anlayışının geliştirilmesi
- b) Performans yönetiminde kontrolün geliştirilmesi
- c) Yönetimin planlama yeteneğinin veya öngörülebilirliğinin artırılması
- d) İşletmenin mevcut ve potansiyel problemlerinin erken tespit edilmesi ve gelişim alanlarının belirlenmesi
- e) Etkinlik sonuçlarının değerlendirilmesi yapılarak ilgililerle paylaşılması
- f) Yöneticileri ve çalışanları motive etmek

### **1.3. PERFORMANS BOYUTLARI**

Performansın günümüzde birçok boyutu olduğu görülmektedir. Performansın endüstri devriminin başlarında kar ve maliyet boyutu ön planda iken, daha sonra bunlara verimlilik, ardından kalite ve müşteri tatmini katılmıştır. Sonrasında bu sınıflandırmaya çalışanların davranışı, pazar durumu, ürün liderliği ve kamu sorumluluğu gibi yeni boyutlar eklenmiştir. Son zamanlarda literatürde “sosyal sorumluluk” kavramı da bir performans boyutu olarak değerlendirilmektedir (Demirci, 2018).



Günümüzde performansın, verimlilik, verim ve girdilerden yararlanma, karlılık ve bütçeye uygunluk, kalite, yenilik, çalışma yaşamının kalitesi, etkinlik olmakla toplam yedi boyutu olduğu kabul edilmektedir (Bakırcı, 2006). Performansın boyutları Şekil 1.1’de görülmektedir (Sink ve Tuttle, 1989).



**Şekil 1.1. Örgütsel Sistemler ve Performans Boyutlarının Süreç Üzerindeki Durumları**

### 1.3.1. Verimlilik

Verimlilik kavramı ilk kez 1776 yılında Quesnay tarafından yayınlanan bir çalışmada kullanılmış, 1883 yılında ise Littre tarafından üretme yeteneği veya üretme gücü olarak tanımlanmıştır. 20. yüzyılın başlarında ise mevcut anlamı yüklenerek çıktının girdiye oranına verimlilik denilmiştir (Benli, 2006). Verimlilik (üretkenlik veya produktivite kavramları da kullanılmaktadır) kavramı, eldeki girdilerle ne kadar çıktı üretildiğini ifade eder. Verimlilik en basit şekilde aşağıdaki formül ile hesaplanabilir (Coelli, Prasada, O’Donell ve Battase, 2005) :

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}} \quad (1)$$

Japon Verimlilik Merkezi, verimliliği “doğru işleri doğru biçimde ekonomik bir çalışma ile gerçekleştirmeyi hedefleyen akılcı bir yaşam biçimi” olarak ele almaktadır (Akal, 2005).

Ölçüm yöntemlerine göre verimlilik, aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Küçük, 2007):

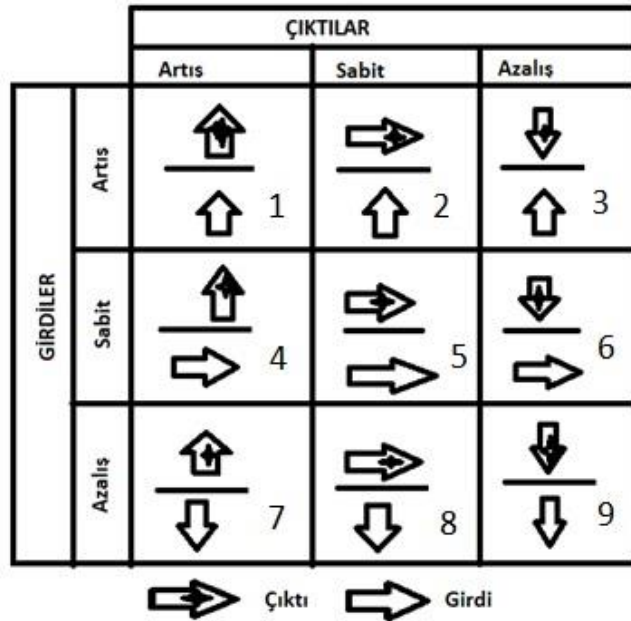
a) Kısmi verimlilik, toplam çıktının girdilerden yalnız birine bölünmesi ile bulunur.

b) Girdi ve çıktı sayısı iki ve daha fazla olduğunda, verimlilik oranı çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına oranlanması ile elde edilir.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktıların ağırlıklı toplamı}}{\text{Girdilerin ağırlıklı toplamı}} \quad (2)$$

Bütün girdi ve çıktıları kapsayarak hesaplanan verimlilik oranına toplam faktör verimliliği denilmektedir. Toplam faktör verimliliği (total factor productivity - TFP) endeks olarak ölçülmektedir ve endeks sayıları, fiyat ve miktarın zaman içerisindeki değişimini yansıtmaktadır (Özcan, 2008).

Şekil 1.2’de girdi ve çıktılardaki değişimin verimliliğe etkisi verilmektedir. Şekil 1.2’de 4, 7 ve 8 durumları verimlilik artışını göstermekte iken, 2, 3 ve 6 durumları verimlilikte azalmayı göstermektedir. 5 durumunda ise verimlilik değişmemektedir. 1 ve 9 durumlarında verimlilikteki değişim, girdi ve çıktıların azalış veya artış oranına bağlı olarak farklılaşabilir (Coşkun, 2006).



Şekil 1.2. Girdi ve Çıktı Değişimlerinin Verimliliğe Etkisi

Verimlilik, yöneticiler, mühendisler, ekonomistler ve politikacılar için performansa ilişkin karşılaştırmalar yapmakta bir araç olarak kullanılmaktadır. Verimlilik, sanayi üretiminde, tarım sektöründe, bankacılık sisteminde, hukuk alanında, belediye çalışmalarında, eğitim alanında, sağlıkta v.b. alanlarda kullanılmaktadır (Prokopenko, 2003). Verimlilik, gelişmiş ülkelerin sürdürülebilir ekonomik büyümesinde ve fiyat istikrarının korunmasında temel faktör olarak görülürken, gelişmekte olan ülkelerde, yapısal değişimi içeren kalkınma ve gelişme sorunlarına çözüm üretiminde etkin bir araç olarak ele alınır (Karabulut, Okka ve Başel, 2006).

Verimliliğin ölçümünde amaç, kontrol, iyileştirme, strateji geliştirerek uygulama ve yönetimi bilgi ile güçlendirmektedir (Filiz, 2007). İşletmelerde ürün ve hizmet üretiminde verimlilik artışını sağlamak, daha kaliteli, daha düşük maliyetle, daha çok üretim yapmak ve daha çok kar elde etmek sonucunu doğurur. İşletmelerdeki verimlilik artışı, genel anlamda ülkede ekonomik refahın yükselmesini ve halkın yaşam standartlarının iyileşmesini sağlamaktadır (Kecek, 2010).

### 1.3.2. Verim

İşletmelerin üretim sürecinde kullanılan kaynakların (girdilerin) optimal kullanım düzeyinin ölçülmesi verim olarak tanımlanmaktadır. Verim oranı, beklenen kaynak kullanımı ile fiili kaynak kullanımı arasında ilişkiyi ölçmektedir. Verim oranının “1” değerine eşit olması kaynakların optimal kullanıldığını gösterir. Verim oranı aşağıdaki gibi hesaplanır (Erpolat, 2011):

$$\text{Verim oranı} = \frac{\text{Beklenen Kaynak Kullanımı}}{\text{Fiili Kaynak Kullanımı}} \times 100 \quad (3)$$

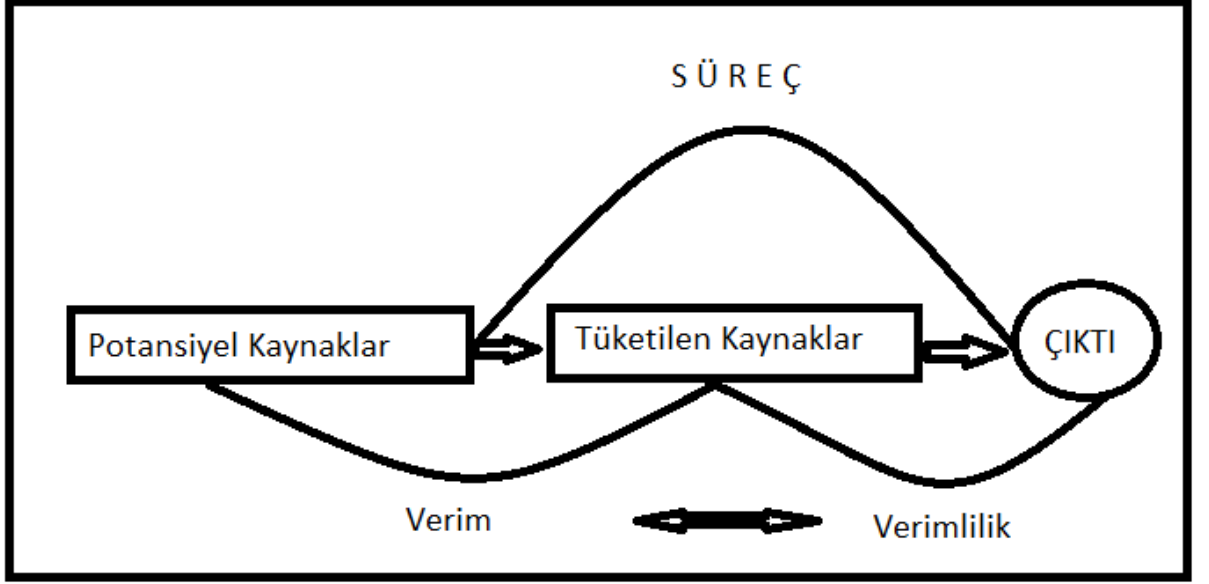
Verim, teknik ve ekonomik verim olarak iki yere ayrılır. Teknik verim, mühendisler ve teknik personel tarafından yoğun bir şekilde kullanılır ve “girdilerin kullanımıyla elde edilen yararlı çıktı” ilişkisini ifade eder. Teknik verim, aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{Teknik Verim} = \frac{\text{Yararlı Çıktı}}{\text{Girdi}} = \frac{\text{Girdi} - \text{Kayıp}}{\text{Girdi}} \leq 1 \quad (4)$$

Ekonomik verim, parasal değerlerle yapılan analizlerde kullanılır ve aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\text{Ekonomik Verim} = \frac{\text{Yararlı Çıktı}}{\text{Girdi}} = \frac{\text{Girdi} + \text{Kar}}{\text{Girdi}} \geq 1 \quad (5)$$

Verim ile verimlilik arasında ilişki Şekil 1.3’de gösterildiği gibi ifade edilebilir (Erpolat, 2011).



Şekil 1.3. Verim ve Verimlilik İlişkisi

### 1.3.3. Etkinlik

Etkinlik, işletmelerin üretim kaynaklarından yararlanma düzeyini ya da bu üretim kaynaklarını kullanma şeklini gösteren bir performans boyutudur (Dyson ve Thanassoulis, 1988). Etkinlik, kaynakların ne derecede optimal kullanılarak çıktı üretildiğini göstermektedir (Sowlati, 2001). “Kaynaklar etkin olarak kullanılıyor mu?” sorusu, İktisad alanında temel sorulardan biri olarak görülmektedir (Ünsal, 2007). Etkinlik, kaynakların belirli bir sürede ve belirli bir biçimde kullanılması ile elde edilen sonuçların, karar biriminin hedeflediği sonuçlarla kıyaslanması yolu ile bulunur. Karar biriminin ulaştığı sonuçlar hedeflediği sonuçlarla aynı ise, ilgili birimin etkin olduğu, aynı değil ise etkin olmadığına karar verilir (Kasnakoğlu, 1980).

Etkinlik, amaçlanan hedefe ulaşma düzeyini çıktılarla ilişkilendirerek belirlediğine göre, toplam performans ölçümünde en önemli performans boyutu olarak görülür (Akai, 2005). Etkinlik açısından yönetim başarısı, gerek amaçlanan hedeflere

ulaşmada noktasında, gerekse de kaynak kullanımında etkinliğin sağlanması ile mümkündür (Schermerhorn, 1989).

Charnes ve Cooper'e göre, herhangi bir karar biriminin %100 etkinliğe ulaşması ancak aşağıdaki durumlarda mümkün olabilir (Aydagün, 2003);

a. Hiçbir çıktısı aşağıdaki durumlar dışında artırılmaz;

- Bir ya da birden fazla girdisinin artırılması veya

- Diğer çıktılardan bazılarının azaltılması.

b. Hiçbir girdisi aşağıdaki durumlar dışında azaltılmaz;

- Çıktılardan bazılarının azaltılması veya

- Diğer bazı girdilerin artırılması.

c. Herhangi bir karar biriminin %100 göreceli etkinliğe sahip olması, yalnızca, diğer ilgili karar birimlerinin herhangi bir girdi ya da çıktının kullanımında etkinsizliğe dair bir kanıt getirmediği durumda mümkündür.

Verimlilik ve etkinlik analizlerine ilişkin çalışmalar Koopmans ve Debreu ile başlamıştır. Pareto-Koopmans etkinlik tanımına göre, karar birimi, herhangi bir girdi veya çıktı miktarında olumsuz bir değişikliğe sebep olmadan, diğer bir girdi veya çıktıda iyileşme görülüyorsa, %100 etkin birim olarak kabul edilir (Cooper, Seiford ve Tone, 2007). Modern anlamda etkinlik ölçümlerini ilk kez Farrell gerçekleştirmiştir. Farrell'den önce toplam etkinliğin ölçülmesinde birden fazla girdi ve çıktı ile tatmin edici sonuçlar alınmamıştır. Farrell, endüstrilerde üretim etkinliğinin ölçülmesinin önemini vurgulayarak hem teorisyenler hem uygulayıcılar açısından bunun faydalarına değinmiştir. Etkinliğin ölçülmesinde üretim fonksiyonunu sınır olarak öneren Farrell olmuştur.

### **1.3.3.1. Etkinlik ile İlgili Temel Kavramlar**

Bu kısımda etkinlik kavramı içinde kullanılan karar verme birimi (KVB), üretim fonksiyonu, üretim imkanları kümesi ve ölçüğe göre getiri hakkında bilgi verilecektir.

### **1.3.3.1.1. Karar Verme Birimi**

Karar Verme Birimi (Decision Making Unit- DMU) terimi ilk kez 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından yapılan çalışmada kullanılmıştır. Bu yazarlara göre, KVB, “çeşitli girdilere ve çıktılara sahip olan ve etkinlik açısından değerlendirilen firmaların, bölümlerin veya yönetsel birimlerin bir topluluğu” olarak tanımlanmıştır (Kecek, 2010). Bu terminoloji, gerek kamu gerekse de özel sektördeki organizasyonel birimleri kapsamakta olup, söz konusu araştırma kar amacı gütmeyen kuruluşlarda karar vermeye ilişkin yapılmıştır (Norman and Stoker, 1991).

KVB’ler, aynı amacı gerçekleştirmek üzere miktar ve oranları farklı olabilen, aynı girdi ve çıktı ile faaliyet gösteren homojen birimlerdir. KVB’nin etkinliği, çıktılarının ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına oranı ile elde edilen en iyi üretim bileşimine, diğer bir deyişle üretim sınırına göre belirlenmekte olup, bu sınıra uzaklığa göre de etkinlik ölçümü yapılmaktadır. Sınır üzerinde yer alan karar birimleri “etkin”, sınır üzerinde olmayan karar birimleri ise “etkin olmayan” birimler olarak tanımlanmaktadır. KVB’ler, hastaneler, okullar, banka şubeleri, sigorta şirketleri, vb. organizasyonlar içindeki birimler de olabilir (Kecek, 2010).

### **1.3.3.1.2. Üretim İmkanları Kümesi**

Üretim, çeşitli girdiler kullanılarak mal veya hizmetin yaratılması, diğer bir ifadeyle fayda yaratma faaliyetidir. Etkin bir üretim süreci, teknolojik değişimler dikkate alınarak, belirli bir girdi düzeyinde en fazla çıktıyı elde etmek ya da belirli bir çıktıya en az girdi kullanımı ile ulaşmak ile mümkün olmaktadır (Cingi ve Tarım, 2000). Üretim İmkanları Kümesi (Production Possibility Sets), “belirli bir üretim teknolojisi tarafından sağlanan etkin veya etkin olmayan tüm girdi ve çıktı dönüşümlerini içeren küme” olarak tanımlanabilir (Yolalan, 1993).

KVB’lerin etkinlik ölçümünün yapılabilmesi için, öncelikle, bir gözlem kümesinde bulunan girdi ve çıktı miktarları ölçülmelidir. Ölçüm sonucunda ulaşılan değerler kullanılarak ve bazı varsayımlar altında üretim imkanları kümesi oluşturulur (Erpolat, 2011). Geneleksi etkinlik ölçüm yöntemlerinde ise üretim sınırının önceden bilindiği varsayılmaktadır (Tarım, 2001).

Üretim sınırı belirlemede iki yaklaşım uygulanmaktadır. Bunlar (Charnes, Cooper ve Rhodes, 1978):

- Teorik bir fonksiyonun tespit edilmesi,
- Mevcut gözlem kümesi (KVB) kullanılarak deneysel bir fonksiyonun belirlenmesidir.

### 1.3.3.1.3. Üretim Fonksiyonu

Üretim fonksiyonu, üretim sınırı ya da eş ürün eğrisi olarak da bilinmektedir. Bu fonksiyon, üretim sürecinde olası en yüksek çıktı düzeyini ifade eder ve girdi-çıktı bileşimleri arasındaki ilişkiyi gösterir (Erpolat, 2011). Diğer bir tanıma göre, üretim fonksiyonu, girdi miktarındaki değişimin çıktı miktarında meydana getireceği değişmeyi açıklar (Ertek, 2008).

Üretim fonksiyonu üzerine ilk çalışmalar 1957 yılında Farrell ve 1962 yılında ise Farrell ve Fieldhouse tarafından yapılmıştır. Bu sebeple sınır verimlilik karşılaştırmaları “Farrell Verimlilik Ölçümü” olarak da adlandırılmaktadır (Kecek, 2010).

### 1.3.3.1.4. Ölçeğe Göre Getiri

Ölçeğe göre getiri, girdilerde belirli bir artışın çıktılarda ne kadarlık bir artışa sebep olacağını ifade eder ve;

$$\text{Ölçeğe göre getiri} = \frac{\text{Toplam Üründeki Artış}}{\text{Girdilerdeki Artış}} \quad (6)$$

formülü ile bulunabilir (Formüldeki Artışlar % cinsindedir).

Üretimde üç farklı durum görülebilmektedir (Ertek, 2008):

1. Üretimde ölçeğe göre artan getiri – bu durumda ölçeğe göre getiri 1’den büyüktür.
2. Üretimde ölçeğe göre sabit getiri – bu durumda ölçeğe göre getiri 1’e eşittir.
3. Üretimde ölçeğe göre azalan getiri – bu durumda ölçeğe göre getiri 1’den küçüktür.

### **1.3.3.2. Etkinliğin Sınıflandırılması.**

KVB'lerin etkinlikleri, teknik, ölçek ve tahsis olmak üzere üç grupta incelenebilir.

#### **1.3.3.2.1. Teknik etkinlik**

Koopmans'a göre teknik etkinlik (technical efficiency- TE), "optimal girdi-çıkıtı bileşiminin, girdilerde herhangi bir artış (azalış) yapmaksızın, çıktılarda bir artış (azalış) sağlamanın mümkün olmayacağı" (Ruggiero, 2011) şeklinde tanımlanmaktadır. Farrell'e göre teknik etkinlik (veya üretim etkinliği) belirli miktarda girdi ile üretilebilecek en çok çıktıyı elde edebilme (çıkıtı odaklı yaklaşım), ya da aynı çıktıyı mümkün olan en az girdi ile üretme (girdi odaklı yaklaşım) yeteneği olarak tanımlanabilir (Coelli vd., 2005). Teknik etkinlik, "en iyi üretim teknikleri ile elde edilen maksimum çıktının gerçekleşen çıktıya oranı" olarak tanımlanırken, verimlilik ise "çıkıtıların girdilere oranı" olarak ifade edilmektedir (Cooper, Park ve Yu, 1999).

Teknik etkin olan KVB'ler üretim sınırı üzerinde yer alırken, üretim sınırının altında kalanlar ise görel olarak kaynaklarını etkin kullanmamaktadır. Teknik etkin olan KVB'lerin kümesi olduğundan dolayı üretim sınırına (üretim fonksiyonu) etkin sınır denilmektedir (Kayalidere ve Kargin, 2004). Teknolojik ilerleme üretim sınırında artan yönde değişim yaratır. Bir enerji santralinde verimlilik artışına neden olacak yeni bir kazan temini, teknik değişime bir örnektir (Coelli vd., 2005).

#### **1.3.3.2.2. Ölçek Etkinliği**

Ölçek etkinliği (scale efficiency – SE), en verimli ölçek etkinliğine yakınlık olarak tanımlanır (Tarım, 2001).

Bir üretim sürecinde girdi miktarları aynı oranda yükseltildiğinde çıktılardaki artış, girdi seviyesindeki artış oranından fazla ise ölçeğe göre artan getiri durumu söz konusudur. Yine bir üretim sürecinde girdiler aynı oranda yükseltildiğinde çıktılardaki artış, girdi seviyesindeki artış oranından az ise ölçeğe göre azalan getiri durumu söz konusudur. Eğer bir üretim sürecinde girdiler aynı oranda yükseltildiğinde çıktı



miktarındaki artış, girdi seviyesindeki artış oranına eşit ise, ölçeğe göre sabit getiri durumundan bahsedilebilir (Kayalıdere ve Kargin, 2004). Üretim sınırında, ölçeğe göre artan, azalan ve sabit getiri durumlarının birlikte görülmesi, ölçeğe göre değişken getiriyi ifade etmektedir (Ertay ve Ruan, 2005). Ölçek etkinliği, ölçeğe göre sabit getiri altındaki teknik etkinliğin, ölçeğe göre değişken getiri altındaki teknik etkinliğe bölünmesi ile bulunmaktadır (Sinha, 2008). Ölçek etkinliği sonucuna dayanarak, en uygun ölçekte üretim yapmak hedeflemektedir (Despotis ve Smirlis, 2002).

Ölçek etkinliği iki şekilde tasarlanabilir. Girdiye yönelik ölçek etkinliğinde, mevcut üretim teknolojisi ile girdi faktör fiyatları esas alınarak, girdi bileşimi toplam maliyeti minimize eden bileşimle karşılaştırılır. Çıktıların maksimize edilmesinin hedeflendiği çıktıya yönelik ölçek etkinliği de aynı şekilde tanımlanabilir (Tarım, 2001).

Ölçek etkinliği tek girdili ve tek çıktılı durumlarda kolaylıkla anlaşılırken, çoklu girdi ve çoklu çıktı durumlarında kavramın anlaşılması zordur. KVB ölçeğe göre azalan getiri durumunda ise, en verimli ölçek büyüklüğüne sahip olmak için ölçeğini azaltmalı, ölçeğe göre artan getiri durumunda ise en verimli ölçek büyüklüğüne sahip olmak için ölçeğini artırmalıdır (Banker, 1984).

#### **1.3.3.2.3. Tahsis Etkinliği**

Tahsis etkinliği (fiyat etkinliği olarak da bilinmektedir), girdi fiyatlarını esas alarak, üretim maliyetini minimize edecek en uygun girdi bileşiminin seçilmesi olarak tanımlanmaktadır. Tahsis etkinliğini elde edebilmek için iktisadi etkinlik, tüketim etkinliği ve marjinal sosyal fayda marjinal sosyal maliyete eşit olmalıdır (Eren ve Donduran, 2001). Tahsis etkinliği, eş ürün ve eş maliyet eğrilerinden yararlanılarak açıklanır (Gülcü, Tutar ve Yeşilyurt, 2004).

Eş ürün eğrileri ile, KVB'lerin, belirli bir çıktı miktarını, girdileri hangi oranda kullanarak üretebileceği gösterilebilmektedir (Tarım, 2001).

Farrell'e göre ise, tahsis etkinliği göreceli maliyetler ve üretim teknolojileri ile, girdileri optimal kullanma yeteneği olarak tanımlanabilir. Teknik etkinlik ile tahsis

etkinliği birlikte ekonomik etkinliği (toplam etkinliği) ifade etmektedir (Coelli vd., 2005).

Tahsis etkinliği, girdiye ve çıktıya yönelik tahsis etkinliği olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Erpolat, 2011):

Girdiye Yönelik Tahsis Etkinlik: KVB'nin girdi fiyatlarını dikkate alarak optimal girdi bileşimini belirlemedeki başarısı olarak tanımlanabilir.

ıktıya Yönelik Tahsis Etkinlik: ıktı fiyatları dikkate alındığında, KVB'nin elde edeceği gelirin maksimizasyonunu sağlayacak çıktı bileşimini elde etmesindeki başarısıdır.

### **1.3.3.3. Etkinlik lme Yöntemleri**

Kaynakların kullanımında etkinliğin yükseltilmesi ile, üretimin ne kadar artabileceğini bilmek için farklı etkinlik lme yöntemleri geliştirilmiştir. 1957 yılında Farrell tarafından geliştirilen ilk etkinlik lme yöntemine müteakiben, parametrik ve parametrik olmayan çeşitli etkinlik lme yöntemleri geliştirilmiştir (Erpolat, 2011).

Etkinlik lme yöntemleri, oran (rasyo) analizi, parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olarak üç grupta sınıflandırılabilir. Oran analizleri tek girdi ve tek çıktı kullanarak üretim yapan organizasyonların etkinlik hesaplamalarında avantajlı olup, girdinin çıktıya oranı ile formüle edilmektedir.

Parametrik yöntemler arasında en çok tercih edilen etkinlik ölüm modeli ise regresyon analizidir. Çoklu girdi ile tek çıktı üreten organizasyonların etkinliğini ölçen bu yöntemde bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayılmaktadır.

Matematiksel programlama tabanlı parametrik olmayan yöntemler, çoklu girdi, çoklu çıktı ilişkilerini matematiksel olarak modellemede yoğun bir şekilde tercih edilmektedir. Çoklu retim yapısına sahip kuruluşların hızla artması dikkate alındığında, matematiksel programlama modellerinin gelişme potansiyeli ve yaygınlaşmasının nedenleri anlaşılmaktadır (Demirci, 2018).

Bu yöntemlerin genel zellikleri Tablo 1.1'de verilmiştir (Onaran, 2006).

**Tablo 1.1. Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Kıyaslanması**

<b>Karşılaştırma Ölçütleri</b>	<b>Oran Analizi</b>	<b>Parametrik Yöntemler</b>	<b>Nonparametrik Yöntemler</b>
<b>Çözüm Tekniği</b>	Oranlamalar	Regresyon	Matematiksel Programlama
<b>İçerik</b>	Tek Girdi/ Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/ Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/ Çok Çıktı (Çok Boyutlu)
<b>Ön Hazırlık (Veri Temini)</b>	Basit	Basit	Detaylı
<b>Uygulama</b>	Kolay	Kolay	Kolay
<b>Performans Ölçümüne Uygunluğu</b>	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

#### **1.3.3.3.1. Oran Analizi**

Etkinlik ölçme yöntemleri içerisinde en sık kullanılan ve en basit yöntem oran analizidir. İş dünyasında yoğun bir şekilde kullanılan bu yöntem ile işletmelerin finansal durumlarının analizi yapılmaktadır. Oran analizi bir tek girdi ile bir tek çıktının birbirlerine oranlanması ile elde edilir. Oran analizi sonuçlarının zaman içinde değişimine ve sektör ortalamalarına bakılarak yorum yapılır (Kecek, 2010).

Benzer türden girdi çıktı değişkenlerinin birbirlerine oranlanması şeklinde yapılan oran analizinde her bir oran, kurumun performansına ilişkin boyutlarından yalnızca birini yansıtırken, diğerlerini dikkate almamaktadır. Bu nedenle bazı oranlar kurumun performansını yüksek gösterirken, bazı oranlar da düşük gösterebilmektedir. Zira, performans ölçülmesinde değişik oranların en anlamlı bir şekilde ağırlıklandırılarak, tek bir ölçüt ile ifade edilmesi güvenilir sonuçlar vermektedir (Gülcü vd., 2004). Bunun yanısıra, girdi ve çıktı sayısı arttığında, hesaplanacak oranların fazla olması, uygun ağırlıklandırma yapılmasındaki zorluklar ve dönemsel karşılaştırma yapılamaması bu yöntemin dezavantajları olarak görülmektedir (Güleş, Ögüt ve Özata, 2007).

Oran analizine getirilen diğeri bir eleştiri ise, karşılaştırma yapılarak yorumlanmasına ihtiyaç duyulmasıdır. Oran analizi kullanılarak performans ölçümü yapılırken KVB'ler ya geçmiş döneme ait kendi verileri ile ya da sektördeki diğeri oyunculara ait oranlar ile karşılaştırılır (Demirci, 2018). Bankalarda oran analizi yapılırken hesaplanan oran değerlerinin yıllar itibarıyla seyrine bakmak ve faaliyet alanları, bankacılık işlem çeşitleri ve banka büyüklükleri açasından homojen banka gruplarına göre kıyaslamak gerekir (şenver, 1988).

### **1.3.3.3.2. Parametrik Yöntemler**

Parametrik yöntemler analitik bir üretim fonksiyonu varsayımına dayanmaktadır. Üretim fonksiyonu genelde tek bir çıktı (bağımlı değerken), birden çok girdiyle (bağımsız değerkenler) ilişkilendirilerek tanımlanır ve bu fonksiyonun parametreleri belirlenir. Bu nedenle parametrik yöntemlerde genel olarak, regresyon teknikleri kullanılarak tahmin yapılmaktadır (Baysal, Alçılar, Çerçioğlu ve Toklu, 2005).

Parametrik etkinlik ölçüm yöntemleri içerisinde en yaygın kullanılanı regresyon analizidir. Bu analizde öncelikle bağımlı ve bağımsız değerkenler arasındaki fonksiyonel ilişkinin yapısı açıklanmaya çalışılır. Bağımsız (açıklayan) değerken ile bağımlı (açıklanan) değerken arasında sebep-sonuç ilişkisini açıklamak için, nokta grafikleri kullanılır. Bu analiz sonucunda oluşturulan regresyon doğrusu etkinlik sınırı olarak kabul edilir ve bu doğru üzerinde yer alan KVB'ler göreceli olarak etkin, altında kalan KVB'ler ise etkinsiz olarak görölmektedir (Sherman, 1984).

Regresyon analizinin yapılmasında başlıca amaçlar (Tarı, 2010);

1. Bağımsız değerkenlerin fiili değerleri ile bağımlı değerkenin ortalama değerini hesaplamak,
2. Bağımsız değerkenlerin, bağımlı değerken üzerinde önemli bir etkiye sahip olup olmadığını belirlemek,
3. Bağımsız değerkenlerin fiili değerleri ile bağımlı değerkenin gelecekte alacağı değerini tahmin etmektir.

İkiden fazla bağımsız değişken kullanması nedeniyle, regresyon analizi ile alınan sonuçlar oran analizine göre daha kapsamlı ve daha gerçekçidir. Buna rağmen regresyon analizi kullanarak yapılan ölçümlerin temel olarak üç önemli sakıncası vardır (Gülcü vd., 2004)

1. Bu analiz yönteminde birden çok bağımsız değişken kullanılmasına karşılık, sadece bir bağımlı değişken ele alınmaktadır. Bu husus çoklu girdi ve çoklu çıktıya sahip organizasyonların etkinlik ölçümünde engel oluşturmaktadır.

2. Bu analiz ile elde edilen etkinlik değeri en iyi performansa göre değil, ortalama performansa göre bulunan değerdir. Ortalama performansı esas alması nedeniyle karar birimlerini de ortalamaya çekme eğilimi gösterir. Dolayısıyla, ortalama performansı en iyi performans olarak kabul etmek suretiyle, diğer KVB'lerin değerlendirilmesi performanslarının iyileştirilmesi sonucunu doğurmaz.

3. Regresyon analizi, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında sebep-sonuç ilişkisine ilişkin parametrik bir üretim fonksiyonunun tanımlanmasını gerektirmektedir. Söz konusu üretim fonksiyonuna dayanılarak yapılan varsayımlara göre etkin ve etkin olmayan birimler belirlenmektedir. Çoklu girdi ve çoklu çıktı üretim ortamında yapısal üretim fonksiyonunun tanımlanmasında karşılaşılan zorluklar bu yöntemin dezavantajlarıdır.

Parametrik yöntemlerde etkinlik sınırından sapmalar, etkinsiz gözlem (inefficiency) ve rassal hata (random error) gibi iki unsurdan oluşmaktadır. Etkin KVB'lerin rassal hata oranı sıfırdır (Erpolat, 2011). Söz konusu iki unsurun dağılımına ilişkin varsayımlara göre parametrik yöntemler, “stokastik sınır yaklaşımı”, “serbest dağılım yaklaşımı” ve “kalın sınır yaklaşımı” olarak sıralanabilir (Vincova, 2005).

#### **1.3.3.3.2.1. Stokastik Sınır Yaklaşımı**

Stokastik Sınır Yaklaşımı (Stochastic Frontier Approach - SFA), ekonometrik yaklaşım olarak bilinmektedir. Bu yaklaşım, maliyet kar ve üretim sınırının fonksiyonel yapıda olduğunu varsayar. Bu yaklaşımda herhangi bir KVB'nin etkin sınırdan sapmasında rassal hata ve etkinsizliğin rolünü belirlemek için, söz konusu hataların ayırımı yapılmaya çalışılır. Rassal hata ve etkinsizlik unsurlarının farklı dağılımlara

sahip oldukları varsayılr. Diğer bir deyişle, rassal hatanın simetrik (standart normal), etkin olmayan KVB'lerin ise asimetrik (yarı normal) dağılım özellikleri taşıdığı varsayılr (Berger ve Humphrey, 1997).

Stokastik Sınır Yaklaşımının temelleri 1968'de Chu ve Aigner tarafından atılmıştır (Kumbhakar ve Knox, 2000).

Stokastik sınır modeli aşağıdaki formül ile ifade edilebilir (Kale, 2009):

$$TC = TC(y, w) + v + u \quad (7)$$

TC: Toplam maliyet (deterministik bileşen)

y : çıktı

w : girdi fiyatları

v : rassal hata (sıfır ortalamalı ve sonlu varyanslı normal dağılımlı)

u : etkinsizlik bileşeni

Stokastik Sınır Yaklaşımı'nda ölçüm için (Kumbhakar ve Sarkar, 2003);

1. Önce deterministik bileşenin fonksiyonel biçimi tespit edilir, (Cobb-Douglas, translog vs.)
2. Sonra rassal hatanın (v) dağılımı ile ilgili varsayım yapılır.
3. Etkinsizlik bileşeninin (u) dağılımı ile ilgili varsayım yapılır.
4. Söz konusu varsayımlar altında en büyük olasılık yaklaşımı kullanılarak bilinmeyen parametreler tahmin edilir.
5. Parametreler tahmin edildikten sonra Battese ve Coelli ya da JLMS tekniklerinden biri kullanılarak etkinlikle ilgili ölçümler yapılır.

Stokastik Sınır Yaklaşımının en önemli dezavantajlarından biri, sınır fonksiyonu ve hata terimleriyle ilgili varsayımlar yapma zorunluluğudur. Bu nedenle, Stokastik Sınır Yaklaşımı diğer yöntemlere göre daha az esnektir (Mester, 1993). Bu yaklaşıma yönelik eleştiriler arasında yapılan bazı çalışmalarda, etkin olmayan gözlemlerin normale yakın bir dağılım gösterdikleri ya da rassal hatanın normal dağılım göstermediği öne sürülmüştür (İnan, 2000).

Yapılan eleştirilere rağmen, Stokastik Sınır Yaklaşımı ile yapılan ölçümlerde, en düşük maliyete sahip firmaların etkinliği yüksek değerler olacaktır. Bu özellik Stokastik Sınır Yaklaşımının düzenleyici amaçlarla etkinlik ölçümünde tercih sebebidir (Bauer, Berger, Ferrier ve Humphrey, 1998).

#### **1.3.3.3.2.2. Serbest Dağılım Yaklaşımı**

Serbest Dağılım Yaklaşımı (Distribution Free Approach - DFA), panel data verilerini kullanmaktadır ve bu yöntem panel data yaklaşımı da denilir. Bu yaklaşım, rassal hata ve etkin olmayan gözlemin herhangi bir dağılıma sahip olabileceğini varsayar. DFA, her firmanın uzun dönemde etkinliğini sabit veya en azından istikrarlı kabul eder. Bu nedenle uzun vadede ölçüm hataları sifira yaklaşır. Bu varsayımlar pozitif etkinsizlik şartlarında geçerlidir (Flegg, Allen, Field ve Thurlow, 2004).

Serbest Dağılım Yaklaşımı'nda hata terimi etkinsizlikten ve rassal hatadan ibarettir. Rassal hata bileşenin ortalaması uzun vadede sıfır olacağından, etkinsizlik kuruma ait bütün regresyonların hata terimi ortalaması ile sınır üzerindeki karar biriminin hata terimi ortalaması arasındaki farka eşittir (Abdullayev, 2010).

Etkinsizlik = Kurumun Ortalama Hata Terimi – Sınırdaki Kurumun Ort.Hata Terimi (8)

Serbest Dağılım Yaklaşımı'nda, hata dağılımındaki en yüksek ve en düşük belirli bir dilim hesaplamaya dahil edilmeyerek uç değerlerinin etkisinin azaltılması amaçlanır. Bu işleme kısıltma (truncation) denir. Diğer parametrik yöntemlerde olduğu gibi, Serbest Dağılım Yaklaşımı'nda da üretim fonksiyonunun yapısına ilişkin varsayımlar etkinlik düzeyini etkileyebilir. Etkinsizliğin uzun vadede sabit olduğu varsayıldığından, bir firmanın maliyetini kalıcı olarak etkileyen ve regresyonda dışlanan diğer faktörlerin bulunması durumunda, bunlar da etkinsizlik olarak dikkate alınmaktadır (Kale, 2009).

Diğer parametrik yöntemler gibi, Serbest Dağılım Yaklaşımı da ekonomik performans ölçümünde tercih edilmektedir. Bu yaklaşım verilen çıktı miktarı ve girdi fiyatları için maliyetleri minimize etmeye çalışır.

### **1.3.3.3.2.3. Kalın Sınır Yaklaşımı**

Kalın Sınır Yaklaşımı'nda (Thick Frontier Approach - TFA), rassal hataların ve etkinsizliklerin beklenen dağılımlarına ilişkin herhangi bir varsayım yapılmamaktadır. Sadece gözlemlenen ve beklenen değerler arasındaki en küçük ve en büyük farkın rassal hatayı, geri kalanının ise etkin olmayan karar verme birimlerini oluşturduğu varsayılmaktadır (Miller, Clauretje ve Springer, 2005).

Kalın Sınır Yaklaşımı, KVB'lerin etkinliklerini tek tek tahmin etmek yerine, daha çok genel etkinlik düzeyinin tahmininde tercih edilir. (Berger ve Humphrey, 1997).

Literatürde Stokastik Sınır, Kalın Sınır ve Serbest Dağılım Yaklaşımlarının hangisinin daha iyi ve kullanışlı olduğuna dair bir görüş birliği yoktur. Kalın Sınır yöntemi yapılan araştırmalarda çok kullanılmazken, Stokastik Sınır ve Serbest Dağılım Yaklaşımları daha sıklıkla kullanılmaktadır. Bu ikisi arasında da Serbest Dağılım Yaklaşımı ön plana çıkmaktadır. Hangi yöntemin daha elverişli olduğu tartışması ise devam etmektedir (İnan, 2000). Bunun yanı sıra, bu üç yöntemin kullanımına yönelik bazı eleştiriler getirilmiştir. Bunlar iki maddede verilebilir (Berger ve Humphrey, 1997).

- 1) Bu yaklaşımlar bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında sebep-sonuç ilişkisinin oluşmasını sağlayan bazı davranışsal varsayımlar ileri sürer. Dolayısıyla yaklaşımların etkinlik ölçümünde başarısı bu varsayımların geçerliliğine bağlı olacaktır.
- 2) Bu yaklaşımlarda birden fazla bağımsız değişken kullanılırken, sadece bir bağımlı değişken kullanılabilir. Dolayısıyla çok çıktılı işletmelerde bu yöntemler kullanışlı değildir.

### **1.3.3.3.3. Parametrik Olmayan Yöntemler**

Parametrik olmayan yöntemler ilk defa 1957 yılında Farrell tarafından ileri sürülmüş ve daha sonra 1962 yılında Fieldhouse tarafından geliştirilmiştir (Farrell ve Fieldhouse, 1962). Parametrik olmayan yöntemler, parametrik yöntemler gibi, etkinlik sınırını tespit ederek, birimlerin bu sınıra uzaklığını ölçmektedir. Ancak parametrik olmayan yöntemlerde üretim fonksiyonunun yapısı ile ilgili herhangi bir varsayım



yapılmaz. Sebep, etkinlik sınırının bu yöntemler için varsayılan bir durum olmayıp, gözlemlenen KVB'lerin görelî etkinliğine göre oluşturulmasıdır (Erpolat, 2011).

Parametrik olmayan yöntemler, herhangi bir davranışsal varsayıma dayanmadığından dolayı parametrik yöntemlere göre daha esnektir. Ayrıca farklı ölçü birimlerine sahip ve birbirinden bağımsız birden fazla girdi ve çıktı değişkenleri modele dahil edilerek tek bir etkinlik ölçüsüne dönüştürülmektedir. Bu nedenle parametrik olmayan yöntemler ile KVB'lerin farklı boyutları aynı anda ölçülebilmektedir (Yolalan, 1993).

Parametrik olmayan yöntemlerde rassal hatanın olmaması bu yöntemlerin dezavantajı olarak görülmektedir. Bu durum elde edilen modellerin veri, ölçüm ve b. hataları içermelerine ve böylece etkinlik sınırının hatalı çizilmesine sebep olmaktadır. Hatalı çizilen etkinlik sınırı üzerine birimlerin etkinlikleri konusunda yapılacak yorumlar geçerli olmayabilir. Etkinlik sınırının yanlış çizilmesine yol açan bir diğer sebep ise, gözlem kümesinde büyük girdi ve çıktılara sahip KVB'lerin olmasıdır (Drake, 2003). Parametrik olmayan yöntemler kullanılarak yapılan analizler sonucunda KVB'ler etkin olan veya olmayan şeklinde ayrılabilmelerine rağmen, KVB'ler arasında sıralama yapılmaz. Sadece etkin olmayan KVB'lerin nasıl etkin hale getirilebileceği ve referans kümelerine göre potansiyel iyileştirme olanakları sunulmaktadır (Erpolat, 2011).

Parametrik olmayan yöntemler, girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki türe ayrılır. Girdiye yönelik yapılan analizlerde belirli bir çıktı düzeyi için girdi bileşiminde ne kadar azaltma yapılması gerektiği hesaplanır. Çıktıya yönelik yapılan etkinlik analizlerinde ise etkin olmayan KVB'ye ait belirli bir girdi bileşimi için çıktılarda ne kadar artış sağlanabileceği araştırılır (Kıyıldı ve Karaşahin, 2006).

Parametrik olmayan yöntemler içerisinde en yaygın kullanıma sahip olanlar VZA ve VZA'nın özel bir hali olarak geliştirilen "serbest atılabilir bölge" yöntemidir.

#### **1.3.3.3.1. Serbest Atılabilir Zarf**

“Serbest Atılabilir Zarf” (Free Disposal Hull - FDH), ilk defa Deprins, Simar ve Tulken tarafından önerilmiş, daha sonra Tulken tarafından geliştirilmiş olup, Veri Zarflama Analizi'nin (VZA) özel bir versiyonudur (Burger ve Humphrey, 1997).

Serbest Atılabilir Zarf yönteminde değişken ölçek varsayımı kabul edilmekte olup, model “0-1 tamsayı” kısıtı ile çalışmaktadır. Bu kısıt sayesinde her bir KVB'ye ait görelî etkinlik hesaplanabilmektedir. Böylece, gözlem noktalarını birleştiren doğrular dik açılar ile birleşerek, üretim olanakları kümesinin sınırı merdiven şeklini alır. Bu sınır ile gözlemler arasındaki uzaklık her bir KVB'nin etkinlik ölçümüne olanak sağlamaktadır (Erpolat, 2011).

Serbest Atılabilir Zarf Yaklaşımı VZA'dan farklı olarak, etkin sınır içine gözlem noktaları ve bunların güneydoğu kısımlarını kapsayan bölgeyi dahil eder. Bu alan “serbest atılabilir zarf” olarak isimlendirilir. Böylece, etkin sınırı oluşturulan üretim kümesinin sınırı ile gözlem noktaları arasındaki mesafe, her birimin görelî etkinliğini yansıtmaktadır. Bu nedenle Serbest Atılabilir Zarf, VZA'dan daha geniş ortalama etkinlik tahminleri yapabilmektedir. Zira, bu yaklaşım VZA'dan daha büyük etkinlik değerleri verir. Buna karşılık, her iki yaklaşım ile etkinliğin zaman içinde değişimini hesaplamak mümkündür ve etkinsizlikle ilgili davranışsal varsayımlar yapmazlar (Turkens, 1993).

#### **1.3.3.3.2. Veri Zarflama Analizi**

Veri Zarflama Analizi (VZA), Coopers and Rhodes tarafından geliştirilmiş olup; homojen karar birimlerini kendi aralarında karşılaştıran bir tekniktir. Bu teknik, ikinci bölümde kapsamlı bir şekilde ele alınacaktır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

#### 2.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN TANIMI

Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis)'nin literatürde değişik tanımları bulunmaktadır. VZA, farklı ölçü birimlerinde birden çok girdinin çıktının olduğu durumlarda, KVB'lerin göreceli etkinliğini ölçebilen doğrusal programlama temelli bir yöntemdir (Golany ve Yu, 1997). Bu teknik sayesinde KVB'nin çıktılarını üretebilmek için eldeki kaynakların etkin kullanım şekli belirlenmektedir (Ramanathan, 2003). VZA, doğrusal programlamanın özel bir uygulama şekli olup, aynı hedefleri taşıyan ve birbirine benzeyen işletmelerin göreceli etkinliğini ölçmede kullanılmaktadır (Allen ve Thanassoulis, 2004). VZA, üretimin ekonomik teorisi ile uyumlu bir yaklaşımdır (Güran ve Cingi, 2002).

VZA'nın çıkış noktası, homojen birimlerden en etkin üretimi yapanlar etkin sınırı belirlemek üzere, etkin olmayan birimleri, etkin birimlerin performansı ile karşılaştırarak ölçebilmesiydi (Cook ve Seiford, 2009). Etkinlik ölçümü yapılan KVB'lerin etkin sınıra olan uzaklıklarına göre, KVB'lerin etkinlik skorları hesaplanmaktadır. Bu karşılaştırmada en iyi üretim yapan birimler esas alınır ki, bu da VZA'nın bir uç sınır tekniği olduğunun göstergesidir (Nakanishi ve Falcocchio, 2004).

VZA, ilk olarak kar amacı gütmeyen işletmelerin etkinliklerinin ölçümünde kullanılmıştır. Daha sonra işletmelerin göreceli etkinliklerinin ölçmesinde de yoğun bir şekilde kullanılmıştır (Ulucan ve Karacabey, 2002).

#### 2.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

VZA'nın birden çok girdi ve çıktıdan oluşan yapısı, parametrik olmayan bir doğrusal programlama temelli oluşu ve analitik bir üretim fonksiyonuna bağlı olmayışı, etkinlik ölçümlerinde yaygın bir şekilde tercih edilmesini sağlamıştır (Cooper vd., 2007).

1957 yılında Farrell, parametrik olmayan etkinlik analizi üzerine yapılan ilk çalışmayı gerçekleştirmiştir. Farrell'in "The Measurement of Productive Efficiency" adlı makalesi, VZA'nın başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Karahana ve Özgür, 2009). Farrell, çalışmasında çok girdili ve tek çıktılı üretim ortamında etkinliğin ölçülebilmesi için doğrusal bir denklem sistemi önermiştir. Farrell'in çalışması etkinlik ölçümünün gelişmesine ivme kazandırmıştır. Farrell'e kadar üretim fonksiyonu ortalama performansa göre hesaplanırken, Farrell çalışmasında sınır üretim fonksiyonunu geliştirdi (Forsund ve Sarafoglou).

VZA'nın temellerini Farrell atmış olsa da, 1978'de Charnes, Cooper ve Rhodes'un bu yöntemi VZA olarak adlandırmalarına kadarki sürede bu yöntem fazla ilgi görmemiştir.

1967'de Boles, Farrell'in çalışmasında belirttiği etkinlik ölçümünü doğrusal programlama ile hesaplayabilmiştir. Boles, Tarım Ekonomisi Birliği 39. Yıllık Toplantısı'na bildiri olarak sunduğu çalışmasında Farrell ve Fieldhouse'un tek çıktılı üretim için geliştirdikleri doğrusal programlama modelini çok çıktılı üretim alanları için geliştirmiştir. Bu model VZA'nın ilk modeli (CCR) ile benzerlik teşkil etmektedir (Forsund, 2002).

Etkinlik ölçümleri esasen 1978'de Charnes, Cooper ve Rhodes'un baş harfleri ile anılan CCR modeli ile popülerleşti. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units" başlıklı yayınları 1978-1999 yıllarında Sosyal Bilimler alanında 700'den fazla özgün eserde atıfta bulunulmuştur (Forsund ve Sarafoglou, 2002).

Rhodes, "Şehir ve Kamu" konulu doktora çalışmasında, özellikle siyah ve İspanyol öğrencilerin dahil olduğu dezavantajlı grup için geliştirilmiş olan ve Federal Hükümet'in desteği ile ABD'deki devlet okullarına uygulanan "Program Follow Through" adlı eğitim programının, programa katılanlar ve katılmayanlar açısından etkinliğini ölçerek, ilk olarak regresyon ve korelasyon yöntemlerini kullanmıştır. Ancak bu yöntemler ile arzu edilen sonuçlara ulaşamadığından farklı yöntemlere başvurmuştur. Farrell'in geliştirdiği kesirli programlama modeli ile tanışınca ise bu modelin işine yarayabileceğini düşünen Rhodes, model üzerinde yaptığı çalışmalar neticesinde VZA olarak adlandırılan doğrusal programlama modelini geliştirmiştir

(Cooper, 2005). Program Follow Through için 70 adet okul incelenerek, bu okullarda 25 adet girdi ve 11 adet çıktı ölçümü hesaplanmıştır (Charnes, v.d., 1981).

VZA modeli Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından 1978 yılında European Journal of Operational Research Dergisi'nde yayımlanmıştır. Söz konusu makalede VZA “gözlemlenen verileri kullanmak suretiyle, üretim fonksiyonunu yeni bir yöntemle ampirik olarak hesaplayan matematiksel bir programlama modeli” olarak tanımlanmıştır (Kale, 2009).

VZA için geliştirilen ilk modeller CCR modelleri olmuştur. Bu modeller deterministik yapıda ve ölçüğe göre sabit getiri varsayımına dayalıdır. Başlangıçta kar amacı gütmeyen kurumların etkinliklerinin ölçülmesine ilişkin yapılan VZA çalışmaları, sonralar işletmelerin etkinliğinin ölçülmesinde ve performanslarının artırılmasında kullanılmaya başlanmıştır (Yücel, 2017). CCR modellerinden sonra VZA için geliştirilen bir diğer model çeşidi 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından öne sürülen ve ölçüğe göre değişken getiriye dayanan (Banker, Charnes, Cooper) BCC modelleri olmuştur (Erpolat, 2011). BCC modelleri sayesinde ölçek ve teknik etkinlik ayrı ayrı ölçülebilmektedir. BCC modellerinin ardından, çarpımsal, yönelimsiz toplamsal v.b. VZA modelleri geliştirilmiştir.

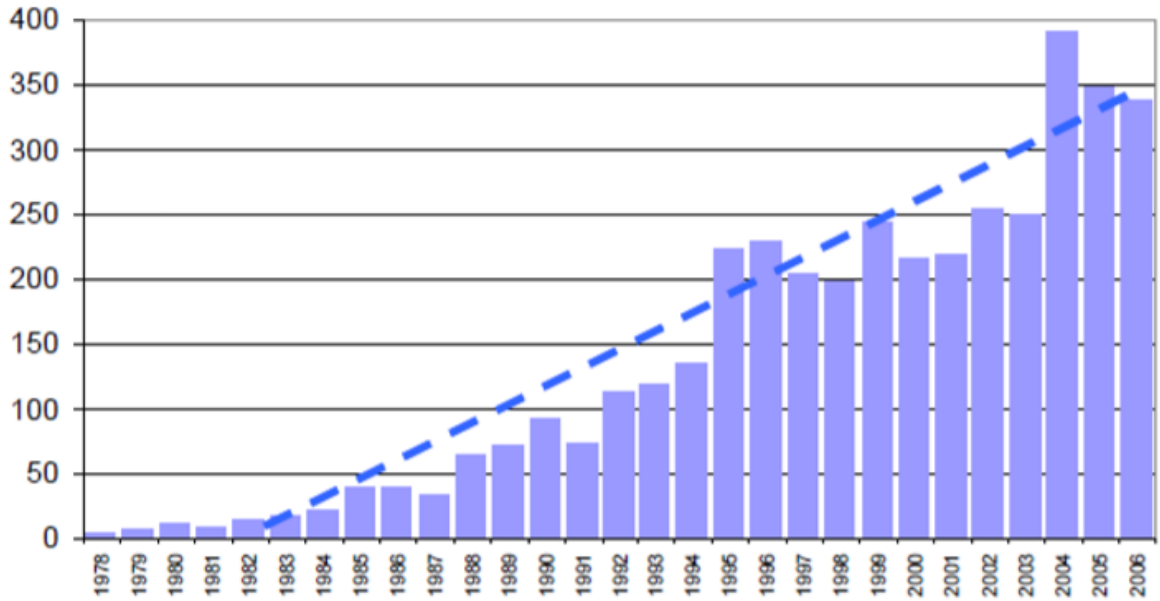
CCR ve BCC modellerinin geliştirilmesi ile birlikte VZA'nın teorik gelişimine yönelik yeni çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları (Phillips, 2005; Lorcü, 2008);

- a. Ölçek etkinliğinin ölçülmesi
- b. Azalan marjinal verimler kanununun uygulanması
- c. Pareto etkinliğinin ölçülebilmesi
- d. Kontrol edilebilir ve kontrol edilemeyen girdi ve çıktıların modelde dikkate alınması
- e. Modele stokastik bir yapının kazandırılması
- f. İşletmelerin zaman içerisinde göreceli etkinliklerinin ölçülebilmesi
- g. Yeni VZA modellerinin geliştirilmesi
- h. Girdi ve çıktı ağırlıklarının sınırlandırılabilmesi
- i. Doğal olarak zarflanamayan KVB'lerin ölçülebilmesi

Literatürde, VZA'nın girdi ve çıktıların ağırlıklarına ilişkin farklı yöntemler (stokastik, fuzzy vb.) uygulanarak belirlemeye yönelik çok değişik uygulamalar mevcuttur. Banker, Morey ve Kamakura tarafından VZA modelinde kategorik değişkenlerin kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Son yıllarda girdi ve çıktıların stokastik olduğu durumlarda etkinlik ölçümü yapılmasını sağlayan yeni yöntemler geliştirilmiştir (Dikmen, 2007).

Bankacılık ve sigortacılık alanlarında da VZA yönteminin uygulaması yaygındır. Literatürde bankacılık alanında yapılan çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda banka etkinliğine etki yapan faktörler veya gelişmeler; banka birleşmeleri veya satın almaları, düzenleyici uygulamalar, makroekonomik gelişmeler v.b. değerlendirilmiştir (Kecek, 2010).

VZA konusunda yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı Emrouznejad v.d. (2008) tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir.



**Şekil 2.1. VZA Yayınlarının Yıllara göre Dağılımı**

Tablo 2.1'de Türkiye'de ve dünyada bankacılık alanında yapılan VZA çalışmalarında girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimine ve elde edilen sonuçlara yer verilmektedir (Önal, 2011).

**Tablo 2.1: Bankacılık Sisteminde VZA ile Yapılan Bazı Etkinlik Çalışmaları**

<b>Çıktı</b>	<b>Girdi</b>	<b>Sonuç</b>
<b>Charnes vd. (2000)</b>		
Toplam Faaliyet Geliri Toplam Faiz Geliri Toplam Faiz Dışı Gelir Toplam Kredi	Toplam İşletme Toplam Faiz Dışı Harcama Şüpheli Alacaklar Karşılığı Batık Kredi Miktarı	Çalışmada aracılık yaklaşımı uygulanarak bankacılık faaliyetleri ile ilgili etkinlik analizleri yapılmıştır.
<b>Aly vd., (1990)</b>		
Konut Kredisi Ticari Kredi Diğer Krediler Vadesiz mevduat	Emek Fiziksel Sermaye Borç verilebilir Fon	Çalışma sonucunda %35 etkisizlik oranı tespit edilmiştir.
<b>Elyasiani ve Mehdian (1990)</b>		
Toplam Gelir	Personel Sayısı Sabit Varlık Mevduat Sertifikası (MS) MS Dışı Mevduat	Analizi yapılan KVB'lerin %10'u etkisiz bulunmuştur.
<b>Ferrier ve Lovell, (1990)</b>		
Vadesiz Mevduat Vadeli Mevduat Gayri Menkul Kredisi Tesis Kredisi Ticari Kredi	Personel Sayısı Kira+Donanım Giderleri Malzeme Giderleri	Analiz sonucunda etkisizlik oranının %21 olduğu tespit edilmiştir.
<b>Berger ve Humphrey, (1991)</b>		
Vadesiz Mevduat Vadeli Mevduat Konut Kredileri Taksitli Kredi Ticari Kredi	İşgücü Fiziksel Sermaye Alınan Krediler	Etkisizlik değeri %24 olarak bulunmuştur.
<b>Zaim, (1993)</b>		
Vadesiz Mevduat Vadeli Mevduat Kısa Vadeli Krediler (\$) Uzun Vadeli Krediler (\$)	Personel Sayısı Faiz Giderleri Amortisman İşletme Giderleri	1981 ve 1990 yıllarının sırasıyla liberalleşme politikalarının öncesi ve sonrası olarak belirlendiği çalışmalarda, finansal reformların ticari bankaların teknik ve dağılımsal etkinliklerini artırıcı rol oynadığı ve bu süreçte kamu bankalarının beklenenden daha etkin olduğu ortaya konmuştur.
<b>Zaim, (1994)</b>		
Vadesiz Mevduat Vadeli Mevduat Kısa Vadeli Krediler (\$) Uzun Vadeli Krediler (\$)	Personel Sayısı Faiz Giderleri Amortisman İşletme Giderleri	Liberalleşme politikalarının sonucunda ticari bankaların teknik etkinliklerini artırdığı ve bu dönemde kamu bankalarının da öngörülenden daha etkin çıktığı gözlemlenmiştir.

<b>Karakis vd., (1994)</b>		
Bireysel Kredi Konut Kredisi Ticari Krediler Diğer Fon ve Krediler	İşgücü Fiziksel Sermaye Faizli Kredi (100.000\$ altında) Faizsiz Mevduat Alınan Kredi	Analizi yapılan KVB %10 oranında etkinsiz bulunmuştur.
<b>Hunter ve Timme (1995)</b>		
Ticari ve Güvenlik Bireysel Kredi Diğer krediler Faiz Dışı Gelir	Fonları İş gücü Fiziksel Sermaye Alınan Kredi İşlemler Hesabı	Genel etkinsizlik oranı %30-54 arasında değişmektedir.
<b>Ertuğrul ve Zaim, (1996)</b>		
Vadesiz Mevduat Vadeli Mevduat Kısa Vadeli Krediler (\$) Uzun Vadeli Krediler (\$)	Personel Sayısı Faiz Giderleri Amortisman İşletme Giderleri	Analizi yapılan yıllarda finansal reformların ticari bankaların teknik etkinliklerini olumlu yönde etkilediği ve kamu bankalarının beklenenden daha etkin olduğu tespit edilmiştir.
<b>Thompson vd., (1996)</b>		
Toplam Kredi Toplam Faiz Dışı Gelir Yabancı Fonlar	Personel Sayısı Fiziki Sermaye Şube Sayısı Ve Mevduat	Çalışmada aracılık yaklaşımı uygulanarak bankacılık faaliyetleri ile ilgili olarak etkinlik oranları ortaya konmuştur.
<b>Yolalan, (1996)</b>		
Özkaynaklar+Net Kar/Toplam Aktifler Net Alınan Ücret Komisyonlar/Toplam Aktifler Likit Aktifler/Toplam Aktifler	Takipteki Krediler/Toplam Aktifler Faiz Dışı Giderler/Toplam Aktifler	Çalışmada analizi yapılan dönemde yabancı bankalardan özel bankalara, ondan da kamu bankalarına doğru etkinlikten etkinsizliğe doğru gidildiği tespit edilmiştir.
<b>Jackson, Fethi ve İnal (1998)</b>		
Krediler Vadeli Mevduat Vadesiz Mevduat	Toplam Çalışan Sayısı İşgücü Maliyeti dışında kalan Operasyonel Giderler Amortismanlar	Analizi yapılan dönemde 1993 ve 1994 yılları hariç, etkinliğin, özel ve yabancı sermayeli bankaların kamu bankalarına göre daha etkin olduğu saptanmıştır.
<b>Yıldırım (1999)</b>		
Toplam Krediler Faiz Gelirleri Faiz Dışı Gelirler	Toplam Vadesiz Mevduat Toplam Vadeli Mevduat Faiz Giderleri Faiz Dışı Giderler	Analiz sonucunda etkin olan KVB'lerinin daha etkin olduğu ve teknik ile ölçek etkinliğinin banka büyüklüğü ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca kamu bankalarının daha az etkin olmasına rağmen etkinlik açısından daha iyi bir performansla sahip olduğuna ulaşılmıştır.



<b>Cingi ve Tarım, (2000)</b>		
Toplam Kar Toplam Kredi Toplam Mevduat	Toplam Aktifler Toplam Karşılık Giderleri Kredi Geri Dönüş Oranı	Kamu sermayeli bankaların ağırlıklı olduğu çalışmada hiçbir kamu bankası etkin olmazken 3 özel sermayeli holding bankası tüm yıllarda etkin bulunmuştur.
<b>Mercan ve Yolalan, (2000)</b>		
Portföy/Toplam Aktifler Özkaynaklar +Net Kâr/Toplam Pasifler Net Dönem Karı/Ortalama Özkaynak	Personel Giderleri/Toplam Aktifler Toplam Giderler/Toplam Gelirler	İncelenen dönemde bankaların özellikle de 1989 sermaye hareketlerinin serbestleşmesinden ve 1994'deki finansal krizden önemli ölçüde etkilendiği tespit edilmiştir. 1994 sonra ise KVB'lerinin performansında ciddi oranda bir gerileme olduğu tespit edilmiştir.
<b>Worthington, (2000)</b>		
Vadesiz Mevduat Vadeli Mevduat Bireysel Kredi Konut Kredileri Ticari Krediler Menkul Kıymetler	Özkaynak Fiziki Sermaye Personel Sayısı Şube Sayısı	Genel olarak analizi yapılan 1993, 1994, 1995, 1996 ve 1997 yıllarında verimlilik oranının arttığı gözlemlenmiştir.
<b>Denizer vd., (2000)</b>		
<b>Üretim Yaklaşımı</b> Toplam Mevduat Toplam Komisyon Faiz Dışı Gelirler	Toplam Özkaynaklar Personel Giderleri Faiz ve Komisyon giderleri	Çalışmada yabancı sermayeli bankalar ile yerli sermayeli bankaların etkinlikleri birbirine paralel değişim gösterdiği tespit edilmiştir.
<b>Aracılık Yaklaşımı</b> Toplam Krediler Faiz+Komisyon Gelirleri	Toplam Mevduat Toplam Faaliyet Giderleri (Personel Giderleri Hariç)	
<b>Köksal, (2001)</b>		
Net Dönem Karı Toplam Krediler Toplam Mevduat Kredi Dönüş Oranı	Şube Sayısı Personel Sayısı Toplam Aktifler Toplam Faiz Giderleri	Analizi yapılan 37 KVB'nin 18'i etkin bulunmuştur. Ayrıca bu KVB'lerinin kamu sermayeli bankalar diğer banka guruplarına göre daha etkin bulunmuştur.
<b>Bozdağ, Altan ve Atan, (2001)</b>		
Net Dönem Karı/Ortalama Toplam Aktifler Net Dönem Karı/ Ortalama Özkaynak Net Dönem Karı/Ortalama Ödenmiş Serm.	Sermaye Standart Rasyosu Toplam Krediler/Toplam Aktifler Takipteki Krediler/Toplam Krediler Duran Aktifler/Toplam Krediler Likit Aktifler/Toplam Aktifler, Likit Aktif/Mevduat + Mevduat Dışı Kaynaklar	Çalışma sonucunda kamu sermayeli bankaların hiç biri etkin değilken, özel sermayeli mevduat bankalarının ise bazıları etkin, bazıının ise etkinsiz olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca etkinsiz olan bankalara etkin olabilmeleri için iyileştirme hedefleri verilmiştir.

<b>Altınok, (2002)</b>		
Net Dönem Karı /Ortalama Toplam Aktifler Net Dönem Karı / Ortalama Özkaynaklar) Net Dönem Karı /Ortalama Ödenmiş Sermaye	Sermaye Standart Rasyosu Toplam Krediler / Toplam Aktifler Takipteki Krediler / Toplam Krediler Duran Aktifler / Toplam Aktifler Likit Aktifler / Toplam Aktifler Likit Aktifler / Mevduat + Mevduat Dışı Varlıklar	Çalışmada kamu bankalarının hiç biri etkin bulunmazken, özel sermayeli bankaların ise bazıları etkin bulunmuştur. Çalışmada yabancı sermayeli banka yoktur. Ayrıca etkinsiz bulunan firmalara etkin olabilmeleri için potansiyel iyileştirme değerleri verilmiştir.
<b>Eken ve Emiral, (2002)</b>		
Toplam Krediler Diğer Gelir Getiren Aktifler	Toplam Mevduat ve Kısa Vadeli Borçlar Toplam Maliyet (Faiz Giderleri+Faiz Dışı Giderler + Personel Giderleri)	Çalışması yapılan dönemde fona devredilen bankaların 1998-2000 yıllarında etkinlik değerinin çok düşük olduğu, ancak yabancı sermayeli bankaların ise bu dönemde etkinliği yakalayan tek grup olduğu gözlemlenmiştir. Aynı dönemde kamu sermayeli yatırım bankaları 1999-2000 yıllarında etkinliği biraz düşük olmasına karşın, sonraki yıllarda etkinliği yakalamıştır. Kamu sermayeli ve özel sermayeli ticaret bankaları ise etkinlik skorunu yakalayamadıkları tespit edilmiştir.
<b>Kurt, (2002)</b>		
Net Kar Toplam Kredi Toplam Mevduat	Toplam Aktifler Toplam Giderler Kredi Dönüş Oranı	Analizde, risk alma ölçütlerini hesaplamak üzere VZA etkinlik analizi uygulanmıştır. 1992-2000 periyodunda kredilerinde büyük artış olan KVB daha yüksek risk alırken de etkin bulunmuştur.
<b>Atan, (2002)</b>		
Toplam Krediler Menkul Değerler	Toplam Mevduat Alınan Kredi Özkaynak Mevduat Dışı Kaynaklar Özkaynak Faiz Giderleri Faiz Dışı Giderler Şube Sayısı Personel Sayısı	Analizde bankalar TMSF'ye devredilen, kamu sermayeli, özel sermayeli, kalkınma ve yatırım bankaları diye guruplara ayrılarak etkinlik değerleri incelenmiştir. Analizi yapılan yıllarda TMSF'ye devredilen bankaların bazıları etkinlik skoruna yakın bir performans göstermiştir. Ayrıca analiz sonucunda kalkınma ve yatırım bankaları diğer bankalara nazaran daha etkin bulunmuştur.

<b>Kaya ve Doğan, (2005)</b>		
<p><b>Üretim Yaklaşımı</b> Toplam Mevduat / Toplam Aktifler Toplam Krediler / Toplam Aktifler</p> <p><b>Aracılık Yaklaşımı</b> Toplam Krediler / Toplam Aktifler Faiz Gelirleri /Toplam Aktifler</p>	<p>Personel Giderleri / Toplam Aktifler Diğer Faiz Dışı Giderler/Toplam Aktifler Şube Başına Personel Sayısı</p> <p>Mevduat / Toplam Aktifler Mevduat Dışı Yabancı Kaynaklar / Toplam Aktifler Faiz Giderleri / Toplam Aktifler Faiz Dışı Giderler / Toplam Aktifler</p>	<p>Büyük ölçekli bankaların diğer ölçekli bankalara göre daha etkin olduğu ve ölçek büyüklüğü arttıkça analizdeki bankaların etkinliği arttığı gözlenmiştir. Böylece yeniden yapılandırma ve birleştirmeler etkinliği artırmaktadır. Ayrıca analizde Malmquist TFP göre etkinlik değerleri hesaplanmış ve dezenflasyon sürecinde bankacılık sektörünün verimliliğinin iyi bir noktada olduğu vurgulanmıştır.</p>
<b>Kılılı ve Atan, (2005)</b>		
<p>Net Dönem Kar/Zararı Toplam Krediler</p>	<p>Toplam Özkaynaklar Toplam Mevduatlar Şube Sayısı Personel Sayısı</p>	<p>Girdi ve çıktı değişkenlerinin analiz sonucunu doğrudan etkilediği ifade edilmiştir. Analizin sağlıklı sonuçlar elde edilebilmesi için değişkenlerin seçimine azami dikkat gösterilmelidir.</p>
<b>Yayla, Kaya ve Ekmen (2005)</b>		
<p><b>Üretim Yaklaşımı</b> Toplam Mevduat/Toplam Aktifler Toplam Krediler/Toplam Aktifler</p> <p><b>Aracılık Yaklaşımı</b> Faiz Gelirleri/Toplam Aktifler Toplam Krediler/Toplam Aktifler</p>	<p>Personel Giderleri/Toplam Aktifler Diğer Faiz Dışı Giderler/Toplam Aktifler Şube Başına Personel Sayısı</p> <p>Mevduat/Toplam Aktifler Mevduat Dışı Yabancı Kaynaklar/Toplam Aktifler Faiz Giderleri/Toplam Aktifler Faiz Dışı Giderler/Toplam Aktifler</p>	<p>Çalışma sonucunda özel sermayeli bankalar yabancı sermayeli bankalardan daha etkin olduğu gözlemlenmiştir. Ancak yabancı bankaların şube ağının yaygınlaşması durumunda topladıkları mevduat (girdi) ve ürettikleri krediler (çıktı) artacağı için optimal etkinliğe sahip olabileceği öngörülmüştür.</p>
<b>Coşkun ve Balatan, (2006)</b>		
<p>Krediler ve Benzeri Diğer Varlıklar</p>	<p>Mevduat ve Diğer Kaynaklar</p>	<p>Çalışmanın yapıldığı yıllarda seçilen bankaların etkinlik farkının ölçek etkinliğindeki büyük farktan kaynaklandığı ve büyük ölçekli özel sermayeli mevduat bankalarının etkinliğe ulaşmakta kolaylık sağladığı ancak özellikle kamu sermayeli mevduat bankalarının ölçek büyüklüğünün etkisizliğin kaynağını oluşturduğu ortaya konmuştur.</p>

<b>Sevimeser, (2005)</b>		
Toplam Krediler Faiz Gelirleri Faiz Dışı Gelirler	Toplam Mevduat Faiz Giderleri Faiz Dışı Giderler	Çalışmada yerli sermayeli özel bankaların etkinlik sorunları yaşandığı yönünde sonuçlar elde edilen ölçümde kamu bankalarının etkinliği yabancı bankalara göre oldukça yüksek seviyelerde olmuş olmasına rağmen özel bankalara nazaran daha etkin olduğu görülmüştür.
<b>Önal ve Sevimeser, (2006)</b>		
Toplam Krediler Faiz Gelirleri Faiz Dışı Gelirler	Toplam Mevduat Faiz Giderleri Faiz Dışı Giderler	Analiz sonucunda yerli sermayeli özel bankaların etkinlik sorunları yaşandığı yönünde sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca yabancı bankalar ile özel bankaların etkinlik skorları yıllar içerisinde paralel değişim gösterdiği tespit edilmiştir.
<b>Özgür ve Eleren (2006)</b>		
<b>1. Analiz</b> Kredi Mevduat <b>2. Analiz</b> Kredi Mevduat <b>3. Analiz</b> Kredi Özsermaye	Özsermaye Personel Giderleri Personel Giderleri	Yapılan her 3 analiz sonucunda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada büyük sermayeli bankalar daha etkin bulunurken, düşük sermayeli bankalar görece olarak daha etkinsiz olduğu tespit edilmiştir.
<b>Öncü ve Aktaş (2007)</b>		
Toplam Krediler Diğer Gelir Getirici Varlıklar	Personel sayısı Fiziki Sermaye Ödünç Alınan Fonlar	Çalışmada, yeniden yapılandırma döneminin sonucunda teknoloji kaynaklı verimliliğin arttığı tespit edilmiştir.
<b>Özgür, (2007)</b>		
Kredi Toplamı – Kul. Fonlar Faiz Gelirleri – Kar Payı Gelirleri	Mevduat Toplamı – Toplanan Fonlar Faiz Giderleri – Kar Payı Giderleri	Katılım bankaları kendi aralarında değerlendirildiğinde görece olarak etkin ve etkinlik sınırına yakın KVB'leridir. Faizli işlem yapan mevduat bankaları bankacılık sektörüne hakim olduğu ancak, katılım bankalarına göre finansal yönden daha etkinsiz bulunmuştur. Ayrıca mevduatı krediye çevirebilme kabiliyeti olarak katılım bankaları daha etkin bulunmuştur.
<b>Özgür, (2008)</b>		
Toplam Krediler Faiz Gelirleri	Toplam Mevduat Personel Giderleri Faiz Giderleri	Kamu bankalarının etkinliğini araştıran bu çalışmada Ziraat bankasının en büyük banka olmasının yanı sıra, Halk bankası ile birlikte etkin bir KVB'dir. Vakıf bankası ise en etkinsiz KVB olarak tespit edilmiştir.

<b>Behdioğlu ve Özcan, (2009)</b>		
Toplam Mevduat Toplam Krediler Net Kar	Personel Sayısı Faiz Dışı Giderler Faiz Giderleri Şube Sayısı	Çalışmada 29 bankanın etkinliği araştırılmış ve CCR modeline göre 9, BCC modeline göre ise 19 banka etkin bulunmuştur.
<b>Tarkoçin ve Gencel, (2010)</b>		
<b>1. Model</b> Toplam Krediler	Toplam Mevduat Alınan Kredi Özkaynak	Analizde 6 farklı model uygulanmıştır. Bunun sebebi farklı girdi – çıktı değişkenlerinin etkinlik sonuçları üzerinde etkisini ortaya koymaktadır. Ayrıca yıllar itibariyle ticari bankaların etkinlik değerleri tüm modellerde genel olarak aynı eğilime sahip olduğu görölmüştür.
<b>2. Model</b> Toplam Krediler Menkul Değerler	Toplam Mevduat Alınan Kredi Özkaynak	
<b>3. Model</b> Toplam Krediler Menkul Değerler	Toplam Mevduat + Alınan Kredi Duran Aktifler Diğer Faaliyet Giderleri	
<b>4. Model</b> Net Faiz Geliri + Net Ücret ve Komisyonlar	Mevduat + Alınan Kredi Duran Aktif Diğer Faaliyet Giderleri	
<b>5. Model</b> Krediler Mevduat Menkul Değerler	Faiz Giderleri Diğer Faaliyet Giderleri	
<b>6. Model</b> Faiz Gelirleri Net Ücret ve Komisyon Gelirleri	Faiz Giderleri Diğer Faaliyet Giderleri	

### 2.3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN KULLANIM ALANLARI

VZA çok girdili ve çok çıktılı üretim ortamında karar verme sürecinde kullanım olanakları bulunan önemli bir ölçüm aracıdır. Performans değerlendirmede önemli bir araç olarak VZA özellikle mevcut etkinliğin tespiti, KVB'ler arasında etkinliğin karşılaştırılması ve etkinliğin zaman içinde değişimlerinin belirlenmesi hususlarında tercih edilmektedir (Demirci, 2018).

VZA'nın kullanım alanları aşağıda özetlenmiştir (Depren, 2008).

1. Eş grupların (referans kümeleri) oluşturulması; VZA sonucunda etkin olmayan her bir KVB için ona referans olacak bir etkin küme oluşturulur. Bu kümede yer alan birimlerin girdi veya çıktı değerleri yoğunluk (lambda) değerleri ile çarpılarak etkin olmayan birimin iyileştirme potansiyeli hesaplanır. Bu şekilde etkin olmayan birim etkin duruma getirilir.

2. Etkin çalışma uygulamalarının belirlenmesi; etkin birimlerin belirlenmesi görelî etkin birimlerin mutlak etkinliğinin artırılmasına yardımcı olabilir. Görelî etkin birimler arasında daha iyi performansa sahip birimler vardır.

3. Hedef belirleme; etkinlik analizlerine yönelik yapılan çalışmalarda sıklıkla görelî etkin olmayan birimlerin performanslarının iyileştirilmesi için hedefler belirlenir. VZA ile girdi ve çıktıya yönelik hedefler belirlemek elverişlidir. Buna göre girdilerin ne oranda azaltılacağı veya çıktıların ne oranda artırılacağına karar verilmekte ve performansın artırılması için yönetime önemli bilgiler sunulmaktadır.

4. Etkin stratejilerin belirlenmesi; VZA, birimlerin politika ve programlarını karşılaştırmada kullanılmakla birlikte, modelin uygun çözümü ile yönetsel ve program etkinlikleri değerlendirilebilmektedir.

5. Etkinlik değişimlerinin belli bir zaman aralığında gözlenmesi; VZA ile etkin olduğu belirlenmiş bir firma gelecek dönemlerde etkin olmayabilir ve VZA, farklı zamanlardaki etkinliği ölçebilmekte ve değişimlerin gözlenmesine olanak tanımaktadır.

6. Kaynak ataması; VZA görelî etkinliği hesaplamının yanı sıra etkin olmayan birimler için kaynak kullanımına veya çıktı artırmaya ilişkin öngörülerde bulunabilir. Görelî etkin ve etkin olmayan birimler belirlendikten sonra kaynakların optimal dağılımını sağlamak mümkün olmaktadır.

#### **2.4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN GÜÇLÜ VE ZAYIF YÖNLERİ**

VZA'nın uygulamasında çok önemli avantajları bulunmakla birlikte, bazı zayıf yönleri de mevcuttur. Bu kısımda VZA'nın uygulanmasında güçlü ve zayıf yönleri açıklanmıştır.

### 2.4.1. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri

VZA'nın güçlü yönlerini aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Erpolat, 2011).

- Çok sayıda girdi ve çıktı kullanılabilir.
- Girdi ve çıktılarla ilişkin davranışsal bir varsayım yapılmadan, girdiler ve çıktılar arasındaki sebep sonuç ilişkisi kurmadan, analizler yapılabilir.
- Girdi ve çıktılarının ağırlıklarına ilişkin herhangi bir varsayım yapmadan model tarafından belirlenir.
- Birbiriyle benzer üretim yapısına sahip homojen birimler karşılaştırılabilir.
- Girdi ve çıktılar farklı birimlerle verilebilir.
- Etkin olmayan birimlerin etkinliğini artırmaya yönelik yöneticilere alternatif iyileştirme yolları sunar.
- Girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesinde karar vericilere serbestlik tanıyarak üretim sürecini tanımlarını sağlar.
- KVB'ler hakkında kapsamlı bir veri tabanı oluşturularak sonraki analizler için sonuçların mukayesesini sağlar.
- KVB'lere ilişkin etkinlik ölçümünü, parametrik yöntemlerden farklı olarak en etkin KVB'ler ile karşılaştırarak, sonuçların güvenilirliğini sağlar.
- Girdi ve çıktıları fiyat olarak ifade imkanının sınırlı olduğu kar amacı taşımayan kuruluşların da incelenebilmesini sağlar.
- Analize ilave bir KVB eklenmesi, mevcut KVB'ler için hesaplanan teknik etkinlik değerinin artmasına sebep olmaz.

Ekonomik teorilerle desteklenme, mutlak etkinlik yerine göreceli etkinlik üzerine odaklanma, çoklu girdi ve çıktıları eşzamanlı olarak ölçme ve en etkin birimi belirleyerek hedef olarak seçebilme yeteneği, VZA'nın akademik çalışmalarda yaygın bir şekilde tercih edilmesine sebep olmuştur (Kontodimopoulos, Moschovakis, Aletras ve Niakas, 2007). VZA'nın diğer önemli bir üstünlüğü de, az sayıda gözlem kümesi kullanılarak analiz yapılabilmesidir (Pasiouras, 2008).

### 2.4.2. Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri

VZA'nın zayıf yönlerinden en belirgin olanları aşağıdaki gibidir (Erpolat, 2011).

- KVB'lerin göreceli etkinliğini ölçse de, mutlak etkinliklerine ilişkin bilgi sunmaz.
- VZA ile seçilen modelin uygunluğunu ve sonuçların doğruluğunu test etmek için istatistiksel hipotez testleri kurulmaz.
- Büyük boyutlu problemlerin VZA ile çözümü hesaplama açısından elverişli değil.
- Sadece analiz edilen KVB'lerin göreceli etkinliklerini ölçer.
- Karar birimlerinin etkinliği kendi başlarına değerlendirilmek yerine, referans kümesine göre analiz edilir. Bu nedenle VZA ile elde edilen sonuçlar, göreceli olarak yorumlanır.
- Ölçüm hatalarına karşı oldukça hassastır.
- En iyi etkinlik ile gözlemlenen etkinlik arasındaki farkı, sadece etkinsizlik ile açıklaması ve uç gözlem noktaları için ölçüm hatalarını dikkate almaması sonuçların güvenilirliğini tartışmalı hale getirebilir.
- Kullanılan girdi sayısı arttıkça analize dahil edilen KVB'lerin etkin çıkma olasılığı artar. Bu nedenle girdilerin mümkün olduğunca az sayıda seçilmesi gerekir.
- VZA tek bir döneme ait veriler arasında kesit analizi yaparken, gerçek hayatta girdilerin çıktılara dönüşme süreci bir dönemden daha uzun sürebilir.
- Soyut ve kategorik değişkenlere karşı duyarlı değildir.

VZA yöntemi ile hesaplamalarda analize dahil edilen KVB'ler arasında etkinlik değeri 1.0 olarak belirlenen bir KVB'nin, etkinliğini daha fazla arttıramayacağı izlenimi, gerçeği yansıtmamaktadır. Söz konusu KVB sadece mevcut veri seti içerisinde etkin olarak tespit edilmiştir (Pereira, 2006).

VZA modeli ile etkin KVB'ler için sıralama yapılması mümkün olmamaktadır (Zzadeh vd. 2008). VZA sonuçları gözlem kümesi içerisinde bir anlam ifade eder. Bu küme dışında daha etkin bir KVB'nin bulunma olasılığı yok değildir. Dolayısıyla analiz sonuçlarına göre bulunan etkin KVB, mevcut veri setinde etkin KVB olarak kabul görülmelidir (Demirci, 2018).



## 2.5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN MATEMATİKSEL YAPISI

Girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere iki yönlü kullanılabilen VZA modellerinin her biri kendi içinde oransal VZA modeli, ağırlıklı VZA modeli ve zarflamalı VZA modeli şeklinde sınıflandırılmaktadır (Yalama, 2005). Girdiye yönelik yaklaşımda çıktı düzeyinde bir değişiklik yapmaksızın, belirli bir çıktıyı üretebilmek için girdi bileşiminin ne kadar azaltılması gerektiğine bakılır. Çıktıya yönelik yaklaşımda ise, girdi düzeyinde bir değişiklik yapmaksızın, belirli bir girdi ile çıktı bileşiminin ne kadar artırılması gerektiği araştırılır (Dinç ve Haynes).

VZA matematiksel açıdan iki önemli özellik taşımaktadır (Kazançoğlu, 2008);

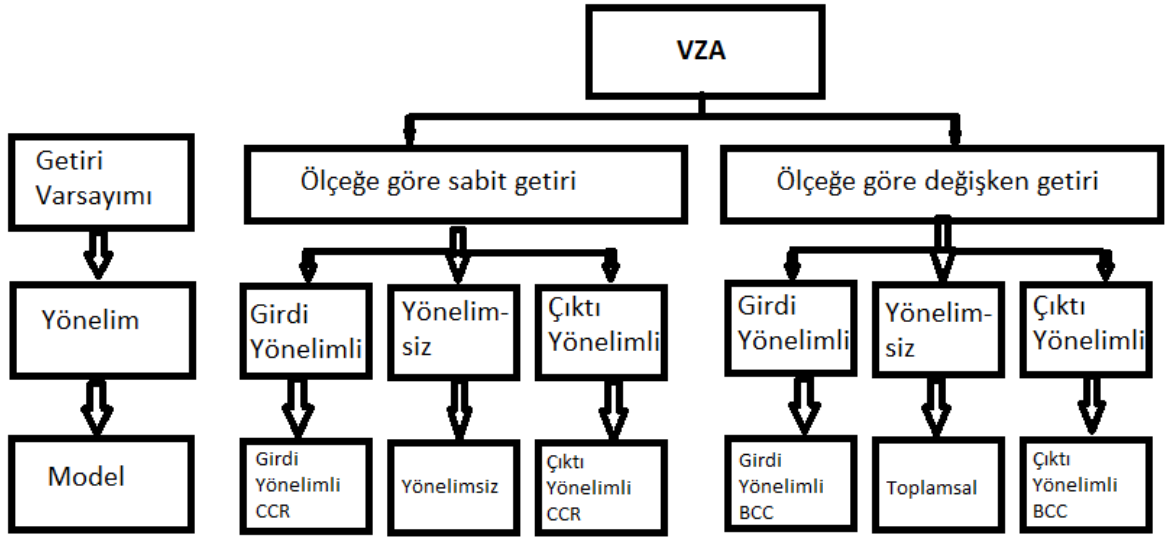
1. İstatistiksel dağılım özellikleri taşımadığından dolayı istatistiksel değil deterministiktir.
2. Girdi ve çıktılar arasında ilişkiye yönelik fonksiyonel bir varsayımda bulunmadığından dolayı parametrik değildir.

VZA, girdi ve çıktılara tek tek ağırlıklar atayarak onları aynı anda kullanabildiği gibi, farklı ölçü birimlerine sahip verileri de aynı formül altında değerlendirebilmektedir.

## 2.6. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN MODELLERİ

VZA modelleri doğrusal programlama modellerinin geliştirilmiş bir biçimi olup, doğrusal programlama modellerine ilişkin bütün özellik ve varsayımlar VZA modelleri için de geçerlidir. Bu nedenle diğer doğrusal programlama modellerinde olduğu gibi, VZA modellerinde de sınırlayıcı kısıtlar altında, amaç fonksiyonunun maksimizasyonu ya da minimizasyonu problemi ile ilgilenilir (Ünsal, Rüzgar ve Rüzgar, 2000).

VZA'da kullanılan modelleri zarflama şekli ve etkin olmayan birimlerin etkin üretim sınırı olan uzaklıklarına göre Şekil 2.2'de gösterildiği gibi sınıflandırmak mümkündür (Özden, 2008).



**Şekil 2.2. VZA’da Kullanılan Modeller**

Şekil 2.2’de kullanılacak modellerden hangilerinin kullanılacağına araştırmanın kapsamına ve kullanılacak varsayımlara göre karar verilir.

Genellikle;

- KVB’lerin ölçeğe göre sabit getiri özelliği taşıdığı varsayılıyorsa ve birimlerin toplam etkinlikleri ölçülmek isteniyorsa, CCR veya yönelimsiz modeller,
- KVB’lerin ölçeğe göre değişken getiri özelliği taşıdığı varsayılıyorsa ve yalnızca birimlerin teknik etkinlikleri ölçülmek isteniyorsa, BCC veya toplamsal modeller,
- KVB’lerin etkinliklerine ilişkin detaylı bilgilere ulaşılmak isteniyorsa, yani etkinsizlik kaynaklarının tespiti amaçlanıyorsa, toplam, teknik ve ölçek etkinliklerin tamamının ölçülmesi gerektiği için, hem CCR hem de BCC modeller,
- En fazla çıktının en az girdi ile üretilmesi isteniyorsa, toplamsal veya yönelimsiz modeller

kullanılır (Erpolat, 2011).

VZA modelleri, ölçeğe göre sabit ve ölçeğe göre değişken getiri olmak üzere iki farklı şekilde sınıflandırılır. Ölçeğe göre sabit getiri (Constant Return to Scale -CRS) 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilmiştir. KVB’lerin etkinliği ile ölçeği arasında önemli bir ilişki olmadığını ileri süren ölçeğe göre sabit getiri varsayımında, tüm girdilerin kontrol edilebilir olduğu durumda, girdi odaklı ve çıktı odaklı modeller aynı göreceli etkinlik değerlerine sahiptir. Bir diğer deyişle, girdi ve çıktı

değişkenlerinde artış oranlarını eşit varsayar. Ölçeğe göre değişken getiri (Variable Return To Scale -VRS) ise girdilerdeki bir artışın çıktılarda farklı oranlarda artış doğuracağını ifade eder. Büyük bir örneklemede, KVB büyüklüğü ile etkinlik arasında önemli bir korelasyon varsa, ölçeğe göre değişken getiri varsayımını kullanmak elverişlidir. (Avkıran, 2011).

Belirli bir VZA modelinin seçimi aşağıdaki faktörlere göre yapılır (Baysal vd., 2005);

1. Ölçeğe göre getiri özellikleri,
2. Zarf yüzeyinin geometrisi
3. Modelin amacı (girdi minimizasyonu veya çıktı maksimizasyonu).

VZA modelleri oluşturulurken, aşağıdaki hususların göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Turgutlu, 2006);

1. Pozitiflik özelliği; VZA modellerinde bu hususa dikkat edilmektedir. Analize dahil edilen KVB'lerin girdi ve çıktıları negatife değerlere sahip olmamalıdır. Şayet, veriler arasında negatif değerler varsa, iki çözüm yöntemi bulunmaktadır. Birinci yöntem, negatif değerleri çok küçük pozitif bir değerle değiştirmek olabilir. İkinci yöntem ise mevcut tüm değişkenleri, söz konusu negatif değerleri pozitif yapacak bir değerle toplamak olabilir.

2. Eş uyumluluk özelliği; modele dahil edilen girdilerden herhangi birindeki artış, çıktılardan hiçbirinin değerini azaltmamalıdır. Veriler arasındaki korelasyona göre bu hususu tespit etmek mümkündür. Pozitif ve belirgin bir korelasyon eş uyumluluk özelliğinin göstergesidir.

3. KVB'lerin sayısı; Modele dahilen KVB'lerin sayısına ilişkin farklı görüşler bulunmakla birlikte, bu husus VZA sonuçlarının güvenilirliği açısından önemlidir. KVB'lerin sayısını, modele dahil edilen girdi ve çıktıların toplam sayısı artı bir olması gerektiğini önerenlerle birlikte, girdi ve çıktı sayılarının toplamının iki hatta üç katı olmasını öneren araştırmacılar da vardır.

4. KVB'lerin homojenliği; VZA, KVB'lerin göreceli etkinliklerini ölçmesi nedeniyle, analize dahil edilen tüm KVB'lerin aynı girdi ve çıktıları kullanması gerekmektedir.

5. Ağırlık değerlerinin incelenmesi; girdi ve çıktılarına atanan ağırlık değerleri VZA modelinin çözümü ile bulunmaktadır. Bu sebeple, VZA modeli ile çözümde, girdi ve çıktı değişkenleri başlangıçta subjektif düşüncelere göre ağırlıklandırılmamaktadır.

Temel VZA modelleri; toplamsal model, çarpımsal model, CCR ve BCC modelleri olmak üzere dört ayrı grupta sınıflandırılabilir. Aşağıda bu modeller değerlendirilerek ele anılacaktır.

### **2.6.1. Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Modelleri**

1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen CCR modeliyle, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında etkinlik değerleri hesaplanır. CCR modeli ile bulunan göreceli etkinlik değeri, toplam etkinliği ifade etmektedir. VZA'da üst etkinlik sınırı 1.0 olarak kısıtlanmıştır. KVB'lerin alt etkinlik sınırı ise sıfırdır.

Charnes, Cooper ve Rhodes'e göre, etkin KVB'ler için aşağıdaki koşullar geçerlidir (Norman ve Stoker, 1991).

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

Charnes, Cooper ve Rhodes, Farrell'in tek çıktının girdiye oranlamasıyla bulunduğu etkinlik oranını çoklu çıktıların çoklu girdilere oranlamasıyla genişletmişlerdir. Böylelikle her bir KVB için birer yapay (sanal) girdi ve çıktı belirlenip bu yapay girdi ve çıktılar ile KVB'lerin etkinlik değeri belirlenmektedir (Bal ve Örkü). Modelde doğru sonuçlara ulaşabilmek için yeterli miktarda karar verme birimi, girdi ve çıktı seçilmelidir (Tarım, 2001).

CCR modeli, girdiye yönelik CCR modeli, çıktıya yönelik CCR modeli olmak üzere iki şekilde kullanılabilir. Girdi odaklı CCR modelinde verimli olan bir KVB, çıktı odaklı KVB'de de mutlaka verimlidir (Charnes vd., 1978).

### 2.6.1.1. Girdiye yönelik CCR modeli

Girdiye yönelik CCR modeli belirli bir çıktı kombinasyonunu elde etmek için kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırır (Abdullayev, 2010).

Doğrusal programlamada amaç fonksiyonunun paydası 1'e eşitlenmekte ve bu eşitlik modelin kısıtını oluşturmaktadır (Dinçer, 2011).

Bu model aşağıdaki gibi formüle edilmektedir (Chen ve Ali, 2002):

Amaç fonksiyonu:

$$E0 = \max \frac{\sum_{r=1}^s (u_r y_{r0})}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{i0})} \quad (9)$$

Kısıt denklemleri:

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

$$v_i, u_r \geq 0 \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m$$

Burada,

n: Karar verme birimlerinin sayısı

s: Çıktı sayısı

m: Girdi sayısı

$u_r$ : o. Karar verme birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık değeri

$v_i$ : o. Karar verme birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık değeri

$x_{i0}$ : o. Karar verme biriminin kullandığı i. girdi miktarı

$y_{r0}$ : o. Karar verme biriminin elde ettiği r. çıktı miktarı

$x_{ij}$ : j. Karar verme biriminin kullandığı i. girdi miktarı

$y_{rj}$ : j. Karar verme biriminin elde ettiği r. çıktı miktarı

Yukarıdaki kesirsel programlama modelinde amaç fonksiyonu değerinin üst sınırı 1'dir. Model çözüldüğü zaman o. KVB için ağırlıklar ( $v_i$ ,  $u_r$ ) elde edilecektir.

Kesirsel programlama modeli, doğrusal programlama modeli olarak aşağıdaki gibi yazılabilir (Sathye, 2003):

Amaç fonksiyonu:

$$E0 = \max \sum_{r=1}^s (u_r y_{ro}) \quad (10)$$

Kısıt denklemleri:

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

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m$$

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

Doğrusal programlama modelinde  $\varepsilon$  sayısı (çok küçük bir sayı – genellikle  $\varepsilon \leq 10^{-6}$ ) KVBo'ya atanan ağırlıkların ( $v_i, u_r$ ) pozitif değer alması için tanımlanmıştır.

Herhangi bir doğrusal programlama problemine primal adı verilirken, ikizi dual olarak isimlendirilir. Primal ve dual problemlerin optimal çözüm değerleri aynıdır (Dinçer, 2011).

### 2.6.1.2. Çıktıya Yönelik CCR Modeli

Çıktıya yönelik CCR modeli girdi düzeyinde değişiklik yapmadan, çıktı bileşiminin ne kadar artırılması gerektiğini araştırır. Bu modelde ağırlıklandırılmış girdinin ağırlıklandırılmış çıktıya oranı minimize edilmeye çalışır. Bu özelliği ile girdiye yönelik modelden farklılaşır (Banker, Cooper, Seiford, Thrall ve Zhu, 2004).

Amaç fonksiyonu:

$$E0 = \max \frac{\sum_{i=1}^m (v_i x_{i0})}{\sum_{r=1}^s (u_r y_{r0})} \quad (11)$$

Kısıt denklemleri:

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m$$

Kesirli programlama modeli doğrusal programlama modeli olarak aşağıdaki gibi yazılabilir:

Amaç fonksiyonu:

$$E0 = \min \sum_{i=1}^m (v_i x_{i0}) \quad (12)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{i=1}^m (u_r y_{r0}) = 1$$

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m$$

Girdiye yönelik CCR modeline göre etkin bulunan karar verme birimleri, çıktıya yönelik CCR modeli ile de etkin çıkmaktadır.

### 2.6.2. Banker, Charnes ve Cooper (BCC) Modelleri

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında önerilen CCR modelinin ardından VZA'nın uzanımlarına yönelik çok yönlü araştırmalar yapılmıştır. BCC modeli 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilmiştir. BCC modeli ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında KVB'lerin etkinliği ölçülmektedir (Banker, 1984). BCC modeline göre teknik etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek

etkinliğinden oluşmaktadır (Erpolat, 2011). CCR ve BCC modelleri arasında en önemli fark, BCC modellerinde etkinlik sınırının ölçeğe göre değişken getiri özelliği göstermesini sağlayan  $\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1$  kısıtının eklenmesidir. Bu özelliğe dualine konvekslik kısıtı denilir (Thanassoulis, 2001). Bu kısıta göre, KVB'lerin ölçeğe göre artan, azalan veya sabit getiriye sahip olduğuna karar verilmektedir. Eğer bir KVB için hesaplanan  $\lambda_j$ 'lerin (ağırlıkların) toplamı 1'den büyük ise KVB ölçeğe göre azalan getiriye, 1'e eşit ise ölçeğe göre sabit getiriye, 1'den küçük ise artan getiriye sahiptir (Yıldız, 2006).

BCC modelini CCR modelinden farklılaştıran diğer bir özellik ise, KVB'nin amaç fonksiyonunda yer alıp çıktılara ilişkin ağırlıkları ifade eden değişkenin serbest işaretli olmasıdır. Konvekslik kısıtı ve serbest işaretli değişken sebebiyle etkin üretim sınırı doğrusal yapıdan konveks yapıya dönüşmektedir (Dinçer, 2011).

CCR modelinde olduğu gibi BCC modeli de girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere sınıflandırılır.

### 2.6.2.1. Girdiye Yönelik BCC Modeli

Girdiye yönelik BCC modelinde de amaç, girdiye yönelik CCR modelinde olduğu gibi, belirli bir çıktı kombinasyonunu elde edebilmek için en uygun (minimum) girdi düzeyini belirlemektir. Girdiye yönelik BCC modeli girdiye yönelik CCR modeline konvekslik kısıtının eklenmesiyle oluşturulur (Yun, Nakayama ve Tanino, 2004);

Amaç fonksiyonu:

$$E0 = \max \frac{\sum_{r=1}^s (u_r y_{r0}) - u_0}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{i0})} \quad (13)$$

Kısıt denklemleri:

$$\frac{\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj}) - u_0}{\sum_{i=1}^m (v_i x_{ij})} \leq 1, \quad j=1,2,\dots,n$$



$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m$$

Burada,

$u_o$ : o.KVB'ye ait serbest işaretli değişken

Kesirli programlama modeli doğrusal programlama modeli olarak aşağıdaki gibi yazılabilir (Entani, Maeda ve Tanaka, 2002):

Amaç fonksiyonu:

$$E0 = \max \sum_{r=1}^s (u_r y_{r0}) - u_o \quad (14)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{i=1}^m (v_i x_{i0}) = 1$$

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m$$

### 2.6.2.2. Çıktıya yönelik BCC Modeli

Çıktıya yönelik BCC modeli aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Chen ve Ali, 2002):

Amaç fonksiyonu:

$$E0 = \max \frac{\sum_{i=1}^m (v_i x_{i0}) - v_o}{\sum_{r=1}^s (u_r y_{r0})} \quad (15)$$

Kısıt denklemleri:

$$\frac{\sum_{i=1}^m (v_i x_{ij}) - v_o}{\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj})} \geq 1 \quad j=1,2,\dots,n$$

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m$$

$v_o$ : o.KVB'ye ait serbest işaretli değişken

Kesirli programlama modeli doğrusal programlama modeli olarak aşağıdaki gibi yazılabilir:

Amaç fonksiyonu:

$$E0 = \min \sum_{i=1}^m (v_i x_{i0}) - v_0 \quad (16)$$

Kısıt denklemleri:

$$\sum_{r=1}^s (u_r y_{r0}) = 1$$

$$\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj}) \leq \sum_{i=1}^m (v_i x_{ij}) - v_0 \quad j=1,2,\dots,n$$

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m$$

### 2.6.3. Toplamsal Model

Pareto-Koopmans modeli olarak da adlandırılan toplamsal model girdi ya da çıktı yönlü değildir (Bektaş, 2007). Toplamsal model, aşağıda verildiği gibi bir dual programlama problem ile ifade edilebilir (Bakırcı, 2006).

Formülasyonda kullanılan notasyon:

Y: (s x n) boyutlu çıktı matris ölçümlerini

X: (m x n) boyutlu girdi matris ölçümlerini

$\mu$ : (s x 1) boyutlu çıktı ağırlık matrisini

V: (m x 1) boyutlu girdi ağırlık matrisini

$s^+$ : çıktıya ait atıl değerleri

$s^-$ : girdiye ait atıl değerleri

$\lambda$ : (n x 1) boyutlu karar birimlerine ait yoğunluk vektörünü ifade etmektedir.

Toplamsal primal model (zarflama formu)

Amaç fonksiyonu

$$\text{Min} Z_0 = -1s^+ - 1s^- \quad (17)$$

Kısıt denklemleri:

$$Y\lambda - s^+ = Y_0$$

$$-X\lambda - s^- = -X_0$$

$$1^{\lambda} = 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

Toplamsal dual model (çarpanlı form)

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } W_0 = \mu^T Y_0 - v^T X_0 + u_0 \quad (18)$$

Kısıt denklemleri:

$$\mu^T Y - v^T X + u_0 \leq 0$$

$$-\mu^T \leq -1$$

$$-v^T \leq -1$$

Burada dualite kavramı  $Z_0^* = W_0^*$  eşitliğini sağlamak için kullanılmaktadır. Optimal değerler  $Z_0^*$  ( $W_0^*$ ) karar verme birimlerinin etkinlik sınırına olan uzaklığının ölçüsü olan etkinlik değerinin ifadesidir. Buna göre karar verme birimi; eğer  $Z_0^* = W_0^* = 0$  ise etkindir.

Eğer karar verme birimi sınır çizgisinin üzerinde ise etkin değildir. Bir başka ifadeyle  $s^{+*}$ ,  $s^{-*}$  aylak değişkenlerinden herhangi biri ve ya her ikisi birden sıfır (0) değilse, sıfırdan farklı olanın değeri, girdi ve çıktılardaki etkinsizlik değerini tanımlar. Bu işlem her karar verme birimi için n defa tekrarlanır ve elde edilen amaç fonksiyonu değerleri karar birimleri kümesini iki ayrı bölgeye ayırır. Bu ayrımlar;

$-Z_0^* = 0$  ise karar birimleri etkindir ve zarflama yüzeyini oluşturur.

$-Z_0^* < 0$  ise karar birimleri etkin değildir ve zarflama yüzeyinin altında bulunurlar.

Toplamsal model, ölçüğe göre sabit getiri varsayımına tabidir (Seiford, 1996).

#### 2.6.4. Çarpımsal Model

VZA çarpımsal modeli parçalı logaritmik doğrusal veya parçalı Cobb-Douglas zarflama modelini kullanarak geliştirilmiş bir model olup, ekonometrik model özelliklerine ek olarak çok girdili çok çıktılı durumlarda ölçüm yapabilen bir modeldir (Bakırcı, 2006). Logaritmik kısıtları içeren bir model olması çarpımsal modele etkin olmayan KVB'nin etkinlik sınırına olan uzaklığının hesaplanmasında üstsel ifadeler kullanılması olanağı vermektedir.

Çarpımsal modelde, toplamsal modelde olduğu gibi girdiye ve çıktıya yönlendirme bulunmamaktadır. Modelin primal ve dual doğrusal formları aşağıda yer almaktadır (Sarıca, 2007).

Amaç fonksiyonu,

$$\text{Max } W_0 = \text{Log}(Y_0)\mu^T - \text{Log}(X_0) v^T + 1v_0 \quad (19)$$

Kısıt denklemleri:

$$\text{Log}(Y_0)\mu^T - \text{Log}(X_0) v^T + 1v_0 \leq 0$$

$$-1\mu^T \geq -1 \quad (-\mu^T \leq -1) \quad (\text{Çıktı})$$

$$-1v^T \geq -1 \quad (-v^T \leq -1) \quad (\text{Girdi})$$

$\mu^T, v^T, v_0$  : serbest

Çarpımsal Dual ( $MALT_0$ ) Doğrusal Programlama Modeli için;

Amaç fonksiyonu,

$$\text{Min } Z_0 = -1s^+ + 1s^- \quad (20)$$

Kısıtlar,

$$\text{Log}(Y)\lambda - s^+ = \text{Log}(Y_0)$$

$$\text{Log}(X)\lambda - s^- = \text{Log}(X_0)$$

$$1^\lambda = 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULANMASI

#### 3.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULAMA SÜRECİ

VZA, benzer üretim süreçleri bulunan ekonomik KVB'lerin nispi etkinliklerini ölçmek amacıyla geliştirilmiş, parametrik olmayan bir ölçüm tekniğidir. VZA ile önceden ileri sürülmüş herhangi bir fonksiyonel ilişkiden bağımsız olarak, çoklu girdi ve çoklu çıktı kullanarak analiz yapılabilmektedir. VZA ile her bir KVB'nin etkisizliği miktar olarak belirlenebilmektedir. VZA, KVB'ler için iyileştirici politikalar üretilmesine olanak tanımaktadır. Bu nedenle pek çok alanda, VZA yoğun bir şekilde tercih edilmektedir. Bunun yanı sıra, VZA'nın alternatif ölçüm yöntemlerine göre üstün özelliklere sahip olması, onun kusursuz olması anlamına gelmez. VZA ile başarılı sonuçlar elde edebilmek için bazı kuralların gözetilmesi gerekir. Bu bölümde bunlara değinilecektir.

VZA uygulamasında izlenecek işlem adımlarını sekiz ana başlık altında toplamak mümkündür (Ulucan, 2002).

1. Karar verme birimlerinin seçimi
2. Girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimi
3. Verilerin elde edilmesi
4. Uygun VZA modelinin seçimi
5. Etkinlik değerlerinin hesaplanması
6. Referans gruplarının tespiti
7. Etkin olmayan karar verme birimleri için hedeflerin belirlenmesi
8. Genel ve detay sonuçların yorumlanması

### 3.1.1. Karar Birimlerinin Belirlenmesi

VZA yöntemini başarıyla uygulamak ve etkinlik değerlerini yorumlayabilmek için, ilk olarak, çalışmanın amaçlarına uygun karar birimlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Çalışma için uygun karar birimlerinin belirlenmesi, çalışmanın amacına ve çalışmanın içeriğini oluşturan konuya göre farklılık göstermektedir. Karar birimleri işletmenin bütünü seçilebileceği gibi, bir işletmelerin alt birimleri de olabilir (Dinçer, 2011).

Karar verme birimlerinin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken hususları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Baysal ve Toklu, 2001):

1. Seçilen birimler faaliyetlerini gerçekleştirirken benzer amaçlara sahip olmalıdır.
2. Tüm birimlerin çalışma şartları aynı olmalıdır.
3. Gözlem kümesindeki karar birimlerine ait girdi ve çıktı değişkenleri yoğunluk ve büyüklükteki farklar dışında aynı olmalıdır.
4. Her bir karar birimi kullandığı girdiler ve ürettiği çıktılardan sorumlu bir birim olarak kabul edilmelidir.
5. Analiz sonuçlarının anlamlı olabilmesi için örnekleme bulunan karar birimi sayısı makul büyüklükte olmalıdır.

Bu karar birimlerinin üretim süreçleri benzer özelliklere sahip olmalı, girdi-çıktı dönüşümünün benzer olması ve benzer ortamlarda bulunuyor olmaları gereklidir. Yani homojen bir karar birim kümesi oluşturulmalıdır.

Zaman periyotları KVB'lerin etkinliklerinin analizinde sonuçlara etki yapar. Uzun periyotlar karar birimlerinde oluşabilecek önemli değişiklikleri yansıtmazken, kısa periyotlar karar birimlerinin etkinlikleri konusunda yeterli bilgi veremeyebilmektedir.

Seçilen karar biriminin sayısı etkinlik sonuçlarının anlamlı sonuçlar verebilmesini sağlar. Çalışmanın amaçlarına bağlı olarak, VZA'da karşılaştırılacak homojen karar birimleri sayısı da farklılık gösterir. Literatürde karar birimlerinin sayısına ilişkin çeşitli görüşler bulunmaktadır. Analize dahil edilen karar birimlerinin etkinliklerine ilişkin güvenilir sağlıklı sonuçlar elde edebilmek için gerekli birim sayısı,

girdi ve çıktı sayısının en az iki katı olması gerekmektedir (Kecek, 2010). Ancak literatürde KVB sayısının bu koşulları sağlamayan çeşitli VZA çalışmaları da bulunmaktadır. Daha sistematik bir yaklaşımla KVB sayısının belirlenmesinde şöyle bir formül çıkarılabilir: girdi sayısı  $m$ , çıktı sayısı da  $p$  ise, karar birimi sayısı en az,  $m+p+1$  olmalıdır (Bousofiane, Dyson ve Rhodes, 1991). Dolayısıyla, girdi ve çıktı sayısındaki artışa karşılık, karar birimi sayısının artırılması gerekmektedir. Aksi durumda VZA'nın ayırtetme gücü azalabilir, KVB'lerin etkinliğine ilişkin değerlendirme hatalı olabilir (Jenkins ve Anderson, 2003).

Analize dahil edilen karar birimlerinin ölçek büyüklüğü bakımından da homojen bir yapıya sahip olması gerekmektedir. Kullandıkları üretim teknolojileri benzer olan ve aynı girdi-çıkıtı bileşimlerini kullanan homojen birimlerin etkinlik analizleri sonuçların sağlıklı çıkmasını sağlar. Ölçek büyüklükleri dengesiz olduğunda, büyük ölçekli karar birimleri, analiz sonucunda etkin olmayan birimler olarak çıkacaktır. Firmalar, bankalar ve okullarda bu duruma çok sık rastlanmaktadır. Ölçek büyüklüklerinin homojen hale getirilebilmesi için girdi ve çıktılarının farklı şekillerde ölçülerek bazı düzeltmelerin yapılması gerekebilir (Kutlar ve Bakırcı, 2018).

### **3.1.2. Girdi ve Çıktıların Seçimi**

VZA ile sağlıklı ölçüm yapabilmek için, girdi ve çıktılarının anlamlı bir şekilde seçilmesi gerekmektedir. Bu nedenle öncelikle üretimle ilişkili bütün potansiyel girdi ve çıktılarının listesi tutulmalıdır. Daha sonra etkinlik ölçümü yapacak olan uzmanın görüşü alınarak ve bazı ön istatistik analizleri yapılarak birbiriyle çok yüksek derecede korelasyonu bulunan değişkenler analizden çıkarılmalıdır. Girdi ve çıktı sayılarını azaltmakla VZA'nın araştırma kabiliyeti artar (Karsak ve İşcan, 2000).

Çıktılar, KVB'lerin işlemleri sonucunda elde edilen kazançlar olarak tanımlanırken, girdiler ise KVB'lerin kullandığı kaynaklar veya KVB'lerin performansına etki yapan koşullar olarak ifade edilmektedir. Etkinlik analizinin güvenilir bir şekilde yapılabilmesi için VZA yöntemi kullanılarak çeşitli girdi ve çıktı senaryoları test edilebilir ve benimsenen yaklaşıma göre süreci temsil gücü yüksek anlamlı girdi ve çıktılar tespit edilebilir (Bülbül ve Akhisar, 2005).

Seçilen girdi ve çıktılar, analize dahil edilen karar birimlerinin etkinlik ölçümünün temelini oluşturacağı için, büyük bir özenle belirlenmelidir. VZA analizinde davranışsal bir varsayımda bulunulmasa da, aynı karar birimi için farklı girdi ve çıktı gruplarıyla, farklı etkinlik değerlerine ulaşılabacağından, daha çok üretim sürecini temsil gücü yüksek girdi ve çıktılar seçilmelidir. Model oluştururken önemli bir değişkenin gözden kaçırılması, bu değişkenle etkinliği hesaplanan birimin etkinlik değerini düşük yapabilir. Bunun yanı sıra, modele çok fazla girdi ve çıktı değişkeni ilave edilmesi, daha önce etkinsiz görünen karar birimlerinin etkin birimlere dönüşmesine neden olmaktadır. Diğer bir deyişle, modele yeni girdi ve çıktı değişkenlerinin eklenmesi, etkin ve etkin olmayan birimlere yönelik VZA'nın ayırtetme kabiliyetini azaltmaktadır. Bu durumda, analizi yapılan karar birimlerinin gerçek etkinliği yansıtılmamış olur. Girdi ve çıktı sayılarını artırılacaksa, karar birimlerinin sayısını da artırmak gerekir. Modelde korelasyon ilişkisi olan veriler çalışmadan dışlanabilir. Optimal girdi-çıkıtı bileşimi, çeşitli senaryolar denenerek belirlenebilir (Tetik, 2003).

İki girdi arasında güçlü bir korelasyon varsa, onlardan biri modelden elenebilir. Çıktılar için de aynı kural söz konusudur. Diğer bir kural ise, girdi ve çıktı değişkenleri arasında yüksek pozitif korelasyon varsa, fakat birbirinin yerine kullanacak durumda değilse, yine de biri tanesi modelden elenebilir. Ancak bu zaman etkin olmayan birimlerin etkinlik değeri azalacaktır. Etkin birimler için bir değişiklik söz konusu değil (Kale, 2009).

Girdi ve çıktı seçiminde izlenen bir yaklaşıma göre girdi değişkenini temsil eden bir değişken, bir başka yaklaşımda çıktı değişkenini temsil edebilir (Ekren ve Emiral, 2002). VZA ile yapılan analizlerde girdi ve çıktıların ölçü birimleri homojen olmayabilir. Ölçü birimi döviz cinsi, birim, kg, saat, kişi vb. olabilmektedir (Cooper vd., 2007).

Karar verici birimlerin girdi ve çıktıların seçiminde önemli hususlar genelleştirerek aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Cooper vd., 2007; Kale 2009).

- Her KVB için tüm girdi ve çıktı değerlerinin bulunması ve pozitif olması gerekir. Model daha sonra negatif değerleri de dikkate alacak biçimde geliştirilmiştir.
- Çalışmada kullanılacak karar birimleri ile bu birimlere ait girdi ve çıktılar analistin veya yöneticinin amacına göre seçilmelidir.



- Genel olarak, girdiler “az miktarı” tercih edilen, çıktılar “çok miktarı” tercih edilen biçimde seçim yapılmalıdır.
- Girdi ve çıktılar aynı birimden olmasına gerek yoktur. Birim, bazen insan sayısı, bazen kullanılan alan veya para cinsinden maliyet tutarı olabilir.

### **3.1.3. Verilerin Elde Edilmesi**

VZA analizinde kullanılacak girdi ve çıktılar belirlendikten sonra, tüm karar birimleri için bu girdi ve çıktı verilerinin elde edilmesi gerekmektedir. Çalışmada herhangi bir birim için girdi ve çıktı değişkenlerine ait verilerin elde edilememesi durumunda sonuçların güvenilirliği açısından söz konusu birim çalışmadan çıkarılmalıdır. VZA ile görelî etkinlik hesaplandığı için, bir birimin çalışmadan çıkarılması kalan birimlerin görelî etkinliklerini artırıcı etki doğurur (Yeşilyurt ve Alan, 2003).

Uygulamada, verilerin bulunma kolaylığı girdi ve çıktı seçimine etki yapmaktadır. Eğer bir girdi veya çıktı için verileri bulmak mümkün değil ise, üretim ilişkisini temsil edebilecek ve kolay veri bulunabilecek farklı girdi ve çıktılar seçilmelidir (Yılmaz, Özdil ve Akdoğan, 2002).

Verilerin elde edilmesi kadar, güvenilirliği de önem taşımaktadır. Herhangi bir birim için veriler tam elde edilmediğinde ve yanlış veriler kullanıldığında, sadece söz konusu birimin etkinlik değeri değil, analize dahil edilen tüm KVB’lerin etkinlik skorları gerçek durumu yansıtmayabilir. Bu durumda eksik ve güvenilirliği tartışmalı veriye sahip birim çalışmadan çıkarılmalıdır (Yun vd., 2004).

### **3.1.4. Model Seçimi**

VZA modelleri kullanım alanlarına ve yapılacak varsayımlara göre değişik şekillerde oluşturulabilir. Bu modellerin herhangi biri analizde kullanılabilir. Çalışmada hangi modelin kullanılacağı girdi ve çıktılar kontrol edilebilirliğine bağlıdır (Cook ve Seiford, 2009).

CCR modeli ölçüğe göre sabit getiriye esas alarak görelî etkinliğe ilişkin ölçüm yaparken, BCC modeli daha esnek bir etkin sınıra sahip olduğu için, değişken getiriye esas alarak daha hassas ölçümler yapılmasına olanak tanımaktadır. Daha önce CCR ve BCC modelleri ile yapılmış çalışmalara bakıldığında, BCC modeline göre bulunan etkin karar birimlerinin sayısı CCR'ya göre daha fazladır. Hangi modelin tercih edileceği mevcut üretim ortamına göre belirlenmektedir (Kutlar ve Bakırcı, 2018).

Çıktıların kontrolü düşük ise (girdileri değiştirmek analiste bağlı değilse) girdiye yönelik bir model, eğer girdiler üzerinde kontrol azsa çıktıya yönelik bir model tercih edilir. Karar verici, KVB'lerin etkinlik ölçüm sonuçları ile ilgileniyor ve hangi modelin kullanılacağını önemsemiyorsa, herhangi bir model kullanılabilir (Gülcü, Tutar ve Yeşilyurt, 2004).

### **3.1.5. Etkinlik Değerlerinin Hesaplanması**

VZA yöntemi ile KVB'lerin girdi ve çıktı değişkenlerine dayanarak en etkin KVB'ler belirlenir ve bu KVB'ler etkin sınırı oluşturur. Etkin sınır üzerinde bulunmayan KVB'lerin etkin sınıra uzaklıklarına göre etkinlik değerleri hesaplanır. Etkin KVB'lerin etkinlik değerlerine göre oluşturulan etkin üretim sınırının tüm KVB'leri sarması nedeniyle yöntemin adı Veri Zarflama Analizi olarak isimlendirilmiştir. Etkin ya da etkin olmayan tüm girdi-çıkıtı dönüşümleri ise Üretim İmkan Kümesi'ni oluşturur (Ekren ve Emiral, 2002).

VZA yöntemi ile analiz edilen KVB'lerin etkinlik değerleri 0 ile 1 arasındadır. En iyi gözlem kümesi olarak kabul edilen etkin birimlerin etkinlik skoru 1'e eşittir. Etkin olmayan birimlerin etkinlik skoru ise 1'den küçük değerler alır. Etkinlik skoru 0'a yaklaştıkça etkin olmayan birim etkin sınırdan uzaklaşmaktadır (Dinçer, 2011).

Herhangi bir KVB için %100 etkinlik ancak aşağıdaki durumlar için geçerlidir (Sezen ve Doğan, 2005):

1. KVB'lerin hiçbir çıkıtısı aşağıdaki durumlar haricinde artırılmaz
  - Bir ya da birden fazla girdisinin artırılması veya
  - Diğer çıkıtlardan bazılarının azaltılması

2. Hiçbir girdisi aşağıdaki durumlar haricinde azaltılamaz

- Çıktılardan bazılarının azaltılması veya

- Diğer bazı girdilerinin artırılması

3. Herhangi bir KVB %100 görelî etkinliğe yalnızca, diğer ilgili KVB'ler herhangi bir girdi ya da çıktının kullanımında etkinsizliğe dair bir kanıt getirmiyorlarsa ulaşılmış sayılır.

### **3.1.6. Referans Gruplarının Tespiti**

VZA yöntemindeki karşılaştırmanın temelinde etkin KVB'lerin varlığı yer almaktadır. Yöntemin temel çalışma prensibi, etkin olmayan KVB'lerin görelî olarak etkin birimlerin uygulama yöntemlerini örnek alarak etkin birimlere dönüştürebileceğinden ibarettir. Pratikte bu dönüşüm her zaman gerçekleşemeyebilir. Ancak aynı girdi-çıkıtı bileşimi ile daha iyi bir üretim performansına sahip etkin KVB'lerin varlığı etkin olmayan birimler için de iyileştirme olanaklarının kanıtı olarak kabul edilir (Esenbel, Erkin ve Erdoğan, 2001).

VZA, gözlem grubundaki etkin olmayan KVB'lerin her biri için, etkin sınır üzerinde yer alan bir grup etkin KVB'ni referans grubu olarak belirler. Etkin KVB'lerin etkin olmayan birimler için referans grubunda yer alma sıklığı KVB'lerin referans olarak güçlülüğünü yansıtmaktadır. Bu nedenle KVB'lerin referans grubunda yer alma sıklığı ayrıca araştırılabilir. Gözlem grubunda yer alan birimlerin grafik üzerinde dağılımı incelenerek yoğunluk oluşturan referans gruplarının kaynakları tespit edilebilir. Genelde, bir KVB'nin referans gruplarında yer alma sıklığı, bu KVB çevresindeki örneklemin büyüklüğü ile ilişkilidir (Aydemir, 2002).

### **3.1.7. Etkin Olmayan KVB'ler için Hedeflerin Belirlenmesi**

Gözlem kümesinde yer alan KVB'lerin benzerliklerinden hareket ederek VZA'da karşılaştırma yapılır. Bu yöntemin uygulanması ile etkin olmayan KVB'ler için etkinliklerini yükseltmeye yönelik elde edilebilir hedefler konulur. Söz konusu hedefler, etkin olmayan KVB'lerin referans kümesinde bulunan etkin KVB'lerin

ağırlık (lambda) değerlerine göre belirlenir. Etkin birimlerin elde edilebilir bir teknoloji kullandıkları varsayımı altında, belirlenen hedefler etkin olmayan birimler için ulaşılabilir kabul edilmektedir. Ancak pratikte hedefler ulaşılır olmayabilir. Etkinsiz birimlerde kısıtların, ya da kontrol edilemeyen girdilerin olması hedeflere ulaşmaya engel teşkil edebilir (Baysal ve Toklu, 2001).

Etkin ve etkin olmayan birimlerin tespiti, kaynak transferinin yönü ve miktarı hakkında karar verilmesine olanak tanımaktadır. Homojen karar birimlerinin etkinlik ölçümünün sonucunda, amaç fonksiyonu 1'e eşit olmayan birimler varsa, etkin birimlere göre iyileştirme potansiyeli belirlenmeye çalışılır (Kutlar ve Bakırcı, 2018).

### **3.1.8. Genel ve Detay Sonuçların Yorumlanması**

KVB'lere ilişkin yukarıdaki aşamalar tamamlandıktan sonra, genel bir değerlendirme yapılır. Belirlenen etkinlik sınırını temsil eden sektöre yönelik yorumlar yapılabilir. VZA ile belirlenen hedeflere ulaşılmasa bile, analiz sonuçlarının daha sonra değerlendirilebilmesi, iyileştirme olanaklarının sunulması önemli kazanımlardır.

VZA yöntemi ile bulunan sonuçlar yönetim için önemli bilgiler sumaktadır. VZA'nın uygulanması sonucunda (Ulucan ve Karacabey, 2002);

1. Etkin olan KVB'ler
2. Etkin olmayan KVB'ler
3. Etkin olmayan KVB'ler tarafından kullanılan fazla kaynak miktarları
4. Etkin olmayan KVB'lerin kullandıkları girdi miktarları ile üretmeleri gereken çıktı miktarları
5. Etkin olmayan KVB'lerin referans kümesini oluşturan birimler belirlenerek değerlendirmeler yapılır.

VZA parametrik olmayan bir teknik olmasından dolayı istatistiksel hipotez testlerinin uygulanmasına elverişli değil. Örnek olarak, VZA yöntemi ile bulunan banka etkinlik değerlerinin istatistiksel olarak güvenilirliğini tahmin etmek mümkün değildir. Bu nedenle diğer tekniklerde olduğu gibi VZA analiz sonuçlarına karşı temkinli davranılmalı ve ancak uygun bir duyarlılık analizi uygulandıktan sonra kullanılmalıdır.

Bir KVB için diğerlerini gözardı edip belirli bir çıktıya dayanarak performansını basit bir şekilde artırıp bir yarar değeri elde etmek mümkündür. KVB'ler tüm çıktılarını baz alarak performansını geliştirmediği halde, etkin hale gelebilir (Dinçer, 2011).

VZA etkinliğinin duyarlılığını kontrol etmenin bir diğer yolu, etkinlik skorunun bir girdi ya da çıktının VZA analizinden çıkarıldığında dikkate alınır derecede etkilenip etkilenmediğini kontrol etmektir. Sadece bir girdi ya da çıktının çıkarılması ile etkisiz duruma gelen etkin bir KVB'ye şüphe ile bakılmalıdır. Benzer bir duyarlılık analizi analizden etkin bir KVB'nin çıkarılması ile de gerçekleştirilebilmektedir (Ramanathan, 2003).

Avkıran (1999), VZA yöntemini uygulamak isteyenlere Tablo 3.1'deki yapılacaklar listesini (checklist) önermiştir:

**Tablo 3.1 VZA'yı Uygularken Yapılacaklar Listesi**

Sorular
1. İncelenecek KVB'ler hangilerdir?
2. Bunlardan kaçısı homojendir?
3. KVB'leri başarılı sayacak göstergeler nelerdir (çıktılar) ?
4. Bu göstergelere ulaşmayı sağlayacak kaynaklar nelerdir (girdiler) ?
5. Bu girdilerden kaçısı yönetim tarafından kontrol edilebilmektedir?
6. İşletmenizde girdi/çıktılar düzenli ve tutarlı bir biçimde takip edilmekte midir?
7. Hesaplamak istediğiniz birimlerin verimliliğinin özel bir durumu var mıdır?
8. VZA ile hangi durumların etkin olmadığı rapor edilmiştir?
9. Etkin olmadığı rapor edilen birimler, zaman içerisinde, tutarlı olarak etkisiz midir?
10. Etkin olmayan birimler diğer yöntemler uygulandığında etkin mi sayılmaktadır?
11. Çalışmadaki global lider, başka bir deyişle en etkin birim hangisidir?
12. Etkin olmayan her birim için hangi birimler referans teşkil etmektedir?
13. Etkin olmayan birimlerin gelişme potansiyeli ne kadardır?
14. Etkin olan ve olmayan birimlerin çalışmaları nasıl karşılaştırılabilir?

### 3.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULAMA AMAÇLARI

Performans değerlendirme sisteminin ürettiği bilgiler, yönetimin sağlıklı kararlar almasına yardımcı olur. Genel olarak, VZA'nın aşağıda verilen uygulama amaçları bulunmaktadır (Altun, 2006);

1. Analize dahil edilen her bir birim için görelî etkinsizliğin kaynaklarının ve miktarlarının tespiti,
2. Analize dahil edilen birimlerin etkinliğe göre sınıflandırılması,
3. Analize dahil edilen birimlerin yönetsel performanslarının değerlendirilmesi,
4. Analize dahil edilen birimlere ait program ve politikaların verimliliklerinin değerlendirilmesi ve bu hususlarda etkinsizliğin belirlenmesi,
5. Analize dahil edilen birimler için kaynakların yeniden atanmasını gerektirecek durumların güvenilir ölçümlerle tespiti,
6. Analize dahil edilen birimler arasında karşılaştırma yaparak farklı amaçlar için etkin birimlerin ya da etkin girdi-çıkıtı ilişkilerinin belirlenmesi,
7. Spesifik girdi-çıkıtı ilişkileri için yürürlükteki standartların fiili performansa göre araştırılması ve değerlendirilmesi,
8. Bu kapsamda daha önce yapılan çalışmalardaki sonuçların karşılaştırılması

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### BANKA ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRMALI ÖLÇÜMÜ: TÜRKİYE’DE FAALİYET GÖSTEREN MEVDUAT BANKALARININ 2015-2017 YILLARINA AİT VERİLERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren özel ve yabancı sermayeli ticari bankaların görece etkinlikleri karşılaştırılmalı olarak analiz edilecektir. Bu bölümde analize dahil edilecek KVB’ler ortaya konularak girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin açıklamalara yer verilecek, ardından analiz ve bulgular ortaya konulacaktır.

#### 4.1. ÇALIŞMANIN METODOLOJİSİ

Bu kısımda çalışmanın metodolojisine ilişkin açıklamalara yer verilmektedir.

##### 4.1.1. Çalışmaya Dahil Edilen Karar Birimlerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren 21 mevduat bankası KVB olarak analize dahil edilmektedir. Söz konusu bankalardan 8’i özel sermayeli banka, 13’ü ise yabancı sermayeli bankadır. Tablo 4.1’de analize dahil edilen mevduat bankaları sermaye yapılarına göre listelenmektedir.

**Tablo 4.1. Analize Dahil Edilen Bankalar**

No	Özel Sermayeli Bankalar	No	Yabancı Sermayeli Bankalar
1	Akbank T.A.Ş.	1	Alternatifbank A.Ş.
2	Anadolubank A.Ş.	2	Arap Türk Bankası A.Ş.
3	Fibabanka A.Ş.	3	Burgan Bank A.Ş.
4	Şekerbank T.A.Ş.	4	Citibank A.Ş.
5	Turkish Bank A.Ş.	5	Denizbank A.Ş.
6	Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	6	Deutsche Bank A.Ş.
7	Türkiye İş Bankası A.Ş.	7	HSBC Bank
8	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	8	ICBC Turkey Bank A.Ş.

		9	ING Bank A.Ş.
		10	Odea Bank A.Ş.
		11	QNB Finansbank A.Ş.
		12	Turkland Bank A.Ş.
		13	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.

#### 4.1.2. Çalışmada Kullanılan Girdi ve Çıktıların Seçimi

Banka etkinliklerinin ölçümüne ilişkin literatürde girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimi konusunda farklı görüşler söz konusu olmakla birlikte, değişken seçiminde bankaların hangi boyutunun ölçüleceği önem arz etmektedir. Genel olarak, bankaların etkinliklerinin ölçülmesinde üretim, aracılık ve kar yaklaşımları esas alınarak girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmektedir (Bektaş, 2013). Üretim yaklaşımı, genelde şube etkinliğinin ölçümünde kullanılmakta olup emek ve sermayeyi girdi olarak değerlendirip kredi üreten işletme olarak bankalar incelenmektedir (Seyrek ve Ata, 2010). Aracılık yaklaşımı bankaların mevduatlarını kredilere dönüştürmede etkinliğini tahmin etmektedir (Eken ve Kale, 2011). Bir başka ifade ile, aracılık yaklaşımında bankaların kaynaklarını verimli yatırımlara dönüştürmede etkin olup olmadığı değerlendirilmektedir. Girdi olarak mevduat ve sağlanan diğer kaynaklar kullanılarak faiz getirili aktifler elde edilmektedir (Berger ve Mester, 1997). Kar yaklaşımında ise amaç kar maksimizasyonu olduğundan, giderleri azaltırken gelirlerin artırılmasına çalışılmaktadır. Bu nedenle kar yaklaşımında bankalar, kullandıkları kaynakların maliyetini girdi, elde edilen gelirleri ise çıktı olarak ele almaktadırlar (Erdoğan, 2011). Üretim yaklaşımı ile banka etkinliğinin ölçülmesine yönelik literatürde çok sayıda çalışmalar mevcut olsa da, bankaların performansını karlılık ve risk faktörlerine göre ölçen çalışmalar nadirdir (Eken, 1997).

Bu çalışmada bankaların aracılık yaklaşımı esas alınarak girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmiştir. Analize dahil edilen girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 4.2’de yer almaktadır.



**Tablo 4.2. Analizde Kullanılan Değişkenler**

Girdiler	Çıktılar
(X1) Toplam Mevduat	(Y1) Toplam Krediler ve Alacaklar
(X2) Karşılık Giderleri	(Y2) Faaliyet Karı
(X3) Personel Giderleri	

Türkiyede faaliyet gösteren bankalar için, mevduatlar aktivlerin finansmanında önemli bir paya sahiptir. Tablo 4.3’de görüldüğü üzere, toplam aktivlerin içinde mevduatların yüzdesi bankadan bankaya değişmekle birlikte, analize dahil edilen özel ve yabancı sermayeli bankalar için ortalama oran %59 teşkil etmektedir. 2017 yılında en yüksek orana sahip bankalar Citibank A.Ş. ve Anadolubank A.Ş. iken, en düşük orana sahip bankalar ise ICBC Turkey Bank A.Ş. ve Deutsche Bank A.Ş. olmuştur.

**Tablo 4.3. 2015-2017 yıllarında Toplam Mevduat/Toplam Aktiv Oranı**

Bankalar	2015 (%)	2016 (%)	2017 (%)
Akbank T.A.Ş.	59	59	59
Anadolubank A.Ş.	67	74	78
Fibabanka A.Ş.	67	63	61
Şekerbank T.A.Ş.	61	68	63
Turkish Bank A.Ş.	64	73	75
Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	62	63	65
Türkiye İş Bankası A.Ş.	56	57	56
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	58	61	57
Alternatifbank A.Ş.	48	54	58
Arap Türk Bankası A.Ş.	83	85	73
Burgan Bank A.Ş.	63	61	53
Citibank A.Ş.	71	30	80
Denizbank A.Ş.	55	61	62
Deutsche Bank A.Ş.	20	27	31
HSBC Bank	60	62	66
ICBC Turkey Bank A.Ş.	34	41	26
ING Bank A.Ş.	48	51	52
Odea Bank A.Ş.	79	76	72
QNB Finansbank A.Ş.	57	53	54
Turkland Bank A.Ş.	77	71	72
Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	55	57	56
<b>Ortalama yüzdesi</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>60</b>

Çalışmada girdi olarak kullanılan personel giderleri kalemine ilişkin veriler gelir tablosundan elde edilmiştir. Personel giderleri beşeri sermayenin bankaların aracılık fonksiyonunu etkin bir şekilde gerçekleştirmesindeki önemi dikkate alınarak modele dahil edilmiştir.

Kaşılık giderleri, kullanılan krediler ve diğer alacakların zamanında ödenmemesi nedeniyle, doğması muhtemel zararların karşılanması amacıyla bankaların, Bankacılık Kanununu gereği ayırmak zorunda oldukları ve Kurumlar Vergisine göre gider olarak kaydedilen karşılıkları ifade eder (Kale, 2009). Karşılık giderlerindeki artış bankaların aracılık fonksiyonunu gerçekleştirmesini engelleyebileceği gibi, faaliyet karında düşüşe, diğer bir deyişle faaliyet zararının artışına neden olmaktadır. Analize dahil edilen bankaların karşılık giderlerinin kredilere oranı %1-4 arasında değişmektedir.

Çıktı olarak kullanılan toplam krediler ve alacaklar kalemi ticari ve bireysel krediler ayrımı yapılmadan ele alınmıştır. Krediler analize dahil edilen bankaların toplam aktivlerinin ortalama %60'dan fazlasını oluşturmaktadır. Tablo 4.4'de 2015-2017 yıllarında analize dahil edilen bankaların toplam aktivleri içinde toplam kredi ve alacakların oranı verilmektedir.

**Tablo 4.4. 2015-2017 yıllarında Toplam Kredi/Toplam Aktiv Oranı**

<b>Bankalar</b>	<b>2015 (%)</b>	<b>2016 (%)</b>	<b>2017 (%)</b>
Akbank T.A.Ş.	60	60	60
Anadolubank A.Ş.	62	71	73
Fibabanka A.Ş.	77	74	72
Şekerbank T.A.Ş.	69	74	66
Turkish Bank A.Ş.	67	68	78
Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	74	71	74
Türkiye İş Bankası A.Ş.	65	66	66
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	68	68	65
Alternatifbank A.Ş.	71	64	68
Arap Türk Bankası A.Ş.	34	29	39
Burgan Bank A.Ş.	77	78	79
Citibank A.Ş.	44	46	53
Denizbank A.Ş.	61	60	63
Deutsche Bank A.Ş.	58	42	56
HSBC Bank	65	58	62

ICBC Turkey Bank A.Ş.	62	62	59
ING Bank A.Ş.	71	70	73
Odea Bank A.Ş.	68	69	68
QNB Finansbank A.Ş.	67	62	66
Turkland Bank A.Ş.	68	63	60
Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	63	65	64
<b>Ortalama yüzdesi</b>	<b>64</b>	<b>63</b>	<b>65</b>

Çıktı olarak ele alınan faaliyet karı ise gelir tablosundan alınmıştır. Faaliyet karının düşük veya negatif olması bankaların sürdürülebilirliği için tehdit oluşturacağından dolayı, aracılık fonksiyonunu etkin bir şekilde yerine getirmesini de sınırlandıracaktır. Analize dahil edilen bankalar arasında faaliyet zararı görülen bankaların değerleri analizin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesine engel teşkil etmediğinden değiştirilmemiştir.

Modele test aşamasında girdi olarak dahil edilen “faiz giderleri” ve çıktı olarak kullanılan “faiz gelirleri” değişkenleri “toplam mevduat” ve “krediler ve alacaklar” değişkenleri ile güçlü korelasyon ilişkisi nedeniyle elimine edilmiştir. Ayrıca söz konusu değişkenler kullanılarak alınan sonuçlarda modelin ayrıştırıcı gücünün zayıfladığı görülmüştür.

**Tablo 4.5. Korelasyon İlişkisi**

KORELASYON	Toplam Mevduat	Krediler ve Alacaklar
<b>Faiz Giderleri</b>	0.998	0.997
<b>Faiz Gelirleri</b>	0.996	0.997

#### 4.1.3. Çalışmada Verilerin Elde Edilmesi

Çalışmada, sermaye yapıları açısından grup bazında bir değişikliğin söz konusu olmadığı 2015-2017 yıllarına ait verilere dayanarak etkinlik ölçümü yapılmaktadır. Söz konusu yıllarda Türk bankacılık sektöründe faaliyet gösteren bazı mevduat bankaları homojenlik kriterini sağlamadığı için çalışmaya dahil edilmemiştir. Özellikle kamu bankalarının piyasa koşulları ve finansman kaynaklarındaki farklılıklar gözönüne alınarak analizden çıkartılmasına karar verilmiştir. Test aşamasında alınan sonuçlara göre kamu bankalarının tüm yıllarda etkin olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmada analize dâhil edilen bankalara ait gerekli veriler Türkiye Bankalar Birliği (TBB) tarafından yayınlanan “Bankalarımız” adlı yayında yer alan finansal tablolardan alınmıştır.

#### 4.1.4. Çalışmada Uygulanacak Modelin Seçimi

Çalışmada VZA özel yazılımlarından biri olan DEA Solver yazılımı ile, çıktıya yönelik CCR ve BCC modelleri kullanılarak bankaların etkinlik ölçümü yapılmıştır. CCR ve BCC modelleri sonucunda bulunan değerler kullanılarak ilerleyen safhada ölçek etkinliği değerlerine ulaşılmıştır. Sonrasında analize dahil edilen ticari bankalar sermaye yapılarına ve aktif büyüklüklerine göre sınıflandırılarak hem grup bazında hem de sektör bazında karşılaştırılmıştır.

Çalışmada, Türk Bankacılık Sisteminde aktif büyüklüğü %5’ten büyük olan bankalar büyük ölçekli, aktif büyüklüğü %5 ile %1 arasında olan bankalar küçük ölçekli ve aktif büyüklüğü %1’den küçük olan bankalar ise küçük ölçekli olarak tanımlanmaktadır (Behdioğlu ve Özcan, 2009).

## 4.2. ANALİZ VE BULGULAR

Bu kısımda Türkiye’de faaliyet gösteren özel ve yabancı sermayeli ticari bankaların etkinliklerinin ölçülmesi ve karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilen analizin sonuçlarına yer verilmiştir. Bu kapsamda 2015-2017 yıllarında Türkiye’de faaliyet gösteren Tablo 4.1’de yer alan mevduat bankalarının Tablo 4.2’de yer alan değişkenler kullanılarak etkinlik değerleri ölçülmüştür.

Analize dahil edilen özel ve yabancı sermayeli ticari bankalar için 2015 yılına ait çıktıya yönelik CCR, çıktıya yönelik BCC ve ölçek etkinliği değerleri Tablo 4.6’da yer almaktadır.

**Tablo 4.6: 2015 Yılı Özel ve Yabancı Sermayeli Ticari Bankaların VZA Sonuçları**

Özel Sermayeli Bankalar	CCR-O	BCC-O	SE
Akbank T.A.Ş.	1	1	1
Anadolubank A.Ş.	0.95	0.98	0.97
Fibabanka A.Ş.	1	1	1

Şekerbank T.A.Ş.	0.76	0.79	0.96
Turkish Bank A.Ş.	1	1	1
Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	0.89	0.97	0.92
Türkiye İş Bankası A.Ş.	0.9	1	0.9
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	1	1	1
<b>Özel Sermayeli Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.94</b>	<b>0.97</b>	<b>0.97</b>
<b>Etkin Bulunan Özel Sermayeli Banka Sayısı</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Yabancı Sermayeli Bankalar</b>	<b>CCR-O</b>	<b>BCC-O</b>	<b>SE</b>
Alternatifbank A.Ş.	1	1	1
Arap Türk Bankası A.Ş.	0.76	0.84	0.9
Burgan Bank A.Ş.	0.96	0.96	1
Citibank A.Ş.	1	1	1
Denizbank A.Ş.	0.75	0.9	0.83
Deutsche Bank A.Ş.	1	1	1
HSBC Bank	0.62	0.72	0.86
ICBC Turkey Bank A.Ş.	1	1	1
ING Bank A.Ş.	0.99	1	0.99
Odea Bank A.Ş.	1	1	1
QNB Finansbank A.Ş.	0.8	0.93	0.86
Turkland Bank A.Ş.	0.8	0.8	1
Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	0.92	1	0.92
<b>Yabancı Sermayeli Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.89</b>	<b>0.93</b>	<b>0.95</b>
<b>Etkin Bulunan Yabancı Sermayeli Banka Sayısı</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>Tüm Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.91</b>	<b>0.95</b>	<b>0.96</b>
<b>Etkin Bulunan Genel Banka Sayısı</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>11</b>

Tablo 4.6 özel sermayeli bankalar açısından incelendiğinde, 2015 yılında özel sermayeli bankaların CCR etkinlik ortalaması 0.94, etkin bulunan banka sayısı ise 4 bulunmuştur. Özel sermayeli bankalar arasında en düşük etkinlik değerine sahip bankanın CCR etkinlik ortalaması %76 ile Şekerbank A.Ş. belirlenmiştir. BCC modeli kullanılarak etkinlik hesaplanmasında ise yüksek etkinlik değerlerine ulaşılmıştır. BCC modeline göre etkin bulunan özel sermaye banka sayısı 5'tir. CCR etkinlik sonuçlarına göre etkin bulunan özel sermayeli bankalar ölçek etkinliği açısından da etkin olarak tespit edilmiştir. Burgan Bank A.Ş. teknik etkinliğe sahip olmamasına rağmen, ölçek etkinliği açısından %100 etkin tespit edilmiştir. Özel sermayeli bankaların BCC ve ölçek etkinliği ortalaması 0.97'tür. 4 özel sermayeli bankanın tüm etkinlik değerleri "1" olarak bulunmuştur.

Yabancı sermayeli bankaların etkinlik ortalaması özel sermayeli bankaların etkinlik ortalamasından düşük sonuçlar vermiştir. En düşük CCR etkinlik değerine sahip bankalar HSBC Bank A.Ş., Arap Türk Bankası A.Ş. ve Denizbank A.Ş. olmuştur. CCR modeline göre yabancı sermayeli bankaların etkinlik ortalaması 0.89 olarak bulunurken, BCC etkinlik ortalaması 0.93 ve ölçek etkinlik değerleri 0.95 olarak tespit edilmiştir. 5 yabancı sermayeli bankanın tüm etkinlik değerleri “1” olarak bulunmuştur.

Analize dahil edilen tüm bankaların etkinlik değerleri ortalaması CCR modeline göre 0.91, BCC modeline göre 0.95, ölçek etkinliğine göre ise 0.96 bulunmuştur. Bu sonuçlar Türk bankacılık sisteminde aracılık fonksiyonu açısından banka etkinliklerinin yüksek olduğunun bir göstergesidir.

**Tablo 4.7: 2016 Yılı Özel ve Yabancı Sermayeli Ticari Bankaların VZA Sonuçları**

<b>Özel Sermayeli Bankalar</b>	<b>CCR-O</b>	<b>BCC-O</b>	<b>SE</b>
Akbank T.A.Ş.	1	1	1
Anadolubank A.Ş.	1	1	1
Fibabanka A.Ş.	0.99	0.99	1
Şekerbank T.A.Ş.	0.8	0.87	0.92
Turkish Bank A.Ş.	0.85	1	0.85
Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	0.88	1	0.88
Türkiye İş Bankası A.Ş.	0.96	1	0.96
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0.95	1	0.95
<b>Özel Sermayeli Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.93</b>	<b>0.98</b>	<b>0.95</b>
<b>Etkin Bulunan Özel Sermayeli Banka Sayısı</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>
<b>Yabancı Sermayeli Bankalar</b>	<b>CCR-O</b>	<b>BCC-O</b>	<b>SE</b>
Alternatifbank A.Ş.	1	1	1
Arap Türk Bankası A.Ş.	0.6	0.62	0.97
Burgan Bank A.Ş.	1	1	1
Citibank A.Ş.	1	1	1
Denizbank A.Ş.	0.75	0.83	0.9
Deutsche Bank A.Ş.	1	1	1
HSBC Bank	0.61	0.67	0.91
ICBC Turkey Bank A.Ş.	1	1	1
ING Bank A.Ş.	1	1	1
Odea Bank A.Ş.	1	1	1
QNB Finansbank A.Ş.	0.88	0.94	0.94
Turkland Bank A.Ş.	0.69	0.71	0.97
Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	1	1	1

<b>Yabancı Sermayeli Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.89</b>	<b>0.91</b>	<b>0.98</b>
<b>Etkin Bulunan Yabancı Sermayeli Banka Sayısı</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Tüm Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.9</b>	<b>0.93</b>	<b>0.96</b>
<b>Etkin Bulunan Genel Banka Sayısı</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>11</b>

Tablo 4.7’den görüldüğü üzere, özel sermayeli bankaların etkinlik değerleri 2016 yılında bir önceki yıla göre benzer sonuçlar vermiştir. 4 özel sermayeli bankanın etkinlik değeri CCR modeline göre etkin değil iken, BCC modeline göre etkin bulunmuştur.

Yabancı sermayeli bankaların etkinlik değerlerine bakıldığında etkin bulunan banka sayısında artış olduğu gözlemlenmektedir. CCR modeline göre yabancı sermayeli bankaların etkinlik ortalaması 0.89 olarak bulunurken, BCC etkinlik değerleri 0.91 olarak tespit edilmiştir. Ölçek etkinlik değeri ise 0.98 bulunmuştur.

Analize dahil edilen tüm bankaların etkinlik değerleri ortalaması CCR ve BCC modellerine göre bir önceki yıla kıyasla azalırken, ölçek etkinliği değişmemiştir.

**Tablo 4.8: 2017 Yılı Özel ve Yabancı Sermayeli Ticari Bankaların VZA Sonuçları**

<b>Özel Sermayeli Bankalar</b>	<b>CCR-O</b>	<b>BCC-O</b>	<b>SE</b>
Akbank T.A.Ş.	1	1	1
Anadolubank A.Ş.	0.81	0.82	0.99
Fibabanka A.Ş.	1	1	1
Şekerbank T.A.Ş.	0.71	0.83	0.86
Turkish Bank A.Ş.	0.99	1	0.99
Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	0.89	1	0.89
Türkiye İş Bankası A.Ş.	0.88	1	0.88
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0.88	1	0.88
<b>Özel Sermayeli Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.9</b>	<b>0.96</b>	<b>0.94</b>
<b>Etkin Bulunan Özel Sermayeli Banka Sayısı</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
<b>Yabancı Sermayeli Bankalar</b>	<b>CCR-O</b>	<b>BCC-O</b>	<b>SE</b>
Alternatifbank A.Ş.	1	1	1
Arap Türk Bankası A.Ş.	0.64	0.7	0.91
Burgan Bank A.Ş.	1	1	1
Citibank A.Ş.	1	1	1
Denizbank A.Ş.	0.7	0.85	0.82
Deutsche Bank A.Ş.	1	1	1
HSBC Bank	0.49	0.63	0.78

ICBC Turkey Bank A.Ş.	1	1	1
ING Bank A.Ş.	0.94	1	0.94
Odea Bank A.Ş.	0.77	0.79	0.97
QNB Finansbank A.Ş.	0.86	1	0.86
Turkland Bank A.Ş.	0.65	0.66	0.98
Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	0.99	1	0.99
<b>Yabancı Sermayeli Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.85</b>	<b>0.89</b>	<b>0.94</b>
<b>Etkin Bulunan Yabancı Sermayeli Banka Sayısı</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>
<b>Tüm Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.87</b>	<b>0.92</b>	<b>0.94</b>
<b>Etkin Bulunan Genel Banka Sayısı</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>7</b>

Tablo 4.8'den görüldüğü üzere, 2017 yılında özel sermayeli bankaların CCR, BCC ve ölçek etkinlik ortalamalarında gerileme olduğu gözlemlenmiştir. CCR modeline göre en düşük etkinlik skoruna sahip özel sermayeli bankanın değeri 0.71 bulunurken, BCC modeline göre bu değer 0.82 bulunmuştur. Yabancı sermayeli bankalar arasında CCR modeline göre en düşük etkinlik değeri 0.49, BCC modeline göre 0.63 bulunmuştur. Söz konusu düşük etkinlik skorunun operasyonel işlemlerinde yeniden yapılandırma sürecine giren ve küçülmeye karar veren bankaya ait olduğu belirlenmiştir. Üç yabancı sermayeli banka CCR modeline göre etkin değil iken, BCC modeline göre etkin olduğu görülmüştür.

2017 yılına ait tüm bankaların etkinlik ortalaması karşılaştırıldığında 2015 ve 2016 yıllarına göre önemli bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.

**Tablo 4.9: 2017 Yılı Büyük, Orta ve Küçük Ölçekli Ticari Bankaların VZA Sonuçları**

<b>Büyük Ölçekli Bankalar</b>	<b>CCR-O</b>	<b>BCC-O</b>	<b>SE</b>
Akbank T.A.Ş.	1	1	1
Türkiye İş Bankası A.Ş.	0.88	1	0.88
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0.88	1	0.88
Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	0.99	1	0.99
<b>Büyük Ölçekli Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.92</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>
<b>Etkin Bulunan Büyük Ölçekli Banka Sayısı</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
<b>Orta Ölçekli Bankalar</b>			
Şekerbank T.A.Ş.	0.71	0.83	0.86



Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	0.89	1	0.89
Denizbank A.Ş.	0.7	0.85	0.82
ING Bank A.Ş.	0.94	1	0.94
Odea Bank A.Ş.	0.77	0.79	0.97
QNB Finansbank A.Ş.	0.86	1	0.86
<b>Orta Ölçekli Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.81</b>	<b>0.91</b>	<b>0.89</b>
<b>Etkin Bulunan Orta Ölçekli Banka Sayısı</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>Küçük Ölçekli Bankalar</b>			
Anadolubank A.Ş.	0.81	0.82	0.99
Fibabanka A.Ş.	1	1	1
Turkish Bank A.Ş.	0.99	1	0.99
Alternatifbank A.Ş.	1	1	1
Arap Türk Bankası A.Ş.	0.64	0.7	0.91
Burgan Bank A.Ş.	1	1	1
Citibank A.Ş.	1	1	1
Deutsche Bank A.Ş.	1	1	1
HSBC Bank	0.49	0.63	0.78
ICBC Turkey Bank A.Ş.	1	1	1
Turkland Bank A.Ş.	0.65	0.66	0.98
<b>Küçük Ölçekli Bankaların Etkinlik Ortalaması</b>	<b>0.87</b>	<b>0.89</b>	<b>0.97</b>
<b>Etkin Bulunan Küçük Ölçekli Banka Sayısı</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

Analize dahil edilen mevduat bankalarına ait 2017 yılı verileri ele alınarak aktif büyüklüğüne göre etkinlik değerleri hesaplanmıştır. CCR modeline göre büyük ölçekli bankaların etkinlik ortalaması en yüksek skora sahiptir. Küçük ölçekli bankaların etkinlik ortalamasının orta ölçekli bankalardan yüksek olduğu tespit edilmiştir. BCC modeline göre büyük ölçekli bankaların etkinlik ortalaması yüksek değere sahipken, orta ve küçük ölçekli bankalarda benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Ölçek etkinliği açısından değerlendirildiğinde küçük ölçekli bankaların en yüksek etkinlik ortalamasına sahip olduğu gözlemlenmektedir.

CCR ve BCC modelleri sonuçlarına göre etkin olmayan bankaların etkin hale gelebilmelerini sağlayan hedef değerlerini hesaplayabilmek amacıyla DEA Solver programı ile tespit edilen referans kümeleri ve lambda ( $\lambda$ ) yoğunluk değerleri sırasıyla Tablo 4.10 ve Tablo 4.11’de verilmiştir.

**Tablo 4.10: 2017 yılı CCR Modeli Sonucu Referans Kümeleri ve  $\lambda$  Yoğunluk Değerleri**

No.	Bankalar	e	Referans Kümesi							
			Banka	$\lambda 1$	Banka	$\lambda 2$	Banka	$\lambda 3$	Banka	$\lambda 4$
1	Akbank T.A.Ş.	1.00	Akbank T.A.Ş.	1						
2	Anadolubank A.Ş.	0.81	Fibabanka A.Ş.	0.846	Citibank A.Ş.	0.167	Deutsche Bank A.Ş.	0.323		
3	Fibabanka A.Ş.	1.00	Fibabanka A.Ş.	1						
4	Şekerbank T.A.Ş.	0.71	Alternatifbank A.Ş.	0.948	Burgan Bank A.Ş.	0.539	ICBC Turkey Bank A.Ş.	1.254		
5	Turkish Bank A.Ş.	0.99	Alternatifbank A.Ş.	0.094						
6	Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	0.89	Akbank T.A.Ş.	0.025	Fibabanka A.Ş.	3.404	Deutsche Bank A.Ş.	8.572	ICBC Turkey Bank A.Ş.	0.364
7	Türkiye İş Bankası A.Ş.	0.88	Akbank T.A.Ş.	0.817	Deutsche Bank A.Ş.	8.715	ICBC Turkey Bank A.Ş.	13.236		
8	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0.88	Akbank T.A.Ş.	0.442	Burgan Bank A.Ş.	8.74	ICBC Turkey Bank A.Ş.	2.88		
9	Alternatifbank A.Ş.	1.00	Alternatifbank A.Ş.	1						
10	Arap Türk Bankası A.Ş.	0.64	Akbank T.A.Ş.	0.001	Fibabanka A.Ş.	0.067	Citibank A.Ş.	0.372	Deutsche Bank A.Ş.	0.096
11	Burgan Bank A.Ş.	1.00	Burgan Bank A.Ş.	1						
12	Citibank A.Ş.	1.00	Citibank A.Ş.	1						
13	Denizbank A.Ş.	0.70	Akbank T.A.Ş.	0.15	Burgan Bank A.Ş.	4.034	ICBC Turkey Bank A.Ş.	3.442		
14	Deutsche Bank A.Ş.	1.00	Deutsche Bank A.Ş.	1						
15	HSBC Bank	0.49	Akbank T.A.Ş.	0.01	Burgan Bank A.Ş.	0.523	ICBC Turkey Bank A.Ş.	2.955		
16	ICBC Turkey Bank A.Ş.	1.00	ICBC Turkey Bank A.Ş.	1						
17	ING Bank A.Ş.	0.94	Akbank T.A.Ş.	0.086	Deutsche Bank A.Ş.	5.266	ICBC Turkey Bank A.Ş.	2.022		
18	Odea Bank A.Ş.	0.77	Akbank T.A.Ş.	0.072	Burgan Bank A.Ş.	1.184				
19	QNB Finansbank A.Ş.	0.86	Akbank T.A.Ş.	0.244	Deutsche Bank A.Ş.	3.193	ICBC Turkey Bank A.Ş.	5.811		
20	Turkland Bank A.Ş.	0.65	Alternatifbank A.Ş.	0.276	ICBC Turkey Bank A.Ş.	0.114				
21	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	0.99	Akbank T.A.Ş.	0.825	Deutsche Bank A.Ş.	22.814	ICBC Turkey Bank A.Ş.	2.144		

**Tablo 4.11: 2017 yılı BCC Modeli Sonucu Referans Kümeleri ve  $\lambda$  Yoğunluk Değerleri**

No.	Bankalar	e	Referans Kümesi							
			Banka	$\lambda 1$	Banka	$\lambda 2$	Banka	$\lambda 3$	Banka	$\lambda 4$
1	Akbank T.A.Ş.	1.00	Akbank T.A.Ş.	1						
2	Anadolubank A.Ş.	0.82	Akbank T.A.Ş.	0.005	Fibabanka A.Ş.	0.811	Citibank A.Ş.	0.119	Deutsche Bank A.Ş.	0.065
3	Fibabanka A.Ş.	1.00	Fibabanka A.Ş.	1						
4	Şekerbank T.A.Ş.	0.83	Akbank T.A.Ş.	0.003	Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	0.217	Burgan Bank A.Ş.	0.77	ING Bank A.Ş.	0.01
5	Turkish Bank A.Ş.	1.00	Turkish Bank A.Ş.	1						
6	Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	1.00	Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	1						
7	Türkiye İş Bankası A.Ş.	1.00	Türkiye İş Bankası A.Ş.	1						
8	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	1.00	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	1						
9	Alternatifbank A.Ş.	1.00	Alternatifbank A.Ş.	1						
10	Arap Türk Bankası A.Ş.	0.70	Akbank T.A.Ş.	0.002	Turkish Bank A.Ş.	0.626	Citibank A.Ş.	0.372		
11	Burgan Bank A.Ş.	1.00	Burgan Bank A.Ş.	1						
12	Citibank A.Ş.	1.00	Citibank A.Ş.	1						
13	Denizbank A.Ş.	0.85	Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	0.208	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0.27	ING Bank A.Ş.	0.434	QNB Finansbank A.Ş.	0.088
14	Deutsche Bank A.Ş.	1.00	Deutsche Bank A.Ş.	1						
15	HSBC Bank	0.63	ICBC Turkey Bank A.Ş.	0.465	ING Bank A.Ş.	0.535				
16	ICBC Turkey Bank A.Ş.	1.00	ICBC Turkey Bank A.Ş.	1						
17	ING Bank A.Ş.	1.00	ING Bank A.Ş.	1						
18	Odea Bank A.Ş.	0.79	Akbank T.A.Ş.	0.066	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0.021	Burgan Bank A.Ş.	0.913		
19	QNB Finansbank A.Ş.	1.00	QNB Finansbank A.Ş.	1						
20	Turkland Bank A.Ş.	0.66	Turkish Bank A.Ş.	0.675	Alternatifbank A.Ş.	0.203	ICBC Turkey Bank A.Ş.	0.122		
21	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	1.00	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	1						

Tablo 4.12’de DEA Solver sonuçlarına göre çıktı yönelik CCR modeli ile potansiyel iyileştirme faizlerine yer verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, 7 banka %100 tek etkin olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla bu bankalarda herhangi bir potansiyel iyileştirme olanağı bulunmamaktadır. 14 bankada ise farklı oranlarda potansiyel iyileştirme yapılabilmektedir.

**Tablo 4.12. 2017 yılında CCR Modeline göre Belirlenen Potansiyel İyileştirme Hedefleri**

No.	Bankalar	Score	Personel Giderleri (%)	Karşılık Giderleri (%)	Toplam Mevduat (%)	Krediler ve Alacaklar (%)	Faaliyet Karı (%)
1	Akbank T.A.Ş.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Anadolubank A.Ş.	0.81	-16.24	0.00	0.00	23.48	197.34
3	Fibabanka A.Ş.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Şekerbank T.A.Ş.	0.71	0.00	0.00	0.00	57.71	689.51
5	Türkish Bank A.Ş.	0.99	-45.31	0.00	-10.79	0.99	76.26
6	Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	0.89	0.00	0.00	0.00	12.98	109.49
7	Türkiye İş Bankası A.Ş.	0.88	0.00	-41.99	0.00	25.53	67.13
8	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	0.88	0.00	-25.27	0.00	24.42	113.96
9	Alternatifbank A.Ş.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Arap Türk Bankası A.Ş.	0.64	0.00	0.00	0.00	122.31	175.35
11	Burgan Bank A.Ş.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Citibank A.Ş.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Denizbank A.Ş.	0.70	0.00	-13.54	0.00	89.71	242.77
14	Deutsche Bank A.Ş.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	HSBC Bank	0.49	0.00	-23.39	0.00	210.30	605.83
16	ICBC Turkey Bank A.Ş.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	ING Bank A.Ş.	0.94	0.00	-4.32	0.00	7.00	46.29
18	Odea Bank A.Ş.	0.77	0.00	-4.07	0.00	69.13	201.66
19	QNB Finansbank A.Ş.	0.86	0.00	-13.47	0.00	31.50	88.31
20	Turkland Bank A.Ş.	0.65	-44.62	0.00	0.00	68.91	0.00
21	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	0.99	0.00	-31.32	0.00	2.04	8.45

Analize dahil edilen bankaların etkinliğini yükseltebilmek için girdi ve çıktı değişkenlerinin miktarlarında yapılacak değişiklik örnek bir uygulama ile açıklanmıştır.

Etkin olmayan bankalardan biri olan Denizbank’ın CCR modeline göre etkinlik değeri 0.70 olarak bulunmuştur. Söz konusu bankanın referans kümesini Akbank A.Ş., Burgan Bank A.Ş. ve ICBC Turkey A.Ş. oluşturmaktadır. Referans kümesini oluşturan bankalara ait yoğunluk değerleri sırasıyla  $\lambda_1=0.15$ ,  $\lambda_2=4.034$  ve  $\lambda_3=3.442$ ’dir. Çıktıya yönelik CCR modeli sonucuna göre Denizbank’ın etkin duruma gelebilmesi için girdi değerleri sabit tutularak hedeflenen çıktı değerleri aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$Y_{Denizbank} = ( Y_1, Y_2 ) = \{ (298258; 10287) \times 0.15 + (13263; 123) \times 4.034 + (7631; 72) \times 3.442 \} = \{ (144377; 4370) \}$$

Potansiyel iyileştirme sonucunda Denizbank'a ait Y1 çıktı değişkeninde %90, Y2 değişkeninde ise %243 artım gözlemlenmiştir.



## SONUÇ

Ekonomide kaynak dağılımını belirleyen bankaların etkin çalışması işletmelerin finansmana hızlı ve düşük maliyetle erişmesini kolaylaştırmaktadır. Bu sebeple bankaların etkinliklerini artırması ve etkinsizlik kaynaklarını tespit etmesi hem ekonomik istikrar hem de günümüzün rekabetçi piyasa yapısı açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, VZA yöntemi kullanılarak 2015-2017 yılları arasında Türkiye’de faaliyet gösteren 21 mevduat bankası sermaye yapılarına göre karşılaştırılmıştır. Çalışmaya dahil edilen bankalardan 8’i özel sermayeli banka, 13’ü ise yabancı sermayeli bankadır. Ayrıca söz konusu bankalar 2017 yılı için aktif büyüklüklerine göre değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Türk bankacılık sektöründe aktif büyüklüğü %5’ten büyük olan bankalar büyük ölçekli, aktif büyüklüğü %5 ile %1 arasında olan bankalar küçük ölçekli ve aktif büyüklüğü %1’den küçük olan bankalar ise küçük ölçekli olarak tanımlanmıştır.

Modele dahil edilen KVB’lere ait veriler her yıl TBB tarafından yayınlanan “Bankalarımız” kitabından elde edilmiştir. Çalışmada girdi ve çıktı değişkenlerinin seçiminde, bankaların aracılık yaklaşımı esas alınarak değişkenler belirlenmiştir. Girdi değişkenleri olarak toplam mevduat, personel giderleri ve karşılık giderleri, çıktı değişkenleri olarak toplam krediler ve faaliyet karı seçilmiştir.

Model seçiminde çıktıya yönelik VZA modelleri tercih edilmiştir. Bu modeller ile girdi düzeyinde değişiklik yapmadan, bu girdi düzeyi ile KVB’ni etkin hale getirebilmek için çıktı bileşiminin ne kadar artırılması gerektiği araştırılmıştır. Çalışmada ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan CCR modeli ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan BCC modeli ile analiz yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Analizlerin uygulanmasında DEA Solver programı kullanılmıştır.

Son olarak çıktıya yönelik CCR ve BCC modellerine göre referans kümesi oluşturularak çıktı değişkenlerinde potansiyel iyileştirme örneğine yer verilmiştir.

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında çıktıya yönelik CCR modeline göre 2015-2017 yıllarında özel sermayeli bankaların etkinlik ortalamaları yabancı sermayeli

bankalardan yüksek sonuçlar vermiştir. Bunun yanı sıra yıllar itibarıyla hem özel hem yabancı sermayeli bankalar arasında %100 etkin bankalar olduğu tespit edilmiştir.

Ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında çıktı odaklı BCC modeline göre 2015-2017 yıllarında özel ve yabancı sermayeli bankaların etkinlik değerleri incelendiğinde, gerek etkin bulunan banka sayısı, gerekse etkinlik ortalaması açısından CCR modeline kıyasla yüksek sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

BCC modeline göre bulunan saf teknik etkinlik değerleri kullanılarak ölçek etkinliği değerleri hesaplanmıştır. Ölçek etkinlik değerleri yıl bazında değişkenlik göstermiştir.

Aktif büyüklüğüne göre 2017 yılına ait mevduat bankaları etkinlik değerleri analizinde, büyük ölçekli bankaların etkinlik ortalaması en yüksek, orta ölçekli bankaların etkinlik ortalaması ise en düşük olarak belirlenmiştir.

Çıktıya yönelik CCR ve BCC modellerine göre DEA Solver programı ile oluşturulan referans kümesi bilgilerine dayanarak yapılan örnek hesaplamada, çıktı değişkenlerinde yüksek miktarda potansiyel iyileştirmenin bulunduğu gözlemlenmiştir.

Modellerin sonuçlarına ilişkin yapılan analizi okurken dikkat edilmesi gereken husus, çalışmada bankaların göreceli etkinliğinin ölçülmesidir. Analiz sonuçlarına göre bir bankanın etkin olması, sadece seçilen girdi ve çıktılar esas alınarak diğer bankalara göre etkin olduğunu ifade etmektedir. Çalışmanın amacına bağlı olarak değişkenler değiştirilebilir veya yenileri eklenebilir. Bu durumda, analize dahil edilen bankaların etkinlik değerleri farklı sonuçlar verebilir.

## **EKLER**

Ek1: Uygulamalarda Kullanılan Girdiler ve ıktılar – 2015 Yılı

Ek2: Uygulamalarda Kullanılan Girdiler ve ıktılar – 2016 Yılı

Ek3: Uygulamalarda Kullanılan Girdiler ve ıktılar – 2017 Yılı



**Ek1: Uygulamalarda Kullanılan Girdiler ve Çıktılar – 2015 Yılı**

<b>BANKALAR</b>	<b>(I) Personel Giderleri</b>	<b>(I) Karşılık Giderleri</b>	<b>(I) Toplam Mevduat</b>	<b>(O) Krediler ve Alacaklar</b>	<b>(O) Faaliyet Karı</b>
Akbank T.A.Ş.	1594	3166	138942	141763	3828
Anadolubank A.Ş.	168	106	7323	6815	175
Fibabanka A.Ş.	125	114	7460	8615	110
Şekerbank T.A.Ş.	360	375	14868	16726	85
Turkish Bank A.Ş.	23	10	775	814	5
Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	896	1152	44396	53213	791
Türkiye İş Bankası A.Ş.	2588	7094	153802	177934	3784
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	1796	3852	126909	148779	2021
Alternatifbank A.Ş.	158	137	6288	9345	85
Arap Türk Bankası A.Ş.	48	40	3348	1358	87
Burgan Bank A.Ş.	129	137	6696	8186	54
Citibank A.Ş.	97	65	5976	3693	220
Denizbank A.Ş.	1097	1206	46588	51349	344
Deutsche Bank A.Ş.	33	43	607	1743	91
HSBC Bank	577	590	19056	20491	-275
ICBC Turkey Bank A.Ş.	89	54	2257	4120	-18
ING Bank A.Ş.	572	668	23649	35205	168
Odea Bank A.Ş.	252	255	25333	21807	74
QNB Finansbank A.Ş.	1042	1760	48566	57226	903
Turkland Bank A.Ş.	86	62	4481	3963	20
Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	2215	4250	140899	159140	3909



**Ek2: Uygulamalarda Kullanılan Girdiler ve Çıktılar – 2016 Yılı**

<b>BANKALAR</b>	<b>(I) Personel Giderleri</b>	<b>(I) Karşılık Giderleri</b>	<b>(I) Toplam Mevduat</b>	<b>(O) Krediler ve Alacaklar</b>	<b>(O) Faaliyet Karı</b>
Akbank T.A.Ş.	1702	3516	158878	161828	5698
Anadolubank A.Ş.	190	140	9200	8795	226
Fibabanka A.Ş.	150	179	9622	11441	161
Şekerbank T.A.Ş.	349	343	16136	17606	140
Turkish Bank A.Ş.	23	14	1099	1030	5
Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	967	1133	49833	56364	1182
Türkiye İş Bankası A.Ş.	2958	7545	177360	204257	5754
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	2185	4564	154275	172624	3168
Alternatifbank A.Ş.	148	111	8909	10571	2
Arap Türk Bankası A.Ş.	52	54	4094	1427	78
Burgan Bank A.Ş.	138	154	8310	10685	86
Citibank A.Ş.	96	97	5974	3797	263
Denizbank A.Ş.	1185	1694	63191	61820	948
Deutsche Bank A.Ş.	35	35	914	1399	84
HSBC Bank	560	775	15150	14155	-352
ICBC Turkey Bank A.Ş.	101	69	3383	5071	21
ING Bank A.Ş.	580	722	25217	34817	717
Odea Bank A.Ş.	283	537	29254	26448	265
QNB Finansbank A.Ş.	1138	1769	53939	62900	1484
Turkland Bank A.Ş.	80	68	4068	3629	17
Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	2466	4614	161232	186048	5895

### Ek3: Uygulamalarda Kullanılan Girdiler ve Çıktılar – 2017 Yılı

Akbank T.A.Ş.	1859	3791	184904	190509	7151
Anadolubank A.Ş.	215	158	11808	10978	200
Fibabanka A.Ş.	200	153	12273	14488	200
Şekerbank T.A.Ş.	367	388	19727	20673	140
Turkish Bank A.Ş.	26	11	1180	1222	5
Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş.	1120	1016	55577	63291	1313
Türkiye İş Bankası A.Ş.	3399	8809	203752	240166	6549
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	2428	5317	169347	194960	3899
Alternatifbank A.Ş.	152	117	11290	13126	81
Arap Türk Bankası A.Ş.	58	54	3695	1984	99
Burgan Bank A.Ş.	146	193	8928	13263	123
Citibank A.Ş.	102	92	6749	4481	331
Denizbank A.Ş.	1263	2189	75246	76105	1275
Deutsche Bank A.Ş.	41	41	935	1716	70
HSBC Bank	434	681	16370	15213	168
ICBC Turkey Bank A.Ş.	115	138	3359	7631	72
ING Bank A.Ş.	609	832	27686	38467	1064
Odea Bank A.Ş.	307	559	23910	22632	401
QNB Finansbank A.Ş.	1253	2060	67641	82672	2049
Turkland Bank A.Ş.	96	48	3497	2918	-57
Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	2716	6307	181116	209680	7543

## KAYNAKÇA

Abdullayev, M. (2010). *Dezenflasyon Sürecinde Türk Bankacılık Sektöründe Etkinlik Analizi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul s.52

Akal, Z. (2003). *Performans Kavramları ve Performans Yönetimi*, MPM, Başkanlık ve Yüksek Denetleme Kurulu, Ankara.

Akal, Z. (2005). *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri*, MPM Yayını, Bizim Büro Basımevi Yayın Dağıtım Şti, No: 473, Ankara, s.92

Allen, R. ve E. Thanassoulis. (2004). "Improving Envelopment in Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research*, Volume: 154, s.363-379.

Altınok, B. (2002). *"Toplam Etkinlik Ölçümü: Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama"*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Altun, D. (2006). *Türk Telekomünikasyon A.Ş. İl Telekom Müdürlüklerinin Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Aly, H. Y., Grablowski, R., Pasurka, C. ve Rangan, N. (1990). "Technical, Scale and Allocative Efficiencies in U.S. Banking: an Empirical Investigation", *Review of Economics and Statistics*, pp. 211- 218.

Atan, M. (2002). *"Risk Yönetimi ve Türk Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama"* Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Avkıran, N.K. (1999). "An Application Reference for Data Envelopment Analysis in Branch Banking: Helping the Novice Researcher", *International Journal of Bank Marketing*, Vol.17 No:5, s.206-220.

Avkıran, N. K. (2001). "Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through Data Envelopment Analysis". *Socio-Economic Planning Sciences*, 35 (1), 57-80.

Aydağün, A., (2003), *Veri Zarflama Analizi*, Hutun Yıl Sonu Semineri, Hava Harp Okulu, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Aydemir, Z. (2002). *Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması*, DPT Yayınları, No: 2667, Ankara

Azadeh, A., Ghaderi, S.F., Javaheri, Z. ve Saberi M. (2008). “A Fuzzy Mathematical Programming Approach to DEA Models”, *American Journal of Applied Sciences*, 5 (10)

Bakırcı, F. (2006). *Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü, Veri Zarflama Analizi, Teori ve Uygulama*, Atlas Yayınları, İstanbul

Bal, H. ve Örkçü, H.H. (2005). “Combining The Discriminant Analysis and Data Envelopment Analysis in View of Multiple Criteria Decision Making: A New Model”, *G.Ü.Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (3), p.355-364

Banker, R.D. (1984). “Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 17 p. 37

Banker, R.D., Cooper, W.W., Seiford, L.M., Thrall, R.M. and Zhu, J., (2004). “Returns to Scale in Different DEA Models”. *European Journal of Operational Research*, 154(2): 345-362.

Baş, M.İ. ve Artar, A. (1990). *İşletmelerde Verimlilik Denetimi, Ölçme ve Değerlendirme Modelleri*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın No: 435, Ankara.

Bauer, P.W., Berger, A.N., Ferrier, G.D. ve Humphrey, D. B. (1998). “Consistency Conditions for Regulatory Analysis of Financial Institutions: A Comparison of Frontier Efficiency Methods”, *Journal of Economics and Business*, Vol:50, No:2, s.11

Baysal, M.E. ve Toklu, B. (2001). “Veri Zarflama Analizi ile Bazı Orta Öğretim Kurumlarının Performanslarının Değerlendirilmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 6, Sayı:2, s.203-220

Baysal, M.E., Alçılar, B., Çerçioğlu, H. ve Toklu, B. (2005). “Türkiye’deki Devlet Üniversitelerinin 2004 Yılı Performanslarının, Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenip Buna Göre 2005 Yılı Bütçe Tahsislerinin Yapılması”, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (1).

Behdioğlu, S. ve Özcan, G. (2009). “Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C.14, S.3. s.301-326

Bektaş, B. (2007). *Türkiye’de Faaliyet Gösteren Bankaların Farklı Yöntemlerle Sınıflandırılması ve Etkinliklerinin Belirlenmesi Üzerine bir Araştırma*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Ankara, 103.

Bektaş, H. (2013). “Türk Bankacılık Sektöründe Etkinlik Analizi”, *Sosyoekonomi Dergisi*, 19 (19), 277-294.

Benli, Y.K., (2006), *İ.M.K.B. İmalat Sanayi için Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi*, Seçkin Yayıncılık, Ankara

Berger, N. A. and Humphrey, D.B. (1991). “Megamergers in Banking and the Use of Cost Efficiency as an Antitrust Defense”, *Finance and Economics Discussion Series from Board of Governors*, The Federal Reserve System.

Berger, A.N. ve Humphrey, D.B. (1997). “Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research, Social Science Research Network”, *Working Paper*, Pennsylvania, ss.6-7

Boussofiene, A., Dyson, R. ve Rhodes, E.,(1991), “Applied DEA”, *European Journal of Operational Research*, 2, 6, 1-15.

Bozdağ, N., Altan, Ş. ve Atan, M. (2001), *Toplam Etkinlik Ölçümü: Türkiye’deki Özel ve Kamu Bankaları İçin Bir Uygulama*, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Bülbül, S. ve Akhisar, İ. (2005). “Türk Sigorta Şirketlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Araştırılması”, *Ekonometri Derneği Bildirisi*.

- Chang S.Y. ve Chen T.H. (2008). "Performance Ranking of Asian Lead Frame Firms: A Slack-Based Method in Data Envelopment Analysis", *International Journal of Production Research*, 46 (14), 15.
- Charnes, A., Cooper, W. W. ve Rhodes, E. (1981). "Evaluating Program And Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through ", *Management Science*, Vol: 27, No: 6, ss. 668-697.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, Cilt: 2, Sayı: 6, s.429-444.
- Chen, Y. ve Ali, A. I. (2002). "Continuous Optimization Output–Input Ratio Analysis and DEA Frontier", *European Journal of Operational Research*, 142, 476–479.
- Cingi, S. ve Tarım, Ş.A. (2000). "Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü DEA Malmquist TFP Endeksi Uygulaması", *Türkiye Bankalar Birliği, Araştırma Tebliğleri Serisi*, Cilt 01, sayı 1, Ankara s. 1-34
- Coelli, T.J., Prasada, R.D.S., O'Donnell, C.J. ve Battase, G. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Springer Science+Business Media, LLC, USA
- Cook, W. D. ve Seiford, L. M. (2009). "Data Envelopment Analysis – Thirty Years On", *European Journal of Operational Research*, 192, s.1-2
- Cooper, W.W. (2005). "Origins, Uses of, and Relations between Goal Programming and Data Envelopment Analysis", *Journal of Multicriteria Decision Analysis*, Cilt: 13, Sayı: 1, s.3-11
- Cooper, W.W., Park, S.K. ve Yu, G. (1999). "Models for Dealing with Imprecise Data in DEA", *Journal of Management Science*, Volume:45, p:597-607
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. ve Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Second Edition. USA: Springer.
- Coşkun, A. (2006). *Stratejik Performans Yönetimi ve Performans Karnesi*, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Coşkun, Y.S. ve Balatan, Z. (2009), “Küresel Mali Krizin Bankacılık Sektörüne Etkileri ve Türk Bankacılık Sektörünün Veri Zarflama Analizi ile Bilançoya Dayalı Mali Etkinlik Analizi”, *Ege Üniversitesi İİBF İktisat Öğrencileri Kongresi*, s.15.

Çatalbaşı, G. K. ve Atan, M. (2005). “Bankacılıkta Etkinlik ve Sermaye Yapısının Bankaların Etkinliğine Etkisi”, *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, 20: 49–62.

Çelik, T. ve Kaplan, M. (2010). “Türk Bankacılık Sektöründe Etkinlik ve Rekabet: 2002– 2007”, *Sosyoekonomi Dergisi*, 13/2010–2: 9–28.

Çolak, Ö. F. ve Altan, Ş. (2002). “Toplam Etkinlik Ölçümü: Türkiye’deki Özel ve Kamu Bankaları için Bir Uygulama”, *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, Cilt: 17, Sayı: 196, ss: 45-55

Demirci, A. (2018). *Teori ve Uygulamalarla Veri Zarflama Analizi*, Gazi Kitabevi, Ankara

Denizer, C. A., Dinc, M., ve Tarımcılar, M. (2000). “Measuring banking efficiency in the pre- and post-liberalization environment: Evidence from the Turkish banking system”, *Working Paper*, World Bank.

Depren, Ö. (2008). *Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, İstanbul

Despotis, D.K. ve Smirlis, Y.G., (2002), “Data Envelopment Anaysis with Imprecise Data”, *European Journal of Operational Research*, Volume:140: P:24-36.

Dikmen, C. (2007). “VZA ile Üniversitelerin Etkinliğinin Ölçülmesi”, *Kocaeli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 3, Haziran.

Dinç, M. ve Haynes, K.E. (1999). “Sources of Regional Inefficiency: An Integrated Shift-Share, Data Envelopment Analysis and Input-Output Approach”, *The Annals of Regional Science*, 33. s.469-489

Dinçer, S. E. (2011). *Stratejik Planlama ve Veri Zarflama Analizinde Etkinlik Ölçümü*, Der Yayınları, 2011

Drake, L. (2003). “Costs and Efficiency In Banking: A Survey Of The Evidence From The US, The UK and Japan”, Andrew W. Mullineux ve Victor Murinde (Ed.).

*Handbook of International Banking* içinde. USA: Edward Elgar Publishing Limited, ss.283-326.

Dyson, R.G. ve Thanassoulis, E. (1988). "Reducing weight flexibility in data envelopment analysis", *Journal of the Operational Research Society*, 39.

Eken, M.H. (1997). "A Risk and Profitability Approach to Bank Performance Measurement: The Case of Turkish Commercial Banks", *The ISE Review*, Volume: 8, No: 29

Eken, M.H. ve Kale, S. (2011). "Measuring Bank Branch Performance using Data Envelopment Analysis: The Case of Turkish Bank Branches", *African Journal of Business Management*, Vol. 5(3), pp.889-901

Ekren, N. ve Emiral, F. (2002). "Türk Bankacılık Sisteminde Etkinlik Analizi: Veri Zarflama Analizi Uygulaması", *Aktif Bankacılık ve Finans Dergisi*. No: 24, s.: 6-27

Elyasiani, E. ve Mehdian, S. (1990). "Efficiency in the Commercial Banking Industry, a Production Frontier Approach," *Applied Economics*, Vol.22, 1990, pp.539-551.

Emrouznejad, A., Parker, B. R. ve Tavares, G. (2008). "Evaluation of Research in Efficiency and Productivity: A Survey and Analysis of the First 30 Years of Scholarly Literature in DEA", *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol: 42.

Entani, T., Maeda, Y. ve Tanaka, H. (2002). "Dual Models of Interval DEA and Its Extension to Interval Data", *European Journal of Operational Research*, Volume: 136

Erdoğan, Ö. (2011). *Banka Etkinliklerinin Risk Odaklı Yaklaşımla Modellenmesi ve Türk Bankacılık Sektörü Uygulaması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Finans ve Bankacılık Anabilim Dalı.

Eren, E. ve Donduran, M. (2001). *Mikro İktisat*, Avcıol Basım Yayın, İstanbul, s.228

Erpolat, S. (2011). *Veri Zarflama Analizi: Ağırlık Kısıtlamasız, Ağırlık Kısıtlı, Şans Kısıtlı, Bulanık*, Evrim Yayınevi, İstanbul

Ertay, T. ve Ruan, D. (2005). "Decision Aiding Data Envelopment Analysis Based Decision Model for Optimal Operator Allocation in CMS", *European Journal of Operational Research*, Volume:164

Ertek, T. (2008). *Mikroekonomiye Giriş*, Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş. İstanbul.



Ertuğrul, A. ve Zaim, O. (1996), “Türk Bankacılığında Etkinlik: Tarihi Gelişim Katitatif Analiz”, *Bilkamat İşletme ve Finans Yayınları*, No: 3, Ankara.

Esenbel, M., Erkin, M.O. ve Erdoğan, F.K. (2001). “Veri Zarflama Analizi ile Dokuma, Geyim Eşyası ve Deri Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Etkinliğinin Karşılaştırılması”. <http://www.analiz.com/egitim/gazi001.html>

Farrell, M. J. ve Fieldhouse, M. (1962). “Estimating Efficient Production Functions under Increasing Returns to Scale”, *Journal of Royal Statistical Society, Series A (General)* No: 125, s. 252-67.

Ferrier, G. D. ve Lovell, C.A.K. (1990). "Measuring Cost Efficiency in Banking: Econometric and Linear Programming Evidence," *Journal of Econometrics*, Vol.46, pp.229-245.

Filiz, A. (2007). *Üretim Yönetiminde Verimlilik Sırları: Yöneticilere İpuçları*, Sistem yayıncılık A.Ş., İstanbul.

Flegg, A.T., Allen, D. O., Field, K. ve Thurlow, T.W. (2004). “Measuring the Efficiency of British Universities: A Multi Period Data Envelopment Analysis”, *Education Economics*, Volume: 12, s.231-239

Forsund, F.R. (2002). “Categorical Variables in DEA”, *International Journal of Business and Economics*, Cilt:1, No:1, s.24

Forsund, F.R. ve Sarafoglou, N. (2002). “On the Origins of Data Envelopment Analysis”, *Journal of Productivity Analysis*, 17, p.31

Golany, B. ve Yu, G. (1997). “Theory and Methodology Estimating Returns to Scale in DEA”, *European Journal of Operational Research*, Volume: 103, s.28-37.

Gülcü, A., Tutar. H ve Yeşilyurt, C. (2004). *Sağlık Sektöründe Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Göreceli Verimlilik Analizi*, Seçkin Yayıncılık, Ankara

Güleş, H. K., Öğüt, A. ve Özata, M. (2007). “Sağlık İşletmelerinde Örgütsel Etkinliğin Artırılmasına Yönelik Veri Zarflama Analizine Dayalı Bir Uygulama”, *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(1): 69-82.

- Günay, E. N. Ö. ve Tektaş, A. (2006). “Efficiency Analysis of the Turkish Banking Sector in Precrisis and Crisis Period: A DEA Approach”, *Contemporary Economic Policy*, 24 (3): 418–431.
- Güran, M. C. ve Cingi, S. (2002). “Devletin Ekonomik Müdahalelerinin Etkinliği”, *Akdeniz İİBF Dergisi* (3), 56-89.
- Hunter, W. C. and Timme G. S. (1995). “Care Deposits and Physical Capital: A Reexamination of Bank Scale Economies and Efficiency with Quasi – Fixed Inputs” *Journal of Money, Credit and Banking*” pp. 165 – 185.
- İnan, E. A. (2000). “Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik”. *TBB Bankacılar Dergisi*. Sayı: 34, s.84-86
- Işık, I., Uysal, D. ve Meleke, U. (2003). “Post-Entry Performance of De Novo Banks in Turkey”, In 10th Annual Conference of the ERF, [http://www.erf.org.eg/tenthconf/financialmarkets\\_presented/ISIK\\_Uysal\\_Meleke.pdf](http://www.erf.org.eg/tenthconf/financialmarkets_presented/ISIK_Uysal_Meleke.pdf), (21.12.2012)
- Jackson, P., M. and Fethi, D., M. (2000). “Efficiency and Productivity Growth in Turkish Commercial Bankign Sektor: A Non – Parametric Approach”, Presented at The European Symposium on: Data Envelopment Analysis – Recent Developments and Applications, Wernigerode, Germany, 16 – 18 October.
- Jenkins, L. ve Anderson, M. (2003). “Stochastics and Statistics: A Multivariate Statistical Approach to Reducing the Number of Variables in Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, Cilt: 147, s.52.
- Kale, S. (2009). *Veri Zarflama Analizi ile Banka Şubelerinin Performansının Ölçülmesi*. İstanbul: Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi SBE
- Karabulut, T., Okka, Ö.F. ve Başel, H. (2006). “Bireysel Performansa Dayalı Ücret ve Verimlilik İlişkisi: Bankacılık Sektöründe Örnek Uygulama”, *Selçuk Üniversitesi Karaman İİBF Dergisi*, Sayı 11, Yıl 9.
- Karahan, A. ve Özgür, E. (2009). *Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi*, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Ankara

Karsak, E. ve İşcan, F. (2000). “Çimento Sektöründe Göreli Faaliyet Performanslarının Ağırlıklı Kısıtlamaları ve Çarpaz Etkinlik Kullanılarak Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi”, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 11 (3): 2-10

Kasnakoğlu, H. (1980). “Etkinlik Ölçümü”, *Verimlilik Dergisi*, Sayı: 2, s. 137-158

Kaparakis, E., I., Miller, S. M. ve Athanasios, N. G. (1994), “Short-run Cost Inefficiency of Commercial Banks: A Flexible Stochastic Frontier Approach”, *Journal of Maney, Credit and Banking*, pp. 165 185.

Kaya, Y. T. ve Doğan, E. (2005). “Türk Bankacılık Sisteminde Net Faiz Marjının Modellemesi”, *BDDK Çalışma Raporu*, Ankara.

Kayalıdere, K. ve Kargın, S. (2004). “Çimento ve Tekstil Sektöründe Etkinlik Çalışması ve Veri Zarflama Analizi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (1).

Kazançoğlu, Y. (2008). *Lojistik Yönetimi Sürecinde Tedarikçi Seçimi ve Performans Değerlendirilmesinin Yöneylem Araştırması Teknikleri ile Gerçekleştirilmesi: Analitik Hiyerarşik Süreç ve Veri Zarflama Analizi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İzmir.

Kecek, G. (2010). *Veri Zarflama Analizi: Teori ve Uygulama Örneği*, Siyasal Yayın-Dağıtım, Ankara.

Kıllı, M. ve Atan, M. (2005). “Etkinlik/Verimlilik Çalışmalarında Kullanılan Veri Zarflama Analizi Üzerine Karşılaştırmalı Yaklaşımlar”, 4. İstatistik Kongresi, *İstatistik Mezunları Derneği ve Türk İstatistik Derneği*, Antalya.

Kıyıldı, R. K. ve Karaşahin, M. (2006). “Türkiye’deki Havaalanlarının Veri Zarflama Analizi ile Altyapı Performansının Değerlendirilmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (3).

Kontodimopoulos, N., Moschovakis, G., Aletras V. ve Niakas, D. (2007). “The Effect of Environmental Factors on Technical and Scale Efficiency of Primary Health Care Providers in Greece”, *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, BioMed Central Publishes.

Köksal, C. D. (2001). *Veri Zarflama Analizi İle Bankacılıkta Verimlilik Ölçümü*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

Kumbhakar, S. C. ve Knox L.C.A. (2000). *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge Press, s.8

Kumbhakar, S. C. ve Sarkar, S. (2003). “Deregulation, Ownership and Efficiency Change in Indian Banking: An Application of Stochastic Frontier Analysis”, *Journal of Money Credit and Banking*, Vol:35, No:3, s.403-424

Kurt, T. (2002). *Bankalarda Risk Yönetimi ve Etkinlik: Türk Bankacılık Sisteminde 1992-2000 Döneminde VZA ile Etkinlik Ölçümü*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Kutlar, A. ve Bakırcı, F. (2018). *Veri Zarflama Analizi: Teori ve Uygulama*, Orion Kitabevi, Ankara

Küçük, A. (2007). *Portföy Oluşturma ve Portföye Dahil edilecek Hisse Senetlerinin Seçiminde Veri Zarflama Analizi*, (Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Finansman Bilim Dalı, İstanbul.

Lorcu, F. (2008). *Veri Zarflama Analizi ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi*, T.C. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Bilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Ludeman, K. (2000). “How to conduct self directed 360?”, *Training and Development*, 54 (7) 44-47.

Mercan, M. ve Yolalan, R. (2000). “Türk Bankacılık Sisteminde Ölçek ve Mülkiyet Yapıları ile Finansal Performans İlişkisi”, *İMKB Dergisi*, 4(15): 1–26.

Mester, L. J. (1993). “Efficiency of Banks in the Third Federal Reserve District”, *Working Paper* 94-13. The Wharton Financial Institutions Center

- Miller, S.M., Clauretje, T.M. ve Springer, T.M. (2005). “Economies of Scale and Cost Efficiencies: A Panel Data Stochastic Frontier Analysis of Real Estate Investment Trusts”, *Working Papers*, 21, University of Connecticut, Department of Economics, s.6
- Nakanishi, Y.J. ve Falcochio J.C. (2004). *Performance Assessment of Intelligent Transportation Systems Using Data Envelopment Analysis: Economic Impacts of Intelligent Transportation Systems and Case Studies Research in Transportation Economics*, V:8 p:186
- Norman, M. ve Stoker, B. (1991). *Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance*, John Wiley&Sons Ltd. England, s.15
- Nursoy M. ve Şimşek M. (2001). *Toplam Kalite Yönetiminde Performans Değerlendirme*, Standart, Cilt: 40, Sayı:473, s.17.
- Önal, Y. B. ve Sevimeser, C. (2006), “Yabancı Banka Girişlerinin Türk Bankacılık Sistemine Etkileri: Yerli ve Yabancı Bankaların Etkinlik Analizi”, *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 15, Sayı 2, Adana, ss. 295-312, <http://sosyalbilimler.cukurova.edu.tr/dergi/dosyalar/2006.15.2.333.pdf> (15.03.2010).
- Önaran, S. (2006). *Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Üniversite Kütüphanelerinin Performanslarının Değerlendirilmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öncü, S. ve Aktaş, R. (2007). “Yeniden Yapılandırma Döneminde Türk Bankacılık Sektöründe Verimlilik Değişimi”, *Yönetim ve Ekonom Dergisi*, Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F., Cilt: 14, Sayı: 1, ss. 247-267, Manisa, <http://www2.bayar.edu.tr/yonetimekonomi/dergi/pdf/C14S12007/SORA.pdf> (19.03.2010).
- Ozcan, Y.A. (2008). *Health Care Benchmarking and Performance Evaluation, An Assessment Using Data Envelopment Analysis*, USA: Springer, 2008, s.11
- Özden, Ü.H. (2008). “VZA ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37, 2, ss. 167-185 s.170

Özgür, E. ve Eleren, A. (2006). “Türkiye’de Yabancı Sermayeli Yerli Mevduat Bankalarının Veri Zarflama Yöntemi İle Etkinlik Analizlerinin Yapılması”, Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, Cilt VIII, sayı 2, Afyonkarahisar, ss. 53-76.

Özgür, E. (2007), “Katılım Bankalarının Finansal Etkinliği ve Mevduat Bankaları ile Rekabet Edebilirliği”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.

Özgür, E. (2008). “Kamu Bankalarının Finansal Etkinliği”, AKÜ, *Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: X, Sayı 3, ss. 247 - 260, Afyonkarahisar, <http://www.aku.edu.tr/AKU/DosyaYonetimi/SOSYALBILENS/dergi/X3/eozgur.pdf> (18.02.2010)

Pasiouras, F., Liadaki, A. ve Zopounidis, C. (2008). “Bank Efficiency and Share Performance: Evidence from Greece, Applied Data Envelopment Analysis”, *Vox Sanguinis*, 90.

Pereira, A. (2006). “Economies of Scale in Blood Banking: A Study Based on Data Envelopment Analysis”, *Vox Sanguinis*, 90

Phillips, F. (2005). “25 years of Data Envelopment Analysis”, *International Journal of Information Technology & Decision Making*, Vol: 4, No: 3, p.319

Prokopenko, J. (2003). *Verimlilik Yönetimi*, MPM Yayın No: 476, Ankara

Ramanathan, R. (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement*. Front Cover. Ramu Ramanathan. Sage Publications, USA.

Ruggiero, J. (2011). *Frontiers in Major League Baseball - Nonparametric Analysis of Performance Using Data Envelopment Analysis*, Springer Science, New York.

Sarıca, S. (2007). *Üniversitelerin Performansa göre Yönetimi için Veri Zarflama Analizi Tabanlı bir Karar Destek Sisteminin Tasarım ve Geliştirilmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği ABD Yöneylem Araştırması BD, Eskişehir.

Sathye, M. (2003). “Efficiency of Banks in a Developing Economy: the Case of India.” *European Journal of Operational Research*, 148(3) 662-671

Schermerhorn, J.R. (1989). *Management for Productivity*, John Wiley&Sons, Inc., USA

Seiford, L.M. (1996). Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of the Art, Journal of Productivity Analysis, Vol. 7

Sherman, D.H. (1984). “Hospital Efficiency Measurement and Evaluation. Empirical Test of New Technique”. *Medical Care*, 22/10, p.35

Sevimeser, C., (2005), *Yabancı Bankaların Gelişmekte Olan Ülkelerdeki Faaliyetleri ve Etkileri: Türkiye Açısından Bir Değerlendirme*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, <http://sosyalbilimler.cukurova.edu.tr/tezler/835.pdf> (18.03.2010).

Seyrek, İ. H. ve Ata, H. A. (2010). “Veri Zarflama Analizi ve Veri Madenciliği ile Mevduat Bankalarında Etkinlik Ölçümü”, *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 4 (2): 67–84.

Sezen B. ve Doğan, E. (2005), “Askeri Bir Tersaneye Bağlı Atölyelerin Karşılaştırmalı Verimlilik Değerlendirmesi: Bir Veri Zarflama Yöntemi Uygulaması”, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Cilt:2, Sayı: 2, s.77-87

Sinha R. P. (2008). “Business Efficiency of Public Sector Commercial Banks: A Data Envelopment Approach”, *ICFAI Journal of Applied Economics*, Isfai University Press.

Sink, P.E., Scott, D. ve Tuttle, T.C. (1989). *Planning and Measurement in your Organization of the Future*, Industrial Engineering and Management Press, Georgia.

Sowlati, T. (2001). *Establishing the Practical Frontier in Data Envelopment Analysis*, Doctoral Dissertation, Faculty of Applied Science and Engineering University of Toronto, Canada.

Şenver, B. (1998). *Banka Bilançolarının Tahlil Yöntemleri*, Türkiye Bankalar Birliği Yayınları. Yayın No:143: 13-14.

Tarı, R. (2010). *Ekonometri*, Umuttepe Yayınları, Kocaeli

Tarım, A. (2001). *Veri Zarflama Analizi ile Matematiksel Programlama Tabanlı Göreli Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı*, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü Araştırma İnceleme Çeviri Dizisi, Ankara.

Tarkoçin, C. ve Gencer, M. (2010). “Farklı Girdi ve Çıktı Yaklaşımlarının Veri Zarflama Analizi Etkinlik Sonuçlarına ve Türk Ticari Bankaları Uygulaması”, *TBB Bankacılar Dergisi*, Sayı: 72, ss. 19 – 32, Ankara

TBB–Türkiye Bankalar Birliği, (2016), İstatistiki Raporlar, Bankalarımız Kitabı,

[https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/Dokuman/7450/Bankalarimiz\\_2016.pdf](https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/Dokuman/7450/Bankalarimiz_2016.pdf)

TBB–Türkiye Bankalar Birliği, (2017), İstatistiki Raporlar, Bankalarımız Kitabı,

[https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/Dokuman/7519/Bankalarimiz\\_2017.pdf](https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/Dokuman/7519/Bankalarimiz_2017.pdf)

Tetik, S., (2003), “İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi”, *Yönetim ve Ekonomi*, Cilt:10, Sayı:2, s.221-229

Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis*, Kluwer Academic Publishers, s.129

Thompson, R.G., Dharmapala, P.S, Humphrey, D.B., Taylor, W.M., and Thrall, R.M. (1996). "Computing VZA/AR efficiency and profit ratio measures with an illustrative bank application," *Annals of Operations Research*, Vol.68, pp.303-327.

Turgutlu, T. (2006). *Perakende Sektöründe Veri Zarflama Analizi ve Analitik Hiyerarşik Süreç Yaklaşımlarıyla Tedarikçi Performans Değerlendirmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, İzmir.

Turkens, H. (1993). “On FDH Efficiency Analysis: Some Methodological Sayis and Asslications to Retail Banking Courts, and Urban Transit”, *Journal of Productivity Analysis*, Cilt:4, Sayı: 1-2, ss.183-210.

Ulucan, A. (2002). “ISO500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı”, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 57 (2), 185-202

Ulucan, A. ve Karacabey, A.A. (2002). “İMKB Hisse Senedi Piyasasının Teknik Etkinliğinin AB Aday ve Üye Ülkelerle Karşılaştırmalı Analizi”, *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, Cilt:2, Sayı:3, s.101-111.

Ünsal, A. (2007). *İşletmelerde Muhasebe Yöneticilerinin Etiksel Karar Süreci*, (Yayınlanmamış Doktora Tezi) Ankara, Gazi Üniversitesi



- Ünsal, F., Rüzgar, B. ve Rüzgar, N. (2000). İşletme ve Ekonomi için Bilgisayar Uygulamalı Sayısal Yöntemler, Türkmen Kitabevi, İstanbul, s.114
- Vincova, K. (2005). “Using DEA Models to Measure Efficiency”, *BIATEC*, Cilt:13, Ağustos, ss.24-28
- Worthington, A. (2000). “Technical Efficiency and Technological Change in Australian Bulding Societies”, *ABACUS*, Vol: 36, No: 2, pp. 180 – 197.
- Yalama, A. (2005). *Entelektüel Sermayenin Entelektüel Katma Değer Katsayısı ile Ölçülmesi ve VZA Yöntemi Kullanılarak Karlılığa Etkisinin Sınanması: İMKB'ye Kote Bankalarda Uygulanması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir
- Yatkin, A. (2008). “Örgütsel Çatışmanın ve Performans Değerlemenin İşgören Performansına Etkileri”, *Doğu Anadolu Araştırmalar Dergisi*, Şubat: 6-18.
- Yayla, M., Kaya, Y. T. ve Ekmen, İ. (2005). “Bankacılık Sektörüne Yabancı Girişi: Küresel Gelişmeler ve Türkiye”, *Bankacılık Denetleme ve Düzenleme Kurumu ARD Çalışma Raporları*, No: 2005/6, Ankara, [http://www.bddk.org.tr/websitesi/turkce/Raporlar/Calisma\\_Raporla13012005-6.pdf](http://www.bddk.org.tr/websitesi/turkce/Raporlar/Calisma_Raporla13012005-6.pdf) (04.02.2010).
- Yeşilyurt C. ve Alan M. (2003), “Fen Liselerinin 2002 Yılı Göreceli Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Ölçülmesi”, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 4, Sayı: 2, s.91-104
- Yıldız, M. (2006). “Yatırım Fonları Performanslarının VZA ile Değerlendirilmesi”, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 61, 2, d.211-234
- Yılmaz, C., Özdil, T. ve Akdoğan, G. (2002). “Seçilmiş İşletmelerin Toplam Etkinliklerinin Veri Zarflama Yöntemi ile Ölçülmesi”, *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi Yayınları: 20, Süreli Yayın Dizisi: 6, Sayı: 4, Kırgızistan, s.174-183
- Yolalan R. (1993). *İşletmeler Arası Göreceli Etkinlik Ölçümü*, MPM yayınları, No: 483, Ankara
- Yolalan, R. (1996). “Türk Bankacılık Sektörü için Göreceli Mali Performans Ölçümü”, *TBB Bankacılar Dergisi*, 19: 35–40.

Yun, Y.B., Nakayama, H. ve Tanino, T. (2004). "A Generalized Model for Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research*, 157: 87-105.

Yücel, L.İ. (2017). *Veri Zarflama Analizi: Frontier Analyst ve WinDeap ile Portföy Etkinlik Ölçümü Örneği ve Çeşitli Uygulamalar*, DER Yayınları, İstanbul

Zaim, O. (1993). "Mali Liberalizasyon ve Bankacılık Sektöründe Etkinlik", *İşletme Finans Dergisi*, Temmuz, Sayı: 88, ss. 44 – 51.

Zaim, O. (1994). "The effect of financial liberalization on the efficiency of Turkish Commercial banks," *Applied Financial Economics*, Vol.5, 1995, pp. 257-264.

Zaim, O. (1995). "The Effect of Financial Liberalization on the Efficiency of Turkish Commercial Banks", *Applied Financial Economics*, 5: 257-64.