

T.C.
KADİR HAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FİNANS VE BANKACILIK DOKTORA PROGRAMI

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE
BANKA ŞUBELERİNİN PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ**

Doktora Tezi

SÜLEYMAN KALE

İstanbul, 2009

T.C.
KADİR HAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FİNANS VE BANKACILIK DOKTORA PROGRAMI

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE
BANKA ŞUBELERİNİN PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ**

Doktora Tezi

SÜLEYMAN KALE

Danışman : DOÇ. DR. MEHMET HASAN EKEN

İstanbul, 2009

ÖZET

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE BANKA ŞUBELERİNİN PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ

Veri Zarflama Analizi banka şubelerinin performansının ölçülmesinde, giderek daha yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı bir performans ölçüm modeli geliştirmek, karşılaştırma yaparak şubelerin güçlü/zayıf yönlerini tespit edip etkinliklerini iyileştirmek ve yönetime bir analiz ve karar aracı sunmaktır.

Üretim ve gelir yaklaşımı ışığında, ölçüğe göre getiri özellikleri ile birlikte, 128 banka şubesinin teknik, saf teknik, ölçek ve mix etkinliği hesaplanmıştır. Daha sonra üretim ve gelir etkinliği değerlerinin uyumlu olup olmadığını görmek için her iki yaklaşımla elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

Üretim yaklaşımına göre yapılan etkinlik analizi, 59 şubenin teknik olarak etkin olmadığını, 58 şubenin en verimli ölçek büyüklüğünde çalışmadığını ve çıktılarının %15–20 artırılabilceğini göstermiştir. Gelir yaklaşımına göre ise 117 şubenin teknik olarak ve 114 şubenin ölçek bakımından etkin olmadığı hesaplanmıştır. Her iki yaklaşımda da şube büyüklüğü ile ölçek etkinliğinin birbiriyle ilişkili olduğu, şube büyüdükçe ölçek etkinliğinin arttığı, en verimli ölçek büyüklüğünden sonra, şubenin büyümeye devam etmesi durumunda etkinliğin azaldığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Performans, Etkinlik, Üretim Etkinliği, Gelir Etkinliği, Teknik Etkinlik, Saf Teknik Etkinlik, Ölçek Etkinliği, Banka Şube Performansı.

ABSTRACT

MEASURING BANK BRANCH PERFORMANCE USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Data Envelopment Analysis has been used more extensively for measuring the performance of bank branches. The aim of this study is to develop a performance measurement model and to improve the efficiency by identifying the strengths/weaknesses of branches using benchmarking and to provide an analysis and decision tool for management.

In the light of production and profitability approaches, technical, pure technical, scale and mix efficiencies of 128 bank branches were calculated together with the return to scale characteristics. And then efficiency scores coming from two approaches were compared to see the consistency between production and profitability efficiencies.

Efficiency analysis of production approach showed that 59 branches are technically inefficient, 58 branches are not operating at the most productive scale size and outputs can be improved 15-20% further. According to profitability approach, 117 branches were measured as technically and 114 branches as scale inefficient. In both analyses, it is apparent that branch size and scale efficiency are related to each other, as size gets larger scale efficiency increases and after the most productive scale size efficiency decreases with increase in branch size.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Performance, Efficiency, Production Efficiency, Profit Efficiency, Technical Efficiency, Pure Technical Efficiency, Scale Efficiency, Bank Branch Performance

ÖNSÖZ

Modern toplumlarda bankacılık sektörünün çok önemli işlevleri bulunmaktadır. Bu işlevlerin gereğince yerine getirilmesi bankaların ve şubelerin etkin çalışması ve kaynakların optimum kullanımı ile mümkündür.

Bu çalışmanın amacı, performans ölçümü konusunda gün geçtikçe daha da yaygınlaşan ancak pratikte yeterince yararlanılmayan Veri Zarflama Analizi ile şubelerin performansını ölçen bir model ortaya koymaktır.

Veri Zarflama Analizi ile bir şubenin farklı açılardan etkinliğini, zayıf yanlarını, kaynaklarını doğru kullanıp kullanmadığını ve yönetici becerilerini ölçme olanağı elde edilmektedir. Etkin olmayan birimler için örnek göstererek gelişme potansiyeli belirlenmekte ve en uygun ölçek büyüklüğü tespit edilmektedir. Performans değerlendirme sisteminin yanı sıra olabildiğince objektif bir karar ve şube analiz aracına kavuşulmaktadır.

Değerli hocam Doç. Dr. Mehmet Hasan EKEN'e, yardım ve katkılarıyla yolumu aydınlattığı için çok teşekkür ederim.

Süleyman KALE

İstanbul

Ocak 2009

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
GRAFİK LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR.....	xii
GİRİŞ	xiii

BİRİNCİ BÖLÜM

BANKACILIKTA PERFORMANS ÖLÇÜMÜ

1.1. PERFORMANS, ETKİNLİK VE VERİMLİLİK	1
1.2. FARRELL ve ETKİNLİK	6
1.3. ÖLÇEĞE GÖRE GETİRİ	12
1.4. BANKACILIKTA ETKİNLİK TÜRLERİ.....	17
1.4.1. Teknik Etkinlik	18
1.4.1.1 Saf Teknik Etkinlik	19
1.4.1.2. Ölçek Etkinliği	19
1.4.2. Tahsis Etkinliği.....	20
1.4.3. x-etkinliği.....	21
1.4.4 Radyal ve Radyal Olmayan Etkinlik	22
1.5. BANKACILIKTA ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ	24
1.5.1. Oran Analizi.....	26
1.5.2. Sınır Etkinliği Yöntemleri.....	28
1.5.2.1 Parametrik Yöntemler	29
1.5.2.1. a) Stokastik Sınır Yaklaşımı	30
1.5.2.1. b) Kalın Sınır Yaklaşımı.....	34
1.5.2.1. c) Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım.....	37
1.5.2.2. Parametrik Olmayan Yöntem- Veri Zarflama Analizi	39
1.5.2.3. Parametrik Olan ve Olmayan Yöntemlerin Karşılaştırılması.....	42
1.6. BANKACILIKTA GİRDİLER VE ÇIKTILAR	44
1.6.1. Aracılık Yaklaşımı	46
1.6.2. Üretim Yaklaşımı	48
1.6.3. Karlılık veya Gelir Yaklaşımı	50
1.6.4. Kullanma Maliyeti Yaklaşımı	51

İKİNCİ BÖLÜM
VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

2.1 TEMEL KAVRAMLAR	54
2.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN GELİŞİMİ	56
2.3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN ÜSTÜN YÖNLERİ	61
2.4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN ZAYIF YÖNLERİ	63
2.5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİ	64
2.5.1. Charnes Cooper Rhodes (CCR) Modeli	67
2.5.1.1. CCR Girdi Odaklı Model	68
2.5.1.2. CCR Çıktı Odaklı Model	78
2.5.2. Banker Charnes Cooper (BCC) Modeli	80
2.5.2.1. BCC Girdi Odaklı Model	81
2.5.2.2. BCC Çıktı Odaklı Model	84
2.5.3. Multiplicative Model.....	86
2.5.4. Additive Model	88
2.5.5. Slack Based Modeller.....	90
2.5.6. Hibrid Model	94
2.5.7. Süper-Etkinlik Modeli.....	95
2.5.8. Stokastik Veri Zarflama Analizi	97
2.5.9. Free Disposal Hull	99
2.6 TERCİHLER VE ÇARPAN KISITLAMASI	101
2.6.1. Ağırlıkların Doğrudan Sınırlanması	104
2.6.2. Sanal Ağırlıkların Sınırlandırılması.....	105
2.6.3. Cone Ratio Yaklaşımı.....	106
2.6.4. Çapraz Etkinlik.....	107
2.7. VERİLERDEN KAYNAKLANAN DURUMLAR.....	108
2.7.1. Karar Birimlerinin Sınıflandırılması	108
2.7.2. Kontrol Dışı Girdi ve Çıktılar	108
2.8. ETKİNLİĞİN ZAMAN İÇERİSİNDEKİ DURUMU	110
2.8.1. Window Analizi	110
2.8.2. Malmquist Endeksi.....	113

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
VZA'NIN UYGULANMASI ve ŞUBE PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ

3.1. UYGULAMA AŞAMALARI	117
3.2. MODEL OLUŞTURULURKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER	119
3.2.1. Amacın Belirlenmesi	119
3.2.2. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi.....	120
3.2.3. Karar Birimi ve Veri Sayısı İlişkisi.....	120
3.2.4. Verilerin Azaltılması	121
3.2.5. Aykırı Gözlemler	122
3.2.6. Birimlerin Büyüklüğü.....	122
3.2.7. Etkin Birimlerin Fazlalığı.....	123
3.2.8. Çevresel Faktörler	123
3.2.9. Hizmet Kalitesi	123
3.2.10. Sonuçların Güvenilirliği	124
3.3. SONUÇLAR YORUMLANIRKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER	124
3.4. LİTERATÜRDE ŞUBE PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ	126

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
PERFORMANS UYGULAMASI

4.1. UYGULAMA PLANI	132
4.1.1. Üretim Etkinliği	147
4.1.2. Gelir Etkinliği.....	147
4.2. MODEL SEÇENEKLERİ	134
4.3. KARAR BİRİMLERİNİN SEÇİMİ	135
4.4. GİRDİ VE ÇIKTILARIN BELİRLENMESİ	136
4.4.1. Kullanılan Girdiler	150
4.4.2. Kullanılan Çıktılar	152
4.5. GİRDİ VE ÇIKTILARLA İLGİLİ İSTATİSTİKLER	140
4.6. VERİLERİN BİRBİRİYLE VE ETKİNLİKLE İLİŞKİSİ	141
4.7. ÇIKTI ODAKLI CCR MODELİ (CCR-O)	146
4.7.1. Göreceli Etkinlik	146
4.7.2. Referans Küme ve Etkin Sınıra Taşıma	148

4.7.3. Özelliklerine Göre Şubelerin Etkinliği.....	151
4.7.4 Etkin Birimlerin Sıralanması	152
4.8. ÇIKTI ODAKLI BCC MODELİ (BCC-O)	153
4.9. ÖLÇEK ETKİNLİĞİ.....	155
4.10. ŞUBELER VE ÖLÇEĞE GÖRE GETİRİ	159
4.11. ŞUBE BÜYÜKLÜĞÜ İLE ÖLÇEK ETKİNLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİ.....	161
4.12. ÖLÇEĞE GÖRE GETİRİ İLE GİRDİ VE ÇIKTI ODAKLI YAKLAŞIM	161
4.13. SLACK BASED MODEL.....	169
4.14. TERCİHLERİN MODELE DAHİL EDİLMESİ.....	172
4.15. GELİR ETKİNLİĞİ.....	176
4.15.1. Göreceli Etkinlik	176
4.15.2. Şube Büyüklüğü ve Ölçek Etkinliği	178
4.15.3. Şubeler ve Ölçeğe Göre Getiri	179
4.16. ÜRETİM ETKİNLİĞİ İLE GELİR ETKİNLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	179
SONUÇ	182
EKLER	186
Ek:1. Literatürde VZA İle Şube Performansını Ölçen Çalışmalar (1)	187
Ek:2. Literatürde VZA İle Şube Performansını Ölçen Çalışmalar (2)	190
Ek:3 Uygulamalarda Kullanılan Girdiler ve Çıktılar	194
Ek:4. Çıktı Yönlü CCR Modeline Göre Şubelerin Etkinlik Sonuçları ve Etkin Olmayan Şubeler İçin Referans Küme.....	196
Ek:5. Şubelerin Ölçek Özellikleri ve Saf Teknik, Ölçek, Mix Etkinliği	198
Ek:6. Gelir Yaklaşımına Göre Şubelerin Teknik, Saf Teknik ve Ölçek Etkinliği.....	199
KAYNAKÇA	200

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1.	Yıllar İtibariyle VZA ve Sınır Üretim Fonksiyonunu Esas Alan Doktora Çalışmaları	44
Tablo 1.2.	Aracılık Yaklaşımında Girdiler ve Çıktılar	47
Tablo 1.3.	Üretim Yaklaşımında Girdiler ve Çıktılar.....	49
Tablo 1.4.	Karlılık Yaklaşımında Girdiler ve Çıktılar	51
Tablo 2.1.	VZA'daki Modellerin Özellikleri	93
Tablo 2.2.	VZA'da Bir Window Analizi Örneği	112
Tablo 3.1.	Vza'yı Uygularken Yapılacaklar Listesi	118
Tablo 3.2.	2000 Yılından Sonra VZA İle Yapılan Şube Performans Çalışmaları, Kullanılan Girdiler ve Çıktılar.	131
Tablo 4.1.	Kullanılan Girdiler ve Çıktılar	136
Tablo 4.2.	Girdi ve Çıktılarla İlgili İstatistikler	141
Tablo 4.3.	Veriler Arasındaki Korelasyon.....	143
Tablo 4.4.	Her Bir Verinin Çıkarılması Durumunda Ortalama Etkinlik Ne Kadar Değişir?	144
Tablo 4.5.	CCR-O Modelinin Özeti	146
Tablo 4.6.	Etkin Olmayan Bir Şubenin Etkin Sınıra Taşınması	149
Tablo 4.7.	CCR-O Modelinin Öngördüğü Toplam İyileştirme	150
Tablo 4.8.	Özelliklerine Göre Şubelerin Teknik Etkinliği	151
Tablo 4.9.	Referans Kümede En Çok Yer Alan Şubeler ve Süper Etkinlik Skoru En Yüksek Şubeler.....	152
Tablo 4.10.	BCC-O Modelinin Özeti	153
Tablo 4.11.	Özelliklerine Göre Şubelerin Saf Teknik Etkinliği	154
Tablo 4.12.	Ölçek Etkinliği Özeti	155
Tablo 4.13.	Özelliklerine Göre Şubelerin Ölçek Etkinliği	156
Tablo 4.14.	Ölçek Etkinliği En Düşük 10 Şube.....	157
Tablo 4.15.	Şubelerin Ölçeğe Göre Getiri Dağılımı	159
Tablo 4.16.	Ölçeğe Göre Getirinin Şube Büyüklüğüne Göre Dağılımı	160
Tablo 4.17.	Ölçek Etkinliği İle Büyüklük Arasındaki İlişki	162
Tablo 4.18.	Ölçek Etkinliği İle Büyüklük Arasındaki İlişki	165
Tablo 4.19.	SBM-O-C ve Mix Etkinliğinin Özeti.....	169
Tablo 4.20.	Özelliklerine Göre Şubelerin Ölçek Etkinliği	170
Tablo 4.21.	Veriler İçin Öngörülen Ağırlıklar	171

Tablo 4.22. Ağırlıklandırılmış ve Ağırlıklandırılmamış CCR Modeli Sonuçları	172
Tablo 4.23. Ağırlaklındarmadan Sonra Özelliklerine Göre Şubelerin Etkinliği.....	173
Tablo 4.24. Gelir Yaklaşımında Teknik, Saf Teknik ve Ölçek Etkinliği	174
Tablo 4.25. Gelir Yaklaşımında Özelliklerine Göre Şubelerin Teknik, Saf Teknik ve Ölçek Etkinliği	175
Tablo 4.26. Ölçeğe Göre Getirinin Şube Büyüklüğüne Göre Dağılımı	177

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1.	Toplam Etkinlik	8
Şekil 1.2.	Bankacılıkta Etkinliğin Bileşenleri	17
Şekil 1.3.	Bankacılıkta Etkinlik Ölçme Yöntemleri	25
Şekil 4.1.	Uygulama Planı	132
Şekil 4.2.	Ölçek Etkinliği İle Şube Büyüklüğü Arasındaki İlişki	164

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1.1.	Tahsis Etkinliği ve Toplam Etkinlik	9
Grafik 1.2.	Üretim Sınırı ve Teknik Etkinlik	13
Grafik 1.3.	Teknik Etkinlik ve Ölçeğe Göre Getiri	14
Grafik 1.4.	Ölçek Etkinliği	16
Grafik 1.5.	Radyal ve Radyal Olmayan Etkinlik	22
Grafik 1.6.	Stokastik Üretim Sınırı	32
Grafik 1.7.	Kalın Sınır Yaklaşımı İle Yapılan Bir Çalışma	35
Grafik 1.8.	Etkin Sınır ve Üretim Olanakları Kümesi	40
Grafik 2.1.	Konveksite.	56
Grafik 2.2.	VZA Yayınlarının Yıllara Göre Dağılımı	61
Grafik 2.3.	Farklı Sayıdaki Girdi ve Çıktı İçin Etkin Sınır ve Üretim Olanakları Kümesi	69
Grafik 2.4.	CCR ve Slack Değerler	76
Grafik 2.5.	CCR-I Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması ..	77
Grafik 2.6.	CCR-O Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması.	79
Grafik 2.7.	VRS ve Farklı Ölçek Özelliklerindeki Etkin Sınırlar	81
Grafik 2.8.	BCC-I Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması ..	83
Grafik 2.9.	BCC-O Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması	85
Grafik 2.10.	Additive Modelde Etkinsizlik	89
Grafik 2.11.	Süper Etkinlik	95
Grafik 2.12.	Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CRS) Ortamında Stokastik VZA	98
Grafik 2.13.	FDH'de Etkin Sınır ve VZA Sınırı İle Karşılaştırma	100
Grafik 2.14.	Convex Cone'un Geometric Gösterimi.	106
Grafik 2.15.	Malmquist Endekste Yakalama Etkisi	114
Grafik 4.1.	Şube Büyüklüğü ve Ölçek Etkinliği	165
Grafik 4.2.	Ölçeğe Göre Getiri İle Girdi ve Çıktı Odaklı Yaklaşım	166
Grafik 4.3.	Ölçek Özelliklerine Göre Şubelerin Bulunduğu Bölgeler	167
Grafik 4.4.	Şube Büyüklüğü ve Ölçek Etkinliği	176
Grafik 4.5.	Üretim ve Gelir Etkinliğinin Karşılaştırılması	179

KISALTMALAR

AR	Assurance Region
ARG	Assurance Region Global
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
DLP	Dual Lineer Program
DMU	Decision Making Unit
DRS	Decreasing Return to Scale
FDH	Free Disposal Hull
FP	Fractional Program
IRS	Increasing Return to Scale
KVB	Karar Verici Birim
LP	Lineer Program
MPSS	Most Productive Scale Size
NDRS	Non-Decreasing Return to Scale
NIRS	Non-Increasing Return to Scale
ÖE	Ölçek Etkinliği
PTE	Pure Technical Efficiency
RTS	Return to Scale
SBM	Slack Based Model
SE	Scale Efficiency
SFA	Stochastic Frontier Approach
STE	Saf Teknik Etkinlik
TE	Technical Efficiency (Teknik Etkinlik)
TFA	Thick Frontier Approach
TFP	Total Factor Productivity
VRS	Variable Return to Scale
VZA	Veri Zarflama Analizi

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, performans ölçümü konusunda gün geçtikçe daha fazla kullanılan ve giderek tek yöntem haline gelen Veri Zarflama Analizi ile şubelerin performansını ölçen ve etkinliği düşük birimlerin etkinliklerini geliştirmek için yapmaları gerekenleri belirleyen bir model ortaya koymaktır.

Şubeleri performansına göre sıralamanın ötesinde olanaklar sunduğundan, Veri Zarflama Analizinin sağladığı tüm bilgilerden yararlanılması hedeflenmektedir. Model yardımıyla etkin olmayan şubeler için referanslar belirlenmekte, bu referanslarla karşılaştırma yapmak suretiyle etkin olmayan şubelerin gelişme potansiyeli ortaya çıkarılmakta, şubelerin güçlü ve zayıf yönleri belirlenmekte, yöneticilerin girdi/çıkıtı bileşimini iyi yönetip yönetemedikleri analiz edilmekte, şubeler için en uygun ölçek yapısının nasıl olabileceği tespit edilmekte ve yöneticilere stratejiler önerilmektedir.

Çalışmada etkinlikle ilgili temel kavramlar ve Veri Zarflama Analizi modelleri ele alındıktan sonra üretim ve gelir yaklaşımı bakış açısıyla 128 banka şubesinin etkinlik analizi yapılmaktadır. Her iki yaklaşımla hesaplanan etkinlik değerleri bileşenlerine ayrılmakta, karşılaştırılmakta, şubelerin güçlü ve zayıf yönleri ayrıntılı olarak incelenmektedir.

Veri Zarflama Analizi, birbirine benzeyen karar birimlerinin göreceli etkinliğini lineer programlama yoluyla ölçen, parametrik olmayan bir yaklaşımdır. Analizde önce, şubelerin kullandığı kaynaklar ile bu kaynakların kullanılması sonucu elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak etkinlik hesaplanmakta, değerleri en yüksek noktalar etkin sınırı oluşturmaktadır. Bu sınıra olan uzaklıklarına göre diğer birimlerin göreceli etkinlikleri belirlenmektedir.

Şube performansının ölçümü, sahip olunan kaynakların doğru kullanılması, şubelerin daha etkin yönetilmesi, aktif-pasif ve pazarlanan ürün dengesinin daha sağlıklı kurulması, şubelerin, dolayısıyla bankanın daha güçlü bir mali yapıya kavuşması bakımından büyük önem taşımaktadır. Şubelerin toplamının bankanın bütünü oluşturduğu düşünülürse, alt birimlerin etkin yönetilmesi doğrudan doğruya bankanın genel etkinliğini de artıracaktır.

Bankalar, operasyonel etkinliği artırmaya çalışan kurumların başında gelmelerine rağmen, bugüne kadar şubelerinin performansını ölçen, genel kabul gören bir yöntem geliştirmediler. Oysa yapılan işlemleri gereğince kavrayabilen açık ve güvenilir bir performans yöntemine gereksinim bulunmaktadır.

Unutmamak gerekir ki, bir birimde doğru kararlar alınması ve birimlerin etkin çalıştırılması, karar alma süreçlerine yardımcı olacak uygun araçların kullanılması ile mümkündür. Bu araçların mümkün olduğunca doğru, objektif ve gerçekçi olması gerekmektedir.

Türkiye'deki bankalar şubelerinin performansını çoğunlukla, seçilen finansal göstergelerdeki başarılarına ve verilen hedefleri gerçekleştirme durumlarına göre ölçmektedir. Performans kriterleri, kaynak temini, kaynak kullandırımı, pazarlanan ürünler ve karlılıkla ilgili oranlardan oluşmaktadır. Ancak bankalar arasında performans ölümüne yönelik birbiriyle paralellik gösteren yöntemler söz konusu değildir. Aynı standartları kullanan ve mali yapıları değerlendirilirken aynı kriterlere göre analiz edilen bankaların, şube performansları değerlendirilirken birbirinden tamamen farklı yöntemler kullanmaları, bu konuda yeterli araştırmanın yapılmaması ve üzerinde mutabakat sağlanabilecek yöntem ve modellerin geliştirilmemiş olmasıyla açıklanabilir.

Başarılı bir yönetim için performansın tanımlanması, llmesi ve geliştirilmesi zorunluluktur. Performans ölümünde amaçlar doğrultusunda kriterlerin belirlenmesi, bu kriterler doğrultusunda hesaplamalar yapılması, sonuçların değerlendirilmesi ve oluşturulan modelin geri bildirimlerle sürekli iyileştirilmesi gerekmektedir.

Faaliyet gösterdiği coğrafi ve ekonomik konum, yapılan işlemlerin nitelik ve nicelikleri, sahip olduğu insan kaynağı ve donanım, önem verdiği öncelikler bakımından her banka ve şube bir diğerine göre farklılık göstermektedir. Bu bakımdan her yapıya oturacak tek ve doğru bir şablon bulmak elbette mümkün değildir. Ancak genel çatısı doğru belirlenen bir performans ölüm sistemi zamanla geliştirilmek suretiyle amaca hizmet edebilir duruma getirilebilir.

Yeni düzenlemeler, teknolojik gelişmelerin getirdiği koşullar, artan ulusal ve uluslararası rekabet ekonomik açıdan büyük önem taşıyan bankaların performansının llmesini ve mali yapılarının yakından izlenmesini zorunlu kılmaktadır. Küresel piyasalardaki

gelişmeler, finansal şirketleri hizmet kalitesini yükseltmeye, üretkenliği ve etkinliği artırmaya zorlamaktadır.

Hızla değişen küresel iş ortamında, başarılı olabilmek için sürekli bir gelişim içinde olmak büyük önem taşımaktadır. Bir yandan yeni yöntem ve yapısal değişiklikler hayata geçirilirken, diğer yandan karlılığı artıracak eğilimlerin yakalanabilmesi gerekmektedir.

Finansal hizmetler sektörü modern toplumlarda en önemli sektörlerden biridir. Öyle ki hizmet sektörü gelişmiş ekonomilerde, finans sektöründe de reel sektördeki kadar eleman istihdam edilmektedir. Fon fazlası olanlardan fon ihtiyacı olanlara kaynak aktarımında, ekonomideki finansal kaynakların etkin dağılımında, kaynak aktarım mekanizmasındaki maliyetlerin azaltılmasında, reel sektörün büyümesinde, toplumsal refahın artmasında finansal hizmet sunan bankaların çok önemli işlevleri bulunmaktadır.

Bankacılık sektörü, diğer bütün sektörler gibi, belki de onlardan daha fazla içinde bulunduğu makroekonomik ortamdan etkilenmektedir. Türkiye'nin içinde bulunduğu hızlı değişim sürecinde sürekli yinelenen kriz ve hızlı büyüme dönemleri, uluslararası ortamlarla bütünleşme çabaları, bankalarımızı bütün iş süreçlerini yeniden gözden geçirmeye itmektir.

Enflasyonun düşme eğilimi göstermesi, kamu borçlanma gereği ve faiz yükünün göreceli olarak azalması, bankacılıkta yabancı payının artması, bankaların aktif yapısını değiştirmek durumunda olması ve artan rekabet Türk bankacılığında da etkinlik ve verimliliği her zamankinden daha önemli hale getirmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde etkinlikle ilgili temel kavramlar, etkinliğin tarihsel gelişimi, bileşenleri ve etkinlik ölçme yöntemleri, ayrıca, performans ölçümünde girdi ve çıktıları belirleme yaklaşımları ele alınmaktadır.

İkinci bölümde, Veri Zarflama Analizinin tarihsel gelişimi, güçlü ve zayıf yönleri, model seçenekleri, uygulayıcı tercihlerinin modele yansıtılması konu edilmektedir.

Üçüncü bölümde literatürdeki şube performans ölçüm çalışmaları, model oluşturulurken ve sonuçlar yorumlanırken dikkat edilmesi gereken noktalar ele alınmaktadır.

Dördüncü ve son bölümde performans ölçüm modeli uygulanmakta ve ölçüm sonuçları analiz edilmektedir. Üretim ve gelir yaklaşımlarına göre, Veri Zarflama Analizinin değişik seçenekleri uygulanarak, farklı özelliklerdeki şubelerin etkinlikleri irdelenmekte ve etkinliğin geliştirilmesi için tespit ve önerilerde bulunmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

BANKACILIKTA PERFORMANS ÖLÇÜMÜ

1.1. PERFORMANS, VERİMLİLİK ve ETKİNLİK

Genel olarak bakıldığında performans, verimlilik (productivity) ve etkinlik (efficiency) gibi terimlerin benzer kavramları tanımladığı ve aynı anlama geldiği düşünülmekte, kimi zaman birbirinin yerine kullanılmaktadır. Bu kavramlar birbiriyle yakından ilişkili olmakla birlikte tam olarak aynı şeyi ifade etmemektedir.

Performans ifadesi verimlilik ve etkinlik kavramlarının her ikisini tanımlamak için kullanılır. Bir firmanın performansı verimlilik ve etkinlik kavramlarıyla ölçülür. İki birimin performansını karşılaştırırken, birinin diğerine göre daha verimli ya da daha etkin olduğu ifade edilir.

Karar birimleri amaçlarını gerçekleştirmek için, sahip oldukları kaynakları en iyi şekilde kullanarak çıktılara dönüştürür. İşletmelerin bir zaman dilimindeki performansı, kullandığı girdileri çıktılara dönüştürürken ne kadar etkin davrandığı ile ortaya çıkar. Bu bağlamda bir ekonomik birimin performansı değerlendirilirken, kullanılan girdilerden ne kadar çıktı sağlandığı, çıktının maksimize edilip edilmediği veya belirli çıktı seviyesinin hangi girdilerle sağlandığı ve girdilerin minimize edilip edilmediği saptanmalıdır.

Verimlilik, eldeki girdilerle ne kadar çıktı sağlandığını, başka bir deyişle çıktı/girdi oranını ifade eder. Girdi kullanıp çıktı üreten ve verimliliği ifade eden kavram en basit haliyle aşağıdaki oranla hesaplanır¹:

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

¹ Timothy J. Coelli ve Diğerleri, **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**, Second Edition, USA: Springer, 2005, s.2.

Yalnızca bir girdi ve bir çıktı olması durumunda verimliliğin bu şekilde formüle edilmesi yeterli olmakla birlikte, gerçek hayatta olduğu gibi girdi ve çıktı sayısının birden fazla olması durumunda, bu girdi ve çıktıların tek bir oranı verecek ve ekonomik olarak anlamlı biçimde birleştirilmesi gerekmektedir.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktıların ağırlıklı toplamı}}{\text{Girdilerin ağırlıklı toplamı}} \quad 1.2$$

Bütün girdi ve çıktıların dikkate alınmasıyla, aslında “toplam faktör verimliliği” (Total Factor Productivity) hesaplanmış olur. Toplam faktör verimliliği endekslerle ölçülür. Endeks sayıları, fiyat ve miktarın zaman içerisindeki değişimini ortaya koyar².

$$\text{TFP}_{t_1 t_2} = \frac{\sum_{i=1}^N p_{it_2} q_{it_2}}{\sum_{i=1}^N p_{it_1} q_{it_1}} \quad 1.3$$

- TFP : Total Factor Productivity (Toplam Faktör Verimliliği) endeksi,
N : Çıktı sayısı
 t_1, t_2 : Zaman dilimleri
P : Çıktı fiyatları
q : Çıktı miktarı

Faktör verimliliğinde, Laspeyres, Pashe, Fisher, Tornqvist ve Malmquist endeksleri en çok kullanılanlar arasında sayılabilir.

Pek çok girdi ve çıktının bulunduğu üretim ortamında, bir girdi ve çıktıdan yola çıkılarak yapılan hesaplama “kısmi verimliliği” gösterir. Toplam faktör verimliliğinde girdilerin ve çıktıların ağırlıkları sabittir, TFP oranını maksimize edecek biçimde bir ağırlıklandırma yapılmaz.

² Yasar A. Ozcan, **Health Care Benchmarking and Performance Evaluation, An Assessment Using Data Envelopment Analysis**, USA:Springer, 2008, s.11.

Üretim teknolojisinde, üretim ortamındaki ve üretim sürecindeki değişimlerden etkilenecek verimlilik de değişir³.

Verimlilik oranının mümkün olan en iyi durumu ifade edip etmediği belli değildir. Girdiler değerli ve alternatif kullanım alanları olduğundan, üretimin amacı en az girdi ile en fazla çıktının sağlanmasıdır. Verimlilik oranının yükseltilmesi, başka bir deyişle, eldeki girdilerle daha fazla çıktı sağlanabilmesi ya da aynı çıktının daha az girdi ile sağlanabilmesi beraberinde “rasyonel” olmayı getirmektedir. Verimliliği maksimize etmeye çalışmak bizi etkinlik kavramıyla tanıştırmaktadır.

Bir üretim biriminin etkinliği girdi ve çıktılarla ilgili gözlemlenen verilerin optimum değerlere oranı olarak tanımlanabilir. Üretim biriminin hedefi, optimum olarak değerlendirilecek düzeye ulaşmaktır. Gözlemlenen verilerin optimuma göre kıyaslanması, ya belirli girdi seviyesinde mümkün olan maksimum çıktı ile ya da belirli çıktı seviyesinde mümkün olan minimum girdi ile karşılaştırılarak yapılır⁴. Bu tanım mühendislikteki etkinlik kavramıyla da örtüşmektedir. Nitekim yanma olayında etkinlik “belirli bir yakıtın yanmasıyla ortaya çıkan ısı miktarının, aynı yakıttan elde edilebilecek maksimum ısı miktarına oranı” olarak tanımlanır⁵. Uygulamada, gözlemlenen değerlerin karşılaştırılacağı optimum değerlerin yerini, potansiyel olarak elde edilebilecek “en iyi” değerler alır.

Verimlilik tanımlayıcı (descriptive), etkinlik kuralcı (normative) bir kavramdır. Etkinlik matematiksel ve ölçümlere dayalıdır. Etkinliğin nasıl hesaplanacağını bütün yol ve yöntemleri bellidir.

Verimlilik, üretimin etkin bir biçimde yapılmasına odaklanmaktadır; bazı kaynaklarda “iş doğru yapma” olarak da tanımlanır. Etkinlik verimliliğin bir parçasıdır. Verimlilik artışı, etkinlikteki ve teknolojiyeleki değişimlerin üretimde meydana getirdiği artıştan kaynaklanır.

³ C. A. Knox Lovell, “Production Frontiers and Productive Efficiency”, Harold O. Fried, C. A. Knox Lovell, Shelton S. Schmidt (Ed.), **The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications** içinde (3-67), USA: Oxford University Press, 1993, s.3.

⁴ Lovell, s.4.

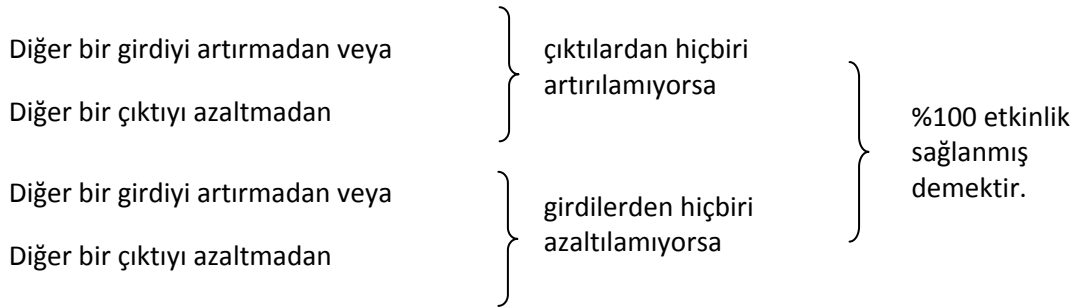
⁵ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone. **Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With Dea-Solver Software and References**. USA: Springer, 2006, s.xx.

Etkinlikteki değişimden teknolojik sınıra olan uzaklık, teknolojik değişimden ise bu sınırdaki kayma anlaşılmalıdır⁶.

Etkinlikle ilgili çalışmalar uzun yıllara dayanmaktadır. Pareto-Koopmans etkinlik tanımına göre karar verici birim, herhangi bir girdi veya çıktıda olumsuzluk meydana getirmeden, diğer bir girdi veya çıktıda iyileşme sağlayamıyorsa tam olarak (%100) etkin sayılır⁷. Aynı biçimde, diğer girdi veya çıktılarda olumsuzluk meydana getirmeden bir girdi veya çıktıda iyileşme sağlanabiliyorsa karar verici birim etkin değildir.

Karar verici bir birimin tam olarak etkin sayılması için, diğer birimlerin performansının, bazı girdi veya çıktıları kötüleştirmeden bir girdi veya çıktıda iyileşme sağlanamayacağını göstermesi gerekir⁸.

Başka bir deyişle, başka bir girdiyi artırmadan veya diğer çıktıları azaltmadan bir çıktıyı artırmak mümkün olamıyorsa; benzer şekilde diğer çıktıları azaltmadan veya diğer girdiyi artırmadan bir girdiyi azaltmak mümkün olamıyorsa, o birim %100 etkin sayılır⁹.



⁶ Shawna P. Grosskopf, "Efficiency and Productivity", Harold O Fried (Ed.), **Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications** içinde (160-196), USA: Oxford University Press, 1993, s.160.

⁷ Cooper ve Diğerleri, Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With Dea-Solver Software and References, s.xxii.

⁸ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu, "Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu (Ed.), **Handbook on Data Envelopment Analysis** içinde (1-40), USA: Kluwer Academic Publishers, 2004, s.3.

⁹ A. Charnes ve W. W. Cooper, "Preface to Topics in Data Envelopment Analysis", **Annals of Operations Research**, Vol:2, 1985, ss.59-94.

Fen bilimlerinde etkinlik düzeyini teorik olarak bilme olanağı olabilir. Ancak sosyal bilimlerde bu mümkün değildir. Bu nedenle etkinliğin tanımını elimizdeki ampirik bulgulara göre değiştirmek gerekecektir. Bir karar biriminin etkin olup olmadığını veya etkinlik derecesini değerlendirmek için onu diğer birimlerle veya gözlemlenen en iyi birimle karşılaştırmak gerekir. Bu noktada göreceli etkinlik kavramı ortaya çıkmaktadır.

Verimlilik, girdi ve çıktıların birden fazla olması durumunda, çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına oranı olarak tanımlanmıştır. Bu oran, bütün karar verici birimler için 0 ile 1 arasında değişebilecek biçimde düzeltilirse göreceli etkinlik halini alır¹⁰.

Birden fazla girdi ve çıktı için etkinliğin ölçümünde aşağıdaki oran kullanılabilir¹¹. Bu oran, diğer birimlerle karşılaştırılarak 0 ile 1 arasında değerler alacak biçimde normalize edilir.

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} = \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \quad 1.4$$

- θ_j : j biriminin etkinliği
 j : Karar birimi
 n : Karar birimi sayısı
 m : Bir birimin ürettiği girdi sayısı ($i:1, \dots, m$)
 s : Bir birimin ürettiği çıktı sayısı ($r:1, \dots, s$)
 y_{rj} : j biriminin r çıktısının miktarı ($r:1, \dots, s; j = 1, \dots, n$)
 u_r : r çıktısının ağırlığı ($r:1, \dots, s$)
 x_{ij} : j biriminin i girdisinin miktarı ($i:1, \dots, m; j = 1, \dots, n$)
 v_i : i girdisinin ağırlığı ($i:1, \dots, m$)

Bu başlangıç aşamasında dahi üzerinde düşünülmesi gereken üç nokta ortaya çıkmaktadır: Analizde kaç tane ve hangi girdiler/çıktılar kullanılacaktır? Tek bir orana indirgeme sürecinde bu girdi ve çıktıların ağırlıkları ne olacaktır? Üretim biriminin mümkün olan en iyi potansiyeli nasıl belirlenecektir?¹²

¹⁰ Necmi K. Avkiran, **Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis**, First Edition, Australia, 1999, s.2.

¹¹ Cooper ve Diğerleri, **Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With Dea-Solver Software and References**, s.15.

¹² Lovell, s.4.

1.2. FARRELL ve ETKİNLİK

Verimlilik ve etkinlik analizleriyle ilgili çalışmaların temeli Koopmans¹³ (1951) ve Debreu'ya¹⁴ (1951) dayanır. Koopmans teknik etkinliğe resmi bir tanım getirmiştir: Bir birim, herhangi bir çıktıyı artırmak için en azından başka bir çıktıyı azaltmak veya girdiyi artırmak; herhangi bir girdiyi azaltmak için de en azından başka bir girdiyi artırmak veya çıktıyı azaltmak zorunda kalıyorsa, teknik olarak etkindir. Bu durumda teknik olarak etkin olmayan bir üretici, aynı çıktıyı daha az girdi ile ya da aynı girdi ile daha fazla çıktı üretebilme potansiyeli taşımaktadır¹⁵. Teknik olarak etkin bir firmanın, diğer çıktılarından birini azaltmadan herhangi bir çıktıyı artırması ya da diğer girdileri artırmadan herhangi bir girdiyi azaltması mümkün değildir¹⁶. Koopmans'ın getirdiği kavram açıkça refah teorisinin kurucusu Pareto optimalitesini çağrıştırdığından, bu tanım Pareto-Koopmans teknik etkinliği olarak adlandırılmıştır¹⁷.

Etkinliğin tanımından sonra ölçümü için Debreu tarafından bir yöntem önerilmiştir. Koopmans ile aynı yıl Debreu, bütün bir ekonominin teknik etkinliğini ölçmek üzere “kaynak kullanım katsayısı” tanımlamıştır. Ekonominin etkinliğini gösteren bu katsayı fiziksel kaynakların kullanım durumunu, üretim birimlerinin teknik etkinliğini ve ekonomideki kurumların tekelleşme, dolaylı vergi gibi nedenlerle etkin olup olmadığını gösterir. Katsayının 1 olması ekonominin optimum noktada olduğunu, 1'den küçük olması ise optimumdan sapmaları ifade eder. Birim değerden her sapma toplumun kaynakları etkin olarak kullanamaması ve refahın azalması olarak yorumlanmıştır¹⁸.

Modern anlamda etkinlik ölçümleri Farrell ile başlar. Farrell'den önceki yöntemler, birden fazla girdi ve çıktı ile toplam etkinliği ifade eden tatmin edici tek bir gösterge hesaplamakta yetersiz kalıyordu. Uzun yıllar, etkinliğin göstergesi olarak ortalama işgücü

¹³ Tjalling C. Koopmans, “Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities”, T. C. Koopmans (Ed.), **Activity Analysis of Production and Allocation** içinde (33-97), Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 13, New York: John Wiley and Sons Inc., 1951, s.60.

¹⁴ Gerard Debreu, “The Coefficient of Resource Utilization”, **Econometrica**, Vol:19, No:3, 1951.

¹⁵ Lovell, s.10.

¹⁶ John Ruggiero, “Efficiency of Educational Production: An Analysis of New York School Districts”, **Review of Economics and Statistics**, Vol:78, No:3, August 1996, s.499.

¹⁷ Subhash C. Ray, **Data Envelopment Analysis: Theory and Techniques for Economics and Operations Research**, USA: Cambridge University Press, 2004, s.2.

¹⁸ Debreu, s.275.

verimliliğini hesaplamak yeterli sayılmıştı. Son dönemlerde ise birden fazla girdi ve çıktı kullanarak girdilerin ağırlıklı ortalaması ile çıktıların ağırlıklı ortalamasının karşılaştırıldığı “etkinlik endeksleri” oluşturulması gündemdeydi. Bu durumda da endeks hesaplamaktan kaynaklanan sorunlar yaşanıyordu. Farklı ürünlerin fiyat ve miktarındaki göreceli değişiklikler fiyattaki ve miktardaki genel değişimi ifade edecek tek bir göstergede nasıl birleştirilecekti? Başka bir deyişle farklı iki zamana ait bir oran, fiyattaki ve miktardaki genel değişimi gösteren fiyat ve miktar endekslerine nasıl ayrılacaktı? (Index number problems).

Farrell, bu modellerin getirdiği kısıtlamaları aşmak ve bir firmanın toplam verimliliğini birden fazla girdi/çıktı ile, endekslemeden kaynaklanan sorunları aşarak, basit bir biçimde ölçmek üzere daha tatmin edici yöntemler geliştirilebileceğini öne sürdü. Önceki çalışmalardan farklı olarak tüm girdileri dikkate alarak etkinliğin nasıl ölçülebileceğini ve pratikte nasıl hesaplanacağını ele aldı¹⁹.

Farrell, bir endüstrinin üretim etkinliğinin ölçülmesinin hem teorisyen hem uygulayıcılar açısından önemli olduğunu ifade etmiştir. Farklı ekonomik sistemlerin göreceli etkinliği ile ilgili teorik görüşler, ampirik olarak test edilebilirse, gerçek etkinlik ölçülebilirdi. Buna paralel olarak, belirli sektörler ile ekonomik planlama arasında ilişki kurulabilir ise, etkinliğin artırılmasıyla, yeni kaynak kullanmaksızın, o sektörde üretimin (çıktıların) ne kadar artırılacağı tespit edilmiş olurdu²⁰.

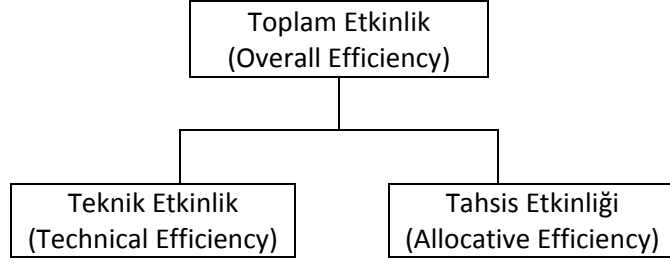
Üretim fonksiyonunun sınır olarak yorumlanması Farrell’e dayanır. Farrell, en küçük kareler yöntemiyle hesaplanan fonksiyonun (örneğin regresyon doğrusu), üretim sınırlarını belirleyemeyeceğini ileri sürmüştür. Çünkü gözlem noktaları bu doğrunun hem üzerinde hem altında yer almaktadır.

Farrell, her türlü üretim birimine, kendi deyimiyle “küçük bir işletmeden bütün bir ekonomiye” uygulanabilen bir ölçüm yöntemi geliştirmiştir. Ayrıca Farrell teknik etkinliğin

¹⁹ M. J. Farrell, “The Measurement of Productive Efficiency”, **Journal of Royal Statistical Society**, Vol:120, 1957, ss.253-281.

²⁰ Wade D Cook ve Larry M Seiford, “Data Envelopment Analysis (DEA) – Thirty Years On”, **European Journal of Operational Research**, Available online 3 February 2008, s.7-8.

ölçümü ile ilgili yöntemin yanı sıra tahsis etkinliği kavramını tanımlamış ve toplam etkinliğin bir bileşeni olarak açıklamıştır²¹.



$$\text{Toplam Etkinlik} = \text{Teknik Etkinlik} \cdot \text{Tahsis Etkinliği}$$
$$(\text{Overall Efficiency} = \text{Technical Efficiency} \cdot \text{Allocative Efficiency})$$

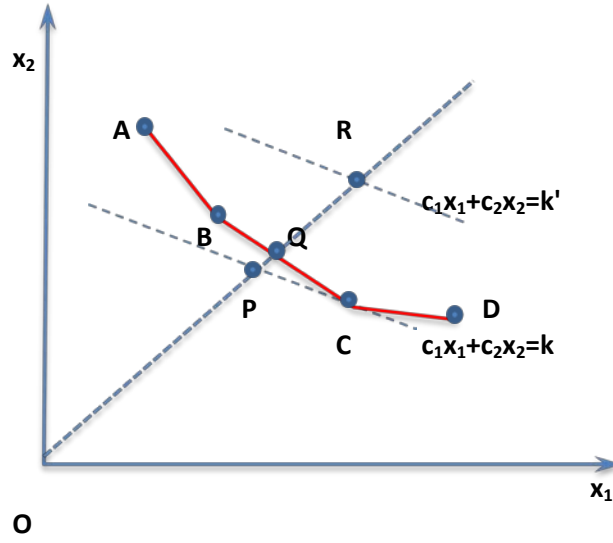
Şekil 1.1. Toplam Etkinlik

Farrell, bir firmanın etkinliğinin iki bileşene ayrılabilceğini savunmuştur: Teknik etkinlik ve tahsis etkinliği. Teknik etkinlik, belirli miktarda girdi kullanarak mümkün olan en çok çıktıyı elde edebilme (output oriented approach-çıkıtı odaklı yaklaşım) ya da aynı çıktıyı mümkün olan en az girdi ile elde edebilme (input oriented approach-girdi odaklı yaklaşım) yeteneği olarak ifade edilebilir. Tahsis etkinliği (fiyat etkinliği olarak da kullanılmaktadır) ise göreceli maliyetleri ve üretim teknolojilerini dikkate alarak girdileri en uygun biçimde kullanma yeteneği olarak tanımlanabilir. Teknik etkinlik ile tahsis etkinliği birlikte toplam ekonomik etkinliği (veya fiyatlar dikkate alındığında maliyet etkinliğini) ifade etmektedir²².

Farrell, görüşlerini açıklamak için, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, iki üretim faktörü (x_1 ve x_2) kullanarak tek çıktı (y) üreten bir firmayı ele almıştır.

²¹ Ray, s.3.

²² Coelli ve Diğerleri, s.51.



Grafik 1.1. Tahsis Etkinliği ve Toplam Etkinlik

Kaynak: William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu, "Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu (Ed.), Handbook on Data Envelopment Analysis içinde (1-40), USA: Kluwer Academic Publishers, 2004.

Etkin üretim fonksiyonu biliniyor olsun²³. ABCD eğrisi, bir birim ürün üretmek için kullanılan x_1 ve x_2 girdilerinin farklı bileşimlerini ifade eden bir eşürün (isoquant) eğrisini göstermektedir. Bu eğri üzerinde bir girdiyi artırmadan, başka bir girdiyi azaltmak mümkün değildir. Bu nedenle eğri "üretim olanakları kümesinin" (production possibility set) "etkinlik sınırını" (efficiency frontier) temsil etmektedir. Üretim olanakları kümesi etkin olan ve olmayan tüm girdi/çıktı bileşimlerini kapsamaktadır.

Q noktası sınır üzerinde bulunduğundan etkin bir firmayı göstermektedir. R noktasında üretim yapan firma aynı çıktıyı üretmek için daha fazla girdi kullandığından etkin değildir. Q noktası OQ/OR oranında daha az girdi kullanarak R kadar üretim yapmaktadır. Başka bir deyişle aynı girdi miktarıyla Q firması, R firmasından OR/OQ kadar daha fazla üretim yapabilmektedir. OQ/OR , P firmasının teknik etkinliği (technical efficiency) olarak adlandırılmaktadır.

²³ Farrell, 254.

$$\text{Teknik Etkinlik} = \frac{OQ}{OR} \quad 1.5$$

$0 \leq OQ/OR \leq 1$ teknik etkinliği verirken, $0 \leq 1 - (OQ/OR) \leq 1$ etkinlikten ne kadar uzaklaşıldığını (technical inefficiency) gösterir. Anlaşılacağı üzere bu oran, tam olarak etkin bir firmada 1 (veya %100), aynı üretimi çok daha fazla girdi ile yapan firmada ise 0'a yakın değerler alır.

Girdi fiyatlarının bilinmesi durumunda, kullanılan üretim faktörlerinin oranı da önem kazanmaktadır. Kullanılan x_1 ve x_2 girdilerinin birim fiyatları c_1 ve c_2 ise, kesikli k doğrusu eş maliyet (isocost) doğrusunu (bütçeyi) göstermektedir. Bu doğru üzerinde x_1 ve x_2 girdilerinin farklı bileşimlerinde, aynı maliyet söz konusudur. C noktasındaki üretim maliyeti k dir. k doğrusu R noktasından geçecek biçimde paralel olarak yukarı kaydırıldığında, maliyetler yükselecek ve k dan daha yüksek bir düzeye gelecektir ($k' > k$). Şekilden görüleceği gibi k doğrusu, belirlenen üretimi yapmak için gerekli olan minimum maliyet düzeyini ifade etmektedir. Doğruyu paralel olarak C noktasından daha aşağı kaydırığımızda üretim olanakları kümesini kesmeyecektir. ABCD eğrisi üzerinde üretim yapan bütün firmalar teknik olarak etkin olmalarına rağmen, aynı üretimi (x_1, x_2) girdi bileşimiyle C noktasında minimum maliyetle yapmak mümkündür. Bu nedenle C noktasında üretim yapan firma teknik olarak etkin olmasının yanı sıra "tahsis" etkinliğine (allocative efficiency) de sahiptir²⁴.

O noktasından R noktasına çizilen doğru eş maliyet doğrusunu P noktasında kesmektedir. C noktasındaki üretim maliyetinin, Q noktasındaki maliyete oranı OP/OQ , Q firmasının tahsis etkinliği olarak adlandırılmaktadır.

$$\text{Tahsis Etkinliği} = \frac{OP}{OQ} \quad 1.6$$

²⁴ Farrell tahsis etkinliğini, fiyat etkinliği olarak adlandırmıştır. Burada, literatürde daha yaygın olan tahsis etkinliği terimi kullanılacaktır.

Teknik etkinliği aynı kalmak koşuluyla *R* firması girdi bileşimini *C* ile aynı olacak biçimde değiştirirse, maliyetleri OP/OQ oranında azalacaktır. Bu nedenle *R* firmasının da tahsis etkinliği OP/OQ 'dır. Dikkat edilirse, olması gerektiği gibi, *R* ve *Q* firmaları gibi girdileri aynı oranda kullanan firmaların tahsis etkinliği de aynıdır.

R firması hem teknik hem tahsis etkinliğine sahip olsaydı, maliyetleri halihazırdaki durumdan OP/OR oranında daha az olacaktı. Bu nedenle OP/OR oranına toplam etkinlik (overall efficiency) veya maliyet etkinliği (cost efficiency) denir. Toplam etkinlik teknik etkinlik ile tahsis etkinliğinin çarpımına eşittir ve ancak 0 ile 1 arasında değerler alabilir²⁵.

Toplam Etkinlik = Teknik Etkinlik · Tahsis Etkinliği

$$\frac{OP}{OR} = \frac{OQ}{OR} \cdot \frac{OP}{OQ} \quad 1.7$$

Etkinlik ölçümünde eşürün eğrilerinin, başka bir deyişle etkin üretim fonksiyonunun bilindiği varsayılmıştır. Gerçek hayatta çoğunlukla bu mümkün değildir. Eşürün eğrileri gözlemlerden elde edilen verilerle hesaplanır. Üretim sınırının nasıl hesaplanacağı, etkinlik ölçmede kullanılan yöntemlerin ayrıştığı ana konulardan biridir²⁶.

Farrell ayrıca firma etkinliklerinin toplanmasıyla sektörün etkinliğinin ölçülebileceğini savunmuş, ancak hangi koşullar altında bunun mümkün olacağını ele almamıřtır²⁷.

Literatürde toplam etkinlik yerine maliyet etkinliği kavramının kullanıldığına da rastlanmaktadır²⁸. Bir birim, girdi fiyatları değişmeksizin aynı çıktıyı daha az maliyetle elde ediyorsa maliyet etkinliğine sahiptir denir. Maliyet etkinliği tanımlanırken Farrell'in yukarıdaki örneği esas alınır. Örnekte görüleceği üzere üretim maliyetinin minimum olabileceği konum eş

²⁵ Farrell, s.255.

²⁶ Coelli ve Diğerleri, s.54.

²⁷ Rolf Färe ve Valentin Zelenyuk, "On Farrell's Decomposition and Aggregation", **Journal of Business and Economics**, Vol:4, No:2, 2005, ss.167-171.

²⁸ Bkz. Greville Rumble, **The Costs and Economics of Open and Distance Learning**, UK:Routledge, 1997, s.120.

A.S. Camanho ve R.G. Dyson, "A Generalisation of the Farrell Cost Efficiency Measure Applicable to Non-fully Competitive Settings", **Omega, International Journal of Management Science**, Available online 24 February 2006., ss.147-162.

maliyet eğrisi ile eşürün eğrisinin kesiştiği noktadır. R firması en düşük maliyeti P noktasında elde edebileceğinden maliyet etkinliği OP/OR'dir.

Etkinlik ve verimlilik ekonominin iki önemli kavramıdır. Farrell'in yeni yaklaşımı etkinliğin birim bazında toplam, teknik ve tahsis olarak ayrışmasını getirmiştir. Farrell'in yaklaşımları üç bakımdan önemlidir²⁹:

- Üretim sınırı, verileri parçalı lineer olarak zarflayan en dar sınır olarak tanımlanmıştır.
- Etkinlik ölçümü, etkin olmayan birim ile etkin sınır arasında radyal bir genişleme veya daralmaya dayanmaktadır.
- Etkin sınır, lineer denklem sistemlerinin çözülmesiyle hesaplanmıştır.

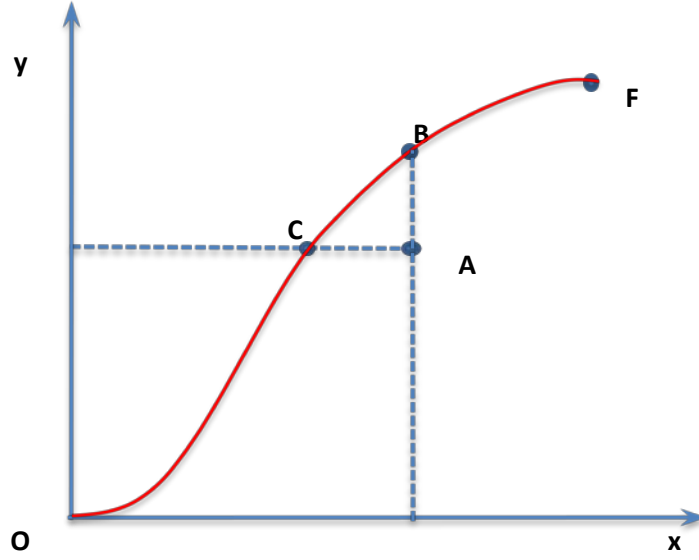
Teknik ve tahsis etkinliği, ampirik olarak iki yaklaşımla hesaplanmaktadır. Bunlardan birincisi parametrik yöntemdir. Parametrik yöntemde üretim fonksiyonunun (eşürün eğrilerinin) bilindiği düşünülür ya da fonksiyon istatistiksel olarak ölçülür.

Parametrik olmayan yaklaşımda ise üretim fonksiyonu ile ilgili varsayımlarda bulunulmaz. Gözlemlenen girdi ve çıktılarından yola çıkılarak en iyi üretim sınırı ampirik olarak hesaplanır.

1.3. ÖLÇEĞE GÖRE GETİRİ

Şimdiye kadarki etkinlik incelemelerinde, etkinlik sınırının ölçeğe göre sabit getiri özelliği gösterdiği varsayılmıştır. Başka bir deyişle girdilerde belirli orandaki bir artış çıktılarda aynı oranda artış meydana getirir. Peki, üretimdeki durum her zaman böyle midir? Firma büyüklüğü ne kadar olursa olsun veya firma büyüme sürecinin hangi aşamasında olursa olsun girdilerde yapacağımız artış çıktılarda her zaman aynı artışı mı meydana getirir? Oysa bilindiği üzere farklı firmalarda veya aynı firmanın farklı büyüme dönemlerinde, girdilerde sağlanan artış çıktılarda bazen daha fazla bazen daha az artışa neden olur.

²⁹ Finn R Førsund ve Nikias Sarafoglou. "On the Origins of Data Envelopment Analysis". **Journal of Productivity Analysis**. Vol:17, January 2002, s.15.-40.



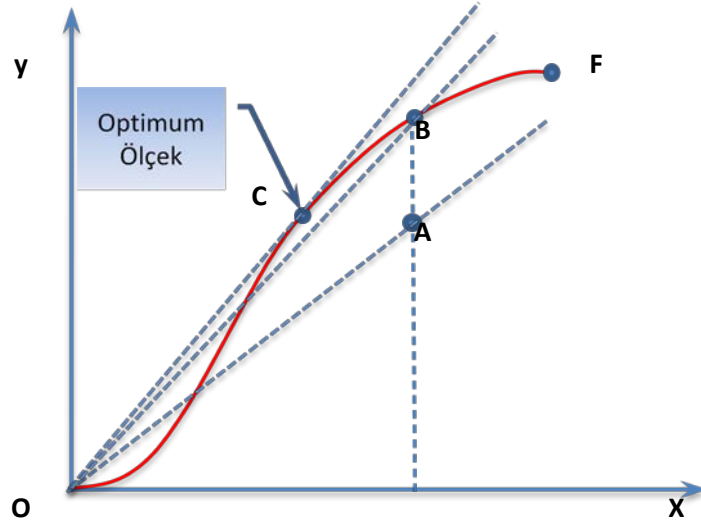
Grafik 1.2. Üretim Sınırı ve Teknik Etkinlik

Kaynak: Timothy J. Coelli ve Diğerleri, An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Second Edition, USA: Springer, 2005.

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımının esnetilmesi durumunda üretim sürecinin farklı özellikleri ortaya çıkacaktır. Grafik 1.2.'de x girdisi kullanılarak y çıktısı elde edilen bir üretim süreci ele alınmıştır³⁰.

OF eğrisi girdi ile çıktı arasındaki ilişkiyi ifade eden üretim sınırını göstermektedir. Üretim sınırı her girdi seviyesinde elde edilebilecek maksimum çıktı miktarını tanımlamaktadır ve bu nedenle teknolojideki son durumu yansıtmaktadır. Teknik olarak etkin firmalar sınırda, etkin olmayan firmalar sınırın altında üretim yapmaktadır. B ve C etkin noktaları, A ise etkin olmayan noktayı göstermektedir. Teknik olarak aynı girdi ile B kadar üretim yapabilmesi gerektiğinden, A noktasında üretim yapan bir firma etkin değildir.

³⁰ Coelli ve Diğerleri, s.3.



Grafik 1.3. Teknik Etkinlik ve Ölçeğe Göre Getiri

Kaynak: Timothy J. Coelli ve Diğerleri, An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Second Edition, USA: Springer, 2005.

Orijinden A, B ve C noktalarına çizilen doğruların eğimi, y/x , bu noktaların verimini göstermektedir (Grafik 1.3.). A noktasında üretim yapan firmanın, teknik olarak etkin olan B noktasına doğru hareket etmesi durumunda doğrunun eğimi, dolayısıyla verimi artacaktır, B noktasında ise teknik olarak verimli olacaktır. Ancak C noktasına hareket etmesi durumunda, orijin ile C noktasını birleştiren ve etkin sınıra teğet olan doğru üzerine gelecektir. Bu nokta üretimin mümkün olduğu en yüksek seviyeyi göstermektedir. C noktası en verimli ölçek büyüklüğüne (Most Productive Scale Size-MPSS) sahiptir.

B ve C noktalarının her ikisi de etkin sınırdadır. C'nin dışındaki diğer noktalar daha düşük bir verimliliği ifade etmektedir. C noktasına hareket etmek ölçek ekonomisinden yararlanmanın bir örneğidir.

Bir firma diğerinden daha verimliyse, aynı zamanda daha etkin olduğuna inanılır. Ancak bu durum her zaman doğru değildir. İki kavram birbiriyle çok yakından ilgili olmakla birlikte temelde farklılıklar bulunmaktadır. Anlaşılacağı üzere bir firma teknik olarak etkin olsa dahi ölçek ekonomisinden yararlanarak verimliliğini daha da artırması olanak dahilindedir.

Ölçeğe göre sabit getiri (constant return to scale) ortamında bir firmanın etkinliği ve verimliliği birbirine eşittir³¹.

Üretim sınırı bir firmanın teknolojik olarak en fazla ne kadar üretim yapabileceğini gösterir. Bütün girdi miktarı aynı anda değiştiğinde çıktıların bundan nasıl etkileneceği önem arz etmektedir. Girdilerin belirli bir oranda artması, çıktılarda daha az oranda artış meydana getiriyorsa ölçeğe göre azalan getiri (decreasing return to scale, DRS) söz konusudur. Girdilerin belirli bir oranda artması, çıktıların da aynı oranda artmasını sağlıyorsa üretim fonksiyonu ölçeğe göre sabit getiri (constant return to scale, CRS) özelliği gösteriyor demektir. Girdilerin belirli oranda artması çıktıları daha büyük oranda artırıyorsa ölçeğe göre artan getiri (increasing return to scale, IRS) söz konusudur.

Bir firmanın teknolojik olanakları, üretim sınırını gösteren $q = f(x)$ üretim fonksiyonu ile özetlenebilir. n adet girdi (işgücü, makine, hammadde vs) kullanarak tek çıktı üreten bir firma düşünüldüğünde,

$$q = \text{çıkıtı}$$

$$x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \text{ olacaktır.}$$

Bütün girdiler $k > 1$ katsayısı kadar artırıldığında, yukarıdaki sözlü ilişkiler matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$f(k \cdot x) < k \cdot f(x) \Leftrightarrow (\text{DRS}) \text{ Ölçeğe göre azalan getiri}$$

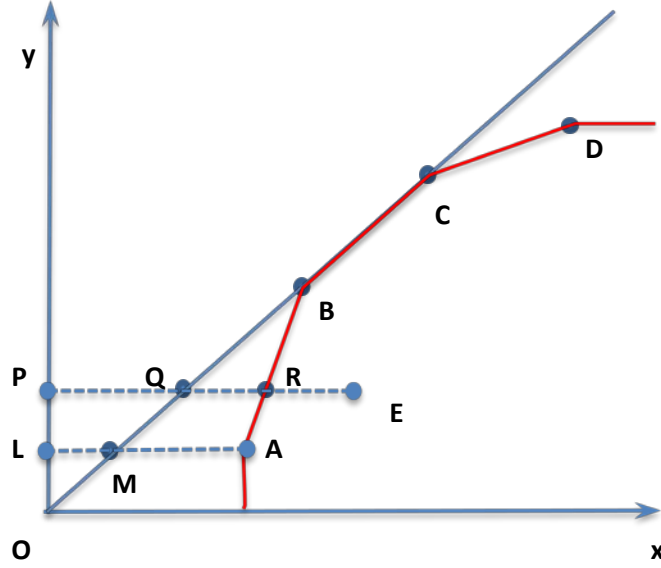
$$f(k \cdot x) = k \cdot f(x) \Leftrightarrow (\text{CRS}) \text{ Ölçeğe göre sabit getiri}$$

$$f(k \cdot x) > k \cdot f(x) \Leftrightarrow (\text{IRS}) \text{ Ölçeğe göre artan getiri}$$

Bir üretim sürecinde girdiler belirli bir oranda artırıldığında, çıktılar daha büyük oranda artıyor ise ölçeğe göre artan getiri, çıktılar daha az oranda artıyor ise ölçeğe göre azalan getiri söz konusudur. Çıktı miktarı, girdilerdeki artış ile aynı oranda artıyorsa ölçeğe göre sabit

³¹ Ray, s.7.

getiriden bahsedilir. Bir işletmede üretim fonksiyonu ölçeğe göre artan getiri özelliği gösteriyorsa büyümek, azalan özellik gösteriyorsa küçülmek daha rasyoneldir³².



Grafik 1.4. Ölçek Etkinliği

Kaynak: William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone. Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With Dea-Solver Software and References. USA: Springer, 2006.

OBC doğrusu ölçeğe göre sabit getiri özelliği gösteren firmaların etkinlik sınırını göstermektedir. ABCD sınırı ise ölçeğe göre sabit getiri varsayımının esnetilmesiyle ortaya çıkan, ölçeğe göre değişken sınırı göstermektedir. Her iki etkinlik sınırının BC parçası ölçeğe göre sabittir ve en verimli ölçek büyüklüğünü ifade etmektedir. AB kısmında ölçeğe göre artan, CD kısmında ölçeğe göre azalan getiri söz konusudur. OBC etkinlik sınırı üzerinde yer almayan bütün firmalar ölçek bakımından tam olarak etkin değildir, ölçek etkisizlikleri söz konusudur.

Teknolojik gelişmeler yoluyla da etkin sınırın kayması ve verimliliğin artması mümkündür. Bir önceki yıla göre verimlilik arttıysa bu durum yalnızca etkinliğin artmasından

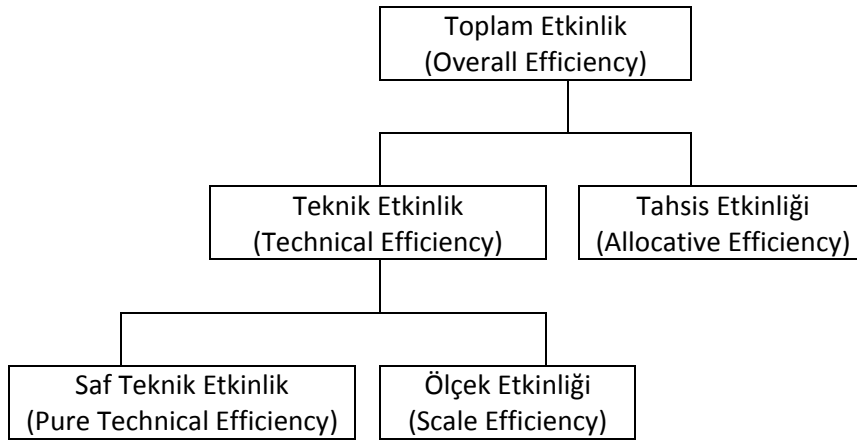
³² Hüseyin Aktaş, "İşletme Performansının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı", CBÜ İİBF Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Cilt:7, Sayı:1, 2001, s.165.

değil, aynı zamanda teknolojik gelişmelerden ve/veya ölçek ekonomisinden faydalanmaktan kaynaklanabilir.

Ölçeğe göre farklı getirinin çeşitli nedenleri olabilir. Örneğin bir firmanın yeni eleman istihdam etmesi, işbölümünde uzmanlaşmayı getirebilir ve firma ölçeğe göre artan getiri özelliği gösterebilir. Ancak gereğinden fazla eleman alınması üretim süreçleri üzerindeki kontrolün yitirilmesine ve ölçeğe göre azalan getiriye neden olabilir. Kimi zaman ölçeğe göre artan getiri bölgesinde çalışan firmalar çok küçük, ölçeğe göre azalan getiri bölgesinde çalışan firmalar çok büyük olarak kabul edilir. İş dünyasında ve ülke yönetiminde bu özelliklerden dolayı organizasyon yapısında değişimler ve birleşmeler, satın almalar, ayrışmalar, küçülmeler yaşanır.

1.4. BANKACILIKTA ETKİNLİK TÜRLERİ

“Farrell ve Etkinlik” ve “Ölçeğe Göre Getiri” bölümlerinde etkinlik kavramı ve türleri ayrıntılı olarak incelenmişti. Bir bankanın veya banka şubelerinin etkinliği de söz konusu kavramlardan farklı değildir. Tablo 1.6.’da etkinliğin bileşenleri gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Bankacılıkta Etkinliğin Bileşenleri

Teknik etkinlik ve tahsis etkinliği birlikte toplam etkinliği oluşturur. Teknik etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği olarak bileşenlerine ayrılabilir.

Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis-DEA) ile yapılan çalışmaların çok büyük bölümünde saf teknik etkinlik, ölçek etkinliği veya teknik etkinlik hesaplanmaktadır. Girdi ve çıktı fiyatlarının bilinmesi halinde tahsis etkinliği de hesaplanabilmektedir. Bazen girdi ve çıktı fiyatları dikkate alındığından ve bu fiyatlardan yola çıkılarak karın nasıl maksimize edilebileceği hesaplandığından, ölçüm sonuçları kar etkinliği adını almaktadır. Maliyetin minimizasyonu dikkate alındığında maliyet etkinliği, gelirin maksimizasyonu hedeflendiğinde gelir etkinliği söz konusu olmaktadır.

VZA'nın girdi veya çıktı odaklı olmayan (non-oriented) SBM modeli ile bütün etkisizlik hesaplanmaktadır. Diğer modeller yardımıyla hesaplanan saf teknik ve ölçek etkinliği arındırıldıktan sonra geriye kalan etkisizlik mix inefficiency olarak adlandırılmaktadır. Kısaca etkinliğin adlandırılması, çalışmanın amacına, modelin nasıl biçimlendirildiğine ve uygulandığına göre değişebilmektedir.

1.4.1. Teknik Etkinlik

Teknik etkinlik, belirli miktarda girdi kullanarak mümkün olan en çok çıktıyı elde edebilme ya da aynı çıktıyı mümkün olan en az girdi ile elde edebilme yeteneği olarak ifade edilebilir.

Şekil 1. 5.'e göre E biriminin teknik etkinliği aşağıdaki kesirle ifade edilir:

$$\text{Teknik Etkinlik} = \frac{PQ}{PE} \quad 1.8$$

Daha sonra ayrıntılı olarak görüleceği gibi teknik etkinlik, ölçeğe göre sabit getiri ortamında parametrik olmayan Veri Zarflama Analizi yönteminin CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes) modeliyle hesaplanmakta ve 0 ile 1 arasında değerler almaktadır.

Teknik etkinlik, ölçek etkinliği ve saf teknik etkinlik (pure technical efficiency) olarak bileşenlerine ayrılabilir.

1.4.1.1 Saf Teknik Etkinlik

Ölçeğe göre değişken getiri ortamında Veri Zarflama Analizinin BCC (Banker, Cooper, Charnes) modeliyle hesaplanan etkinlik saf teknik etkinliği ifade etmektedir. Saf teknik etkinlik, ölçekten bağımsız olarak, karar biriminin girdi-çıktı bileşimini doğru kullanıp kullanmadığını ortaya koymaktadır.

Grafik 1.4.'e göre E biriminin saf teknik etkinliği aşağıdaki kesirle ifade edilir:

$$\text{Saf Teknik Etkinlik} = \frac{PR}{PE} \quad 1.9$$

CCR modelindeki ölçeğe göre sabit getiri varsayımı kaldırılıp, ölçeğe göre değişken sınırı esas alarak hesaplama yapan BCC modeliyle ölçülen etkinlik, saf teknik etkinliği ifade etmektedir. Bir anlamda, teknik etkinlik ölçek etkisinden arındırılmış olur.

1.4.1.2. Ölçek Etkinliği

Ölçek (scale) etkinliği bankanın uygun ölçekte üretim yapmadaki başarısı olarak tanımlanmaktadır. Bir bankanın kullandığı girdilerdeki bir birim artış/azalış, çıktılarda aynı şekilde bir birim artış/azalış meydana getiriyorsa o banka ölçek etkinliğine sahip demektir. Başka bir deyişle, bir banka ölçeğe göre sabit getiri ortamında çalışıyorsa ölçek etkinliğinin var demektir³³.

Ölçek etkinliği, karar biriminin ölçeğe göre sabit getiri ile değişken getiri sınırına olan uzaklığına göre hesaplanır. Bu fark ne kadar yüksekse, ölçek etkinliği o kadar düşüktür. Grafik 1.4.'e göre E biriminin ölçek etkinliği aşağıdaki kesirle ifade edilir:

$$\text{Ölçek Etkinliği} = \frac{PQ}{PR} \quad 1.10$$

CCR'ın teknik etkinliği, ölçek etkinliği ve saf teknik etkinliğin çarpımı olduğundan, buradan yola çıkılarak ölçek etkinliği hesaplanabilir.

³³ Reha Yolalan, **İşletmelerarası Görel Etkinlik Ölçümü**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 1993, s.6.

Teknik Etkinlik = Saf Teknik Etkinlik · Ölçek Etkinliği

$$\frac{PQ}{PE} = \frac{PR}{PE} \cdot \frac{PQ}{PR} \quad 1.11$$

Bir firmanın uygun ölçekte üretim yapıp yapmadığı ölçek etkinliğini ortaya koyar. En verimli ölçek büyüklüğünde üretim yapan firmalar ölçek etkinliğine sahiptir. Diğer firmalar ya artan ya da azalan ölçek büyüklüğünde faaliyet göstermektedir ve ölçek etkinliğine sahip değildir. Ölçeğe göre değişken getiri sınırı ile sabit getiri sınırı arasındaki kısım ölçek etkinsizliğini ifade eder. Ölçeğe göre artan özellik gösteren birimlerde, bir birim girdi, bir birimden daha fazla çıktı meydana getirdiğinden, koşullar elveriyorsa büyümek daha uygun bir strateji olabilir. Ölçeğe göre azalan getiri özelliği gösteren birimlerin ise küçültülmesi düşünülmelidir.

En verimli ölçek büyüklüğünde faaliyet gösteren firmalar ölçek bakımından etkin sayılır. Amaç, ölçek bakımından etkin olmayan karar birimlerini, en verimli ölçek büyüklüğüne getirmek suretiyle ölçek etkinliğine kavuşturmadır.

1.4.2. Tahsis Etkinliği

Tahsis (allocative) etkinliği, bir işletmenin, girdi ve çıktı fiyatlarını göz önüne alarak en uygun girdi bileşimini seçme başarısı olarak tanımlanabilir. Fiyatlar dikkate alınmak suretiyle eldeki kaynakların üretim faktörleri arasında ne kadar rasyonel dağıtıldığı incelenir. Girdi ve çıktı bileşimi karı maksimize edecek biçimde seçilmelidir. Tahsis etkinliğinde girdi ve çıktı fiyatları dikkate alındığından, Farrell tarafından fiyat etkinliği olarak adlandırılmıştır. Literatürde tahsis etkinliği terimi kullanılmaktadır.

Tahsis etkinliği, teknik etkinlik birlikte bir işletmenin toplam etkinliğini (overall efficiency) meydana getirir. Tahsis etkinliği fiyatları da dikkate aldığından, toplam etkinlik maliyet etkinliği olarak da adlandırılmaktadır.

Grafik 1.1.'e göre R biriminin tahsis etkinliği aşağıdaki kesirle ifade edilir

$$\text{Tahsis Etkinliği} = \frac{OP}{OQ} \quad 1.12$$

1.4.3. x-etkinliği

Genel bir ifadeyle kaynakların rasyonel kullanılması olarak tanımlanabilen x-etkinliği teknik ve tahsis etkinliğini kapsar. Pratikte tahsis ve teknik etkinliği ayırıştırmak güç olduğundan x-etkinliği toplam etkinliğin yerine kullanılmıřtır³⁴. Tahsis etkinliği “etkili üretim planı seçerek performansı artırma becerisi”, teknik etkinlik ise “seçilen üretim planını uygulama becerisi” olarak düşünölebilir³⁵.

Bir firmanın performansının o sektördeki en iyi firmanın performansına oranı x-etkinliği olarak da isimlendirilmektedir. Bu bakımdan x-etkinliği sınır etkinliği (frontier efficiency) olarak da ifade edilebilir.

X-etkinliği kavramı ilk kez Leibenstein tarafından kullanılmıştır ve bireysel firmaların, ölçek ve alan etkinliğinden ziyade, bütün teknik ve tahsis etkinliğini tanımlamak için kullanılmıştır. Bu nedenle x-etkinliği, yönetimin belirli çıktı seviyesine ulaşmak için teknolojiyi, insan kaynaklarını ve diğer varlıkları ne kadar iyi yönettiğini ölçmektedir³⁶.

Bazı çalışmalarda, bankalar arasındaki x-etkinliği farkının ölçek ve alan etkinliğinin çok üzerinde olduğu ileri sürölmüştür.

VZA ile ilgili çalışmalarda rastlanmamakla birlikte, bazı banka etkinliği çalışmalarında kullanıldığından x-etkinliğine kısaca değinmekte yarar görölmüştür. X-etkinliğinin hangi yöntemle ölçölmesi gerektiği konusunda görüş birliği yoktur. Ekonometrik sınır, kalın sınır, distribution-free ve VZA yöntemleri, kullanılan yaklaşımlar arasında sayılabilir. Bu yaklaşımlar, x-etkinliğindeki değışimleri rassal hatadan arındırmaktaki önerilerine göre birbirinden ayrıřmaktadır³⁷.

³⁴ Greg Walker, “Cost Structure and Efficiency in Banking”, Guy Ford ve Tom Valentine (Ed.), **Readings in Financial Institution Management: Modern Techniques for a Global Industry** içinde (115-129), Australia:Allen & Unwin, 1999, s.123.

³⁵ Necmi K. Avkiran, **Productivity in The Service Sector with Data Envelopment Analysis**, Third Edition, Australia, 2006, s.137.

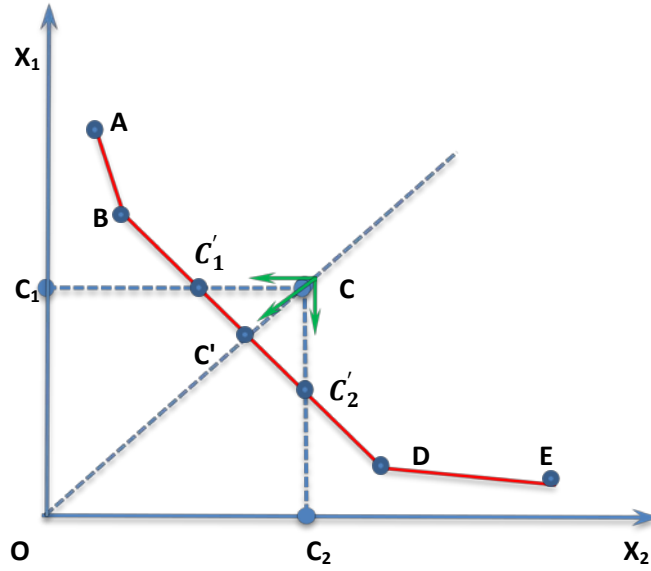
³⁶ Frances X. Frei, Patrick T. Harker ve Larry W. Hunter, “Inside the Black Box: What Makes a Bank Efficient?”, Patrick T. Harker ve Ztavros A. Zenios (Ed.), **Performance of Financial Institutions: Efficiency, Innovation, Regulation** içinde (259-311), USA: Cambridge University Press, 2000, s.260.

³⁷ Avkiran, Productivity in The Service Sector with Data Envelopment Analysis, s.138.

1.4.4 Radyal ve Radyal Olmayan Etkinlik

Bir firmanın etkinliği radyal olan ve radyal olmayan iki şekilde ölçülebilir. Radyal ölçüm bütün girdilerin veya bütün çıktılarının aynı oranda ele alınmasını öngörür. Radyal olmayan hesaplamada ise her bir girdi veya her bir çıktı farklı oranlarda dikkate alınır.

x_1 ve x_2 girdilerini kullanarak y çıktısı üreten A, B, C, D, E firmaları ve etkin üretim sınırı Grafik 1.5.'te gösterilmiştir. C firması, aynı çıktıyı daha fazla girdi kullanarak sağladığından etkin değildir.



Grafik 1.5. Radyal ve Radyal Olmayan Etkinlik

Etkin olmayan C firmasının etkin olabilmesi için, girdi bileşimini etkin sınır üzerindeki diğer firmaların bileşimine getirmesi gerekmektedir. C firması, girdi bileşimini C' ile aynı yapması durumunda etkin hale gelecektir. C' noktası etkin sınır üzerinde yer alan sanal bir noktadır ve B ile D firmalarının bir kombinasyonudur. C firmasının radyal teknik etkinliği:

$$TE_{\text{Radyal}}(C) = \frac{OC'}{OC}$$

1.13

C firmasının etkin olması için C' firmasınınki kadar girdi kullanması gerekir. C firmasının C' noktasına hareketi radyal bir hareketi ifade etmektedir. Başka bir deyişle, etkinliğin kazanılması için girdilerini radyal olarak ya da eşit oranda C' firmasının düzeyine indirmesi gerekir. Dikkat edileceği üzere hangi girdinin ne oranda azaltılması gerektiğinden bahsedilmemektedir. Bunun yerine bütün girdilerin aynı oranda, örneğin %25, azaltılması gerektiği ifade edilmektedir.

Bazı durumlarda girdi veya çıktıların aynı oranda artırılması veya azaltılması yerine, her girdi veya çıktının kendi başına değerlendirilmesi ve artırımın/azaltımın veri bazında ayrı ayrı değerlendirilmesi tercih edilebilir. Girdilerde eşit oranda indirim her zaman makul veya mümkün olmayabilir. Bu durumda etkinliğin radyal olmayan ölçümü tercih edilebilir. C firmasının radyal olmayan teknik etkinliği:

$$TE_{\text{Non-Radial}}(C) = \frac{C_1 C_1'}{C_1 C} \quad 1.14$$

$$TE_{\text{Non-Radial}}(C) = \frac{C_2 C_2'}{C_2 C} \quad 1.15$$

C firmasının, etkin sınıra gelmek için, girdilerini radyal olmayan biçimde, başka bir deyişle, farklı oranlarda azaltması ve diğer girdilerin bileşimini değiştirmemesi gerekir. Sonuç olarak her girdi için farklı etkinlik ölçümü hesaplanacaktır³⁸.

Her girdinin etkinliği farklı olduğundan, örneğin girdilerden birinin %20, diğerinin %50 azaltılması önerilebilmektedir.

Veri Zarflama Analizinin CCR ve BCC modelleri radyal modellere örnek olarak verilebilir. Bu modeller etkinliği radyal olarak ölçer ve etkin olmayan birimlerin etkin hale gelmesi için, referans birime göre bütün girdi veya çıktıların aynı oranda değiştirilmesini öngörür.

³⁸ Sheth Nimish, "Measuring and Evaluating Efficiency and Effectiveness Using Goal Programming and DEA Analysis in a Fuzzy Environment", **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Industrial and Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1999, s.9.

Veri Zarflama Analizinin Slack Based Modeli radyal olmayan modeldir. Her girdi fazlalığı ve çıktı eksikliği ayrı ayrı ele alındığından, etkinsizliğin giderilmesi için her girdinin veya çıktının farklı oranlarda değiştirilmesi önerilir.

1.5. BANKACILIKTA ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Bir bankanın toplam etkinliğinin, teknik etkinlik (saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği) ve tahsis etkinliğinden oluştuğu söylenebilir. Bir işletmenin elinde bulundurduğu girdi bileşimini en uygun biçimde kullanarak mümkün olan en çok çıktıyı üretmedeki başarısı teknik etkinlik, girdi ve çıktı fiyatlarını göz önüne alarak en uygun girdi/çıkıtı karmasını seçmedeki başarısı tahsis etkinliği, en uygun ölçekte üretim yapma başarısı ise ölçek etkinliği olarak tanımlanmaktadır³⁹.

Finansal kurumların ve şubelerinin etkinliğinin ölçülmesinde oran analizi ve sınır etkinliği yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Etkinlik ölçme konusunda kullanılan yöntemler oran analizleri ve sınır etkinliği yaklaşımını esas alan yöntemler olarak ikiye ayrılabilir. Oran analizleri girdilerle çıktılar arasındaki tek boyutlu ilişkileri inceler. Sınır etkinliğine dayalı yöntemler ise etkinlik hesaplamalarını, tespit ettiği veya fonksiyon olarak öngördüğü sınırdan olan uzaklığa göre hesaplar.

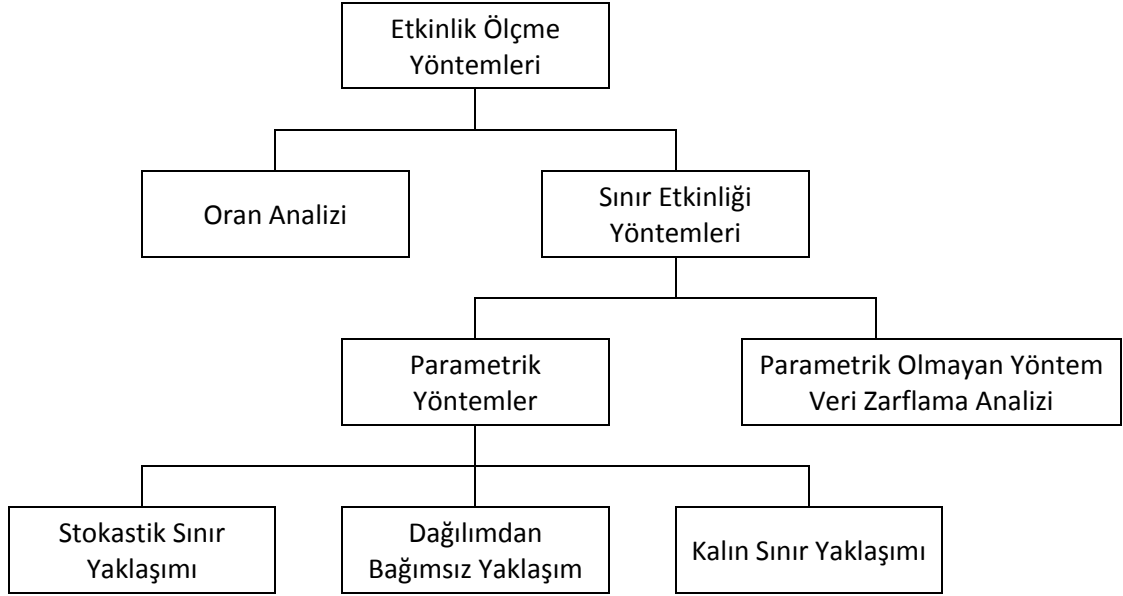
Sınır etkinliği çerçevesinde geliştirilen yöntemler, üretim fonksiyonunun yapısı konusunda belirli bir varsayıma dayanıp dayanmadıklarına göre parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Parametrik yöntemler Stokastik Sınır Yaklaşımı (Stochastic Frontier Approach, SFA), Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım (Distribution Free Approach , DFA) ve Kalın Sınır Yaklaşımı (Thick Frontier Approach, TFA) olarak sınıflandırılabilir. Parametrik yöntemler, üretimin daha önce belirlenen belirli bir fonksiyon dahilinde gerçekleştiğini kabul eder. Analizler, üretim fonksiyonunun parametrelerini ve üretim birimlerinin bu fonksiyon dahilinde olup olmadığını hesaplamaya yöneliktir.

³⁹ Yolalan, s.6.

Parametrik olmayan yöntemlerde varsayılan bir fonksiyon bulunmamaktadır. Dolayısıyla hesaplanması gereken fonksiyon parametreleri de yoktur. Bu nedenle yöntem parametrik değildir. Girdileri çıktılarına en iyi dönüştüren karar birimi en etkin birim sayılır ve etkin sınırı oluşturur. Diğer birimlere ait hesaplamalar etkin sınıra göre yapılır.

Veri Zarflama Analizi parametrik olmayan bir yöntemdir. Free Disposal Hull (FDH), bazı kaynaklarda VZA'nın özel bir hali olarak kabul edilmekte, bazı kaynaklarda parametrik olmayan ayrı bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Burada VZA'nın özel hali olarak düşünülecektir.



Şekil 1.3. Bankacılıkta Etkinlik Ölçme Yöntemleri

Sektör ve ekonomilerin verimliliğini ölçmekte toplam faktör verimliliği (total factor productivity) de kullanılmaktadır. Ancak banka ve şube etkinliğinin ölçümünde sık rastlanmamaktadır.

1.5.1. Oran Analizi

Oran analizi banka performansının ölçülmesinde analistler, yöneticiler, düzenleyici ve denetleyici kurumlar tarafından öteden beri kullanılmıştır. Oranlar, seçilen iki değişken arasındaki ilişkiyi ölçer ve bankayı likidite, karlılık, sermaye yeterliliği, aktif kalitesi, risk yönetimi gibi farklı açılardan irdeleme olanağı tanır. Bir bankayı değişik dönemlerle kıyaslamak veya diğer bankalarla karşılaştırabilmek için, analizin amacına uygun olarak, her türlü oran hesaplanabilir. Bankaları izleyen kurumsal yatırımcıların ve piyasa katılımcılarının analizleri, genellikle oranlardan oluşan çok sayıdaki performans göstergesine dayanır. Geleneksel oran analizleri, basitliği ve kolay anlaşılabilirliği yüzünden analistleri cezbetmekle birlikte, göz önünde bulundurulması gereken bazı kısıtlamalar da söz konusudur⁴⁰.

Göstergeler yalnızca bankanın belirli bir işlemi ele alarak tek boyutlu bir ölçü teşkil eder. Özellikle bankacılık sistemi gibi çok sayıda girdi ve çıktı içeren karar birimlerinde bir tek orana bakarak karar vermek ve bankanın veya şubenin verimliliğini anlamak mümkün değildir⁴¹. Zaten bu sakıncanın giderilmesi için birden fazla oran aynı anda incelenmektedir. Fakat bu kez, incelenen oranların anlamlı bir grup haline getirilmesinde, bütün oranların bir arada değerlendirilmesinde ve yorumlanmasında sıkıntı doğmaktadır.

Bankacılık sisteminde çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktı bulunmaktadır. Ancak bu girdi ve çıktıların neler olabileceği konusunda da bir mutabakat yoktur. Bazı yaklaşımlara göre girdi olarak kabul edilen bir değişken, bir başka yaklaşımda çıktı olarak ele alınmaktadır. Ayrıca girdi ve çıktı olarak kabul edilen değişkenler birimleri itibarıyla de homojen değildir (bir değişken biriminin TL, diğerinin USD veya işlem sayısı olması gibi). Oran analizi yöntemiyle etkinliği irdeleyen çalışmaların değerlendirilmesinde, bu sakıncaların göz önünde bulundurulması gerekmektedir⁴².

⁴⁰ Joseph C. Paradi, Sandra Vela ve Zijiang Yang, "Assesing Bank and Bank Branch Performance", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu (Ed.), **Handbook on Data Envelopment Analysis** içinde, USA: Kluwer Academic Publishers, 2004, s.350.

⁴¹ Alpan İnan, "Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik", **TBB Bankacılar Dergisi**, Sayı:34, 2000, s.82.

⁴² İnan, s.83.

Bir işletmeyle ilgili oranlardan bazıları seçilip belirli ağırlıklar verilmek suretiyle tek bir oranın hesaplanması mümkündür. Bu oran performans ölçüsü olarak kullanılabilir. Ancak farklı boyutlar tek bir rakama indirildiğinde sonuç tatminkâr olmayabilir. Ayrıca işletmenin likidite, karlılık, aktif yapısı gibi farklı yönlerini yansıtan oranların tek ve anlamlı bir rakama indirilmesi kaçınılmaz olarak eksiklikleri de beraberinde getirecektir.

Finansal tablolardan sınırsız sayıda oran hesaplanabilse de bu oranlar bankanın genel performansını yansıtmayabilir. Oranlar finansal yapının farklı yönleri hakkında fikir verebilir, ancak tek başına performansın iyi mi kötü mü olduğunu göstermez. Ayrıca bazı oranlar farklı açılardan yorumlanabilir. Sözelimi likidite oranının çok düşük olması bir sıkışıklığı ve nakit sıkıntısını ifade ederken, çok yüksek olması da nakit değerlerinin atıl tutulması anlamına gelebilir.

Oran analizleri, incelenen birimlerin karşılaştırılabilir olduğunu varsayar.

Gereğinden fazla basit olan analitik yaklaşım, etkin olmayan birimlerin ortaya çıkarılması için objektif kıstaslar getirmez. Etkin olan ve olmayan ayrımı subjektif olarak yapılır ve etkinlik düzeyi kişisel bakış açısına göre belirlenir.

Oran analizi yöntemiyle etkinliği bileşenlerine ayırıp, etkinsizliğe neden olan unsurları tespit etmek mümkün değildir. Eldeki girdilerin rasyonel kullanılıp kullanılmadığı, girdiler ve çıktılar arasında en uygun bileşimin seçilip seçilmediği, en uygun ölçekte faaliyet gösterilip gösterilmediği belirlenemez. Bu konuda örnek teşkil edebilecek en uygun birimi seçmek de olanaksızdır. Oysa etkin sınıra dayalı hesaplama yapan sınır etkinliği yöntemleriyle, etkinlikten ne kadar uzaklaştığı rakamsal olarak dahi belirlenebilmektedir.

Çok boyutlu girdi ve çıktıları değerlendirememesi ve homojen gruplar içerisinde en etkin birimi belirleyememesi etkinlik ölçümü için oran analizini yetersiz kılmaktadır. Öte yandan performansın farklı boyutlarını hesaplamak ve bunları birleştirmek başka tartışmaları beraberinde getirmektedir.

Oran analizleri basitliği nedeniyle yaygın olarak kullanılmakla birlikte, her oran firmanın mali yapısı konusunda kısmi bilgi verir. Farklı oranlar birbiriyle çelişen noktalara da

işaret edebilir. Firmanın finansal yapısını göstermek üzere önemli oranların ağırlıklı ortalamaları alınarak z-skoru denen karmaşık göstergeler türetilmiştir.

Kar amacı gütmeyen kurumlarda ise performansı gösteren oranlar “Performans Göstergeleri” (Performance Indicators-PI’) olarak ele alınıp değerlendirilmiştir⁴³.

Literatürde etkinlikle ilgili çalışmaların çoğunda, oran analizinden çok sınır etkinliğini kullanan yöntemler esas alınmaktadır.

1.5.2. Sınır Etkinliği Yöntemleri

Literatürde, özellikle veri elde etme ve işleme olanaklarının gelişmesiyle sınır etkinliği ile ilgili çalışmaların giderek arttığına tanık olunmaktadır.

Etkin sınırı esas alan çalışmalar denetleyici ve düzenleyici kurumlar tarafından geniş bir biçimde kullanılmaktadır. Bu çalışmaların performansla ilgili diğer yöntemlere göre en büyük avantajı, ölçüm ve hesaplamaların objektif olarak yapılabilmesidir. Girdilerin rasyonel kullanımı ve maliyetlerin azaltılması söz konusu olabilmektedir.

Sınır etkinliğine dayalı olarak hesaplama yapan yöntemler, parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu yöntemler birbirinden temel olarak aşağıdaki noktalarda ayrılmaktadır⁴⁴:

- a) Parametrik yöntemlerde, gözlemlenen en iyi sınırın fonksiyonu ile ilgili kısıtlamalar vardır. Parametrik olmayan yöntemlerde herhangi bir fonksiyon önerilmez.
- b) Parametrik yöntemlerde, bazı üretim birimlerinde geçici olarak yüksek çıkan girdi, çıktı, maliyet, kar gibi rassal hatalar dikkate alınır. Parametrik olmayan yöntemlerde dikkate alınmaz.

⁴³ Taraneh Sowlati, “Establishing the Practical Frontier in Data Envelopment Analysis”, **Yayınlanmamış Doktora Tezi**, Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, 2001, s.10.

⁴⁴ Allen N. Berger ve David B. Humphrey, “Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research”, **The Wharton Financial Institutions Center, Working Paper 97-05**, 1997, s.4.

- c) Rassal hata varsa, etkinsizliği ve rassal hatayı birbirinden ayırt etmek için, parametrik yöntemlerde etkinsizliğin olasılık dağılımı (yarı normal, eksiltilmiş (truncated) normal gibi) ile ilgili varsayımlarda bulunulur.

Son yıllarda finansal kurumların performansını ölçen akademik çalışmalar artan bir biçimde, “en iyiden” sapmaları hesaplayan sınır etkinliğine odaklanmıştır. Sınır etkinliği çalışmaları düzenleyici otoriteler açısından da, mali tablolardan ölçülen ve analistlerin, yöneticilerin, denetimcilerin kullandığı standart finansal oranlara göre üstünlükler taşımaktadır. Çünkü sınır etkinliği yaklaşımları programlama ve istatistiksel teknikler kullanarak dışsal piyasa faktörlerini arındırabilmektedir⁴⁵.

1.5.2.1 Parametrik Yöntemler

Parametrik yöntemler, Stokastik Sınır Yaklaşımı, Kalın Sınır Yaklaşımı ve Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım olarak sınıflandırılabilir.

Parametrik yöntemler, maliyet (veya üretim) fonksiyonun belirli bir biçimde olduğunu varsayar. Etkinlikler bu fonksiyon biçiminden hareketle hesaplanır ve sonuçların doğruluğu kabul edilen fonksiyon biçiminin gerçek durumla örtüşüp örtüşmediğine bağlıdır.

Parametrik yöntemlerde, etkin sınırdan sapmaların etkinsizlik (inefficiency) ve rassal hata gibi iki unsurdan oluştuğu öne sürülmektedir. Bu iki bileşenin birbirinden ayırt edilmesi büyük önem taşımaktadır. Parametrik yöntemler, bu iki unsurun nasıl dağıldığı ile ilgili farklı yaklaşımlar gösterir.

Parametrik yöntemlerin uygulanmasındaki en önemli nokta, rassal hatanın etkinsizlikten ne kadar doğru ayrılabilmediğidir. Parametrik yöntemler olan Stokastik Sınır, Kalın Sınır ve Dağılımdan Bağımsız yaklaşımları bu ayrımı yapmak için kabul ettikleri dağılım varsayımlarına göre birbirinden ayrılır⁴⁶.

⁴⁵ Paradi ve Diğerleri, ss.349-400.

⁴⁶ Paul W. Bauer, Allen N. Berger, Gary D. Ferrier ve David B. Humphrey, “Consistency Conditions for Regulatory Analysis of Financial Institutions: A Comparison of Frontier Efficiency Methods”, **Journal of Economics and Business**, Vol:50, No:2, March 1998, s.11.

1.5.2.1. a) Stokastik Sınır Yaklaşımı

Stokastik Sınır Yaklaşımı (Stochastic Frontier Approach, SFA), girdiler ile çıktılar arasında fonksiyonel bir ilişki olduğunu kabul eder ve etkin sınırı tahmin eder. Fonksiyon belirlendikten sonra, ekonometrik teknikler kullanılarak fonksiyonun bilinmeyen parametreleri hesaplanır.

Stokastik Sınır Yaklaşımı, bazen Ekonometrik Sınır Yaklaşımı (Econometric Frontier Approach) olarak da kullanılır. Stokastik Sınır Yaklaşımı, maliyet, kar, üretim ile girdi, çıktı ve çevresel faktörler arasında fonksiyonel bir ilişki kurar. Ayrıca bu fonksiyondan sapmanın bir kısmının rassal olduğunu varsayar⁴⁷. Fonksiyona göre yapılan üretim etkin olduğuna göre, etkinsizliği bu fonksiyondan sapmalarda aramak gerekir. Ancak fonksiyondan sapmanın tek kaynağı etkinsizlik değildir. Sapmanın bir kaynağı etkinsizlik ise, başka bir kaynağı da teknolojideki gelişmeler gibi etkinlik sınırındaki sapmalar ve rassal hatalar olabilir. Bu nedenle yukarıda sözü edilen hata faktörünün, rassal hata ve etkinsizlik olarak bileşenlerine ayrılması gerekmektedir. Herhangi bir gözlemin en iyi durumdan sapmasının ne kadarının rassal hata, ne kadarının da etkin olmayan gözlem olduğu anlaşılmeden modelin sonuçlarının güvenilir olamayacağı açıktır. Rassal hata ve etkinsizlik bileşenlerinin farklı dağılımlara sahip oldukları varsayılır. Etkinsizliğin asimetrik, genellikle yarı normal; rassal hatanın simetrik, genellikle standart normal bir dağılıma sahip olduğu kabul edilir. Bunun nedeni, etkinsizliğin negatif olamayacağından eksiltilmiş (truncated) bir dağılıma sahip olduğunun düşünülmesidir.

Rekabet derecesi, girdi ve çıktı kalitesi, kamu veya özel sektör sahipliği, mevzuatla ilgili düzenlemeler ve yönetim tarzı, etkinliği etkileyebilecek çevresel faktörler arasında sayılabilir. Yönteme stokastik denmesinin nedeni etkin sınırın firmadan firmaya değişebilmesi ve rassal hata nedeniyle gözlemlenen çıktının da rassal olmasıdır.

⁴⁷ Berger ve Humphrey, Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research , s.6.

Stokastik Sınır Yaklaşımı'nın temelleri Meeusen ve Van den Broek⁴⁸ (1977), Aigner, Lovell ve Schmidt⁴⁹ (1977), Battese ve Corra⁵⁰ (1977) tarafından yayımlanan makalelere dayanır.

Aşağıdaki formül stokastik sınır modeli genel bir hali olarak düşünülebilir:

$$TC = TC(y, w) + v + u \quad 1.16$$

TC : Toplam maliyet

y : Çıktı

w : Girdi fiyatları

v : Rassal hata (sıfır ortalamalı ve sonlu varyanslı normal bir dağılıma sahip

u : Etkinsizlik bileşeni

v'nin sıfır ortalamalı (zero mean) ve sonlu varyanslı (finite variance) normal bir dağılıma sahip olduğu genel kabul görmüş durumdadır. Ampirik çalışmalar u bileşeni ve deterministik bileşenle, TC(y, w), ilgili varsayımlarda ayrılmaktadır. İlk modellerde, u'nin yarı-normal ya da üssel (exponential) bir dağılım gösterdiği öne sürülürken, sonraki modellerde eksiltilmiş (truncated) normal ve gamma dağılımları öne çıkmıştır.

Stokastik Sınır Yaklaşımı'nda ölçüm için⁵¹;

1. Önce deterministik bileşenin fonksiyon biçimi belirlenir, (Cobb-Douglas, translog vs).
2. Sonra rassal hatanın (v) dağılımı ile ilgili varsayımda bulunulur.
3. Etkinsizlik bileşeninin (u) dağılımı ile ilgili varsayımda bulunulur.

⁴⁸ W. Meeusen ve J. van den Broeck, "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error", **International Economic Review**, Vol:18, No:2, June 1977, ss.435-44.

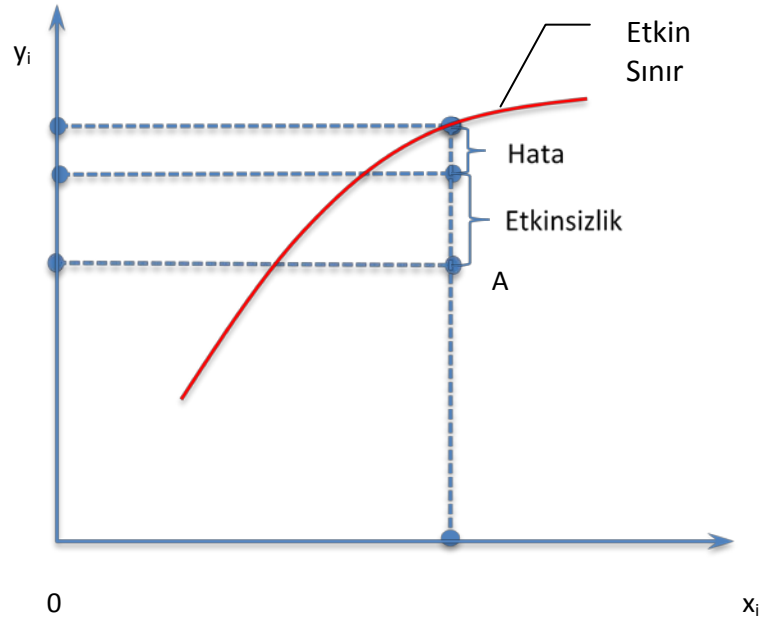
⁴⁹ D.J. Aigner, C.A.K. Lovell ve P. Schmidt, "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", **Journal of Econometrics**, Vol:6, No:1, July 1977, ss.21-37.

⁵⁰ G.E. Battese ve G. S. Corra, "Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone off Eastern Australia", **Australian Journal of Agricultural Economics**, Vol:21, No:3, 1977, ss.169-179.

⁵¹ Subal C. Kumbhakar ve Subrata Sarkar, "Deregulation, Ownership, and Efficiency Change in Indian Banking: An Application of Stochastic Frontier Analysis", **Journal of Money Credit and Banking**, Vol:35, No:3, 2003, ss. 403-424.

4. v ve u 'nun dağılımı ile ilgili varsayımlar altında en büyük olasılık (maximum likelihood-ML) yaklaşımı kullanılarak bilinmeyen parametreler tahmin edilir.
5. Parametreler tahmin edildikten sonra Battese ve Coelli⁵² ya da JLMS⁵³ tekniklerinden biri kullanılarak etkinlikle ilgili ölçümler yapılır.

Grafik 1.6.'da görüleceği gibi A noktasında üretim yapan bir firmada olduğu gibi, etkin sınırdan sapmalar rassal hata ve etkinsizlik olarak bileşenlerine ayrılmaktadır.



Grafik 1.6. Stokastik Üretim Sınırı

Stokastik Sınır veya Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım gibi parametrik yöntemlerin olumsuz yönlerinden biri, üretim fonksiyonu için belirli bir fonksiyon belirleme gereğidir.

⁵² G.E. Battese ve T.J. Coelli, "Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data", **Journal of Econometrics**, Vol:38, 1988, ss.387-399.

⁵³ J. Jondrow, C.A.K Lovell, I.S. Materov ve P. Schmidt, "On the Estimation of Technical Efficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model", **Journal of Econometrics**, Vo:19, No:2/3, August 1982, ss.233-238.

Hesaplanan etkinlik ölçümleri, belirlenen fonksiyona göre değişiklik gösterdiğinden fonksiyonun gerçek durumu yansıtması büyük önem kazanmaktadır⁵⁴.

Sınır fonksiyonu ve hata terimleriyle ilgili varsayımlar yapmak gerektiğinden, Veri Zarflama Analizi ve Kalın Sınır Yaklaşımı'na göre Stokastik Sınır Yaklaşımı'nın diğer bir dezavantajı daha az esnek oluşudur⁵⁵.

Bazı araştırmacılar etkinsizlik için yarı normalin dışındaki diğer dağılımların daha uygun olabileceğini ve uygulanan farklı dağılımların etkinsizlik ölçümünde önemli olduğunu savunmuştur. Bauer ve Diğerleri (1998), bir temele dayanmadan yapılan bütün dağılım varsayımlarının oldukça değişken olduğunu ve bir firmanın etkinlik ölçümünde önemli hatalara neden olabileceğini ileri sürmüştür⁵⁶.

Üretim için belirli bir fonksiyon dayatmasının yanı sıra dağılım varsayımları ile ilgili olarak da eleştiriler yapılmıştır. Bazı çalışmalarda etkin olmayan gözlemlerin normale yakın bir dağılım gösterdikleri ya da rassal hatanın normal dağılım göstermediği öne sürülmüştür⁵⁷.

Etkinlik düzeyini ölçmedeki olası sorunlara rağmen, hangi dağılım varsayımları yapılmış olursa olsun Stokastik Sınır yöntemi, etkinlik sıralamasını, maliyet (veya üretim) fonksiyonunun hata terimleri sıralamasıyla aynı yapacaktır. Başka bir deyişle, verilen girdi fiyatları, çıktı miktarı ve diğer değişkenler için en düşük maliyete sahip firmalar her zaman daha etkin olarak sıralanacaktır. Bu olumlu özellik Stokastik Sınır yönteminin düzenleyici amaçlarla performans ölçümünde kullanılmasını cazip kılmaktadır⁵⁸.

⁵⁴ Leigh Drake, "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 (283-326), USA: Edward Elgar Publishing Limited, 2003, s.288.

⁵⁵ Loretta J. Mester , "Efficiency of Banks in the Third Federal Reserve District", **The Wharton Financial Institutions Center**, Working Paper 94-13, December 1993.

⁵⁶ Bauer ve Diğerleri, s.12.

⁵⁷ İnan, s.84.

⁵⁸ Bauer ve Diğerleri, s.12.

1.5.2.1. b) Kalın Sınır Yaklaşımı

Kalın Sınır Yaklaşımı (Thick Frontier Approach, TFA) bankacılıkta ilk olarak Berger ve Humphrey (1991) tarafından uygulanmıştır⁵⁹. Kalın Sınır Yaklaşımı, bireysel olarak bankaları, etkin sınırdaki en iyi bankayla karşılaştırmaz. Bunun yerine ölçümü yapılan bütün kümenin etkinliğini hesaplar⁶⁰.

Kalın Sınır Yaklaşımı'nda bankalar önce, birim varlık başına toplam maliyete göre sıralanarak 4 bölüme ayrılır. Maliyet ya da üretim sınırını tam olarak hesaplamak yerine, en düşük ortalama maliyete sahip bankaların oluşturduğu dörtte birlik grup için "kalın sınırlı" maliyet fonksiyonu hesaplanır. Bu sınır bütün bankalar için maliyet sınırı sayılır. Doğal olarak bu gruptaki bankaların etkinliği ortalamanın üzerinde demektir ve bu bankalar "kalın sınırı" meydana getirir. En düşük maliyetli çeyrekteki bankalara ait üretim fonksiyonunun hata terimleri, etkinlik farkı yerine ölçüm hataları olarak değerlendirilir. En yüksek maliyete sahip bankaların oluşturduğu dörtte birlik grup için de maliyet fonksiyonu hesaplanır. Bu bankalar ise ortalamanın altında bir etkinliğe sahiptir. Bu fonksiyonun hata terimleri de etkinlik farkı yerine ölçüm hataları olarak değerlendirilir. İki maliyet fonksiyonu arasındaki farkın, etkinsizlikle ilgisi olmadığı düşünülen piyasa faktörleri (ölçek, üretim bileşimi, şubeler gibi) ve etkinsizliği temsil eden artıktan (residual) oluştuğu kabul edilir. Bu fark önce bahsedilen iki bileşene ayrılır. Etkinsizlik daha sonra diğer kendi bileşenlerine ayrılır⁶¹.

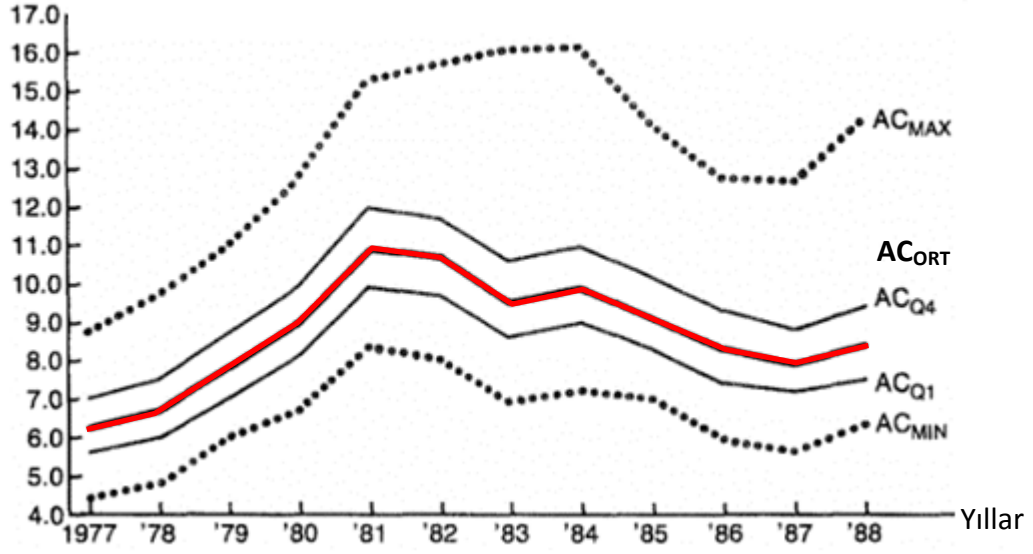
⁵⁹ Allen N. Berger ve David B. Humphrey, "The Dominance of Inefficiencies Over Scale and Product Mix Economies in Banking", **Journal of Monetary Economics**, Vol:28, No:1 , August 1991, ss. 117-148.

Allen N. Berger ve David B. Humphrey, "Measurement and Efficiency Issues in Commercial Banking", Zvi Griliches, Timothy F. Bresnahan, Marilyn Manser ve Ernst R. Berndt (Ed.), **Output Measurement in the Service Sectors** içinde (245-302), National Bureau of Economic Research, USA: University of Chicago Press., 1992, s.257.

⁶⁰ Jacob A. Bikker, **Competition and Efficiency in a Unified European Banking Market**, USA:Edward Elgar Publishing, 2004, s.198.

⁶¹ Allen N. Berger ve David B. Humphrey, "Measurement and Efficiency Issues in Commercial Banking", Zvi Griliches, Timothy F. Bresnahan, Marilyn Manser ve Ernst R. Berndt (Ed.), **Output Measurement in the Service Sectors** içinde (245-302), National Bureau of Economic Research, USA: University of Chicago Press., 1992, s.257.

Ortalama Aktif
Maliyeti



Grafik 1.7. Kalın Sınır Yaklaşımı İle Yapılan Bir Çalışma (Zaman İçerisinde Maliyet Değişimi)

Kaynak: Allen N. Berger ve David B. Humphrey, "Measurement and Efficiency Issues in Commercial Banking", Zvi Griliches, Timothy F. Bresnahan, Marilyn Manser ve Ernst R. Berndt (Ed.), Output Measurement in the Service Sectors içinde (245-302), National Bureau of Economic Research, USA: University of Chicago Press., 1992.

Grafik 1.7.'de iki üretim fonksiyonu arasındaki fark kabaca AC_{Q1} ve AC_{Q4} çizgileri arasında gösterilmektedir. En düşük ve en yüksek ortalamaya sahip bölümler arasındaki fark yalnızca piyasa faktörlerini ve etkinsizliği yansıtmaktadır; hata terimleri ise yalnızca rasgele dağılım gösteren ölçüm hatalarını ifade etmektedir.

Bankalar önceden bağımlı bir değişken olan ortalama maliyete göre sıralandığından potansiyel ekonometrik sorunlar söz konusudur. Öte yandan uygulanması basittir ve Stokastik Sınır Yaklaşımı'ndan daha esnekler⁶².

Kalın Sınır Yaklaşımı, etkin sınır için Stokastik Sınır Yaklaşımı ile benzer fonksiyon biçimini kullanır, ancak veri setinin içerisinde en iyi performans gösterdiği kabul edilenlerin regresyonuna dayanır. Kalın Sınır Yaklaşımı, en yüksek ve en düşük dörtte birlik gruplar

⁶² Mester, s.4.

içerisinde hesaplanan performans değerlerinden sapmaları rassal hata olarak, ancak en yüksek ile en düşük gruplar arasındaki sapmaları etkinsizlik ve dışsal faktörler kabul eder.

Kalın Sınır Yaklaşımı'nda, ekonometrik yaklaşıma göre daha az istatistiksel varsayım yapıldığından, kullanılan veriler nedeniyle yanlış sonuçlar alınma olasılığı daha düşüktür. Berger ve Humphrey (1992), "en yüksek ve en düşük kümelere ait maliyet fonksiyonlarındaki hata terimleri, standart regresyon özellikleri göstermektedir" varsayımının, ekonometrik yaklaşımdaki "etkinsizlik yarı normal dağılım gösterir" ve Veri Zarflama Analizindeki "rassal hata sıfırdır" varsayımlarından daha kötü olmadığını öne sürmektedir. Ayrıca maliyet fonksiyonlarındaki hata terimleri, rassal hata yerine etkinsizlikten kaynaklansa dahi Kalın Sınır Yaklaşımı, yüksek ve düşük maliyetli firmaların ortalama etkinliğinin karşılaştırılmasında kullanılabilir⁶³.

Uygulamaların çoğunda Kalın Sınır Yaklaşımı toplam etkinlikle ilgili genel bir seviye göstermek açısından en iyi ile en kötü dörtte birlik grup arasındaki etkinliği ölçer, ancak bireysel olarak firmaların etkinliği ile ilgili nokta hesaplamalar yapmaz.

Oldukça değişken varsayımlara (en düşük çeyrektekilerin etkin firmalara ait yeterli bir kalın sınır kabul edilmesi gibi) dayandığından, Stokastik Sınır'da olduğu gibi Kalın Sınır Yaklaşımı'nda da hesaplanan etkinlik düzeyi güvenilir değildir. Ancak Kalın Sınır Yaklaşımı ile hesaplanan sıralamaların makul olduğunu gösteren nedenler bulunmaktadır. Çünkü girdi fiyatları, çıktı miktarları ve diğer olası faktörler kontrol edildikten sonra maliyet fonksiyonu artıklarına göre etkinlik sıralaması yapılmaktadır. Kalın Sınır Yaklaşımı'ndaki etkinlik sıralaması, Stokastik Sınır Yaklaşımı ve diğer performans ölçümleri ile oldukça uyumludur⁶⁴. Ancak bu değerlendirmeler, yazarları arasında Kalın Sınır Yaklaşımı yöntemini bankacılıkta ilk kez uygulayan Berger ve Humphrey'in de bulunduğu bir makalede yapılmaktadır.

Stokastik Sınır Yaklaşımı'ndan farklı olarak, Kalın Sınır Yaklaşımı'nda rassal hata ve etkinsizliğin dağılımı ile ilgili herhangi bir varsayım yapılmamaktadır.

⁶³ Berger ve Humphrey, Measurement and Efficiency Issues in Commercial Banking , s.257.

⁶⁴ Bauer ve Diğerleri, s.11.

Kalın Sınır Yaklaşımı'nda en yüksek ve en düşük değerlerin rassal hata sayılarak ayıklanması, aslında Stokastik Sınır ve Dağılımdan Bağımsız yöntemlerindeki eksiltme (truncation) işlemine benzer⁶⁵.

Parametrik yöntemler arasında Kalın Sınır Yaklaşımı, bankacılıkta en az kullanılan etkinlik ölçüm yöntemidir⁶⁶.

1.5.2.1. c) Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım

Stokastik Sınır yönteminde, bileşik hata terimi dağılımla ilgili net varsayımlarda bulunularak, etkinsizlik ve rassal hata olarak ayrılmaktadır. Stokastik Sınır Yaklaşımı'nda rassal hatanın iki yönlü, genellikle normal bir dağılıma sahip olduğu; etkinsizliğin ise tek yönlü, genellikle yarı-normal bir dağılıma sahip olduğu kabul edilmektedir. Stokastik Sınır Yaklaşımı'nda her iki dağılımın parametreleri hesaplanmakta ve bankaya özgü etkinsizlik elde edilmektedir. Berger ise kısıtlamalar olmadığı takdirde, etkinsizliğin asimetrik yarı-normalden ziyade, simetrik normal dağılım dahil olmak üzere her türlü dağılıma sahip olabileceğini ve panel verinin olması durumunda Stokastik Sınır yönteminin bazı varsayımlarının gevşetilebileceğini öne sürdü⁶⁷.

Berger, geleneksel stokastik tekniğe alternatif olarak Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım'ı (Distribution Free Approach, DFA) önermiştir. Stokastik Sınır gibi Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım da sınır için bir fonksiyon biçimi önerir, ancak etkinsizliği rassal hatadan farklı bir şekilde ayırır. Stokastik Sınır Yaklaşımı'ndan farklı olarak Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım, etkinsizlik ya da rassal hatanın dağılımı ile ilgili güçlü varsayımlarda bulunmaz. Bunun yerine her firmanın etkinliğinin zaman içerisinde durağan olduğunu, rassal hataların ortalamasının ise zamanla 0 (sıfır) olacağını varsayar. Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım'da her dönemdeki veri seti için bir maliyet veya kar fonksiyonu hesaplanır. Her regresyondaki hata terimi etkinsizlikten ve rassal hatadan oluşur. Rassal hata bileşenin ortalaması zaman içerisinde 0 olacağından, bankaya ait

⁶⁵ İnan, s.82.

⁶⁶ Berger ve Humphrey, Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions For Future Research, aktaran Paradi ve Diğerleri, s.353.

⁶⁷ Yi-Kai Chen, "Three Essays on Bank Efficiency", **Yayınlanmamış Doktora Tezi**, Drexel University, July 2001, s.35.

bütün regresyonların hata terimi ortalaması ile sınır üzerindeki bankanın hata terimi ortalaması arasındaki fark etkinsizliği verecektir.

$$\text{Etkinsizlik} = \text{Bankanın Ortalama Hata Terimi} - \text{Sınırdaki Bankanın Ort. Hata Terimi}$$

Diğer yöntemlerden farklı olarak Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım'da panel veriye gereksinim duyulmaktadır. Bu yöntem uygulanırken dikkate alınması gereken noktalardan biri kaç yıllık veri ile çalışılacağıdır. Yıl sayısının az olması artıkların ortalamasındaki hata payının yüksek kalmasına, yıl sayısının fazla olması ise etkinsizliğin zamanla istikrarlı bir özellik göstereceği varsayımına ters düşebilir. Her iki durumda da etkinlik tam doğru olmayacak ve bankalar arası göreceli etkinlik karşılaştırması yanıltıcı olacaktır. Literatürde 3 yıldan 10 yıla kadar verilerin kullanıldığı çalışmalara rastlanmaktadır, ancak optimum dönemin ne olması gerektiği ele alınmamıştır⁶⁸.

Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım'da, hata dağılımındaki en yüksek ve en düşük belirli bir dilim hesaplamaya katılmayarak uç değerlerinin etkisinin azaltılması amaçlanmıştır.

Bir firmanın etkinliği zaman içinde, teknolojideki değişimler, yasal düzenlemeler, faiz oranları ve benzer etkenler yüzünden anlamlı olarak değişiyorsa, Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım her bir bankanın herhangi bir noktadaki etkinliği yerine, en iyi gözlemden ortalama sapmasını ölçer⁶⁹.

Diğer etkinlik ölçüm yöntemlerinde olduğu gibi, Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım'da da varsayımlar ölçülen etkinlik düzeyini etkileyebilir. Etkinsizliğin zaman içerisinde durağan olduğu varsayıldığından, bir firmanın maliyetini kalıcı olarak etkileyen ve regresyonda dikkate alınmayan diğer faktörlerin bulunması durumunda, bunlar da etkinsizlik olarak dikkate alınmaktadır.

Stokastik Sınır ve Kalın Sınır gibi, Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım da ekonomik performans ölçümünde kullanılan cazip bir araçtır. Uzun süre zarfında verilen çıktı miktarı ve

⁶⁸ Robert Deyoung, "A Diagnostic Test for The Distribution-Free Efficiency Estimator: An Example Using U.S. Commercial Bank Data", **European Journal of Operational Research**, Vol:98, No:2, 16 April 1997, ss. 243-249.

⁶⁹ Berger ve Humphrey, Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research, s.7.

girdi fiyatları için ekonomideki pek çok değişikliği de dikkate alarak maliyetleri olabildiğince düşük tutmaya çalışır. Bu nedenle Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım'ın sıralaması ile Stokastik Sınır ve Kalın Sınır Yaklaşımı yöntemlerinin etkinlik sıralaması arasında yüksek bir korelasyon olması beklenir.

Literatürde Stokastik Sınır, Kalın Sınır ve Dağılımdan Bağımsız Yaklaşımlarının hangisinin daha iyi ve kullanışlı olduğuna dair bir görüş birliği yoktur. Bu yaklaşımlarla yapılan araştırmalarda kalın sınır yönteminin çok kullanılmadığı görülür. Buna karşın Stokastik Sınır ve Dağılımdan Bağımsız Yaklaşımlar daha sıklıkla kullanılmaktadır. Bu ikisi arasında da Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım'ın ön plana çıktığı söylenebilir. İki yöntemin hangisinin daha elverişli olduğuna dair tartışma ise devam etmektedir⁷⁰.

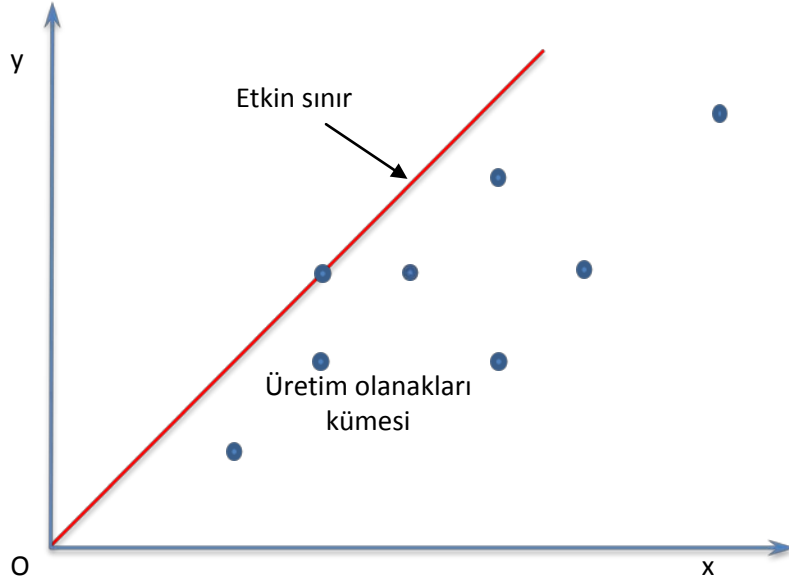
1.5.2.2. Parametrik Olmayan Yöntem- Veri Zarflama Analizi

Parametrik olmayan yöntemlerde, önce sahip olunan kaynaklar (girdiler) ve bu kaynakların kullanılması sonucu elde edilen sonuçlar (çıktılar) belirlenmekte, sonuçlar kaynaklara oranlanmak suretiyle her birimin etkinliği hesaplanmaktadır. Etkinlik değerleri en yüksek olan noktalar etkin sınırı oluşturmakta, bu sınıra olan uzaklıklarına göre diğer birimlerin göreceli etkinlikleri belirlenmektedir. Sahip olduğu kaynaklarla en iyi sonucu alanlar, başka bir deyişle, sınır üzerinde yer alan birimler etkin sayılmaktadır (performansı %100). Diğer birimlerin bu sınıra olan uzaklığı onların ne kadar etkin olduğunu veya ne kadar etkin olmadığını göstermektedir.

Parametrik olmayan lineer bir programlama tekniği olan VZA, her birim için çıktıların girdilere oranını ölçer ve diğer birimlerle karşılaştırarak göreceli etkinlik değerini bulur. VZA'da etkinlik ya 0 ile 1 ya da %0 ile %100 arasında değerler alır. Etkinlik değerlerinin 1 olması tam etkinlik anlamına gelmektedir. Tam etkin bir birim etkin sınırın üzerinde yer almaktadır. VZA'nın öne çıktığı ana noktalardan biri de etkin olmayan birimler için örnek oluşturan birimleri (referans, gösterge-benchmark) göstermesi ve gelişme potansiyelini hesaplayabilmesidir⁷¹.

⁷⁰ İnan, s.85.

⁷¹ Necmi K. Avkiran, "An Application Reference for Data Envelopment Analysis In Branch Banking: Helping The Novice Researcher", **International Journal of Bank Marketing**, Vol:17, No:5, 1999, ss.206-220.



Grafik 1.8. Etkin Sınır ve Üretim Olanakları Kümesi

Kaynak: William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone. Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With Dea-Solver.

Parametrik olmayan yöntemler olarak VZA ve VZA'nın farklı versiyonları sayılabilir. Free Disposal Hull da VZA'nın farklı bir hali olmakla birlikte literatürde kimi zaman VZA ile birlikte parametrik olmayan yöntemler arasında sayılmıştır.

VZA, birbirine benzeyen karar birimlerinin (decision making units) görelî etkinliğini lineer (doğrusal) programlama yoluyla ölçen, parametrik olmayan bir yaklaşımdır. Karar birimleri eldeki girdileri kullanarak çıktı üreten her türlü şirket, işletme, organizasyon, şirket içerisindeki birim, banka, banka şubesi vs olarak düşünülebilir. VZA ilk olarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, Farrell'in sınır üretim fonksiyonları kavramına dayanılarak, kamu programlarına katkıda bulunan kâr amacı gütmeyen kuruluşların teknik etkinliğini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. İlk uygulamada spesifik olarak, federal bütçelerle

desteklenen eğitim programlarına katılan birçok okulun verimliliklerinin ölçülmesi amaçlanmıştır⁷².

VZA yönteminde, üretim fonksiyonunun biçimi konusunda önceden bir öngöründe bulunulmaz. Etkinlik sınırı, varsayılan bir fonksiyona göre belirlenmez, gerçekleşen gözlemler sonucunda belirlenir. Etkinlik analizleri yapılırken rassal hata kullanılmaz. Ancak, gözlemler arasında çok uç değerleri temsil ettiği düşünülen gözlemleri ayıklamak mümkündür⁷³.

Bu yöntemde girdi ve çıktı olarak belirlenecek kriterlerin neler olacağı önem kazanmaktadır. Etkin sınırın üzerinde yer alan şubeler %100 performansa sahip olmakla birlikte, bu sınırın ötesinde bir potansiyelin değerlendirilmesi yapılmamaktadır. Başka bir deyişle model, göreceli olarak en iyi performansa sahip şubelerin, potansiyellerinin tamamını değerlendirip değerlendiremediğini ölçememektedir. Ayrıca karşılaştırma yapabilmek için etkinlikleri ölçülen karar birimlerinin homojen oldukları varsayılmaktadır.

VZA'da üretim fonksiyonu için belirli bir dayatma söz konusu değildir. En iyi gözlem kümesi etkin sınırı oluşturur. Bir fonksiyon dayatılmadığından fonksiyonun parametrelerinin ölçümü de gerekmez. Ancak VZA'da üretim olanakları kümesinin konveks bir özellik gösterdiği varsayılır.

VZA'da rassal hataların olmadığı, sınırdan bütün sapmaların etkisizlik nedeniyle meydana geldiği varsayılır. Ölçüm hataları nedeniyle hesaplanan sınırdan bir sapma varsa bu sapmalar da firmanın etkinlik ölçümünde dikkate alınmış olur. Ayrıca belirlenen etkin sınırdaki gözlemlerde bir hata varsa bu durum, o sınır esas alınarak hesaplanan bütün etkinlik ölçümlerini de bozacaktır.

⁷² A. Charnes, W. W. Cooper ve E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", **European Journal of Operational Research**, Vol:2, No:6, 1978, ss.429-444.

⁷³ İnan, s.85.

1.5.2.3. Parametrik Olan ve Olmayan Yöntemlerin Karşılaştırılması

Parametrik ve parametrik olmayan yöntemler arasındaki farkın önemsenmesi gerekir. Çünkü her iki yöntem etkinlikle ilgili olarak farklı dağılım ve sıralama ortaya koymaktadır. Yöntemler genellikle gözlemlenen en iyi sınırla ilgili kısıtlamalar, rassal hata ve etkinsizlik hakkındaki varsayımlarına göre ayrılmaktadır.

Yöntemler üzerinde yoğun çalışmalar yürütülmesine rağmen gerçek etkinlik düzeyi belirsiz olduğundan sınır etkinliğini ölçen yöntemlerin en iyisi konusunda görüş birliği sağlanamamıştır⁷⁴.

Parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerin her ikisinde bir üretim (veya maliyet) fonksiyonu ya da sınırı belirlemek gerekir. Parametrik yöntemlerde, bu fonksiyon ya önceden belirlenir ya da ekonometrik olarak tahmin edilir. Parametrik olmayan yöntemlerde ise gözlemlenen en iyi noktaların oluşturduğu bir sınır söz konusudur. Üretim için belirli bir fonksiyon öne sürülmediğinden, parametrik olmayan yöntemlerde etkinlik ölçümleri ve sonuçların doğruluğu bir fonksiyona bağlı değildir. Oysa parametrik yöntemlerde, sonuçların doğruluğu seçilen fonksiyonun gerçek durumu yansıtmadığıyla çok yakından ilgilidir.

Parametrik yöntemlerin parametrik olmayan yöntemlere göre dezavantajlarından biri sınır için bir fonksiyon dayatmasıdır. Avantajlarından biri ise rassal hatayı modele dahil ederek, ölçüm hataları gibi unsurların yanlış bir biçimde etkinsizlik sayılma olasılığını azaltmasıdır.

Ekonometrik yaklaşıma göre VZA gibi parametrik yöntemlerin olumsuz yönlerinden biri rassal hata içermemesidir. Sınırdan her türlü sapmanın etkinsizlikten kaynaklandığı varsayılmıştır⁷⁵.

Parametrik yöntemlerde, girdi, çıktı ve çevresel faktörler gibi bağımsız değişkenlerle maliyet, kar ve üretim gibi bağımlı değişkenler arasında fonksiyonel bir ilişki kurulur. Bu fonksiyonun da belirli bir biçim gösterdiği varsayılır. Bu varsayımların ve fonksiyon biçiminin yanlış öngörülmesi durumunda bütün hesaplamalar yanlış olacaktır.

⁷⁴ Berger ve Humphrey, Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research, s.4.

⁷⁵ Drake, Costs and Efficiency In Banking: A Survey of The Evidence From The US, The UK and Japan, s.288.

Parametrik olmayan yöntemlerde ise, etkin sınır üzerinde ölçüm hataları gibi nedenlerle yanlışlıkla yer alan gözlemler gösterge teşkil ettiğinden, bu gözlemlerden yola çıkılarak yapılan etkinlik hesaplamaları yanlış olabilecektir. Başka bir deyişle, doğru olmayan etkin sınır esas alınarak hesaplanan etkinlik ölçümleri de doğru olmayacaktır.

Parametrik yöntemlerde birden fazla bağımsız değişkene karşılık ancak bir tane bağımlı değişken kullanılmaktadır. Oysa bankacılık sektöründe girdi ve çıktıların neler olduğu konusunda bir uzlaşma olmamakla birlikte hem girdi hem çıktı sayısı birden fazladır. Bu durum parametrik yöntemleri nispeten kullanışsız hale getirmektedir⁷⁶. Parametrik olmayan yöntemlerin en büyük gücü pek çok girdi ve çıktıyı aynı potada eritebilmesidir.

Berger ve Humphrey (1997) yöntemlerin dezavantajlarını ortadan kaldırmanın yolu olarak parametrik yaklaşımlara daha fazla esneklik kazandırma, parametrik olmayan yaklaşımlara ise hata terimi eklemeyi önermiştir. Literatürde VZA yönteminin stokastik yaklaşımla ele alındığı çalışmalar da mevcuttur.

VZA, etkinliğin zaman içerisindeki değişimini hesaplamaya olanak vermektedir.

Zijiang Yang (2005), etkin sınırla ilgili önceden varsayımlarda bulunmaması ve etkinliğin zaman içerisindeki gelişimini ölçebilmesi, ayrıca veri düzenleme ve yorumlamadaki kolaylıkları nedeniyle, VZA'nın banka performans analizinde en önemli yaklaşım olduğunu öne sürmüştür⁷⁷.

Tablo 1.1.'den görüleceği gibi, 1980-2000 yılları arasında hazırlanan doktora tezlerinde, VZA'yı esas alan çalışmaların sayısı üretim fonksiyonunu esas alan çalışma sayısının oldukça üzerindedir⁷⁸.

⁷⁶ İnan, s.85.

⁷⁷ Zijiang Yang, "DEA Evaluation of Bank Branch Performance", **Engineering Management Conference 2005 Proceedings**, 2005 IEEE International Vol:1, Sept. 11-13, 2005, s.82.

⁷⁸ Finn R. Førsund ve Nikias Sarafoglou, "The Tale of Two Research Communities: The Diffusion of Research on Productive Efficiency", **Memorandum 08**, Oslo University, Department of Economics, 2003, s.38.

Tablo 1.1. Yıllar İtibariyle VZA ve Sınır Üretim Fonksiyonunu Esas Alan Doktora Çalışmaları

Yıllar	VZA	Sınır Üretim Fonksiyonu	Yıllar	VZA	Sınır Üretim Fonksiyonu
1980	1	2	1991	9	6
1981	3	1	1992	8	2
1982	0	2	1993	10	8
1983	5	1	1994	9	8
1984	2	5	1995	10	8
1985	5	2	1996	10	11
1986	8	2	1997	22	4
1987	5	3	1998	22	8
1988	7	1	1999	14	5
1989	1	9	2000	26	3
1990	10	3	Toplam	187	94

Kaynak: Finn R. Førsund ve Nikias Sarafoglou, "The Tale of Two Research Communities: The Diffusion of Research on Productive Efficiency", Memorandum 08, Oslo University, Department of Economics, 2003.

1.6. BANKACILIKTA GİRDİLER VE ÇIKTILAR

Etkinlikle ilgili çalışma yaparken girdi ve çıktıları tanımlayabilmek için öncelikle banka modellerinden birini seçmek gerekir. Belirlenecek girdi ve çıktıların neler olduğu, bir bakıma bankanın nasıl modellenmesi gerektiğine göre değişmekte ve aslında bankacılık teorisinin temelini oluşturmaktadır. Ancak özellikle mevduat toplayan finansal kurumlarda, girdi ve çıktıları belirlemek üretim firmalarındaki kadar kolay değildir. Bankacılık literatüründe, parametrik ve parametrik olmayan sınır etkinliği yöntemleri açısından girdi ve çıktıların neler olduğu konusunda görüş birliği sağlanamamıştır⁷⁹.

Bankayı farklı açılardan değerlendirmek gerektiğinden girdi ve çıktıları belirlemek önem arz etmektedir. Ürün yelpazesinin geniş olmasından dolayı bankacılık işlemlerinin

⁷⁹ Leigh Drake, Maximilian J.B. Hall ve Richard Simper, "Bank Modelling Methodologies: A Comparative Non-Parametric Analysis of Efficiency in the Japanese Banking Sector", **Loughborough University Economics Research Paper**, No:04-24, 2004, s.296.

tamamını kapsamak çok güçtür. Bu nedenle literatürde farklı modeller geliştirilmiş ancak en uygun modelin hangisi olduğu konusunda görüş birliği sağlanamamıştır. Uygulanan farklı teknikler, etkinlik ölçümü sonuçlarını da etkilemektedir. Ancak kullanılan teknikten daha fazla, bankanın ürettiği şey konusundaki farklı düşünceler, ölçüm sonuçlarını değiştirebilmektedir.

Bankacılıkta etkinlik için kullanılan yöntemin yanı sıra kullanılan veriler de büyük önem taşımaktadır. Girdileri en rasyonel şekilde çıktıya dönüştüren birimler en etkin sayıldığına göre, etkinliğin hesaplanmasında nelerin girdi nelerin çıktı olduğu sonuçları doğrudan etkilemektedir.

Girdi ve çıktılar seçilirken geniş bir yelpazeye sahip olan bankacılık işlemlerinin tamamının kapsanması güçtür. Etkinlikle ilgili sonuçlar seçilen modelle yakından ilgilidir. Bir bankanın bütün ürün ve işlem yelpazesi kapsanamayacağından ulaşılan sonuç “belirlenen çıktıya göre” yorumlanmalıdır⁸⁰.

Bankaların ekonomik açıdan farklı işlevleri yerine getirmeleri, çok sayıda “girdi” kullanıp çok sayıda “çıktı” üretmeleri, reel sektördeki gibi fiziksel çıktılar üretmek yerine çoğunlukla hizmet sunmaları, farklı bakış açılarına göre girdi ve çıktılarının değişmesine neden olmaktadır. Bu yaklaşımları dört ana başlık etrafında toplamak mümkündür:

- Üretim,
- Aracılık,
- Karlılık,
- Kullanma maliyeti.

Literatürde büyük çoğunlukla üretim, aracılık ve karlılık yaklaşımları üzerinde durulmaktadır. Bunların dışında kimi çalışmalarda kullanma maliyeti farklı bir yaklaşım olarak benimsenmiştir. Banka etkinlik çalışmalarında aracılık, şube etkinlik çalışmalarında üretim yaklaşımı öne çıkmaktadır.

Bankaların etkin olup olmadığının hesaplanmasında, girdi ve çıktılar belirlenirken, çalışmanın amacına bağlı olarak yukarıdakilerden farklı yaklaşımlar da sergilenebilir. Sözelimi bankanın mali yapısını ve risk boyutunu önemseyen bazı çalışmalarda bankanın etkinliği

⁸⁰ Emili Tortosa-Ausina, “Bank Cost Efficiency and Output Specification”, **Journal of Productivity Analysis**, Vol:18, 2002, s.199-222.

ölçülürken, girdi ve çıktı verilerinde düzenleyici otoritelerin koyduğu kurallara ne kadar uyulduğu ve risk boyutu da dikkate alınmıştır.

1.6.1. Aracılık Yaklaşımı

Aracılık yaklaşımına (intermediation approach) göre finansal kurumlar esas olarak, fon fazlası olanlar ile fon ihtiyacı olanlar arasında aracılık işlevi görür. İlk olarak Sealey ve Lindley tarafından geliştirilmiştir.

Finansal kurumlar mevduatın krediye dönüştürülmesine aracılık ederler ve bu süreçte sermaye, işgücü gibi girdileri kullanırlar.

Henüz işlenmemiş malzeme (kullanılabilir fonlar) sunduklarından bankanın pasiflerinin girdi özellikleri gösterdiği düşünülebilir. Fonların kullanımı sonucu ortaya çıkan ve getiri sağlayan aktifler ise çıktı özellikleri gösterir. Aracılık yaklaşımında bankalar yalnızca, pasifin sahipleri ile fonları kullananlar arasında aracı olarak kabul edilir. Aracılık işleminde krediler ve diğer aktifler çıktı, mevduat ve diğer pasifler girdi olarak değerlendirilir. Bankalar mevduat toplayıp kredi vermenin yanı sıra, mevduat sahiplerine önemli başka hizmetler de verirler ancak aracılık yaklaşımında bu hizmetler çıktı sayılmaz⁸¹.

Aracılık işlemleri birkaç aşamalı bir üretim süreci olarak değerlendirilir ve bir üretim firmasının üretim sürecine benzer. Orada da bir birim diğer birim tarafından doğrudan girdi olarak kullanılan çıktılar üretir. Sonuç olarak, ara çıktılar firmanın en son çıktısını, yani getirili aktifleri meydana getirir. Bu nedenle finansal bir kurum, sermaye, işgücü, kullanılabilir fonlar ve diğer malzemeleri kullanarak çıktıları elde eder⁸².

Aracılık yaklaşımında bankanın işlevi girdileri minimize, çıktıları maksimize edecek biçimde transfer sürecini etkin bir biçimde yerine getirmektir. Girdi ve çıktılar genel olarak aşağıdaki kalemlerden meydana gelmektedir (Tablo 1.2.)⁸³.

⁸¹ Berger ve Humphrey, Measurement and Efficiency Issues in Commercial Banking, s.248.

⁸² C.W. Sealey ve James T. Lindley, "Inputs, Outputs and a Theory of Production and Cost at Depository Financial Institutions", *Journal of Finance*, Vol:32, 1977, ss.1251-1266.

⁸³ Avkiran, Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis, s.270.

Tablo 1.2. Aracılık Yaklaşımında Girdiler ve Çıktılar

Girdiler	Çıktılar
Toplam Mevduat	
İhraç Edilen Menkul Kıymetler	Toplam Krediler
Diğer pasifler	Menkul Kıymetler
Özkaynaklar	Diğer Bankalardaki Mevduat
Personel sayısı	Faiz dışı gelirler
Fiziksel sermaye	
Diğer faiz dışı giderler	

Kaynaklar: Necmi K. Avkiran, *Productivity in The Service Sector with Data Envelopment Analysis*, Third Edition, Australia, 2006. Joseph C. Paradi, Sandra Vela ve Zijiang Yang, "Assesing Bank and Bank Branch Performance", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu (Ed.), *Handbook on Data Envelopment Analysis* içinde, USA: Kluwer Academic Publishers, 2004.

Aracılık hizmetleri sonucu bilançodaki pasifler aktife dönüşür ve paranın zaman değerinden dolayı, kullanılan fonlar için hem faiz alınır hem faiz ödenir. Bankalar, ödedikleri faizin yanı sıra fon toplamak için mevduat sahiplerine likidite, ödeme ve saklama hizmeti verir.

Üretim yaklaşımına kıyasla aracılık yaklaşımında veriler açısından çok az sorun yaşandığından, bankacılıkta verimlilik çalışmalarının çoğunda aracılık yaklaşımı kullanılmaktadır. Krediler, diğer getirili aktifler (menkul kıymetler, bankalararası alacaklar vs) ve faiz dışı gelirler (bilanço dışı girdileri temsil eden bir kalem olarak dikkate alınır) çıktı; mevduat, işgücü, finansal sermaye maliyeti (ödenen faizler/alınan fonlar) ve fiziksel sermaye (faiz dışı giderler/duran varlıklar) maliyeti girdi olarak dikkate alınır⁸⁴.

Aracılık yaklaşımında girdiler ve çıktılar parasal büyüklük olarak ölçülmektedir.

Temel olarak mevduatın kredilere dönüşümünü ifade eden ve yalnızca aktiflerin çıktı olarak kabul edildiği aracılık yaklaşımı, bazı çalışmalarda varlık yaklaşımı (asset approach) olarak adlandırılmaktadır.

Paradi ve Diğerleri , s.371.

⁸⁴ Shelagh Heffernan, **Modern Banking**, England: John Wiley & Sons Ltd, 2005, s.473.

1.6.2. Üretim Yaklaşımı

Üretim yaklaşımında (production approach) bankalar, hesap sahipleri için kredi veya mevduatla ilgili hizmet üreten birimler olarak ele alınır. Bankalar hizmet üretmek için sermaye, işgücü ve donanım kullanır, hizmet vermek için harcamalarda bulunur. Bu yaklaşımda, gerçekleştirilen işlem sayısı ve işlem türü üretilen hizmetin ölçüsü olarak değerlendirilir.

Bu yaklaşıma göre girdileri sermaye ve işgücü, çıktıları ise mevduat ve kredi hesabı sayısı oluşturur. Ancak verilen hizmetin ölçüsü olarak inceleme kolaylığı açısından ampirik çalışmalarda işlem sayısı yerine mevduat ve kredi bakiyeleri de kullanılmaktadır.

Üretim yaklaşımı Benston ve Smith⁸⁵ (1976) tarafından ortaya atılmış Berger ve Humphrey⁸⁶ (1991) tarafından geliştirilmiştir.

Berger ve Humphrey'a göre, müşteri işlemleri çoğunlukla şubelerde gerçekleştirildiğinden ve şube müdürleri fon toplama ve kredilendirme politikaları üzerinde çok az etkili olduğundan, şube etkinliğini ölçmek için üretim yaklaşımı daha uygun olabilir. Finansal kurumu bir bütün olarak değerlendirmek için ise aracılık yaklaşımı daha avantajlıdır⁸⁷.

Üretim yaklaşımını esas alan bir etkinlik modelinde, girdi ve çıktıların genel olarak Tablo 1.3.'teki unsurlardan meydana geldiği kabul edilebilir. Üretim yaklaşımında, yapılan işlemlere yoğunlaşıldığından genellikle faiz giderleri gözardı edilmiştir. Bu yaklaşım işlem etkinliğinin ölçülmesinde daha işlevseldir⁸⁸.

⁸⁵ G.S. Benston ve C.W. Smith, "A Transactions Cost Approach to the Theory of Financial Intermediation", **Journal of Finance**, Vol:31, 1976, ss.215-231.

⁸⁶ Berger ve Humphrey, The Dominance of Inefficiencies Over Scale and Product Mix Economies in Banking, ss. 117-148.

⁸⁷ Berger ve Humphrey, Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research, s.31.

⁸⁸ Avkiran, Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis, s.269. Paradi ve Diğerleri, s.371.

Drake ve Diğerleri, Bank Modelling Methodologies: A Comparative Non-Parametric Analysis of Efficiency in the Japanese Banking Sector, s.29.

Tablo 1.3. Üretim Yaklaşımında Girdiler ve Çıktılar

Girdiler	Çıktılar
Personel Sayısı	Mevduat veya Mevduat Hesabı Sayısı
Bina, Mobilya ve Donanım Giderleri	Krediler veya Kredi Hesabı Sayısı
Sermaye	Toplam Diğer Getirili Aktifler
Diğer Faiz Dışı Giderler	Net Komisyon, Ücret ve Alım/Satım Geliri
Toplam Karşılıklar	Faiz Dışı Diğer Gelirler

Kaynaklar: Necmi K. Avkiran, *Productivity in The Service Sector with Data Envelopment Analysis*, Third Edition, Australia, 2006. Joseph C. Paradi, Sandra Vela ve Zijiang Yang, "Assesing Bank and Bank Branch Performance", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu (Ed.), *Handbook on Data Envelopment Analysis içinde*, USA: Kluwer Academic Publishers, 2004. Drake ve Diğerleri, *Bank Modelling Methodologies: A Comparative Non-Parametric Analysis of Efficiency in the Japanese Banking Sector*.

Aracılık yaklaşımında mevduat ve ödünç alınan diğer fonlar girdi olarak kabul edildiğinden, bu fonların maliyeti olan finansman giderleri toplam maliyete dahil edilir. Üretim yaklaşımında mevduat ve diğer fonlar girdi olarak kabul edilmediğinden, finansman giderleri de toplam maliyete dahil edilmez⁸⁹.

Banka girdilerden çıktı "üretirken", rekabet koşulları, demografik yapı, girdi ve çıktı fiyatları gibi çevresel koşullardan da etkilenir. Dolayısıyla modeli oluştururken çevresel koşullar da dikkate alınabilir. Aynı biçimde hizmet kalitesi gibi somut olmayan unsurlar, ölçülebiliyorsa özellikle hizmet sektörü çalışmalarında çıktı olarak dikkate alınabilir.

Bankaların etkinlik çalışmalarında, aracılık ve üretim yaklaşımı bugüne kadar en çok kullanılan yöntemler olmuştur. İki yaklaşım arasındaki temel fark, aracılık yaklaşımında pasifler, işgücü ve fiziksel sermaye girdi, gelir getiren aktifler çıktı olarak kabul edilirken; üretim yaklaşımında gelir getiren aktifler ve pasiflerin (mevduatlar) her ikisi de çıktı olarak değerlendirilir⁹⁰.

⁸⁹ İnan, s.82.

⁹⁰ Drake ve Diğerleri, *Bank Modelling Methodologies: A Comparative Non-Parametric Analysis of Efficiency in the Japanese Banking Sector*, s.5.

Banka şubesi açısından değerlendirildiğinde, üretim yaklaşımı esasen operasyonel etkinliği ölçtüğünden, şube operasyonunun merkezileşmesi durumunda etkinliğin bundan nasıl etkileneceği gibi çalışmalarda da kullanılmıştır⁹¹.

Aracılık ve üretim yaklaşımlarının her ikisinde de bazı eksikler bulunmaktadır. İki yaklaşımda her bir kredi ile ilgili riskin boyutu, kredi ve mevduatın vade yapısı dikkate alınmaz.

Bazı çalışmalarda üretim yaklaşımı, katma değer yaklaşımı (value added approach) olarak ele alınmıştır. İşgücü ve sermayeyi kullanan tüm bankacılık işlemleri, dolayısıyla finansal varlıkların yanı sıra mevduat çıktı olarak değerlendirilmiştir⁹².

1.6.3. Karlılık veya Gelir Yaklaşımı

Karlılık veya gelir (profit/revenue) yaklaşımına göre, bankaların temel amacı maliyetleri azalmak ve gelirlerini artırmak, bu suretle karlarını maksimize etmektir. Karlılık yaklaşımında amaç, karar biriminin gelirini artırmak için girdilerini (harcamalarını) hangi oranda etkin kullandığını ortaya koymaktır.

Bu yaklaşımda maliyet kalemleri girdi, gelir kalemleri çıktı olarak kullanılır. Genellikle diğer yaklaşımların girdi olarak kullandığı sermaye, işgücü, mevduat vs kar yaklaşımında dikkate alınmaz. Bu yaklaşımın verileri, geleneksel aracılık yaklaşımında kullanılan girdi ve çıktılarından farklılaşır.

Drake ve Diğerlerinin (2006) çalışmasında girdi olarak personel giderleri, faiz dışı giderler ve takipteki krediler için ayrılan karşılıklar kullanılmıştır. Kredi karşılıklarının kullanılmasıyla risk boyutunun da bir şekilde modele dahil edildiği ileri sürülmüştür. Geleneksel aracılık yaklaşımından farklı olarak çıktı olarak ise net faiz gelirleri, net komisyon gelirleri ve diğer toplam gelirler dikkate alınmıştır⁹³.

⁹¹ Paradi ve Diğerleri, s.371.

⁹² J. Christina Wang, "Loanable Funds, Risk, and Bank Service Output", Federal Reserve Bank of Boston, **Working Paper**, July 2003.

⁹³ Leigh Drake, Maximilian J.B. Hall ve Richard Simper, "The Impact of Macroeconomic and Regulatory Factors on Bank Efficiency: A Non-Parametric Analysis of Hong Kong's Banking System", **Journal of Banking & Finance**, Vol:30, No:5, May 2006, ss.1443-1466.

Karlılık veya gelir yaklaşımlarına göre bankaların ve şubelerin etkinlik çalışmalarında girdi ve çıktı olarak Tablo 1.4.'teki kalemler kullanılmıştır⁹⁴.

Tablo 1.4. Karlılık Yaklaşımında Girdiler ve Çıktılar

Girdiler	Çıktılar
Personel Giderleri	Komisyonlar
Donanım Giderleri	Net Faiz Gelirleri
Karşılıklar	Diğer Gelirler
Faiz dışı giderler	Mevduat
	Krediler

Kaynaklar: Joseph C. Paradi, Sandra Vela ve Zijiang Yang, "Assesing Bank and Bank Branch Performance", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu (Ed.), Handbook on Data Envelopment Analysis içinde, USA: Kluwer Academic Publishers, 2004. Drake ve Diğerleri, Bank Modelling Methodologies: A Comparative Non-Parametric Analysis of Efficiency in the Japanese Banking Sector.

Berger ve Mester (1997), bir firmanın toplam etkinliğini ölçerken kar etkinliğinin maliyet etkinliğinden daha önemli olduğunu savunmaktadır. Kar etkinliği hem girdi hem çıktıların etkinliğini dikkate almaktadır.

Drake ve Diğerlerine göre karlılık veya gelir yaklaşımı banka etkinliği ile ilgili en geniş analiz olanağı veren yaklaşımdır.

1.6.4. Kullanma Maliyeti Yaklaşımı

Karlılık veya gelir yaklaşımının farklı bir versiyonu olarak düşünülebilir. Kullanma maliyeti yaklaşımında (User Cost Approach) bir finansal ürünün girdi mi çıktı mı olduğuna, banka gelirlerine sağladığı net katkıya göre karar verilir. Bir aktiften sağlanan finansal getiri, fonun alternatif maliyetini aşyorsa ya da bir pasifin finansal maliyeti fırsat maliyetinden küçükse, o enstrüman finansal çıktı; tersi durumda girdi sayılır. İlk kez Hancock⁹⁵ (1985) kullanma maliyeti yaklaşımını bankacılığa uyarlamıştır Fixler ve Zieschang (1992) ise aktif ve

⁹⁴ Drake ve Diğerleri, Bank Modelling Methodologies: A Comparative Non-Parametric Analysis of Efficiency in the Japanese Banking Sector, s.29.

Paradi ve Diğerleri, s.379.

⁹⁵ D. Hancock, "The Financial Firm: Production With Monetary and Nonmonetary Goods" , **Journal of Political Economy**, Vol:93, No:5, 1985, ss.859-880.

D. Hancock, "A Model of the Financial Firm with Imperfect Asset and Deposit Elasticities" ,**Journal of Banking and Finance**, Vol:10, 1986, ss.37-54.

pasifin ağırlıklarını belirleyerek bankanın çıktı ve fiyat endekslerini türetmek için kullanmıştır⁹⁶. Bu yaklaşım Donovan (1978) ve Barnett (1980) tarafından geliştirilen paranın kullanım maliyeti düşüncesine dayanır⁹⁷.

Her bir aktifin kullanma maliyeti, aktifin getiri oranından referans getiri oranının düşülmesiyle hesaplanır. Pasifin kullanım maliyeti ise, referans getiri oranından pasife ödenen faizin düşülmesiyle hesaplanır.

Bir aktifin veya pasifin girdi mi çıktı mı olduğu banka gelirlerine sağladığı katkıya göre belirlenir. Aktif veya pasif, referans faiz oranıyla karşılaştırıldığında bankanın gelirini olumlu etkiliyorsa çıktı, olumsuz etkiliyorsa girdi olarak düşünülmektedir⁹⁸.

Aktifin kullanma maliyeti pozitifse, başka bir deyişle, aktiften sağlanan getiri alternatif maliyetinden büyükse, o aktif bankanın gelirine katkı sağlamaktadır ve çıktı olarak kabul edilir. Tersi durumda girdi olarak düşünülür. Kredi örnek olarak ele alınırsa, kredinin getirisi referans faiz oranından büyükse banka para satıyor demektir ve kredi çıktı olarak kabul edilir.

Pasif için düşünülecek olursa, pasifin maliyeti alternatif getiriden daha düşükse, o pasif çıktı olarak kabul edilir. Tersi durumda girdi olarak düşünülür.

Bu yaklaşımda, referans olarak belirlenecek oran ve aktif getirisi veya pasif maliyeti ile referans oran arasındaki marj önem kazanmaktadır.

Referans getiri oranı bankanın fırsat maliyetini, başka bir deyişle de alternatif maliyetini göstermektedir, kimi zaman gösterge olarak da nitelendirilmektedir. Referans getiri olarak bankalararası gecelik faiz oranı, hazine bonusu oranı ya da özel sektör bonolarının oranı alınabilir. Çoğunlukla hazine bonusu oranı kullanılmaktadır. Referans alınan faiz oranı,

⁹⁶ D. Fixler ve K. Zieschang, "User Costs, Shadow Prices, and the Real Output of Banks", Griliches, Z. (Ed.) **Output Measurement in the Service Sectors** içinde, University of Chicago Press, USA, 1992.

⁹⁷ D.J. Donovan, "Modelling the Demand for Liquid Assets: an application to Canada", **IMF Staff Papers**, Vol:25, No:4, 1978, ss.676-704.

W.A. Barnett, "Economic Monetary Aggregates: An Application of Index Number and Aggregation Theory" **Journal of Econometrics**, Vol:14, 1980, ss.11-59.

⁹⁸ Paolo Guarda ve Abdelaziz Rouabah, "Measuring Banking Output and Productivity: A User Cost Approach to Luxembourg Data", **Prepared for 22nd Symposium on Banking and Monetary Economics**, Strasbourg 16/17 June 2005, s.2.

kullanma maliyetinin negatif mi pozitif mi olacağını ve kullanma maliyetinin büyüklüğünü etkilemektedir. Bazı mevduat ürünlerinde kullanma maliyeti negatif olmakta, bu da banka tarafından o mevduatın girdi olarak kullanılması anlamına gelmektedir⁹⁹.

Kullanma maliyeti yaklaşımının eleştiri alan yönlerinden biri risk, likidite ve süreyi (duration) dikkate almamasıdır. Banka riski yüksek, likit olmayan ve uzun vadeli aktiflerden daha fazla getiri elde eder; likit olmayan, uzun vadeli, sigortalanmamış pasiflere daha yüksek oranlar öder. Kullanma maliyeti yaklaşımı aktif ve pasifin marjinal fırsat maliyetinin aynı olmasını, bu nedenle bazı düzeltmeler yapılmasını gerektirir. Pratikte bu düzeltmeleri yapmak güçtür. Bir diğer eleştiri, varsayımlardaki ya da verilerdeki küçük bir değişiklikte girdilerin çıktı, çıktıların da girdiye kolayca dönüşebilmesidir. Ayrıca fırsat maliyetini hesaplama yöntemi değişmese dahi, girdi ve çıktılar zaman içerisinde yer değiştirebilmektedir¹⁰⁰.

Bankaların girdi ve çıktılarının hangileri olduğu belirlenirken, mevduatın girdi mi çıktı mı olduğu, yaklaşımlar arasındaki en önemli farkı teşkil etmektedir. Mevduat, aracılık yaklaşımında her zaman girdi, kullanma maliyeti yaklaşımında bazen girdi bazen çıktı, katma değer yaklaşımında her zaman çıktı olarak kabul edilir¹⁰¹

Bir sonraki bölümde Veri Zarflama Analizini modelleri, tarihsel gelişimi, üstün ve zayıf yönleri ve yönetici tercihlerinin dikkate alınması ele alınacaktır.

⁹⁹ Dennis Fixler, "Discussion of Output Measurement in the Insurance and the Banking and Finance Industries", Jack E. Triplett ve Barry Bosworth (Ed.), **Productivity in the U.S. Services Sector: New Sources of Economic Growth** içinde (217-230), USA: Brookings Institution Press, 2004, s.226.

¹⁰⁰ Berger ve Humphrey, Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research, s.250.

¹⁰¹ Robert M. Adams, Allen N. Berger ve Robin C. Sickles, "Semiparametric Approaches to Stochastic Panel Frontiers with Application in the Banking Industry", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol:17, No:3, July 1999, ss.349-358.

İKİNCİ BÖLÜM

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

2.1 TEMEL KAVRAMLAR

Veri Zarflama Analizi, aynı tür girdileri kullanarak aynı tür çıktılar üreten ve birbirine benzeyen homojen karar birimlerinin karşılaştırmalı etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiştir. Herhangi bir gözlem kümesi içinde, en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten “en iyi” gözlemler belirlenir. Bu gözlemler **etkin sınırı** oluşturur. “Etkin sınırı” göre diğer karar birimlerinin etkinlikleri ölçülmeye çalışılır¹⁰².

VZA’da üzerinde çalışılan organizasyon **karar verici birim (KVB)** (Decision Making Unit-DMU) olarak adlandırılır. Karar verici birim çok genel ve esnek bir tanımlamadır. VZA uygulamalarında bankalar, banka şubeleri, hastaneler, eğitim kurumları, hava kuvvetleri, üniversiteler, şehirler, kurumlar, spor takımları, işletmeler, hatta bölgeler ve ülkeler karar verici birim olarak ele alınabilmektedir. KVB, girdileri çıktılara çeviren ve performansı ölçülen birim olarak kabul edilebilir. Bu tanımlama kullanım esnekliği getirir. Sözelimi KVB, bazen banka veya banka şubesi bazen de uçak veya uçak motoru olmaktadır¹⁰³.

Pareto-Koopmans’ın tanımına göre “diğer girdi veya çıktılarda olumsuzluk yaratmadan herhangi bir girdi veya çıktıyı iyileştirmek mümkün değilse o karar verici birim tam olarak (%100) etkin sayılır”.

İşletme yönetiminde veya sosyal bilimlerde, “teorik olarak mümkün olan” etkinlik düzeyi bilinemeyecektir. Bu nedenle Pareto-Koopmans etkinlik tanımının yerini göreceli etkinlik alır. VZA, etkin sınırı esas alarak diğer karar birimlerinin etkinliğini hesapladığından, **göreceli etkinliği** ölçer. Göreceli etkinlik tanımında ampirik olarak gözlemlenen bilgilerin kullanılmasına vurgu yapılır. Gözlemler minimum girdi ile maksimum çıktının elde edildiğine

¹⁰² Muhammet Mercan ve Reha Yolalan, “Türk Bankacılık Sisteminde Ölçek ve Mülkiyet Yapıları ile Finansal Performans İlişkisi”, **İMKB Dergisi**, Cilt:4 Sayı:15, 2000, s.25.

¹⁰³ William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone, **Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and Dea-Solver Software**, Second Edition, USA: Springer, 2007, s.22.

işaret ediyorsa o KVB etkin demektir. Diğer girdi veya çıktılarda kötüleştirme yapılmadan, bazı girdi veya çıktılarının iyileştirilip iyileştirilemeyeceğini ise performansı gözlenen KVB'ler belirlemektedir".

Charnes, Cooper ve Rhodes 1978 yılında yayınladıkları ve parametrik olmayan yöntemle etkinlik ölçümlerini tetikleyen makalelerinde VZA'yı "gözlemlenen verileri kullanmak suretiyle, modern ekonomiler açısından çok önemli olan üretim fonksiyonunu yeni bir yöntemle ampirik olarak hesaplayan matematiksel bir programlama modeli" olarak tanımlamıştır¹⁰⁴.

Farrell'in bakış açısıyla paralellik göstermesine rağmen yukarıdaki tanımlar Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından yapılmıştır. Dikkat edileceği üzere göreceli etkinlik tanımında, kaynak fiyatları veya girdi ve çıktılarının göreceli önemini yansıtacak herhangi bir varsayımda bulunulmamaktadır. Ayrıca girdiler ile çıktılar arasında nasıl bir ilişki bulunduğu da belirtilmemiştir.

VZA, girdileri çıktılarına dönüştüren karar verici birimlerin performansını ölçen veri odaklı bir yaklaşımdır ve son yıllarda değişik ülkelerde, sektörlerde, işletmelerde ve işlemlerde performans ölçümünde farklı biçimlerde kullanılmaktadır.

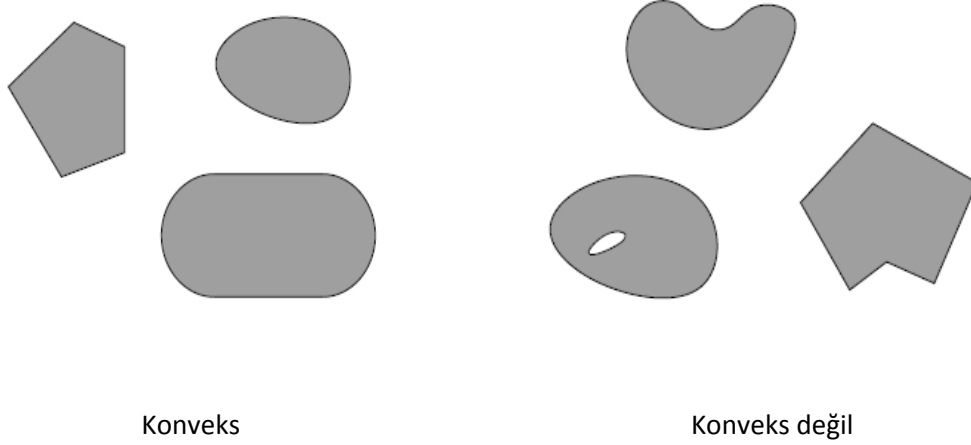
VZA, genel eğilimler yerine sınırlarla ilgilenen bir yöntemdir. Bu nedenle verilerin ortasından geçen bir regresyon düzlemi yerine, gözlemleri en üstten saran **konveks** bir yüzey öngörür.

VZA, her birim için çıktıların girdilere oranını ölçer ve etkin birimlerle karşılaştırarak göreceli etkinlik değerini bulur. VZA yaklaşımına göre, karar verici birimlerin girdi ve çıktıların oluşturduğu üretim olanakları kümesinin konveks özellik gösterdiği varsayılmıştır. Bu varsayımın anlamı, eğer pratikte iki üretim verisi gözlenebiliyorsa, bunların belirli bir ağırlıkla bileşiminden oluşan herhangi bir üretim planı da gözlenebilir¹⁰⁵.

¹⁰⁴ Cooper ve Diğerleri, Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations, s.2.

¹⁰⁵ Patria D. de Lancer, "Data Envelopment Analysis: An Introduction", Gerald J. Miller ve Marcia Lynn Whicker (Ed.), **Handbook of Research Methods in Public Administration** içinde. USA: CRC Press, 1999, ss. 535-548.

Herhangi iki noktası arasında çizilen doğrunun bütün noktaları yine gözlem kümesi içerisinde kalıyorsa, o küme konvektir denir. Şekil 2.1.'de konveks olan ve olmayan kümeler gösterilmiştir¹⁰⁶.



Grafik 2.1. Konveksite

Kaynak: Matoušek, Jirí ve Bernd Gärtner, *Understanding and Using Linear Programming*, USA: Springer, 2007.

2.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN GELİŞİMİ

İkinci Dünya Savaşını takip eden yıllarda büyüme ve verimlilik konularına genel bir ilgi vardı. Bu doğrultuda lineer ve matematiksel programlama konularında yoğun çalışmalar yürütülüyordu. Koopmans (1951) ve Debreu'dan (1951) sonra 1957 yılında Farrell, mikro düzeyde etkinlik ve verimlilik çalışmalarına iki önemli yaklaşım getirdi: Birincisi, etkinlik ile verimlilik nasıl tanımlanmalı; ikincisi, etkinlikle ilgili göstergeler ve etkinliğin kendisi nasıl hesaplanmalı? O güne kadar ekonometri literatüründe üretim fonksiyonu için ortalama performans alınırken, Farrell gösterge olarak sınır üretim fonksiyonunu önerdi¹⁰⁷. Farrell ve Etkinlik” bölümünde konu ayrıntılı olarak ele alınmıştı.

¹⁰⁶ Jirí Matoušek ve Bernd Gärtner, *Understanding and Using Linear Programming*, USA: Springer, 2007, s.49.

¹⁰⁷ Forsund ve Sarafoglou, *On the Origins of Data Envelopment Analysis*, s.25.

Farrell tarafından etkin sınır olarak kabul edilen parçalı-lineer (piece-wise linear) konveks yüzey yaklaşımı, makalesinin yayınlandığı 1957 yılını takip eden 20 yılda yalnızca birkaç yazarın ilgisini çekti. Boles¹⁰⁸ (1960), Shephard¹⁰⁹ (1970) ve Afriat¹¹⁰ (1972) etkinlik ölçümleriyle ilgili matematiksel programlama yöntemleri önerdi ancak dikkat çekmedi. Boles çalışmasını, Farrell'in yaklaşımlarını ekonomist ve istatistikçilerin gündemine getirmeyi amaçlayan "Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Western Farm Economics Association" toplantısında sundu. Bu sunumda ve toplantıda sunulan diğer çalışmalarda, lineer programlama formülasyonları ve teknik etkinliği hesaplamakla ilgili değişik problem ve prosedürler de öneriliyordu¹¹¹.

Charnes, Cooper ve Rhodes'in 1978 yılında yayınlanan ve "veri zarflama analizi" teriminin ilk kez kullanıldığı "Measuring the Efficiency of Decision Making Unit" makalesinden sonra adeta VZA'nın yıldızı parladı; modeli kullanan ve geliştiren çalışmaların sayısı hızla arttı¹¹².

VZA ilk olarak, Farrell'in sınır üretim fonksiyonları kavramına dayanılarak, kamu programlarına katkıda bulunan kar amacı gütmeyen kuruluşların teknik verimliliğini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. İlk uygulamada spesifik olarak, federal bütçelerle desteklenen eğitim programlarına katılan birçok okulun verimliliğini ölçmek amaçlanmıştır.

1980 yılı civarında VZA, bugünkü yapısına göre çok basitti. CCR'in yalnızca teknik etkinliği hesaplayan ölçeğe göre sabit getiri modeli uygulanabiliyordu. Başta eğitimle ilgili olmak üzere kar amacı gütmeyen kamu kurumlarının etkinliğiyle ilgili birkaç çalışma yayınlanmıştı.

1985'e gelindiğinde VZA teorisi gelişmiş ve model seçenekleri artmıştı. CCR'in ölçeğe göre sabit getiri modelinin yanına, ölçek etkinliğini ölçmek üzere BCC'nin ölçeğe göre değişken

¹⁰⁸ J. N. Boles, "Efficiency Squared - Efficiency Computation of Efficiency Indexes", **Proceedings of the 39th Annual Meeting** of the Western Farm Economics Association, 1966, ss.137-142.

¹⁰⁹ R. W. Shephard, **Theory of Cost and Production Functions**, Princeton: Princeton University Press, 1970.

¹¹⁰ S. N. Afriat, "Efficiency Estimation of Production Functions", **International Economic Review**, Vol:13, 1972, ss.568-598.

¹¹¹ Lawrence M. Seiford, "Data Envelopment Analysis: The Evolution of The State of The Art (1978-1995)", **The Journal of Productivity Analysis**, Vol:7, 1996, s.100.

¹¹² Coelli ve Diğerleri, s.162.

getirili modeli, parçalı log-lineer sınırlar için multiplicative model, girdi odaklı veya çıktı odaklı gibi zorunlulukları ortadan kaldıran additive model eklendi. Pareto-Koopmans'ın ampirik üretim sınırı ile üretim teorisi arasında sağlam bağlar kuruldu. En verimli ölçek büyüklüğü (most productive scale size-MPSS) ve window (pencere) analizleri de bu dönemdeki önemli çalışmalardan sayılabilir.

Göreceli etkinliğe odaklanmakla birlikte, uygulama alanları hastane, postane, banka, toplu taşıma, tarım, eczacılık, hava kuvvetlerine kadar genişledi. VZA'nın bakış açısı da genişliyordu. Sözelimi sahiplik ile etkinlik arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalara rastlandı. Bir taraftan da VZA, oran analizi ve stokastik yöntemlerin bakış açısıyla irdelenmeye başlandı.

1990 yılı civarında VZA modelinin kendisi, uzantıları, hesaplamaları ve uygulama alanlarıyla ilgili önemli gelişmeler kaydedildi. VZA ile ilgili konferanslar düzenlenmeye, dergiler özel sayı hazırlamaya başladı. Yakın disiplindeki bilim adamlarıyla etkileşim sonucu teorik çalışmalar ve gelişmeler daha da arttı. Farklı VZA modellerinin karşılaştırılması, varsayımların ve gereksinimlerin daha iyi anlaşılmasını sağladı. VZA'nın varsayımlarını esneten çalışmalar artmaya başladı. Peterson tarafından konveks olmayan modeller gündeme getirildi (1990). Çarpanları sınırlanabilmesi, girdi ve çıktıların yönetimin kontrolünde olup olmaması ve yönetici tercihleri modellere dahil edilebilir oldu. Daha fazla analiz ve yorum yapma olanağı doğdu. Bu arada uygulama alanları daha da genişledi.

1990–1995 yılları arasında VZA'nın teorik altyapısı önemli derecede gelişti, ancak uygulamalardaki artış teorik gelişmenin önünde oldu. VZA, veri analizi için çok yönlü ve etkili bir araç haline geldi. Bu dönemde uygulamaların boyutu büyümüş, veri ve model yönetimi optimizasyon kadar önemli hale gelmiştir. Tulkens (1993) tarafından önerilen konveks olmayan Free Disposal Hull (FDH) modeli ve VZA'nın istatistiki temelleriyle ilgili çalışmalar önemli teorik gelişmeler sayılabilir.

Seiford (1996) 1978–1995 dönemini inceleyen analizinde, bu dönem için yayınlanan en etkili çalışmalarını aşağıdaki gibi sıralamaktadır¹¹³:

¹¹³ Bu dönemde yayınlanmış önemli çalışmaların ayrıntıları için bkz. Lawrence M. Seiford, "Data Envelopment Analysis: The Evolution of The State of The Art (1978-1995)", **The Journal of Productivity Analysis**, Vol:7, 1996.

- CCR modeli ve hesaplamalar.
- BCC modeli.
- Pareto-Koopmans ve additive model.
- Deneyim ve tercihleri modele dahil eden çalışmalar.
- Kontrol edilemeyen (nondiscretionary) değişkenler.
- VZA ile ilgili kaynakça taramaları.
- Kavramlarla ilgili çalışmalar ve inceleme yazıları.
- Window analizi ve Malmquist.
- Konveks olmayan modeller ve FDH.

Seiford söz konusu makalesinde, geleceğe bakarken bundan sonraki çalışmalarda Stokastik VZA'nın ve özellikle ölçüm hatalarını modele dahil eden çalışmaların önem kazanacağını, 2000 yılına gelindiğinde bu sorunun çözülmüş olacağını ifade etmekte ve Lovell'in "Stokastik-VZA geliştirilene kadar, istatistik ve ekonometriyle uğraşanlar VZA'dan hareketle geliştirilen yönetim ve politika önerilerine şüpheyle yaklaşmaya devam edeceklerdir" sözünü hatırlatmaktadır.

Bu güne gelindiğinde VZA ile ilgili kitap sayısı artmış ve operasyon yönetimi, etkinlik ve verimlilik kitaplarında VZA'ya daha fazla yer ayrılmaya başlanmıştır. Stokastik yöntemlerle birlikte yapılan çalışma sayısı artmış olmakla birlikte, henüz VZA'nın yerine geçecek bir stokastik-VZA yöntemi geliştirilememiştir.

1995 yılından sonra hem kullanılan VZA modellerinin varyasyonları artmış hem de VZA'da kullanılan verilerin işlenmesiyle ilgili çalışmaların boyutu genişlemiştir.

Son zamanlarda VZA'nın çok aşamalı veya seri modelleriyle ilgili çalışmalar artmaktadır. Bu modellerle çok aşamalı, birbirine bağlı üretim süreçlerinin etkinliği hesaplanmaktadır. Sözelimi çok aşamalı bir üretim sürecinde bir birimin çıktısı, bir sonraki birimin girdisi olabilmektedir. Aynı biçimde bir tesis, pek çok birimden oluşabilmekte ve tesisin toplam verimliliğinin yanı sıra, her birimin verimliliğini tek tek ölçme gereği doğabilmektedir.

Bu modeller, Network DEA, Supply chains, multicomponent/paralel model, hierarchical/nested models olarak sınıflandırılabilir¹¹⁴.

Aşağıdaki model uzantıları 1995 yılından sonraki önemli aşamalar sayılabilir:

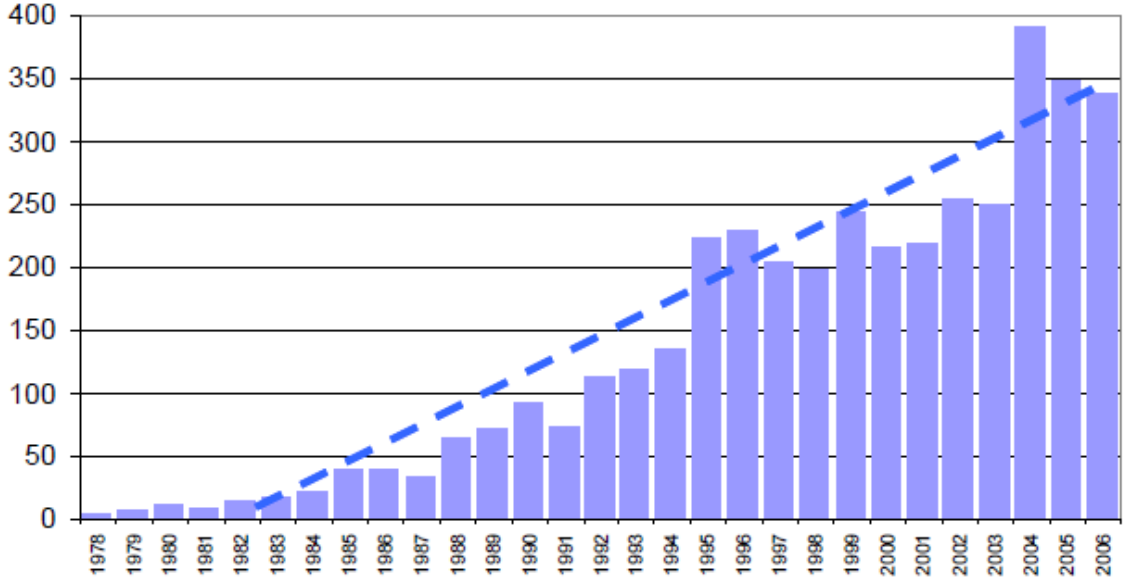
- Slack Based Modeller.
- Hibrid Model.
- Süper-Etkinlik Modeli.
- Stokastik VZA.
- Multilevel Models (çok düzeyli modeller).

Charnes, Cooper ve Rhodes'in 1978'deki orijinal makalesinden sonra VZA ile ilgili çalışmalarda çok hızlı bir artış olmuştur. "Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses" kitabının kaynakçasında 1978–2005 yılları arasında yayımlanan, çalışma raporları ve teknik raporlar hariç, 2800 makale ve teze işaret edilmektedir.

Lineer programlama yazılımlarının yanı sıra VZA'ya yönelik yazılımların artmasıyla yöntemi kullanan çalışmaların sayısı daha da artmıştır. Emrouznejad ve Diğerlerinin (2007) çalışmasında, büyük bölümü son 5 yılda olmak üzere 2007 yılına kadar 4.000'i geçkin makale ve kitabın yayınlandığı, yayın sayısının 2004'te tepe noktaya ulaştığı ve bu trendin devam etmesinin beklendiği ifade edilmektedir. Trendin devam etmesi genel olarak 3 nedenle beklenmektedir: Birincisi, birden fazla girdi ve çıktı ile büyük organizasyonların etkinlik ve verimliliğinin ölçülmesinin taşıdığı önem; ikincisi, teorisyen ve uygulamacıların ilgisini çeken bitmek tükenmek bilmeyen sayıdaki gerçek hayat uygulamaları; üçüncüsü, çalışmalarda kullanılan ham verilere geçmişe oranla daha kolay erişilebiliyor olması¹¹⁵.

¹¹⁴ Cook ve Seiford, Data Envelopment Analysis (DEA) – Thirty Years On, s.7-8.

¹¹⁵ Ali Emrouznejad, Barnett R. Parker ve Gabriel Tavares, "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, 2008, s.153.



Grafik 2.2. VZA Yayınlarının Yıllara Göre Dağılımı

Kaynak: Ali Emrouznejad, Barnett R. Parker ve Gabriel Tavares, "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, 2008.

2.3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN ÜSTÜN YÖNLERİ

Bir makinenin etkin olup olmadığı, gözlemlenen değerler ile kendisinden beklenen ve üretilirken belirlenen teknik değerler karşılaştırılarak hesaplanır. Ancak işletmelerin, kurum ve kuruluşların, hizmet organizasyonlarının (kısaca karar verici birimlerin) mutlak veya optimum etkinliğini bilmek mümkün değildir. VZA, karar verici birimlerin, etkin karar verici birim(ler)le karşılaştırılmasını ve göreceli etkinliklerinin ölçümünü mümkün kılar. Göreceli etkinliğin yanı sıra onun bileşenleri de (teknik etkinlik, ölçek etkinliği, tahsis etkinliği vs.) hesaplanabilir.

VZA, çok az varsayım gerektirdiğinden, girdi ve çıktılar arasındaki karmaşık ilişkilerden dolayı diğer yöntemlerin kullanılmadığı durumlar için de yeni kapılar açmıştır¹¹⁶.

¹¹⁶ Cooper ve Diğerleri, Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations, ss.2.

VZA, diğer yöntemlerden farklı olarak birden fazla girdi ve çıktı kullanımına olanak tanır. Parametrik yöntemlerde birden fazla bağımsız değişkene karşılık ancak bir tane bağımlı değişken kullanılmaktadır. Oran analizinde ise birden iki değişken arasındaki tek boyutlu ilişki irdelenmektedir. Veri zarflama analizi ile birden fazla girdi ve çıktı ele alınmak suretiyle performans analizi yapılabilmektedir. Üstelik girdi veya çıktı birimlerinin aynı olmasına da gerek yoktur. Sözelimi bir şubenin etkinlik analizinde girdi olarak personel sayısı, işletme giderleri (TL), rekabet faktörü (endeks); çıktı olarak mevduat veya kredi hesabı sayısı ve bakiyeleri, işlem sayısı aynı anda kullanılabilir. Girdi ve çıktılarla ilgili olarak fiyat, önem veya ağırlık gibi ön bilgilere de gerek yoktur.

Oran analizinde belirli işlemler ele alınarak tek boyutlu analizler yapılmaktadır. İncelenen oranların tek bir göstergeye indirgenmesinde eleştirilecek yönler bulunmaktadır. VZA, birden fazla girdi ve çıktıyı ele alıp her birim için tek bir etkinlik skoru hesaplayarak karşılaştırma yapmayı kolaylaştırmaktadır.

VZA, etkin olmayan karar birimleri için örnek olabilecek birimleri ve etkin olmayan birimlerin gelişme potansiyellerini, kullanılan girdi ve çıktıları göz önünde bulundurarak etkinliğin nedenlerini ortaya koyar. Böylece objektif bir kıyaslama aracı işlevi görür. Ayrıca etkinlik kazanmak için, karar biriminin hangi verisini ne oranda geliştirmesi gerektiğini ortaya koyar.

Karar birimlerinin ortalama etkinliği yerine tek birimin ayrıntılı olarak incelenmesine olanak tanır. Böylece o birimi ele alıp etkinliğini geliştirme olanağı doğar. VZA ile genele değil özele de bakmak mümkündür. VZA her karar verici birimin performansını optimize eder.

Etkin sınırı oluşturan yüzeyle ilgili olarak bir fonksiyon öngörüsünde bulunmaz. Böylece yanlış bir fonksiyon belirleme riski ortadan kalkar. Etkin sınırla ilgili varsayımlarda bulunmaz. Bu da VZA'nın, diğer yöntemlerin kullanılmadığı yerler dahil, bankacılık, eğitim, sağlık, ulaşım, tarım, savunma gibi farklı alanlarda rahatça kullanımına olanak tanır.

Veri Zarflama Analizinde etkin sınır için regresyon vs yöntemleriyle hesaplanan tahminler veya ortalamalar kullanılmaz. En iyi gerçekleştirmeler etkin sınırı oluşturur.

İstenmesi durumunda deneyimlerin ve yönetici tercihlerinin de modele dahil edilmesi mümkündür. Girdi ve çıktılara ağırlık verilebileceği gibi modelin değerlendirmelerini hangi aralıkta yapması gerektiğine dair kıstaslar da tanımlanabilir.

Veri Zarflama Analizinde, Pencere analizi veya mamlmquist endeksi kullanmak suretiyle etkinliğin zaman içerisindeki değişimini hesaplamak mümkündür.

Veri Zarflama Analizi ile etkin olmama nedenleri ayrıntılı olarak belirlenip, etkinlik bileşenlerine ayrılabilir. Etkinsizliğin girdi ve çıktı bileşiminin verimli oluşturulup oluşturulmadığından veya uygun ölçekte çalışıp çalışılmadığından mı kaynaklandığı tespit edilebilir. En verimli ölçek büyüklüğüne ulaşmak için önerilerde bulunulur.

VZA'nın etkinsizliğin tamamını hesaplaması beklenemez ancak VZA'nın ortaya koyduğu etkinsizliklerin girdi ve çıktı bileşiminden etkilendiği bilinmektedir. VZA'nın hesapladığı etkinsizlik gerçek etkinsizliktir¹¹⁷.

2.4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN ZAYIF YÖNLERİ

VZA'yı güçlü kılan yönler, aynı zamanda dezavantaja da dönüşebilir. Modeli kullanırken bunları göz önünde bulundurmakta yarar bulunmaktadır.

VZA'da ölçüm hataları dikkate alınmaz. Girdi ve çıktıların hatalı ölçülmemesi büyük önem arz etmektedir. Aynı şekilde, etkinlik ölçümü açısından dikkate alınması gereken bir verinin gözardı edilmesi, karar verici bir birimin hatalı olarak etkin sayılmasına neden olabilecektir. Buradan hareketle diğer birimlerin etkinlikleri de yanlış hesaplanacaktır.

VZA göreceli etkinliği ölçer ancak mutlak etkinliği ölçmez. Etkin olmayan birimlerin etkin birime ulaşmak için neler yapmaları gerektiğini belirtir ancak etkin sayılan birimin gerçekte potansiyelinin tamamını kullanıp kullanmadığı, etkin birim için de katedilecek yol olup olmadığı belli değildir. Ancak yönetim açısından önemli olan, etkin olmayan birimin etkin birim seviyesine gelmesi veya bir önceki döneme göre etkinliğini artırmasıdır. Etkin sayılan karar

¹¹⁷ H. David Sherman ve Joe Zhu, **Service Productivity Management Improving Service Performance Using Data Envelopment Analysis (DEA)**, USA:Springer, 2006, s.105.

birimlerinin de kendilerini geliştirmesini hedeflemek üzere, gözlemlerden oluşmayan ancak teorik olarak oluşturulan yeni etkin sınırları esas alan çalışmalar da yapılmaktadır¹¹⁸.

VZA parametrik olmayan bir yöntem olduğundan istatistiksel varsayımları test etmek mümkün değildir.

Bazı araştırmacılar, VZA'nın fazla teknik olduğunu, sağlam bir lineer programlama bilgisi gerektirdiğini, bu nedenle yöntemi anlamak ve yorumlamakta güçlükler yaşanabileceğini ileri sürmüştür. Gerçekten de VZA, kısıtlamaların bilinmesi, modelin formüle edilmesi, değişkenlerin seçilmesi ve sonuçların yorumlanması konusunda bilgi gerektirmektedir. Ancak diğer tüm modellerde de araştırmacının, doğrunun eğimi, r-kare, betalar, güven derecesi gibi konularda belirli bir bilgi düzeyinde bulunması gerekir.

VZA'da, karar verici birim için doğrusal programlama modelinin oluşturulup çözülmesi gerekmektedir. Kimi kaynaklarda KVB ve verilerin çok olması durumunda bunun hesaplama güçlüklerine neden olacağı belirtilmiş olsa da, bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ve VZA için oluşturulmuş yazılımların artmasıyla bu sorunun giderildiği söylenebilir.

VZA'nın temel özelliklerinden hareketle avantaj ve dezavantajlar ifade edilmiş olmakla birlikte, son dönemlerde VZA için de pek çok varyasyon geliştirilmiş, parametrik yöntemlerle birlikte kullanılmaya başlanmıştır. VZA üretim teorisinde yer almaya başlamıştır ve teorik altyapısının güçlenmesiyle dezavantajlarını ortadan kaldıracak açılımlar geliştirilmiştir.

2.5 VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİ

Günümüzde performans ölçümü için VZA'nın çeşitli alternatifleri geliştirilmiştir. Orijinal CCR modelinin geliştirilmesiyle, modelin çarpanlarının ve zarflama yüzeyinin ayrıntılı olarak irdelenmesi mümkün olmuştur.

¹¹⁸ Bkz. Taraneh Sowlati ve Joseph C. Paradi, "Establishing The "Practical Frontier" in Data Envelopment Analysis", **Omega**, Vol:32, 2004, ss.261-272.

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

VZA'daki "sınır", ekonomide temel noktalardan biri olan "üretim fonksiyonundan" daha genel bir kavramı ifade etmektedir. Çünkü modelde, her KVB için bir tane olmak üzere, birden fazla üretim fonksiyonu mevcuttur ve etkin olmayan birimler etkin birimlerle de temasta bulunmaktadır¹¹⁹.

VZA en etkin birimleri belirler ve etkinliği geliştirilebilecek etkin olmayan birimleri gösterir. Etkin olmayan birim tarafından tasarruf edilebilecek kaynaklar veya geliştirilebilecek hizmetler belirlenir ve yönetimin alacağı kararlarda kullanılır.

Orijinal VZA modellerinde, Charnes Cooper ve Rhodes (CCR) etkinliği oransal olarak tanımlamıştır. Tek çıktının tek girdiye oranı olarak ifade edilebilecek klasik tanımı, birden fazla çıktının birden fazla girdiye oranı olarak genelleştirmiştir; girdi ve çıktılarla ilgili önceden belirlenmiş varsayımlarda bulunmamıştır.

CCR modelinde herhangi bir KVB'nin etkinliği, ağırlıklandırılmış çıktılardan, ağırlıklandırılmış girdilere oranı maksimize edilerek hesaplanır. Her KVB için hesaplanan oranlar birden küçük veya eşit olacak biçimde düzenleme yapılır. Kesirli programlama (fractional programming) teorisi kullanılarak, oran optimizasyonu problemi lineer programlama problemine dönüştürülür. Etkinliklerini ölçmek için lineer programlama modelinin her KVB için ayrı ayrı kurulması ve çözülmesi gerekir¹²⁰.

CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımıyla, toplanan verilerle ve üretim fonksiyonuyla ilgili varsayımlarda bulunmadan, oranı optimize ederek karar verici bir birimin toplam (saf teknik ve ölçek) etkinliğini hesaplamak üzere oluşturulmuştur.

CCR'dan sonra, Banker, Charnes ve Cooper 1984 yılında zarflama yüzeyinin ölçeğe göre değişken olduğu BCC modelini geliştirdiler¹²¹. BCC modelinde karar verici bir birimin en verimli ölçekte yer almama, farklı bir ölçekte çalışıyor olma olasılığı da göz önünde bulundurulmuştur. Girdi ve çıktının birden fazla olduğu durumda karar verici birimin ölçeğe

¹¹⁹ Cooper ve Diğerleri, Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations, s.8.

¹²⁰ Sowlati, s.20.

¹²¹ R. D. Banker, A. Charnes ve W.W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiency in Data Envelopment Analysis", **Management Science**, Vol:31, No:9, Sept. 1984.

göre artan, sabit veya azalan bölgelerden hangisinde bulunduğunu anlamak üzere yeni bir değişken kullanılmıştır.

BCC modelinde verilen ölçekte karar verici birimin ölçek etkinliği hariç saf teknik etkinliği ölçülmektedir.

CCR ve BCC, VZA'nın temel modelleridir. Girdi/çıkıtı ve etkin sınırla ilgili varsayımların değiştirilmesiyle ya da VZA'nın diğer yöntemlerle beraber kullanılmasıyla bu temel modellerin farklı uzantıları geliştirilmiştir:

- Charnes, Cooper ve Rhodes modeli (CCR),
- Banker, Charnes ve Cooper modeli (BCC).
- Multiplicative (çarpımsal) model.
- Additive (toplamsal) model.
- Slack Based Modeller
- Hibrid Model
- Stokastik Model
- Süper Etkinlik Modeli
- Free Disposal Hull

1982 yılında Charnes, Cooper, Seiford ve Stutz etkinlik analizi için multiplicative (çarpımsal) modeli geliştirdiler¹²². CCR modelinde sanal girdi ve çıktıları elde etmek için CCR modeliyle aynı teori ve algoritmalar kullanılmaktadır ancak sanal girdi ve çıktılara ulaşmak için, girdi ve çıktıların toplamsal bileşimi yerine çarpımsal bileşimi kullanılmıştır. Multiplicative modeldeki sınır üretim fonksiyonu (zarflama yüzeyi) parçalı lineer yapıya değil parçalı log-lineer¹²³ bir yapıya sahiptir.

¹²² A. Charnes, W.W. Cooper, L. Seiford, "A Multiplicative Model for Efficiency Analysis", **Socio-Economic Planning Sciences**, Vol:16, No:5, 1982, ss. 223-224.

¹²³ Log-linear function: Logaritmik doğrusal fonksiyon; bağımlı değişkenin logaritmik, bağımsız değişkenin ise asıl şeklinde ifade edildiği fonksiyonel denklem.

Additive (toplamsal) model 1985 yılında Charnes, Cooper, Golany ve Seiford tarafından geliştirilmiştir¹²⁴. BCC modeliyle aynı zarflama yüzeyini, başka bir deyişle, ölçeğe göre değişen getiri durumunu kullanmakla birlikte, aynı anda girdileri azaltıp çıktıları artırarak etkin olmayan birimi etkin sınıra taşır.

Additive modelde etkinlik değerleri 0 ile 1 arasında değişmiyordu. Slack Based model additive modeli, etkinlik değerleri 0 ile 1 arasında ölçülecek biçimde geliştirdi.

Kullanılan modellerde etkinlik değeri 1'e eşit olan karar birimlerinin çok olması durumunda bunlar arasında bir sıralama yapma ihtiyacı doğmaktadır. Süper etkinlik modelleri etkin birimlerin sıralanmasına olanak vermektedir.

Uygulamada karşılaşılan sorunlara çözüm getirme, farklı özellikleri modele ekleme çabalarının sonucu olarak günümüzde VZA'nın kullanımıyla ilgili pek çok alternatif geliştirilmiştir. Özgün CCR modelinin geliştirilmesiyle daha ayrıntılı analizler yapma olanağı doğmuştur. İçbükey olmama, ölçek ekonomisi, parçalı lineerlik, parçalı log-lineerlik (Cobb-Douglas log-linear form), yönetimin kontrolünde olan ve olmayan girdiler, kategorik değişkenler ve veriler arasındaki önem derecesi gibi özellikler VZA modeline dahil edilebilmiştir.

Yukarıda bahsedilen modellerin her birini girdi veya çıktı odaklı, bazılarını odaksız (non oriented) olarak kullanmak, her biri için etkin sınırın ölçeğe göre sabit veya değişken olduğunu varsaymak, kullanılan girdi veya çıktılarına kendi belirleyeceğimiz ağırlıklar atamak mümkündür. DEA SolverPro 6¹²⁵ yazılımında 37 grup altında VZA modellerinin 157 versiyonu ile inceleme yapma olanağı bulunmaktadır.

2.5.1. Charnes Cooper Rhodes (CCR) Modeli

CCR etkinliği ölçmek amacıyla Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından önerilen ve Farrell'in çalışmaları üzerine inşa edilen en temel VZA modelidir.

¹²⁴ A. Charnes, W. W. Cooper, B. Golany, ve L. Seiford, "Foundation of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions", *Journal of Econometrics*, Vol:30, No:1-2, October-November 1985, ss.91-107.

¹²⁵ www.saitech-inc.com

CCR modelinde, çıktı/girdi oranı maksimize edilmek suretiyle toplam etkinlik (teknik ve ölçek etkinliği) hesaplanır. CCR'da etkin sınır, ölçeğe göre sabit getiri özelliği göstermektedir. Başka bir deyişle, girdilerde belirli oranda yapılan artış çıktılarda aynı oranda artış sağlamaktadır.

Karar verici birimlerin girdi ve çıktılarının seçiminde aşağıdaki hususların göz önünde bulundurulması gerekir¹²⁶:

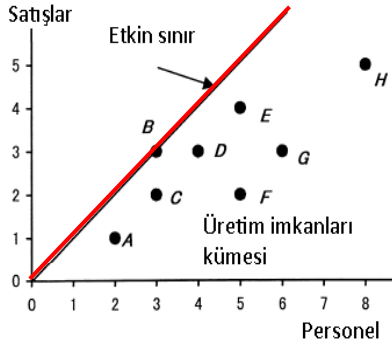
- Her KVB için tüm girdi ve çıktı değerlerinin bulunması ve pozitif olması gerekir. Model daha sonra negatif değerleri de dikkate alacak biçimde geliştirilmiştir.
- Çalışmada kullanılacak karar birimleri ile bu birimlere ait girdi ve çıktılar analistin veya yöneticinin amacına göre seçilmelidir.
- Genel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

2.5.1.1. CCR Girdi Odaklı Model

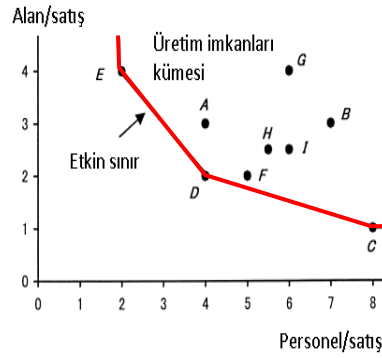
Charnes, Cooper ve Rhodes, mühendislikteki etkinlik tanımından yola çıkarak, çıktı/girdi olarak ifade edilebilecek etkinlik oranını birden fazla girdi ve çıktıda kullanılabilecek biçimde geliştirmiştir. Girdi ve çıktının birden fazla olması durumunda, bunlardan etkinlik oranını maksimize edecek sanal bir girdi ve çıktı hesaplanmaktadır. KVB'nin etkinliği, etkinlik değeri en fazla 1 olacak biçimde, ağırlıklandırılmış çıktılarının ağırlıklandırılmış girdilere oranıyla ölçülmektedir.

Gerçekleşme olanağı bulunan noktaların oluşturduğu kümeye “üretim olanakları kümesi” denmektedir. Etkin birimlerin kümesi etkin sınırı oluşturur. Grafik 2.3.'te girdi ve çıktı sayısına göre CCR modeli için etkin sınır ve üretim olanakları kümesi gösterilmektedir:

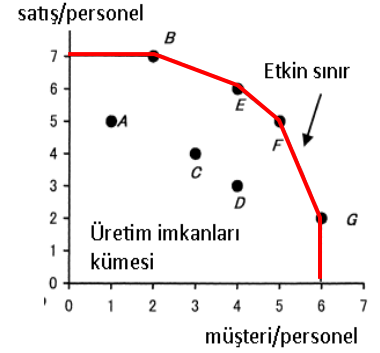
¹²⁶ Cooper ve Diğerleri, Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and Dea-Solver Software, s.22



Bir girdi, bir çıktı



İki girdi, bir çıktı



Bir girdi, iki çıktı

Grafik 2.3. Farklı Sayıdaki Girdi ve Çıktı İçin Etkin Sınır ve Üretim Olanakları Kümesi

Kaynak: William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone. Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With Dea-Solver.

VZA'da girdileri çıktılara dönüştüren birimler karar verici birim (KVB) (decision making unit-DMU) olarak adlandırılır. Her KVB için gözlemlenen birden fazla girdi ve çıktıdan sanal bir girdi ve çıktı hesaplanır:

$$\text{Sanal girdi} = v_1x_{1o} + \dots + v_mx_{mo} \quad 2.1$$

$$\text{Sanal çıktı} = u_1y_{1o} + \dots + u_sy_{so}$$

$$\frac{\text{Sanal çıktı}}{\text{Sanal girdi}} \quad 2.2$$

Amaç "sanal çıktı/sanal girdi" oranını maksimize etmektir. Lineer programlama kullanılarak bu oranı maksimize edecek ağırlıklar hesaplanır:

Yukarıdaki oranı maksimize edecek optimum girdi ve çıktılar bir KVB'den diğerine değişir. Hesaplamalarda kullanılan ağırlıklar önceden belirlenmiş değildir; gözlemlenen

verilerden hesaplanır. Ancak hesaplamalar öyle yapılmalı ki etkinlik sonuçları 0 ile 1 arasında değerler alsın. Bunun için ölçüm sonuçları normalize edilir.

Girdi ve çıktı kümeleri matrislerle de ifade edilebilir. n KVB, m girdi, s çıktı sayısı; $(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$ girdiler, $(y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})$ çıktılar olmak üzere girdi veri matrisi X ve çıktı veri matrisi Y aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix}$$

$$Y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ y_{s1} & y_{s2} & \cdots & y_{sn} \end{pmatrix}$$

X ($m \times n$), Y ($s \times n$) matrisidir.

Yukarıdaki sözlü açıklamalar kesirli olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

Kesirli Program (FP_0)

Amaç $\max_{v,u} \theta = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \cdots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \cdots + v_m x_{mo}}$ 2.3

Kısıtlar $\frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \cdots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \cdots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

θ_j	= j biriminin etkinliği	
j	= Karar Verici Birim	
n	= Karar Verici Birim sayısı	
m	= Bir birimin ürettiği girdi sayısı	($i=1, \dots, m$)
s	= Bir birimin ürettiği çıktı sayısı	($r=1, \dots, s$)
y_{rj}	= j biriminin r çıktısının miktarı	($r=1, \dots, s ; j = 1, \dots, n$)
u_r	= r çıktısının ağırlığı	($r=1, \dots, s$)
x_{ij}	= j biriminin i girdisinin miktarı	($i=1, \dots, m ; j = 1, \dots, n$)
v_i	= i girdisinin ağırlığı	($i=1, \dots, m$)
X	= Girdi matrisi ($m \times n$)	
Y	= Çıktı matrisi ($s \times n$)	

Yukarıdaki denklemler aşağıdaki gibi de yazılabilir:

(FP₀)

$$\text{Amaç} \quad \max_{v,u} \theta = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad 2.4$$

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

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

Girdi ve çıktı ağırlıkları “**çarpan**” (multiplier) olarak adlandırılır.¹²⁷.

Amaç, hesaplanmakta olan KVB₀'nin oranını maksimize edecek (v_i) ve (u_r) ağırlıklarını elde etmektir. **Kısıtlamalar**, “sanal çıktıların” “sanal girdilere” oranının bütün KVB'ler için 1'i aşmaması gerektiğini ifade etmektedir. Kısıtlamalar sayesinde amaç fonksiyonunun optimum değeri, θ^* , en fazla 1 olabilir. (Yıldız işareti, * , modelin çözümlü sonucu elde edilen optimum değeri ifade etmektedir)

¹²⁷ Cooper ve Diğerleri , Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and Dea-Solver Software, s.33

Lineer programlama yoluyla daha kolay çözülebilmesi ve lineer programlama yazılımlarıyla hesaplanabilmesi için yukarıdaki kesirli model, lineer programlama modeline dönüştürülebilir. Her iki model birbirine eşittir; kesirli modelin çözüm kümesi ile lineer modelin çözüm kümesi, dolayısıyla optimum değerleri (θ^*, v_i^*, u_r^*) aynıdır.

(LP₀)

Amaç $\max \theta = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$ 2.5

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

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

$$u_r \geq 0 \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$v_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m)$$

LPO 'ın optimal çözüm kümesi $(v = v_i^*, u = u_r^*)$ ve optimal amaç değeri θ^* ise, aynı zamanda FPO 'ın optimal çözüm kümesi de $(v = v_i^*, u = u_r^*)$ ve amaç değeri θ^* 'dir

CCR modeli açısından $\theta^* < 1$ ise KVB etkin değildir. Yukarıdaki eşitliği sağlayacak en azından bir optimum (v_i^*, u_r^*) bileşimi ve etkin bir KVB bulunmaktadır. Etkin KVB'ler diğerleri için **referans küme** veya **emsal grubu** oluşturmaktadır.

2.4 ve 2.5 denklemlerinde θ^* 'yı maksimize edecek optimum değerler (θ^*) , ölçülen girdi ve çıktı birimlerinden bağımsızdır. Sözelimi uzunluk için cm, m veya km kullanılabilir. Bu özelliğe **Birim Değişmezliği Teoremi (Unit Invariance Theorem)** denmektedir.

CCR modeline göre KVB'nin etkin sayılması için aşağıdaki koşulların yerine gelmesi gerekir (**CCR-Etkinliği**).

- Eğer $\theta^* = 1$ ve $v^* > 0, u^* > 0$ olmak üzere en az bir optimum (v^*, u^*) varsa, KVB CCR bakımından etkindir.
- Değilse KVB, CCR modeline göre etkin değildir.

Bu durumda CCR-etkinsizliği,

- a) $\theta^* < 1$ veya
- b) $\theta^* = 1$ ve LPO'nun her optimum çözümlü için, (v^*, u^*) 'nin en azından bir çözümlü sifir olması demektir.

Lineer programlamada, bir problem **duali** alınarak, genellikle **simplex** yöntemine göre çözümlenmektedir. Lineer problemin ve dualinin çözümlü kümesi aynıdır. Yukarıdaki lineer programın (2.5) duali¹²⁸:

(DLP₀)

Amaç $\min \theta$ 2.6

Kısıtlar $\theta \cdot x_{io} - \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m)$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} \geq y_{ro} \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

Yukarıdaki problemdeki θ ve λ_j ($j = 1, \dots, n$) lineer modeldeki değişkenlerin dual modeldeki karşılığıdır. Sayısal değişken θ , KVB'leri etkin kılmak için bütün girdilere orantısal olarak uygulanması gereken azaltmayı göstermektedir. Bu azaltma tüm girdilere aynı anda uygulanır; etkin yüzeye doğru radyal bir hareketi ifade ettiğinden etkinlik "radyal etkinlik" olarak adlandırılmaktadır¹²⁹.

¹²⁸ Dualite ile ilgili olarak bkz:

Cooper, William W., Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone. Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and Dea-Solver Software. Second Edition. USA: Springer, 2007, Appendix A.

Matoušek, Jiří ve Bernd Gärtner. Understanding and Using Linear Programming, USA: Springer, 2007.

¹²⁹ Sowlati, s.41.

VZA’da, 2.5 nolu denklem “**çarpan (multiplier) form**” olarak adlandırılır. u ve v girdi ve çıktı ağırlıklarını (çarpanları) göstermektedir. 2.6 nolu denklem ise “**zarflama (envelopment) formu**” olarak adlandırılır. Başka bir deyişle primal model çarpan, dual model zarflama formu olarak ifade edilmektedir. Modelin Veri Zarflama Analizi olarak adlandırılması buradan kaynaklanır. Grafik 2.3.’de gösterildiği gibi bütün veriler sınırın içindedir ve etkin sınır tarafından “zarflanmaktadır”.

CCR modelinin, doğrudan lineer programlama yerine dual form kullanılarak çözülmesi önerilmektedir. Çünkü;

- VZA’da KVB sayısı (n), girdi ve çıktıların sayısından ($m+s$) fazladır. Primal modelde n tane sınırlama olmasına karşın, dual modelde $m+s$ sınırlama olması dualin çözülmesini kolaylaştırır.
- Dual modelin çözümlerini yorumlamak primalin çözümlerini yorumlamaktan daha kolaydır.
- Dual modelin çözümü, girdilerin orantısal olarak ne kadar azaltılabileceğini ve etkin olmayan birimlerin potansiyel olarak ne kadar geliştirilebileceğini ifade eden slack miktarını göstermektedir. Lineer programın çözümü ile slack değişkenini hesaplamak mümkün değildir.

Bir birimin kullandığı girdi fazlalığını veya çıktı eksikliğini hesaplamak için, dual problemin standart lineer programlama formuna dönüştürülmesi ve slack (aylaklık) değişkenlerinin, s^- ve s^+ , modele eklenmesi gerekir. Slack değişkeni girdi fazlalığını veya çıktı eksikliğini ifade etmektedir. Slack değişkenleri Lineer Programlamada standart olarak kullanılan, eşitsizlik biçimindeki sınırlamaları eşitlik biçimindeki sınırlamalara çevirmek için eklenen ek değişkenleri ifade etmektedir. Slack değişkenleri VZA’da, belirli girdi veya çıktı için ek bir iyileşmenin mümkün olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Standart lineer program aşağıdaki biçimdedir:

Amaç $\min \theta - \varepsilon \left(\sum_r s_r^+ + \sum_r s_i^- \right)$ 2.7

Kısıtlar $\theta \cdot x_{io} - \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} - s_i^- = 0 \quad (i = 1, \dots, m)$

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

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

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

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

Bir KVB için $\theta = 1$ fakat slack değişkenleri sıfır değilse, belirli girdileri azaltarak ya da çıktıları artırarak etkinlikte iyileşme sağlamak mümkün demektir.

CCR modelinin hesaplanması, başka bir deyişle optimizasyon **iki aşamada** gerçekleştirilir:

Birinci aşamada dual lineer programın (2.6) amaç fonksiyonunun optimum değeri, θ^* , hesaplanır. θ^* ile girdilerin maksimum ne kadar azaltılabileceği ölçülmüş olur.

θ^* değerleri öğrenildikten sonra **ikinci aşamada** yukarıdaki lineer programla (2.7) slack değişkenlerinin, s^- ve s^+ , değeri hesaplanır. Slack değişkenler ile etkin sınır üzerindeki hareket araştırılır.

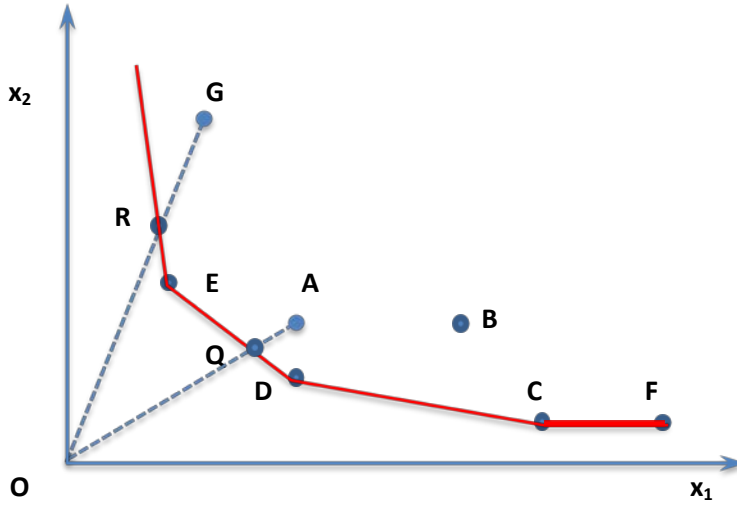
Bu aşamada CCR-etkinliğini yeniden tanımlamamız gerekir. Bir KVB'nin tam olarak etkin sayılması için¹³⁰;

- a) $\theta^* = 1$ ve
- b) Tüm slack değişkenlerinin sıfır ($s^{-*} = 0$ ve $s^{+*} = 0$) olması gerekir. Aksi halde KVB CCR bakımından etkin sayılmaz

¹³⁰ Sowlati, s.45.

Bir KVB için

- a) $\theta^* = 1$ ve
- b) Slack değişkenleri sıfırdan farklı ise ($s^{-*} \neq 0$ ve $s^{+*} \neq 0$), o KVB VZA bakımından zayıf etkinliğe sahiptir¹³¹.



Grafik 2.4. CCR ve Slack Değerler

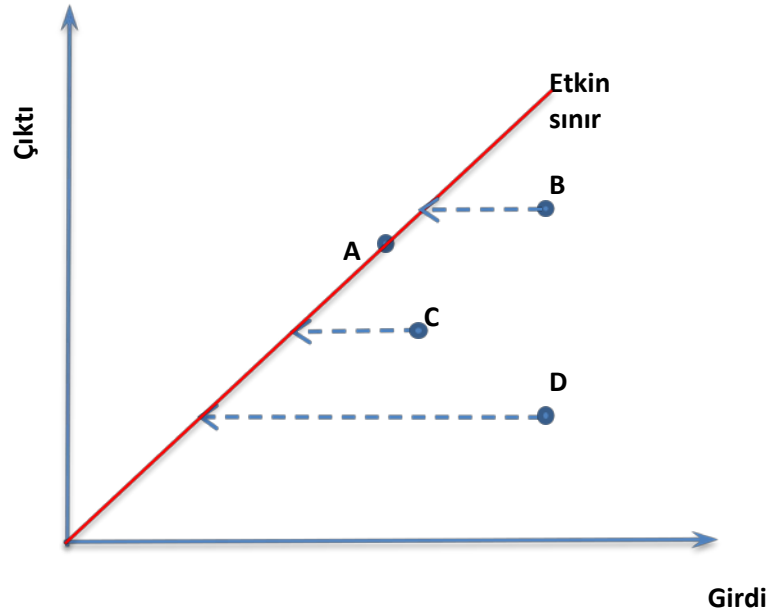
Kaynak: William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone. Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With Dea-Solver.

Örneğin Grafik 2.4.'te F noktası etkin sınır üzerinde yer almasına ($\theta^* = 1$) rağmen etkin sayılmamaktadır. Çünkü aynı çıktıyı C daha az girdi ile sağlamaktadır¹³². KVB F, VZA bakımından zayıf etkinliğe sahiptir. Bir yönetici için KVB'nin etkin olması veya zayıf etkin olması farklı anlamlar taşımaktadır.

Zayıf etkinliğe sahip birimlerin performansının ayrıca ele alınması gerekir. VZA etkin olan ve olmayan birimlerle ilgili net ve açık bilgiler sunar. Ancak VZA'da "zayıf" etkinliğe sahip birimlerle ilgili ayrıntılı analizler yapılmamıştır.

¹³¹ Sherman ve Zhu, s.96

¹³² Cooper ve Diğerleri, Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and Dea-Solver Software, s.57.



Grafik 2.5. CCR-I Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması

Kaynak: Taraneh Sowlati, "Establishing the Practical Frontier in Data Envelopment Analysis", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, 2001.

İki aşamalı hesaplama yapılmayıp, slack değişkenleri dahil edilmemiş model kullanıldığında zayıf etkinliğe sahip bazı KVB'ler etkin görünebilir ve bunlar etkin olmayan KVB'lerin referans kümesinde yer alabilir. Çünkü etkin olmayan birimlerin etkinlik ölçümü 1'e eşittir. Ancak iki aşamalı model kullanıldığında, zayıf etkinliğe sahip birimler referans setinde yer almayacak, diğer birimlerin hesaplamalarını etkilemeyecektir¹³³.

Buraya kadar ele alınan kısımda verilen çıktıların mümkün olan en az girdi ile nasıl elde edilebileceği incelenmiştir. Çıktılar sabit olarak düşünülüp girdileri minimize eden CCR modeline girdi odaklı CCR modeli denmektedir. Tek girdi ve tek çıktı durumunda girdi odaklı CCR modelindeki zarflama yüzeyi ve etkin olmayan birimlerin etkin sınırı nasıl taşınacağı Grafik 2.5.'te gösterilmektedir.

¹³³ Sherman ve Zhu, s.96

2.5.1.2. CCR Çıktı Odaklı Model

Girdiler sabit olarak düşünülüp çıktıları maksimize eden CCR modeline çıktı-odaklı CCR modeli denmektedir. CCR çıktı odaklı modelin primal (multiplier) formu aşağıdaki gibidir:

(LP₀)

Amaç $\min q_0 = \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{i0}$ 2.8

Kısıtlar $\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{r0} = 1$

$$\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{i0} - \sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj} \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$
$$u_i \geq \varepsilon \quad (i = 1, \dots, m)$$
$$v_r \geq \varepsilon \quad (r = 1, \dots, s)$$

Modelin dual (envelope) formu: (DLP)

Amaç $\max z_0 = \phi + \varepsilon \cdot \sum_{i=1}^m s_i^- + \varepsilon \cdot \sum_{r=1}^s s_r^+$ 2.9

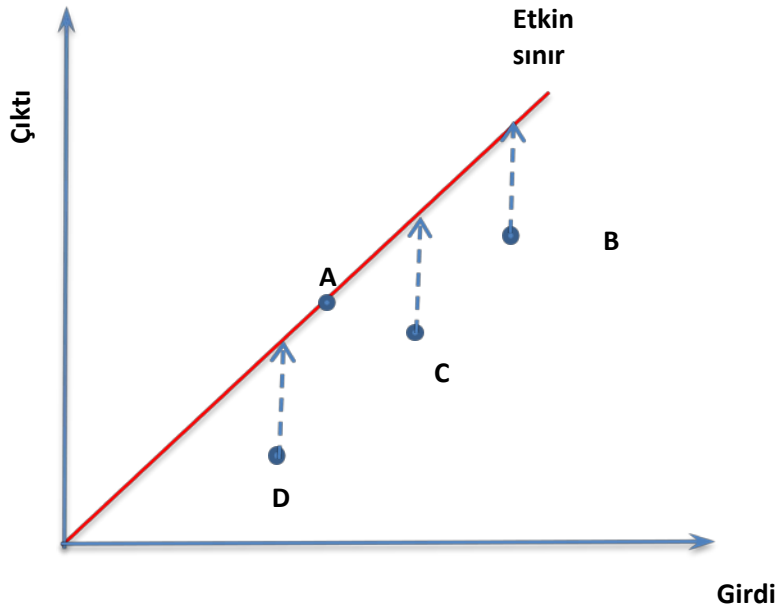
Kısıtlar $\phi \cdot y_{r0} - \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} + s_r^+ = 0 \quad (r = 1, \dots, s)$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} + s_i^- = x_{i0} \quad (i = 1, \dots, m)$$
$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$
$$s_i^- \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m)$$
$$s_r^+ \geq 0 \quad (r = 1, \dots, s)$$

ε genellikle 10^{-6} olarak seçilen çok küçük bir sabittir. VZA ile ilgili yazılımlar ε 'yi hesaplayıp otomatik olarak modele dahil etmektedir.

Çıktı odaklı model de iki aşamada hesaplanır. Önce slack değişkenleri dikkate alınmaksızın ϕ^* elde edilir. Daha sonra ϕ^* veri olarak kullanılıp slack değerleri ölçülür.

Dual modelde maksimum çıktı artırımını $\phi > 1$ değişkeni aracılığıyla sağlar. $\phi > 1$ ve/veya slack değerler sıfır değilse birimlerin etkin olmadığı kabul edilir. Etkin olmayan birimleri iyileştirmek için önce bütün çıktıların ϕ ile orantısal olarak artması, daha sonra pozitif slack değişkenlerine bağlı olarak etkin sınıra doğru iyileştirme gerekebilir. Grafik 2.6.'da görüleceği gibi, çıktı odaklı CCR modelinin zarflama yüzeyi ile girdi odaklı modelinki aynıdır, ancak etkin olmayan birimlerin etkin yüzeye taşınması farklıdır¹³⁴.



Grafik 2.6. CCR-O Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması

Kaynak: Taraneh Sowlati, "Establishing the Practical Frontier in Data Envelopment Analysis", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, 2001.

Girdi ve çıktı odaklı CCR modelleri etkin sınırı aynı hesaplamakta, dolayısıyla aynı KVB'leri etkin olarak belirlemektedir. Ölçeğe göre sabit getiri ortamında girdi ve çıktı odaklı modellerin etkinlik değerleri de birbirine eşittir¹³⁵.

¹³⁴ Sowlati, s.46.

¹³⁵ Coelli ve Diğerleri, s.181.

2.5.2. Banker Charnes Coopers (BCC) Modeli

Banker, Charnes ve Cooper 1984 yılında zarflama yüzeyinin ölçeğe göre değişken olduğu BCC modelini geliştirdiler. Model karar biriminin artan, azalan veya sabit getiri ölçeğinde çalışıp çalışmadığını hesaplamaktadır.

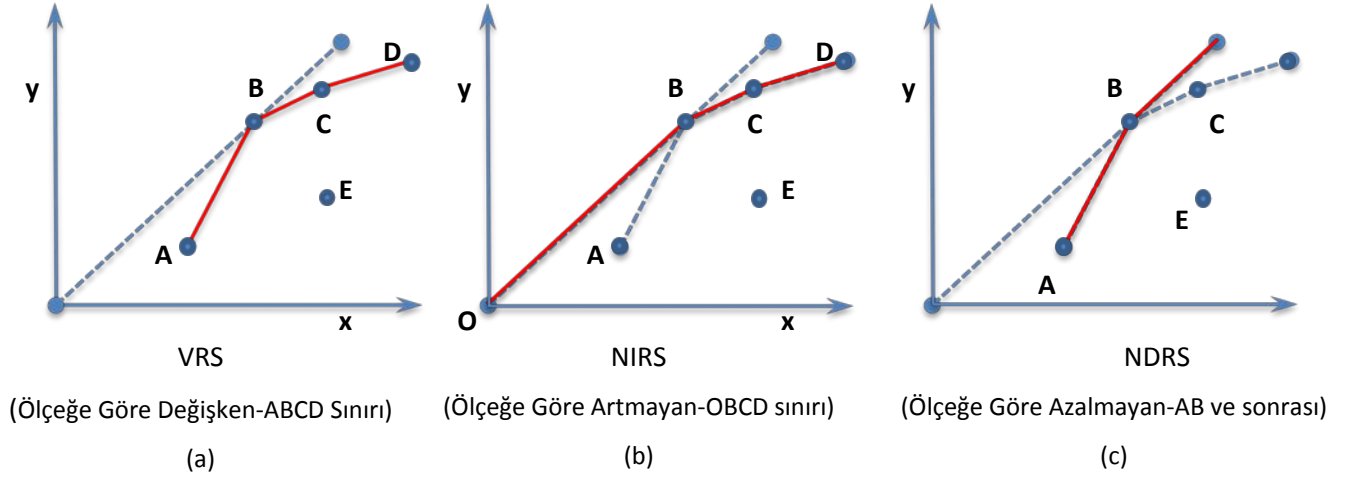
BCC modelinde KVB'nin saf teknik etkinliği ölçülmektedir. CCR toplam etkinliği ölçtüğünden CCR ve BCC modellerinin birlikte kullanımıyla ölçek etkinliği hesaplanabilmiş olur.

- Zarflama modelindeki $\sum_{j=1}^n \lambda_j$ kısıtı etkin sınırın ölçeğe göre getirisi ile ilgili bir kısıtlamadır. $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ eklendiğinde **ölçeğe göre değişken getiri (VRS)** modeli elde edilmektedir. Şekildeki ABCD sınırı ölçeğe göre değişken getiri özelliği göstermektedir.
- $\sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 1$ ise ölçeğe göre artan getiri (ölçeğe göre azalmayan getiri-NDRS) (AB ve OB doğrusunda B'den sonraki kısım) sözkonusudur.

Ölçeğe göre artan getiride, etkin sınır üzerindeki bütün noktalarda çıktı/girdi oranı artış göstermektedir. Başka bir deyişle çıktının artış oranı, girdinin artış oranından büyük veya eşittir.

$$\frac{\frac{\Delta y}{y}}{\frac{\Delta x}{x}} \geq 1$$

$\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$ ise ölçeğe göre azalan getiri (Ölçeğe göre artmayan getiri-NIRS) (BCD ve orijinden oluşan sınır) sözkonusudur.



Grafik 2.7. VRS ve Farklı Ölçek Özelliklerindeki Etkin Sınırlar

Kaynak: Sherman, H. David ve Joe Zhu. Service Productivity Management Improving Service Performance Using Data Envelopment Analysis (DEA). USA:Springer, 2006.

2.5.2.1. BCC Girdi Odaklı Model

BCC Girdi Odaklı Modelde aşağıdaki lineer program çözülmek suretiyle etkinlik hesaplanır:

$$\text{Amaç} \quad \max \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0 \quad 2.10$$

$$\text{Kısıtlar} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u_0 \leq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \geq 0 \quad (r = 1, \dots, s) \quad (i = 1, \dots, m)$$

u_0 serbest

Bu programın duali:

$$\text{Amaç} \quad \min \theta - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^s s_r^+ \quad 2.11$$

$$\text{Kısıtlar} \quad \theta \cdot x_{i0} - \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} - s_i^- = 0 \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} - s_r^+ = y_{r0} \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

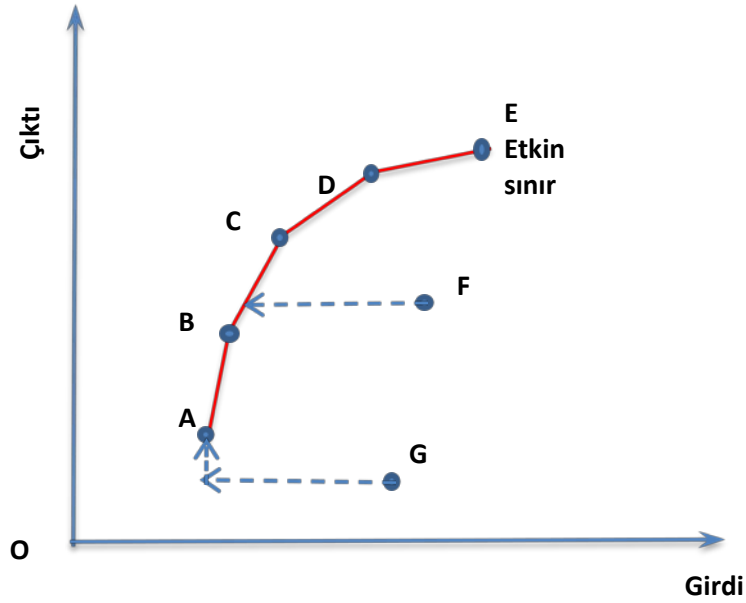
$$s_i^- \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m)$$

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

CCR ile BCC modeli arasındaki fark, BCC'de $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ kısıtıdır. Bu durum, CCR modelinde KVB'lerin ölçek etkinliğine sahip olma kısıtını ortadan kaldırmaktadır. Kısıtın kaldırılması sonucunda BBC modelinde ölçeğe göre değişken getiri olanaklı hale gelmekte ve her KVB'nin yalnızca saf teknik etkinliği ölçülmektedir. Bir KVB'nin CCR bakımından etkin olması için hem ölçek hem saf teknik etkinliğe sahip olması gerekirken, BBC bakımından etkin olması için saf teknik etkinliğe sahip olması yeterlidir¹³⁶.

BBC modelinin etkinlik şartları CCR modeli ile aynıdır. Bir KVB'nin tam olarak etkin sayılması için $\theta^* = 1$ ve tüm slack değişkenlerinin sıfır olması gerekir. Aksi halde KVB BCC bakımından etkin sayılmaz.

¹³⁶ William F. Bowlin, "Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA)", **Journal of Cost Analysis**, Fall 1998, s.9.



Grafik 2.8. BCC-I Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması

Kaynak: Taraneh Sowlati, "Establishing the Practical Frontier in Data Envelopment Analysis", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, 2001.

CCR modeline göre etkin sayılan bir birim BCC modeline göre de etkin sayılır. Ancak zarflama yüzeyinin farklılığından dolayı tersi doğru değildir. BCC modeline göre etkin sayılan bir birim CCR modelinde etkin olmayabilir. BCC modeli çoğunlukla etkinliği CCR modelinden daha büyük ölçmektedir.

Grafik 2.8.'de girdi odaklı BCC modelinde iki boyutlu bir zarflama yüzeyi gösterilmektedir. Etkin olmayan birimlerin etkin sınıra getirilmesi için önce girdileri azaltılır, daha sonra varsa slack değerleri düzeltilir.

Etkin olan A, B, C, D, E birimleri etkin sınırı oluşturmaktadır. F ve G birimleri etkin değildir. F birimini etkin kılmak için girdilerde orantısız bir azaltma yapmak gerekmektedir. G birimi için önce girdi miktarını azaltmak daha sonra çıktı miktarını artırmak gerekir. Çünkü çıktı slack değeri sıfır değildir ve bu ek bir iyileşmenin mümkün olduğunu göstermektedir¹³⁷.

¹³⁷ Sowlati, s.49.

2.5.2.2. BCC Çıktı Odaklı Model

Girdi odaklı ve çıktı odaklı BCC modellerinin zarflama yüzeyleri aynı, etkin olmayan birimleri etkin sınıra taşıma biçimi farklıdır. Çıktı odaklı BCC'nin amaç fonksiyonu, girdileri artırmadan çıktı miktarını artırmayı öngörmektedir.

Çıktı odaklı BBC modelinin primal formu: (LP₀)

$$\text{Amaç} \quad \min \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{io} + v_o \quad 2.12$$

$$\text{Kısıtlar} \quad \sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{ro} = 1$$

$$\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj} \geq 0$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m)(r = 1, \dots, s)$$

v_o serbest

Modelin dual (envelope) formu: (DLP)

$$\text{Amaç} \quad \max \phi + \varepsilon \cdot \sum_{i=1}^m s_i^- + \varepsilon \cdot \sum_{r=1}^s s_r^+ \quad 2.13$$

$$\text{Kısıtlar} \quad \phi \cdot y_{ro} - \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} - s_r^+ = 0 \quad (r = 1, \dots, s)$$

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

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m)(r = 1, \dots, s)$$

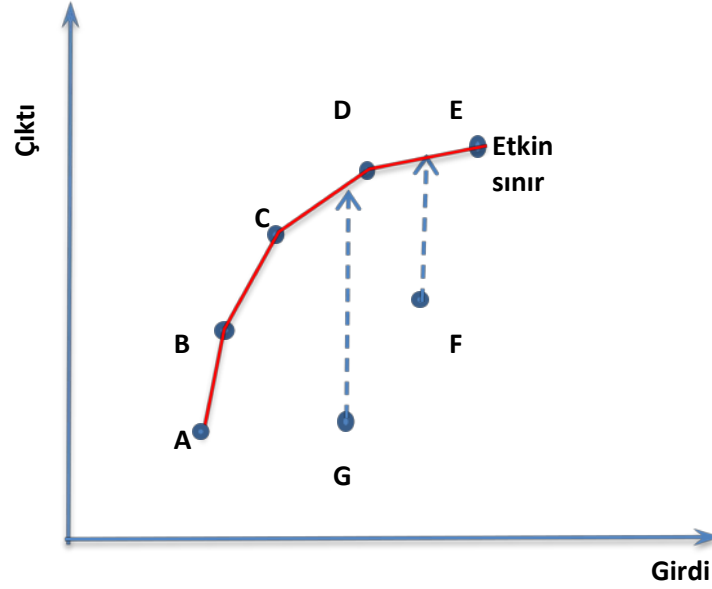
$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

Çıktı odaklı CCR modeli ile benzer biçimde, çıktı odaklı BCC modelinde Φ ileçiktılar mümkün olduğunca artırılır. Bu modelde $\Phi^*=1$ ve tüm slack değerler sıfır ise KVB etkin sayılır.

Çıktı ve girdi odaklı BCC modellerinin zarflama yüzeyleri aynı, ancak etkin olmayan birimlerin etkin yüzeye taşınması farklıdır.

Grafik 2.9.'da, etkin olmayan KVB'lerin etkin yüzeye nasıl taşındığı gösterilmektedir. BCC-O ve BCC-I modellerinin etkin yüzeyleri aynıdır; ancak etkin olmayan F ve G noktaları etkin yüzeyde tamamen farklı noktalara taşınmaktadır¹³⁸.

Etkin sınır aynı olduğundan CCR'da olduğu gibi, girdi ve çıktı odaklı BCC modellerinde de aynı KVB'leri etkin olarak belirlemektedir, ancak etkin olmayan birimlerin ölçüm sonuçları farklı olabilmektedir¹³⁹.



Grafik 2.9. BCC-O Modelinde Etkin Sınır ve Etkin Olmayan Birimlerin Etkin Sınıra Taşınması

Kaynak: Taraneh Sowlati, "Establishing the Practical Frontier in Data Envelopment Analysis", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, 2001.

¹³⁸ Sowlati, s.51.

¹³⁹ Coelli ve Diğerleri, s.181.

2.5.3. Multiplicative Model

CCR, BCC ve bir sonraki bölümde anlatılacak additive modelde etkinlik, sanal çıktının (çıktıların ağırlıklandırılmış toplamı) sanal girdiye (girdilerin ağırlıklandırılmış toplamı) oranı olarak ele alınmıştır. Charnes, Cooper, Seiford ve Stutz 1982 yılında etkinlik analizi için multiplicative (çarpımsal) modeli geliştirdiler. Multiplicative model ile diğerlerinin en önemli farkı, sanal girdi ve çıktının toplamsal yerine çarpımsal olarak hesaplanmasıdır. Başka bir deyişle eşitlikteki toplama işaretinin (Σ) yerini çarpma işareti (Π) almaktadır. Girdi ve çıktıların X ve Y vektörleri logaritmikdir. Bu nedenle etkin sınır, diğer modellerde olduğu gibi parçalı lineer (piece-wise linear) değil, parçalı log-lineerdir (piece-wise log-linear)¹⁴⁰.

CCR modelinde sanal girdi ve çıktıları elde etmek için CCR modeliyle aynı teori ve algoritmalar kullanılmaktadır, ancak sanal girdi ve çıktılara ulaşmak için, girdi ve çıktıların toplamsal bileşimi yerine çarpımsal bileşimi kullanılmıştır.

Multiplicative modelde etkinsizlik slack değişkenleriyle hesaplanmaktadır gibi orantısal değişkenler modelde yer almamaktadır.

Multiplicative modelin formülasyonu aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\text{Amaç} \quad \max \frac{\prod_{r=1}^s y_{ro}^{ur}}{\prod_{i=1}^m x_{io}^{vi}} \quad 2.14$$

$$\text{Kısıtlar} \quad \frac{\prod_{r=1}^s y_{ro}^{ur}}{\prod_{i=1}^m x_{io}^{vi}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

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

¹⁴⁰ Bowlin, s.15.

Logaritması alındığında yukarıdaki formüller lineer program olarak yazılabilir:

$$\begin{aligned}
 \text{Amaç} \quad & \max \sum_{r=1}^s u_r \cdot \log y_{ro} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot \log x_{io} & 2.15 \\
 \text{Kısıtlar} \quad & \sum_{r=1}^s u_r \cdot \log y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot \log x_{ij} \leq 0 & (j = 1, \dots, n) \\
 & u_r, v_i \geq \varepsilon \geq 0 & (i = 1, \dots, m)(r = 1, \dots, s)
 \end{aligned}$$

Lineer programın duali:

$$\begin{aligned}
 \text{Amaç} \quad & \min - \sum_{r=1}^s s_r^+ - \sum_{i=1}^m s_i^- & 2.16 \\
 \text{Kısıtlar} \quad & \sum_{j=1}^n \log x_{ij} \cdot \lambda_j + s_i^- = \log x_{io} & (i = 1, \dots, m) \\
 & \sum_{j=1}^n \log y_{rj} \cdot \lambda_j - s_r^+ = \log y_{ro} & (r = 1, \dots, s) \\
 & s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0 & (i = 1, \dots, m)(r = 1, \dots, s)(j = 1, \dots, n)
 \end{aligned}$$

Multiplicative modelin yukarıdaki versiyonu variant multiplicative olarak adlandırılmaktadır ve ölçeğe göre sabit getiri özelliği göstermektedir. Invariant multiplicative modelin formülasyonu aynıdır ancak duale konveksite kısıtı, primale u_0 değişkeni eklenerek zarflama yüzeyi ölçeğe göre değiştirilmiştir.

VZA uygulamalarında multiplicative modeller çok az kullanılmıştır. Diğer VZA modelleriyle hesaplanamayan ölçek esnekliğinin elde edilmesinde kullanılabilir. Sherman, üretim sürecinin çarpımsal ilişkilerle daha iyi ifade edilmesi durumunda multiplicative modelin daha kullanışlı olacağını ifade etmiştir¹⁴¹. Model daha çok VZA'ya getirdiği yeni boyut bakımından önemlidir. Ayrıca etkin sınırın bazı bölgelerde içbükey olduğu, bazı bölgelerde olmadığı durumlarda da VZA'nın kullanılabilmesini sağlamıştır.

¹⁴¹ H.D Sherman, "Service Organization Productivity Management", **The Society of Management Accountants of Canada**, 1988. Aktaran: Taraneh Sowlati, "Establishing the Practical Frontier in Data Envelopment Analysis", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, 2001, s.56.

2.5.4. Additive Model

CCR ve BCC modellerinde, etkin olmayan birimlerin zarflama yüzeyine taşınması, modellerin girdi veya çıktı odaklı olup olmamasına göre değişmektedir. Girdi odaklı model girdilerin azaltılmasına, çıktı odaklı model çıktıların artırılmasına odaklanmaktadır. Charnes, Cooper, Golany ve Seiford 1985 yılında her iki türü tek modelde birleştiren additive (toplamsal) modeli geliştirdi. Additive model, aynı anda girdileri azaltıp çıktıları artırarak etkin olmayan birimi etkin sınıra taşımayı amaçlamaktadır.

Additive modelin primal problemi aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$\begin{aligned}
 \text{Amaç} \quad & \max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - \sum_{i=1}^m v_i x_{io} + u_0 & 2.17 \\
 \text{Kısıtlar} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u_0 \leq 0 & (j = 1, \dots, n) \\
 & u_r, v_i \geq 1 & (r = 1, \dots, s) (i = 1, \dots, m) \\
 & u_0 \text{ serbest}
 \end{aligned}$$

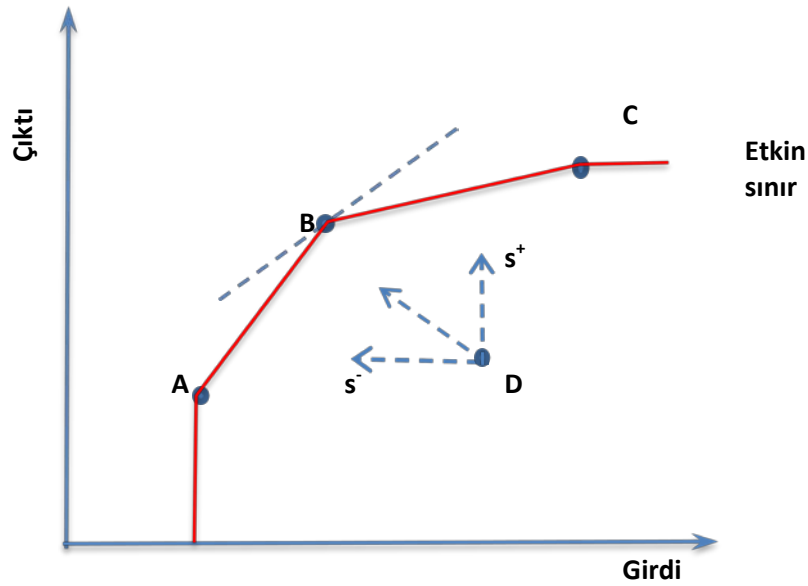
Problemin duali;

$$\begin{aligned}
 \text{Amaç} \quad & \max \sum_{i=1}^m w_i^- s_i^- + \sum_{r=1}^s w_r^+ s_r^+ & 2.18 \\
 \text{Kısıtlar} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} - s_r^+ = y_{ro} & (r = 1, \dots, s) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} + s_i^- = x_{io} & (i = 1, \dots, m) \\
 & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 & (i = 1, \dots, m)(r = 1, \dots, s) (j = 1, \dots, n)
 \end{aligned}$$

Yukarıdaki model ölçeğe göre sabit getiri varsayımıyla oluşturulmuştur. Ölçeğe göre değişken getiri (VRS) için $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$, ölçeğe göre artmayan getiri (NIRS) için $\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$ ve ölçeğe göre azalmayan getiri (NDRS) için $\sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 1$ kısıtları eklenebilir.

w_i^- ve w_r^+ girdi ve çıktı slack değişkenlerinin ağırlıklarını göstermektedir ve deneyimlerden yola çıkılarak modele eklenir. Slack değişkenleri eşit önemdeyse kullanmaya gerek yoktur. Yukarıdaki problemlerde, amaç fonksiyonunun değeri 0 ise KVB₀ etkindir. Slack değişkenlerinden, s^{-*} veya s^{+*} , herhangi biri sıfır değilse, KVB₀ etkin değildir ve slack değeri karşılık geldiği girdi ve çıktıyla ilgili etkinsizlik kaynağını ve miktarını ifade etmektedir.

Additive modelin BCC'den temel farkı, orantısal olarak etkinsizliği ifade eden değişkenin, θ , kullanıma masıdır. Bütün etkinsizlik slack değişkenlerin, s^+ ve s^- , içinde yer almıştır. Slack değişkenleri doğrudan amaç fonksiyonunda ele alınmıştır. Etkinlik için tek test, tüm slack değerlerinin sıfır olup olmadığıdır¹⁴².



Grafik 2.10. Additive Modelde Etkinsizlik

Kaynak: William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone. Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With Dea-Solver.

¹⁴² Bowlin, s.14.

Primal modeldeki sınırlanmamış değişken u_0 ve aynı biçimde dual modeldeki konvekste kısıttan dolayı additive modelin zarflama yüzeyi, BCC modelindeki gibi ölçeğe göre değişkendir. Additive model BCC modeliyle aynı zarflama yüzeyini öngördüğünden, bir KVB BCC'ye göre etkin ise additive modele göre de etkindir. Tersisi de geçerlidir.

Grafik 2.10.'da additive modelde tek girdi ve tek çıktı olması durumundaki etkin sınır ve etkin olmayan birimlerin etkin sınıra nasıl taşınacakları gösterilmektedir¹⁴³.

2.5.5. Slack Based Modeller

Additive modelin etkinlik ölçümü, amaç fonksiyonundan görüleceği gibi, girdi ve çıktıların birimlerinden etkilenir. SBM, additive modeli, ölçüm sonuçları sayısal bir değerle (scalar) ifade edilecek biçimde geliştirmiştir. Örneğin, mesafeler ister mil ister kilometre cinsinden olsun etkinlik ölçümü değişmemektedir¹⁴⁴.

CCR ve BCC, girdileri belirli bir oranda azaltmak veya çıktıları belirli oranda artırmak esasına dayanır, slack değerler dikkate alınmaz. Slack Based modeller (SBM) (Aylaklığa dayalı modeller) doğrudan girdi fazlalığı ve çıktı noksanlığı ile ilgilenir. Additive modelde de aynı anda girdi ve çıktıların slack değerleri ölçülmüştür. Additive modelde, amaç fonksiyonunda slack değerlerin ağırlıklı toplamı ele alınmakta, etkin olan ve olmayan KVB'ler ayırt edilebilmekte ancak etkinsizliğin miktarı kendi başına ölçülememektedir. SBM'de girdi ve çıktıların slack değerleri doğrudan ele alınıp radyal olmayan slack temelli etkinlik ölçümü yapılmaktadır. Bu bağlamda SBM, CCR ve BCC'den önemli oranda farklıdır. SBM, etkinliği 0 ile 1 arasında değer alabilen bir sayı olarak ölçer. KVB etkin sınır üzerindeyse ve girdi/çıkıtı slack değeri sıfır ise (slack yok ise) etkinlik değeri 1'dir¹⁴⁵.

SBM Karou Tone (2001) tarafından geliştirilmiştir ve iki önemli özelliğe sahiptir:

- Ölçümler, girdi ve çıktıların biriminden etkilenmez (ölçümler birim değişmezliğine sahiptir-unit invariant).

¹⁴³ Sowlati, s.53.

¹⁴⁴ Cooper ve Diğerleri , Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and Dea-Solver Software, s.100.

¹⁴⁵ Karou Tone, "A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis", **European Journal of Operational Research**, Vol:130, 2001, s.508.

- Ölçümler, her girdi veya çıktı slack değişkeni için monoton olarak azalmaktadır (ölçümler monotonudur). Başka bir deyişle girdi slack değeri veya çıktı slack değeri arttıkça, etkinlik değeri azalmaktadır.

Bir KVB'nin etkinliğinin ölçülmesi için s^- ve s^+ kullanılarak aşağıdaki kesirli program formüle edilebilir:

$$\text{Amaç} \quad \min_{\lambda, s^-, s^+} \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{io}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{ro}} \quad 2.19$$

$$\text{Kısıtlar} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} - s_r^+ = y_{ro} \quad (r = 1, \dots, s)$$

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

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

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

Amaç fonksiyonu yukarıda belirtilen her iki özelliği de taşımaktadır. Ayrıca $0 \leq \rho \leq 1$. SBM'nin kesirli formu, CCR modelinde olduğu gibi lineer programa dönüştürülebilir. Pozitif bir t sayısının dahil edilmesiyle model aşağıdaki lineer forma dönüşür:

$$\text{Amaç} \quad \min_{t, \lambda, s^-, s^+} \tau = t - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t s_i^- / x_{io} \quad 2.20$$

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

$$\text{Kısıtlar} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} - s_r^+ = y_{ro} \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} + s_i^- = x_{i0} \quad (i = 1, \dots, m)$$

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

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad t > 0 \quad (i = 1, \dots, m)(r = 1, \dots, s) (j = 1, \dots, n)$$

Programın duali:

$$\text{Amaç} \quad uy_0 - vx_0 \quad 2.21$$

$$\text{Kısıtlar} \quad uY - vX \leq 0$$

$$v \geq \frac{1}{m} (1/x_0)$$

$$u \geq \frac{1 - vx_0 + uy_0}{s} (1/y_0)$$

SBM’de göreceli önemleri ifade etmek üzere girdi ve çıktılarına ağırlık verilebilir. Verilecek ağırlıklar, karar veren yöneticinin amacı doğrultusunda olmalıdır.

SBM’nin kesirli formundaki (2.19) amaç fonksiyonu aşağıdaki biçimde yazılabilir:

$$\rho = \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{x_{i0} - s_i^-}{x_{i0}} \right) \left(\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{y_{r0} - s_r^+}{y_{r0}} \right)^{-1} \quad 2.22$$

Eşitliğin sağındaki ilk terim girdilerin hangi oranda azaltıldığını, başka bir deyişle, girdi etkinsizliğini ifade etmektedir. İkinci terim, ortalama çıktı artırım oranının tersini, diğer bir deyişle çıktı etkinsizliğini göstermektedir. Bu durumda SBM girdi ve çıktı etkinsizliklerinin çarpımı olarak değerlendirilebilir¹⁴⁶.

¹⁴⁶ Tone, A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis, s.501.

Bütün girdi fazlalıkları ve çıktı eksiklikleri (etkinliği azaltan unsurlar) dikkate alındığından, slack based model ile toplam etkinlik ölçülür. Toplam etkinlikten, CCR modeliyle hesaplanan teknik etkinliğin arındırılmasıyla, geriye, diğer unsurları içeren mix etkinliği kalmaktadır.

Literatürde büyük çoğunlukla CCR ve BCC modellerinin kullanımına rastlanmaktadır. SBM, göreceli olarak az kullanılmakla birlikte diğer modellerle birlikte önemli bilgiler sunmaktadır.

Şu ana kadar bahsedilen önemli modellerin özellikleri, kullanılabilir girdi ve çıktılarla ilgili kısıtlamalar, esas aldıkları etkin sınır, hesapladıkları etkinlik türü Tablo 2.1.'de özetlenmiştir¹⁴⁷:

Tablo 2.1. VZA'daki Modellerin Özellikleri

Model		CCR-I	CCR-0	BCC-I	BCC-0	ADD	SBM
Veri	Girdi	Semi-p	Semi-p	Semi-p	Serbest	Serbest	Semi-p
	Çıktı	Serbest	Serbest	Serbest	Semi-p	Serbest	Serbest
Translation Invariance	Girdi	Hayır	Hayır	Hayır	Evet	Evet	Hayır
	Çıktı	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Units Invariance	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır	Evet
θ^*		(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)	Hayır	(0,1)
Teknik veya Mix		Teknik	Teknik	Teknik	Teknik	Mix	Mix
Ölçeğe göre getiri		CRS	CRS	VRS	VRS	C(V)RS	C(V)RS

Kaynak: Cooper, William W., Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone. Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and Dea-Solver Software. Second Edition. USA: Springer, 2007.

Semi-p, veriler arasında en az bir pozitif sayı olmak koşuluyla negatif olmayan verilerin kullanılabilirliğini; **serbest**, negatif, sıfır veya pozitif verilerin kullanılabilirliğini; **translation invariance**, bütün verilere aynı rakamın eklenmesi veya çıkarılması durumunda etkinlik sonucunun değişip değişmeyeceğini; **unit invariance**, bütün verilerin aynı rakama bölünmesi veya aynı rakamla çarpılması durumunda etkinlik sonuçlarının değişip değişmeyeceğini; θ^* etkinlik skorunu ifade etmektedir.

¹⁴⁷ Cooper ve Diğerleri, Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and Dea-Solver Software, s.115.

2.5.6. Hibrid Model

VZA’da etkinlik özellikleri birbirinden farklı iki temel yaklaşımla hesaplanır: Radyal ve radyal olmayan (radial ve non-radial). CCR ve BCC radyal modellere, SBM radyal olmayan modellere örnek gösterilebilir. Radyal ve radyal olmayan arasındaki fark girdi ve çıktıların özelliklerinden kaynaklanır.

Radyal modelde girdi veya çıktılar belirli bir oranda azaltılabilir veya çoğaltılabilir. Sözgelimi girdi odaklı CCR’da, belirli çıktı seviyesinde girdilerin orantısal olarak azaltılması amaçlanır. İki girdi varsa her iki girdinin de aynı oranda indirilmesine çalışılır. Bu özellik radyal olarak tanımlanır¹⁴⁸.

Radyal olmayan modellerde girdilerin aynı oranda azaltılmasının mümkün olmadığı veya aynı oranda azaltmanın makul olmadığı düşünülür. Bu nedenle girdilerin aynı oranda değiştirilmesi öngörülmez. Taşıdıkları özelliklerden dolayı bazıları aynı oranda azaltılabilirken, diğer girdiler azaltılamayabilir (ya da farklı oranda azaltılabilir).

Girdilerle benzer biçimde, çıktılar da radyal ve radyal olmayanlar olarak sınıflandırılabilir.

CCR ve BCC gibi radyal modellerin olumsuz yönlerinden biri radyal olmayan girdi/çıktı slack değerlerini gözardı etmesidir. Radyal olmayan yaklaşıma sahip SBM slack değerlerle doğrudan ilgilenir ancak girdi ve/veya çıktıların radyal özelliğini gözardı eder¹⁴⁹.

Hibrid model, verilerin radyal ve radyal olmama özelliklerini birlikte ele alır. Bu durumda CCR ve SBM modelleri, hibrid modelin özel durumları olarak düşünülebilir. Bütün veriler radyal olarak ele alındığında hibrid model CCR’a, radyal olmayan olarak ele alındığında SBM’ye dönüşür.

¹⁴⁸ Necmi K. Avkiran, Kaoru Tone ve Miki Tsutsui, “Bridging Radial and Non-Radial Measures of Efficiency in DEA”, **GRIPS Policy Information Center Research Report**: I-2006-0011, 2006, s.3.

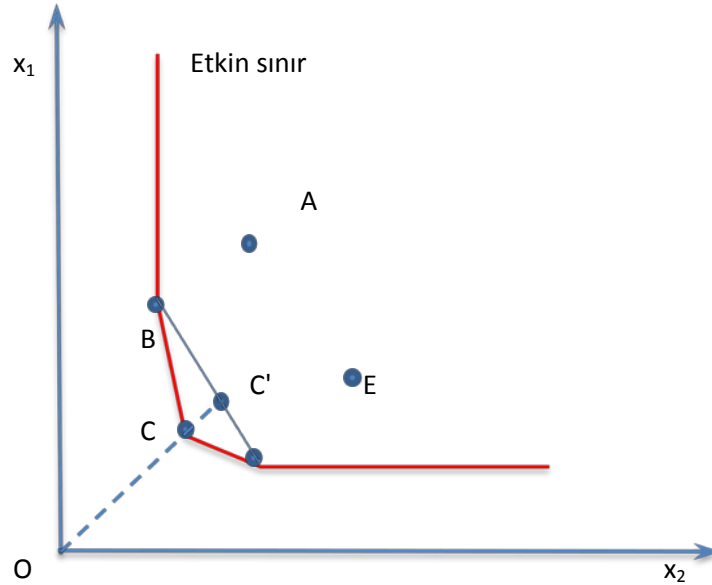
¹⁴⁹ Kaoru Tone, “A Hybrid Measure of Efficiency in DEA”, **GRIPS Policy Information Center Research Report**: I-2004-0003, 2004, s.1.

2.5.7. Süper-Etkinlik Modeli

VZA karar birimlerinin göreceli etkinliğini ölçmekte, ancak etkin birimler arasında herhangi bir sıralama yapmamaktadır. Bu durum etkin birimlerin çok olması ve sıralama yapma ihtiyacı bulunması halinde sorun teşkil etmektedir. Andersen ve Petersen 1993 yılında etkin birimler arasında sıralama yapmak amacıyla "süper etkinlik" modelini geliştirdi¹⁵⁰.

VZA'nın zayıf noktalarından biri, karar birimi sayısı karşılaştırıldığında girdi ve çıktı sayısı fazlaysa, etkin birim sayısının da yüksek çıkmasıdır. Tek bir girdide/çıktıda başarılı olan bir birim, o girdi veya çıktı göreceli olarak önemsiz dahi olsa, etkin sayılmaktadır.

Süper etkinlik modeli, karar birimlerinin 1'den büyük değer alabildiği değiştirilmiş bir VZA modelidir. Bir karar biriminin süper etkinlik skorunu hesaplamak için önce o birimin verileri modelden çıkarılır. Model bir eksik birimle çalıştırılır. Orijinal VZA'da etkin sınırı oluşturan birimler yeni durumda etkin sınırı oluşturamayacaktır. Orijinal VZA modelinde etkin olan birimin yeni etkinlik skoru 1'den büyük olacaktır. Model bütün karar birimleri için aynı biçimde çalıştırılır.



Grafik 2.11. Süper Etkinlik

Kaynak: Timothy J. Coelli ve Diğerleri, An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Second Edition, USA: Springer, 2005.

¹⁵⁰ Per Andersen ve Niel Christian Petersen, "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis", **Management Science**, Vol:39, No:10, s.1261.

Bir çıktı için iki girdi kullanan A, B, C, D, E birimleri Grafik 2.11.'de gösterilmiştir. Standart VZA'da B, C, D birimleri etkin sınırı oluşturmaktadır ve etkinlik skorları 1'dir. Etkin olan C biriminin süper etkinlik değerini ölçmek için C birimi modelden çıkarılır. C birimi artık modelde yer almadığından, yeni etkin sınırı B ve D birimleri oluşturacaktır. C biriminin karşılık geldiği nokta C' olacaktır. C biriminin süper etkinlik skoru OC'/OC dir. Etkinlik değeri 1'den büyük, sözelimi 1.2 olarak hesaplanacaktır. Bu durumda C birimi, %20 daha fazla girdi kullansa dahi diğer birimlerle aynı etkinlik seviyesinde demektir. Süper etkinlik modelinde, diğer modellere göre etkinlik değeri 1 olan birimlerin, süper etkinliği 1'den daha büyük değerler alabilmektedir. Etkin sınırda yer almayan A ve E gibi birimlerin etkinlik skorunda herhangi bir değişiklik olmayacaktır¹⁵¹.

Süper etkinlik skoru 1.2 olan firma, 1.05 olan firmadan daha iyidir, Çünkü karşılaştırıldığı diğer firmalardan daha etkin demektir.

Andersen ve Petersen'in (1993) süper etkinlik modeli bazı durumlarda hesaplama yapmayabilmektedir. Başka bir deyişle, bazı durumlarda modelin makul bir çözümü olmayabilir.

Andersen ve Petersen'in süper etkinlik modeli radyal bir yöntemdir. Model Slack değerleri dikkate almamaktadır; verilerde 0 olması durumunda bunların 0 gibi modeli etkilemeyecek ancak hesaplamaları mümkün kılacak küçük bir sayıyla değiştirilmesi gerekmektedir. Kaoru Tone 2002 yılında slack değişkenlerinden hareketle yeni bir süper etkinlik modeli geliştirmiştir¹⁵².

¹⁵¹ Coelli ve Diğerleri, s.200.

¹⁵² . Tone, A Slacks-Based Measure of Super-Efficiency in Data Envelopment Analysis.

2.5.8. Stokastik Veri Zarflama Analizi

Daha önce değinildiği gibi VZA gibi parametrik olmayan yöntemlerle ilgili iki temel sorun bulunmaktadır. Birincisi, bütün girdi ve çıktı verilerinin hata teriminin sıfır olduğu, bu nedenle üretim sınırının tamamıyla deterministik olduğu varsayılmıştır. İkincisi, birim bazında etkinliğin hesaplanmasında kullanılan küme her zaman homojen kabul edilmiştir¹⁵³.

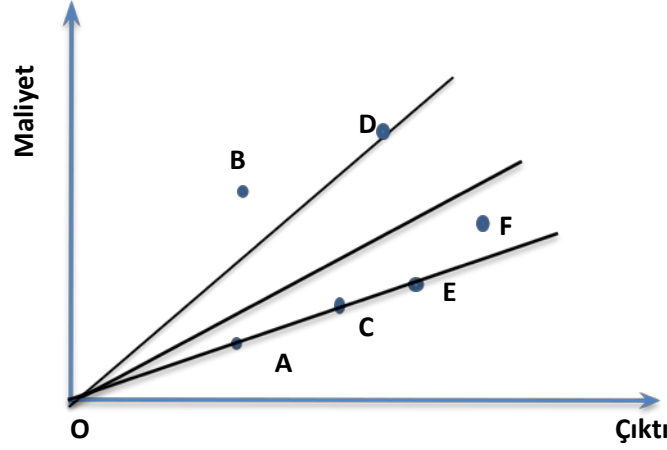
VZA'da etkin sınırdan sapmanın tamamının etkisizlik nedeniyle olduğu kabul edilmiştir. Rassal hatalara yer verilmediğinden bu yaklaşım eleştirilmiştir. Stokastik VZA, bu eleştirileri ortadan kaldırmak üzere geliştirilmiştir.

VZA ile performans ölçümünde, stokastik etkinin dikkate alınması ve hata terimleri göz önünde bulundurularak, etkinlikle ilgili sistematik kısmın hesaplanması için çalışmalar yapılmıştır. Çünkü stokastik etkiden dolayı etkin sınır güçlü olmayabilir; etkin sayılan bir birim rassal hatadan dolayı gerçekte etkin olmayabilir veya etkin olmayan birim gerçekte etkin olabilir.

Stokastik VZA'da da, her birim için etkinlik maksimize edilir. Ancak VZA'nın varsayımları ile belirli olasılık dağılımı öngörülür. Grafik 2.12.'de ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında stokastik VZA'nın etkin sınırları görülmektedir. VZA varsayımlarının belirli olasılıklar dahilinde gerçekleştiği kabul edildiğinden ve her birim için olasılık dağılımı farklı olacağından, etkin sınır birden fazla olacaktır. Modelde olasılık dağılımının göz önünde bulundurulması, stokastik VZA'daki etkin sınırı birimlerin çoğunlukta olduğu bölgeye doğru kaydıracaktır¹⁵⁴.

¹⁵³ Jati K Sengupta, "Stochastic Efficiency Measurement: A New Approach", **Applied Economics Letters**, Vol:4, No:2, 1996, s. 125.

¹⁵⁴ Sarafidis, Vasilis, "An Assessment of Comparative Efficiency Measurement Techniques, Europe Economics", **Occasional Paper2**, October 2002, s.21.



Grafik 2.12. Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CRS) Ortamında Stokastik VZA

Kaynak: Sarafidis, Vasilis, "An Assessment of Comparative Efficiency Measurement Techniques, Europe Economics", Occasional Paper2, October 2002.

Stokastik VZA ile hesaplanan etkinlik sonuçları, standart VZA ile ölçülen etkinlik sonuçlarından daha büyük olacaktır. Bazı birimler hata etkisi nedeniyle sınırın üzerindeki bölgede yer alacağından, VZA tanımlamasıyla, süper-etkin sayılacaktır.

VZA modelleriyle hesaplanan etkinlik dağılımı çoğunlukla normal olmayan (nonnormal) bir dağılım gösterir, değişen varyans (heteroscedasticity) ve çarpıklık (skewness) önemli rol oynar.

Şans kısıtlı (chance-constrained) programlama, VZA'da verilerin stokastik etkisini modele dahil eden temel yöntemlerden biridir¹⁵⁵. Geleneksel VZA yöntemi KVB'leri "etkin" ve "etkin olmayan" biçiminde sınıflayan yaklaşım göstermektedir. Şans kısıtlı programlama ile KVB'ler "etkin olabilir" veya "etkin olmayabilir", hatta daha da ileri gidildiğinde olasılıklar dikkate alınarak "yeterli etkinlikte" olarak sınıflandırılabilir¹⁵⁶.

¹⁵⁵ Sengupta, s. 287.

¹⁵⁶ William W Cooper, Zhimin Huang ve Susan X. Li. "Chance Constrained DEA", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu (Ed.). **Handbook on Data Envelopment Analysis** içinde. USA: Kluwer Academic Publishers, 2004, s.229.

Bu yöntemin sakıncalarından biri normal olmayan hatalar (non normal error) için, zor çözümlü lineer olmayan modeller gerektirmesidir. Diğer, stokastik sınırdaki hatalar çoğunlukla tek-yönlü (one-sided) dağılım göstermektedir.

Şans kısıtlı programlama yönteminin yanı sıra, en büyük olasılık (maximum likelihood) yaklaşımı, programlama gibi farklı metodlar kullanarak stokastik etkiyi analiz eden pek çok çalışma yapılmıştır¹⁵⁷.

Stokastik VZA'daki temel sorun, modele olasılık dağılımının dahil edilmesindeki varsayımlara göre sonuçların oldukça değişebilir olmasıdır. Rassal hatalara ilişkin varsayımlar hala geliştirilememiştir. Stokastik VZA ile yapılan çalışmalar kısıtlı kalmıştır ve hala yaygınlaşmamıştır.

2.5.9. Free Disposal Hull

Free disposal hull (serbest atılabilir zarf), VZA'nın konveksite varsayımının esnetilmesiyle ortaya çıkan özel bir halidir. İlk olarak Deprins, Siman ve Tulkens (1984) tarafından ortaya atılmış ve geliştirilmiştir¹⁵⁸. FDH yöntemine göre etkinlik ölçümleri yalnızca gerçek gözlemlere göre yapılmalıdır. Üretim olanakları kümesinin yalnızca bu noktalardan meydana geldiği kabul edilir. VZA'da gözlemlenen sınırdaki noktaların birleştirilmesi söz konusu iken FDH'da birleştirilmeye izin verilmez. Sözgelimi FDH yönteminde Grafik 2.13.'teki Q noktasına izin verilmez, çünkü bu nokta gerçekte gözlemlenen bir nokta değildir, varsayımlara dayanılarak türetilmiştir.

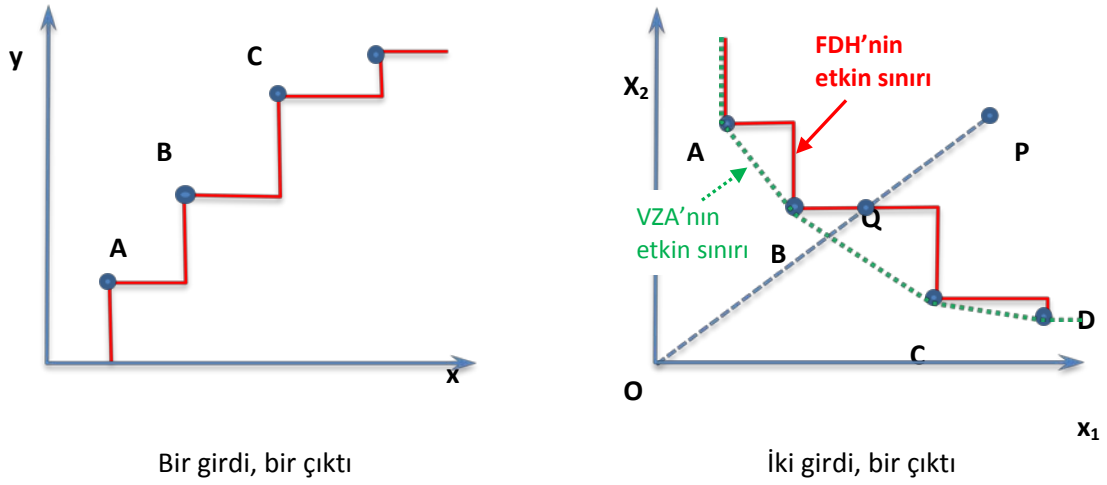
Grafik 2.13.'te bir girdi-bir çıktı ve iki girdi-bir çıktı olması durumunda FDH yöntemindeki etkin sınır gösterilmektedir¹⁵⁹.

¹⁵⁷ Bkz. Zhtmin Huang ve Susan X. Li, "Stochastic DEA Models with Different Types of Input-Output Disturbances", **Journal of Productivity Analysis**, Vol:15, 2001, s.95.

Cooper, William W. ve Diğerleri, "Chance Constrained DEA".

¹⁵⁸ Dominique Deprins, Léopold Simar ve Henry Tulkens, "Measuring Labor Efficiency in Post Offices", Maurice G. Marchand, Pierre Pestieau ve Henry Tulkens (Ed.) **The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurement** içinde, North Holland, 1984, ss.243-267.

¹⁵⁹ Cooper ve Diğerleri, Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With Dea-Solver Software and References, s.107.



Grafik 2.13. FDH'de Etkin Sınır ve VZA Sınırı İle Karşılaştırma

Kaynaklar: William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone. Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With Dea-Solver.

Conceicao, Maria, A. Silva Portela ve Pedro Castro Borges, "Non-Radial Efficiency Measurement: A Review and New Insights for Free Disposal Hull Technologies", Universidade Católica Portuguesa Working Paper, July 17, 2001.

Lovell, C. A. Knox. "Production Frontiers and Productive Efficiency", Harold O. Fried, C. A. Knox Lovell ve Shelton S. Schmidt (Ed.). The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications içinde. USA: Oxford University Press, 1993, ss.3-67.

Grafik 2.13.b'de ise FDH ve VZA'nın etkin sınırları karşılaştırılmaktadır. Görüleceği üzere FDH, sınırdaki bütün noktalardan geçmektedir¹⁶⁰.

VZA sınırı, FDH sınırını içereceğinden, FDH'nin etkinlik ölçümleri daha büyük sonuçlar verir. VZA ve FDH yöntemlerinin her ikisi de etkinlikle ilgili varsayımlarda bulunmaz.

Conceicao, Maria, A. Silva Portela ve Pedro Castro Borges, "Non-Radial Efficiency Measurement: A Review and New Insights for Free Disposal Hull Technologies", Universidade Católica Portuguesa Working Paper, July 17, 2001, s7.

¹⁶⁰ Lovell, s.3.

2.6 TERCİHLER VE ÇARPAN KISITLAMASI

Bundan önceki kısımlarda VZA'da girdi veya çıktı ağırlıkları ile ilgili varsayımlarda bulunulmadığı, ancak bu verilerin negatif değer alamadığı belirtilmişti. Bu bir bakıma VZA'nın en güçlü özelliklerinden biri olarak değerlendirilebilir. Oysa gerçek hayatta verilerden bir kısmıyla ilgili bilgi sahibi olunabilir ve girdilerin veya çıktıların belirli özellikler taşıması istenebilir. Bazı durumlarda girdi ya da çıktı ağırlıklarının (çarpan), etkinliği maksimize edecek biçimde hesaplanması yanlış sonuçlar da doğurabilir. Sözgelimi doktor ve hemşire sayısını girdi olarak ele alan bir hastane etkinliği modelinde, etkinliğin maksimum düzeye getirilmesi için, makul olmayacak biçimde hemşire sayısının artırılması, doktor sayısının sıfırlanması önerilebilir.

VZA'da değer yargılarının modele dahil edilmesi, KVB tecrübelerinin, beklentilerinin, tercihlerinin, analizlerinin göz önünde bulundurulması demektir. VZA'nın, gerçek hayattaki örnekleri yansıtacak biçimde değiştirilmesi gereği, tercihlerin yansıtılmasını zorunlu kılmıştır. Verilerle ilgili bilgilerin ve tercihlerin modele dahil edilebilmesi, VZA'nın kaydettiği en önemli gelişmelerden biridir ve aşağıdaki nedenlerden dolayı gereklidir¹⁶¹:

- Modelde doğrudan ele alınmaması durumunda, bazı önemli deneyim ve tercihler gözardı edilebilir. Sözgelimi yönetimin elinde, bazı girdi ve çıktıların görece ağırlıklarıyla ilgili bilgi bulunabilir. Eldeki bilgileri kullanmak modelin daha doğru işlemlerini sağlayabilir. Yönetimin çeşitli faktörlerden hangisinin daha önemli olduğuna, etkin sınırı nelerin oluşturduğuna dair güçlü tercihleri olabilir ve bunların modele yansıtılması gerekebilir.
- Bazı durumlarda önemli olmayan bir verideki performansı nedeniyle bir KVB etkin sayılırken, önemli bir veride başarı gösteren KVB'nin etkin olmadığı hesaplanabilmektedir. Ayrıca, girdi veya çıktı ağırlıkları aşırı bir biçimde yüksek veya düşük hesaplanabilmektedir.

¹⁶¹ R. Allen, A. Athanassopoulos, R.G. Dyson ve E. Thanassoulis, "Weights Restrictions and Value Judgements in Data Envelopment Analysis: Evolution, Development and Future Directions", **Annals of Operations Research**, Vol:73, No:13, 1997, s.15.

İkinci derecede önemli faktörler KVB etkinliğinin hesaplanmasında baskın hale gelebilir. Analizde kullanılan girdi ve çıktılar aynı derecede önemli değilse, önemli değişkene atfedilen ağırlık sıfır iken KVB'nin etkin sayılması anlamsızlaşır¹⁶².

- Değer yargılarının modele dahil edilmesiyle, yönetimin bakış açısı ve önemli gördüğü hususlar dikkate alınabilmektedir.
- Standart VZA modellerinde girdi ve çıktılar arasında pozitif bir ilişki olduğu, girdilerin ve çıktılarının kendi aralarında birbirini tam olarak ikame edebildiği varsayılmıştır. Etkin üretim sınırında, girdinin artırılması çıktıda da artış meydana getirir. Oysa başka ilişkiler de bulunabilir ve bunların da modele dahil edilmesi gerekir. Sözelimi Standart VZA modelinde bir üniversitenin mezun ettiği yüksek lisans öğrenci sayısı ile lisans öğrenci sayısı arasında fark yoktur. Oysa üniversite yönetimi, yüksek lisans öğrenci sayısının daha önemli olduğunu düşünebilir¹⁶³.
- Standart VZA modellerinde KVB'ler homojen olmasına rağmen, etkinlik hesaplanırken aynı değişkene birbirinden çok farklı ağırlıklar verilebilir. Homojen birimlerin, aynı değişkenlere birbirinden çok farklı ağırlıklar atfetmesi, başka bir deyişle sınırsız esneklik kabul edilemez. Değişkenlerin kabul edilebilir sınırlar içerisinde değer alabilmesi daha anlamlıdır¹⁶⁴.
- Bazı durumlarda, yönetim tarafından açıkça etkin görülmeyen bir KVB, model tarafından etkin olarak hesaplanmakta ya da modelin etkin olmadığını hesapladığı bir KVB, yönetim tarafından açıkça etkin olarak görülmektedir. Değer yargılarının dikkate alınmasıyla yönetimin KVB hakkındaki değerlendirmeleri modele dahil edilmiş olur. Sözelimi Charnes ve Diğerleri, bir çalışmada açık biçimde etkin olmadığı bilinen bankaların model tarafından etkin olarak hesaplanmasından sonra, modelin etkin

¹⁶² Francisco Pedraja-Chapparro, Salinas-Jimenez, Javier ve Smith, Peter, "On The Role of Weight Restrictions in Data Envelopment Analysis", **Journal of Productivity Analysis**, Vol:8, 1997, s.219.

¹⁶³ Emmanuel Thanassoulis, Maria Conceicao Portela ve Rachel Allen, "Incorporating Value Judgments in Dea", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu (Ed.), **Handbook on Data Envelopment Analysis** içinde (99-138), USA: Kluwer Academic Publishers, 2004, s.105.

¹⁶⁴ Pedraja-Chapparro ve Diğerleri, s.219.

kabul etmediği ancak etkin olduğu düşünülen bankalarla analize devam etmiştir (cone-ratio modeli)¹⁶⁵.

- VZA'nın ortaya koyduğu öneriler, ekonomik gerçekler ve reel hayatla uyumlu olmalıdır. Sözelimi girdilerle ilgili tercihlerde bulunurken, fiyatlar biliniyorsa göreceli fiyatların, kar amacı güdülmeyen veya fiyatın bulunmadığı durumlarda göreceli önemlerin dikkate alınması gerekir.
- Girdi veya çıktıların önemine göre ağırlıklandırılması, VZA'nın etkin olan birimle etkin olmayan birimi hangi aralıkta değerlendirmesi gerektiğini, böylece modelin değerlendirme gücünün artırılmasını sağlar. Özellikle KVB sayısının az olması, girdi ve çıktı sayısının fazla olması durumunda etkin olan birim sayısı artacak, modelin değerlendirme gücü zayıflayacaktır. Model etkinlik ayırımı yapamayabilir ve tüm KVB'leri etkin gösterebilir. Girdi ve çıktıların, önemine göre ağırlıklandırılmasıyla etkinliğin maksimize edildiği optimum durumdan uzaklaşılacak, etkin birimlerin sayısı azalacak ve etkinlik değerleri düşecektir.

VZA'da yöneticilerin değer yargılarını dikkate alan pek çok model geliştirilmiştir. Bunlar üç ana grupta toplanabilir¹⁶⁶:

- Ağırlıkları doğrudan sınırlayan assurance region
- Sanal ağırlıkları sınırlayan assurance region
- Veri setini değiştiren cone-ratio yaklaşımı

Assurance region yaklaşımı 1986'da Thompson, Singleton, Thrall ve Smith tarafından, cone-ratio yaklaşımı 1990'da Charnes, Cooper, Huang ve Sun tarafından geliştirilmiştir.

¹⁶⁵ A. Charnes, W.W. Cooper, Z.M. Huang ve D.B. Sun, "Polyhedral Cone-Ratio DEA Models with An Illustrative Application to Large Commercial Banks", Journal of Econometrics, Vol:46, 1990, ss.73-91.

¹⁶⁶ Bkz. Allen ve Diğerleri, Weights Restrictions and Value Judgements in Data Envelopment Analysis: Evolution, Development and Future Directions, s.17.

2.6.1. Ağırlıkların Doğrudan Sınırlanması

Ağırlığın mutlak olarak sınırlandırılması: Değişkenlerin ağırlıkları belirli bir aralıkla mutlak değer olarak sınırlandırılır. En basit ağırlık sınırlama şeklidir. VZA'da ağırlıklar göreceli olarak ölçüldüğünden, veri ağırlıklarını mutlak değer olarak sınırlamak, sınırların anlamı ve modelin doğruluğuyla ilgili bazı güçlükleri de beraberinde getirmektedir. Çoğunlukla, veriler modelin dışında kalmasın veya aşırı değerler almasın diye mutlak sınırlamalar getirilir.

Ağırlıkların mutlak değer olarak sınırlandırılması

$$\delta_i \leq v_i \leq \tau_i \quad 2.23$$

$$\rho_r \leq u_r \leq \eta_r$$

Assurance Region (AR): VZA modellerinde, gerçek hayatta anlamlı olmayacak biçimde ağırlıklardan bazılarının sıfırlanması ya da ağırlıkların aşırı geniş bir yelpazeye yayılması, ağırlıklara göreceli sınırlama getiren Assurance Region (AR) modelinin geliştirilmesine neden olmuştur.

En yaygın AR yaklaşımında girdilerin kendi aralarında birbiriyle veya çıktıların kendi aralarında birbiriyle olan oranı üzerine bir sınırlama getirilir:

$$L_{1,2} \leq \frac{v_2}{v_1} \leq U_{1,2} \quad 2.24$$

$L_{1,2}$ ve $U_{1,2}$ v_2/v_1 oranının alt ve üst sınırlarıdır.

AR'de ya girdi/çıktıların önem sıralamaları, başka bir deyişle göreceli önemleri ya da girdi/çıktıların göreceli fiyatları dikkate alınır. Sınırlar fiyatlara göre belirlenir. Fiyatların bilinmemesi durumunda verilerin göreceli önemlerine göre hesaplama yapılır. Bunun için de inceleme yapılan konudaki uzman görüşüne ihtiyaç vardır.

Bu tür sınırlamada yalnızca girdi ağırlıkları veya yalnızca çıktı ağırlıklarının birbiriyle ilişkisi belirlenir. AR, özellikle fiyat bilgisi olduğunda, teknik etkinlik yerine toplam etkinliği hesaplamak için kullanılır. Ölçeğe göre sabit getiri ortamında girdi ve çıktı odaklı AR modeli aynı sonucu vermektedir.

Ağırlıkları doğrudan sınırlayan yaklaşım, verilerin birbirine oranını esas aldığından, çıktıların veya girdilerin ölçüm birimleri önem kazanmaktadır. Kullanılan VZA modeli ölçüm birimlerine duyarlı olmasa dahi, ağırlıklar ölçüm birimlerine hassas olur¹⁶⁷.

2.6.2. Sanal Ağırlıkların Sınırlandırılması

VZA'da verilerin ağırlığını doğrudan sınırlamak yerine, sanal çıktının (*sanal çıktı* = $u_1y_{10} + \dots + u_s y_{s0}$) veya sanal girdinin (*sanal girdi* = $v_1x_{10} + \dots + v_m x_{m0}$) belirli bir bölümüne sınırlama getirilir. Böylece o girdiye verilen önem (ϕ_r, ψ_r) aralığında ifade edilmiş olur. ϕ_r, ψ_r değerlerinin belirlenmesinde uzman görüşlerine başvurulur.

$$\phi_r \leq \frac{u_r y_{rj}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \leq \psi_r \quad 2.25$$

$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}$ toplam sanal çıktıyı ifade etmektedir.

Burada ifade edilen sınırlamalar KVB'ye özgü olabileceği gibi bütün birimler açısından da geçerli olabilir Bu model AR'dan daha genel bir anlam taşımaktadır ve **Assurance Region Global (ARG)** model olarak adlandırılmaktadır¹⁶⁸.

Sanal ağırlıkları sınırlayan yaklaşım, girdi ve çıktıların birimine bağlı değildir. Yukarıdaki geleneksel AR modeline göre daha caziptir¹⁶⁹.

Sınırlamalara Assurance Region denmesinin nedeni, ağırlıkları belirli alanla sınırlamış olmasıdır. Getirilen sınırlamalar, modellerin optimum değerlere göre çalışmasını engelleyeceğinden etkinlik değerleri düşecektir.

¹⁶⁷ Thanassoulis ve Diğerleri, Incorporating Value Judgments in Dea, s.104.

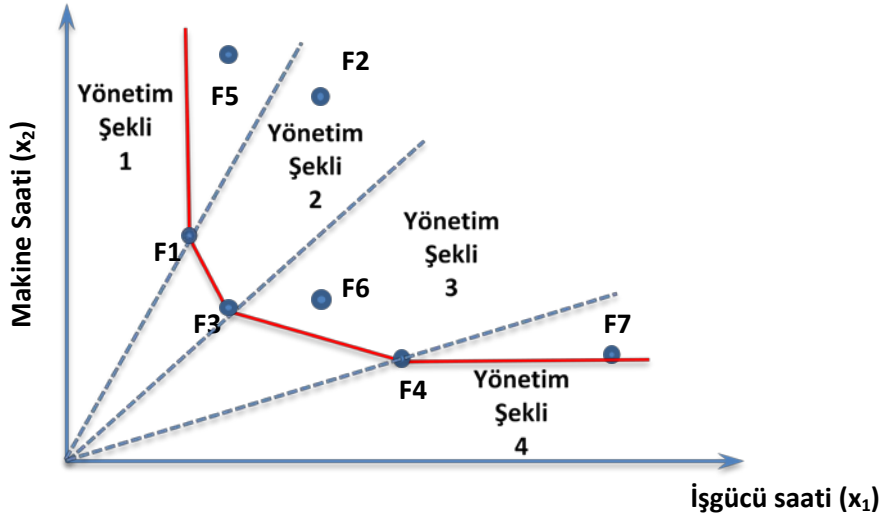
¹⁶⁸ Cooper ve Diğerleri , Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and Dea-Solver Software, s.185.

¹⁶⁹ Cooper ve Diğerleri , Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and Dea-Solver Software, s.186.

2.6.3. Cone Ratio Yaklaşımı

Bundan önceki kısımda sınırlamalar doğrudan ağırlıklarla ilgiliydi ve temel VZA modellerine eklenen kısıtlarla ifade ediliyordu. Cone ratio yaklaşımında ise varolan girdi/çıktılar değiştirilerek ağırlıklara sınırlama getirilmektedir. Cone ratio yaklaşımı ilk kez Charnes, Cooper, Huang ve Sun (1990) tarafından önerilmiştir¹⁷⁰.

Ülkenin farklı bölgelerinde faaliyet gösteren 6 fabrikası olan bir şirket düşünelim¹⁷¹. Tek bir ürün elde etmek için, iki girdi (makine saati x_1 ve işgücü saati x_2) kullanılsın. İşgücü maliyeti makine maliyetinden daha yüksek ve makine ile işgücü birbirini ikame edebiliyor olsun. Bu durumda yöneticiler makineleri daha fazla kullanmak isteyecektir. Altı fabrika aynı miktarda çıktı ürettiğinden etkin sınır ve etkin olmayan birimler aşağıda gösterilmiştir.



Grafik 2.14. Convex Cone'un Geometric Gösterimi

Kaynak: Amit Kabnurkar, "Mathematical Modeling for Data Envelopment Analysis with Fuzzy Restrictions on Weights", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Industrial and Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2001.

¹⁷⁰ Charnes ve Diğerleri, Polyhedral Cone-Ratio DEA Models with An Illustrative Application to Large Commercial Banks, ss.73-91, aktaran Kabnurkar s.49.

¹⁷¹ Amit Kabnurkar, "Mathematical Modeling for Data Envelopment Analysis with Fuzzy Restrictions on Weights", **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Industrial and Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2001, s.49.

Her fabrikanın kullandığı girdi bileşimleri farklıdır ve bu durum “yönetim şekli” göstermektedir. Orijinden F1 noktasına çizilen doğru üzerindeki tüm noktalarda F1 ile aynı girdi bileşimleri kullanılmaktadır. Benzer biçimde, orijinden F3 noktasına çizilen doğru üzerindeki şirketler, F3 ile aynı girdi bileşimini kullanmaktadır. “Yönetim Şekli 2” konisi içerisinde yer alan fabrikaların girdi bileşimi, F1 ve F3’ün bileşimleri arasında yer alır. Birinci ve ikinci yönetim anlayışında işgücü yerine daha çok makine, dördüncü anlayışta daha çok işgücü kullanılmaktadır. Makinenin saat maliyeti işgücünden daha ucuz olduğundan, yöneticiler tarafından birinci yönetim şekli tercih edilecektir. Sınır üzerinde yer alan tüm fabrikalar etkin sayılmakla birlikte, yönetimin istediği özelliklere sahip olmayabilir (örneğin F7).

Cone ratio yaklaşımında KVB’lerin yer alması gereken sınırlar belirlenir. Bu sınırlar arasında yer alması için girdi ve çıktılarda değişiklik yapılır. Böylece değiştirilmiş girdi veya çıktılarla ilgili sınır belirlemek zorunda kalınmaz; standart CCR modeliyle problem çözülmüş olur.

Cone ratio yaklaşımında sınırların ne olacağı, başka bir deyişle, verilerin nasıl dönüştürüleceği konusunda ya deneyimlerden (uzmanlık bilgisinden) yararlanılır ya da önce CCR modeliyle hesaplama yapılarak etkin birimler belirlenir. Daha sonra bu birimlerden model oluşturabilecek KVB’ler belirlenerek bunların girdi/çıkıtı bileşimleri esas alınır. Her iki yaklaşımı birlikte kullanmak da mümkündür.

Cone ratio yaklaşımı AR’nin daha genel bir halidir. AR, cone ratio’nun bir türüdür¹⁷².

2.6.4. Çapraz Etkinlik

Girdi ve çıktı ağırlıklarının yöneticiler tarafından belirlenmesi objektif bulunmamış ve eleştirilmiştir. Diğer taraftan belirli girdi veya çıktılardan, hak ettiği kadar yüksek ağırlıkla hesaplamalarda yer alması da gerçekçi bulunmamıştır. Bunun yerine n adet birimin etkinliği hesaplanıyor ise, her defasında bir birimin, diğer bütün birimlerin ağırlıklarına göre (n birim varsa n-1 adet) etkinliği hesaplanıp, bu etkinliklerin ortalaması alınarak çapraz etkinlik hesaplanmıştır. Çapraz etkinlikle girdi veya çıktılardan gerçekçi olmayan ağırlık almalarının önüne geçilmiş olur ve etkin birimlerle etkin olmayanlar sıralanabilmiş olur.

¹⁷² Thanassoulis ve Diğerleri, Incorporating Value Judgments in Dea, s.119.

2.7. VERİLERDEN KAYNAKLANAN DURUMLAR

2.7.1. Karar Birimlerinin Sınıflandırılması

VZA'da girdi ve çıktıların, sürekli, homojen ve karşılaştırılabilir olduğu varsayılmıştır. Gerçek hayat her zaman böyle değildir. Kontrol dışı girdi ve çıktıların yanında, yönetimin kontrolünde olmayan ve işletmenin yapısından kaynaklanan başka durumlar da olabilir. Sözgelimi banka şubeleri karşılaştırılırken şubelerin kurumsal, ticari, bireysel, tarımsal vs olarak sınıflandırılmış olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Aynı biçimde düşük, orta, yüksek rekabet ortamı gibi sınıflamalar yapılabilir. Birimlerin faaliyet gösterdikleri rekabet ortamı da farklılık gösterebilir.

KVB'ler, taşıdıkları özelliklere göre kategorilere ayrılmak suretiyle incelenebilir. Benzer özellik taşıyan ve diğerlerinden farklı olan birimler ayrı kategorilerde değerlendirilmelidir. Kategoriler çok farklı özellikler gösteriyor ve karşılaştırılamıyorsa, her birimi kendi kategorisindeki etkin sınırla karşılaştırılmalıdır.

2.7.2. Kontrol Dışı Girdi ve Çıktılar

Şimdiye kadarki bütün modellerde girdi ve çıktıların karar verici birimin inisiyatifinde olduğu (discretionary) ve istenmesi durumunda değiştirilebileceği varsayılmıştır. VZA, KVB'nin etkin olması için girdi ve çıktıların hangi seviyelere getirilmesi gerektiği konusunda öneride bulunur. Girdi ve çıktılarla ilgili inisiyatif kendilerinde olunca, etkinliği artıracak gelişimi sağlayamayan birimler başarısız olarak değerlendirilmiştir. Oysa yönetimin kontrolünde olmayan (non-discretionary) ve dışsal nedenlerden dolayı sabit olan girdi ve çıktılar bulunabilir. Hava durumu, toprak özellikleri, rakip sayısı, işsizlik oranı gibi özellikler araştırmanın özelliğine göre KVB'nin inisiyatifinde olmayabilir¹⁷³.

KVB'nin kontrolü dışındaki girdi veya çıktıların farklı biçimde ele alınması gerekir. Etkinliğin sağlanması için kontrol dışı verilerde sağlanması gereken gelişmenin önemi kalmamaktadır, çünkü yönetimin bunlarla ilgili yapacağı herhangi bir şey bulunmamaktadır. Bu

¹⁷³ Cooper ve Diğerleri , Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and Dea-Solver Software, s.63.

durum kontrol dışı değişkenlerin modelden çıkarılması gerektiği anlamına gelmez. Etkinlikle ilgili hesaplamalarda kontrol dışı değişkenler de dikkate alınmaktadır.

Değişkenler “kontrol edilebilir” ve “kontrol dışı” olarak sınıflandırılmak suretiyle VZA modelinin oluşturulması gerekmektedir. Kontrol dışı değişkenlere göre değiştirilmiş CCR modeli aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\begin{aligned}
 \text{Amaç} \quad & \min \theta - \varepsilon \left(\sum_{i \in D} s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) & 2.26 \\
 \text{Kısıtlar} \quad & \theta \cdot x_{io} = \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} + s_i^- \quad (i \in D) \\
 & x_{io} = \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} + s_i^- \quad (i \in ND) \\
 & y_{ro} = \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} - s_r^+ \quad (r = 1, \dots, s)
 \end{aligned}$$

θ hariç bütün değişkenler sifıra eşit veya büyüktür. $i \in D$ “kontrol edilebilir (discretionary)”, ve $i \in ND$ “kontrol dışı (non-discretionary)” girdi kümesini tanımlamaktadır.

Yukarıdaki problemin duali:

$$\begin{aligned}
 \text{Amaç} \quad & \max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - \sum_{i \in ND} v_i x_{io} & 2.27 \\
 \text{Kısıtlar} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i \in ND} v_i x_{ij} - \sum_{i \in D} v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j = 1, \dots, n) \\
 & \sum_{i \in D} v_i x_{io} = 1 \\
 & v_i \geq \varepsilon, i \in D \\
 & v_i \geq 0, i \in ND \\
 & u_r \geq \varepsilon \quad (r = 1, \dots, s)
 \end{aligned}$$

Bazı durumlarda girdi veya çıktılar belirli limitler dahilinde kontrol edilebilir. Sözelimi bir stadın alabileceği seyirci sayısı belirlidir. Seyirci sayısı stadın kapasitesi dahilinde kontrol edilebilir bir değişkendir.

2.8. ETKİNLİĞİN ZAMAN İÇERİSİNDEKİ DURUMU

Şimdiye kadar olan bölümlerde KVB'lerin yalnızca gözlemlenen dönemdeki performansları incelenmiştir. Başka bir deyişle, karar birimlerinin o andaki resminden hareketle modeller oluşturulmuştur. Oysa birimlerin etkinliğinin zaman içerisinde nasıl bir gelişme gösterdiği de önemlidir. Farklı dönemlere ait veri bulunması durumunda bunu gözleme olanağı doğmaktadır.

Etkinliğin zaman içerisinde gösterdiği gelişmeyi inceleyen iki yöntem öne çıkmıştır: Window Analizi ve Malmquist productivity index.

2.8.1. Window Analizi

Window analizi hareketli ortalama mantığıyla aynı biçimde çalışmaktadır. KVB'lerin farklı dönemlerdeki değerleri, ayrı birer KVB gibi ele alınır. KVB'nin bir dönemdeki performansı hem kendisinin diğer dönemlerdeki performansı ile hem de diğer KVB'lerle karşılaştırılır¹⁷⁴. VZA modellerinde kesitsel (cross sectional) veri kullanılırken, Window analizinde panel veri kullanılmaktadır.

Window analizi özellikle KVB sayısı az olduğunda önem kazanmaktadır. Farklı dönemlerdeki veriler ayrı birer KVB gibi ele alındığından KVB sayısı çoğaltılarak VZA'nın ayırt etme gücü artırılmaktadır.

Window analizine Aggarwall'in 1996 yılında yaptığı çalışma örnek verilebilir. Analizde 6 en büyük Kanada bankasının 14 yıllık (1981-1994) (k=14) verileri kullanılmıştır. Teknolojideki, mevzuattaki, yönetimdeki, bankaların yapılarındaki değişikliklerden dolayı, bankaların

¹⁷⁴ Cooper ve Diğerleri, Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations, s.25.

etkinliğinde önemli değişimler meydana gelmiş olabilir. Bu nedenle, etkinlik analizi için 14 yıl çok uzun bir süredir. Bunun yerine 14 yıllık dönemin küçük dilimlere ayrılması başka bir deyişle, Window analizi daha uygun bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

Window analizinde öncelikle pencere büyüklüğünün seçilmesi gerekir. Çalışmada 6 banka için ($n=6$) en uygun pencere büyüklüğünün 5 yıl olacağı düşünülmüş, 5 yıllık dilimlerle etkinlik analizi yapılmıştır ($p=5$).

Analizde önce ilk 5 yıl için 30 ($p \cdot n = 5 \cdot 6$) KVB için ölçüm yapılmaktadır. Daha sonra ilk yıl çıkarılıp 6. yıl eklenerek yeniden etkinlik ölçümü yapılmaktadır. Bu şekilde devam edilerek 14 yıl tamamlandığında toplam 10 ($w = k - p + 1 = 14 - 5 + 1 = 10$) kez hesaplama yapılmış olur.

KVB sayısı	n	6
Dönem sayısı	k	14
Pencere büyüklüğü ($p < k$)	p	5
Her penceredeki KVB sayısı	n.p	6.5=30
Pencere sayısı (analiz sayısı)	$w = k - p + 1$	14-5+1=10
Farklı KVB sayısı	n.p.w	300

Tablo 2.2.'de 6 bankadan biri için oluşturulmuş Window analizi örneği gösterilmektedir. Aynı analiz diğer 5 banka için de oluşturulabilir¹⁷⁵:

¹⁷⁵ Paradi ve Diğerleri, s.373.

Tablo 2.2. VZA'da Bir Window Analizi Örneği
(5 Yıllık Pencere İle Bir Bankanın Teknik Etkinlik Sonuçları)

Pencere	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1981-85	0.638	0.603	0.898	0.918	1									
1982-86		0.553	0.830	0.848	0.931	1								
1983-87			0.702	0.715	0.777	0.829	1							
1984-88				0.715	0.777	0.829	1	0.951						
1985-89					0.777	0.829	1	0.951	0.771					
1986-90						0.829	1	0.951	0.771	0.779				
1987-91							1	0.951	0.771	0.779	0.894			
1988-92								0.773	0.606	0.607	0.706	1		
1989-93									0.526	0.521	0.610	0.870	0.988	
1990-94										0.493	0.579	0.829	0.928	0.993
Ortalama	0.638	0.578	0.810	0.799	0.852	0.863	1	0.915	0.689	0.636	0.697	0.900	0.958	0.993

Kaynak: Joseph C. Paradi, Sandra Vela ve Zijiang Yang, "Assesing Bank and Bank Branch Performance", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu (Ed.), Handbook on Data Envelopment Analysis içinde (349-400), USA: Kluwer Academic Publishers, 2004.

Window analizinin satır ve sütunları farklı bilgiler sunmaktadır. Satırlara bakıldığında etkinliğin zaman içerisinde değişimi, sütunlara bakıldığında bir birimin ortalama etkinliği ve aynı dönemde diğerleriyle karşılaştırılması görülebilir.

Pencere genişliğinin ne kadar olacağı deneme yanılmayla bulunmaktadır. Window analizinde farklı dönemlerin aynı özellikleri taşıdığı varsayılmıştır ve teknolojik gelişmeler dikkate alınmamıştır. Kullanılan KVB ve veri sayısına bağlı olmakla birlikte, pencere genişliği dar tutulduğunda, analizdeki KVB sayısı düşük kalabilir ve modelin ayırt etme gücü azalabilir. Pencere geniş tutulduğunda o dönemde önemli değişimler meydana gelmiş olabileceğinden yanlış sonuçlar alınabilir.

2.8.2. Malmquist Endeksi

Malmquist endeksi kavramı ilk kez S. Malmquist tarafından 1953 yılında ortaya atılmıştır. Malmquist endeksi, birden fazla girdisi ve çıktısı olan bir karar biriminin toplam faktör verimliliğini (total factor productivity) hesaplamakta kullanılmıştır.

Toplam faktör verimliliği çoğunlukla bir ülkenin iki farklı zamandaki verimliliğini ölçmekte veya iki ülkenin verimliliğini karşılaştırmakta kullanılmaktadır. Malmquist endeksi basit iki sorunun cevabını aramaktadır: A ülkesi kendi girdileri ile B ülkesinin teknolojisini kullansaydı ne kadar çıktı üretti? Daha sonra, B ülkesi kendi girdileri ile A ülkesinin teknolojisini kullansaydı ne kadar çıktı üretti? Malmquist endeksi iki cevabın geometrik ortalamasıdır¹⁷⁶. Çıkan sonuca göre bir ülkenin diğerine göre ne kadar verimli olduğu hesaplanmaktadır.

Malmquist endeksi 80'li yıllardan sonra parametrik olmayan sınır etkinliği çalışmalarında kullanılıp geliştirilmiştir. Bir birimin (ülke, sektör, şirket vs) etkinlik seviyesindeki değişim ya etkin sınırın değişmesinden ya da teknolojik olanakları daha iyi kullanmasından kaynaklanmaktadır.

1989 yılında Färe ve Diğerleri verimlilik değişimini ölçmek için Malmquist endeksini kullandı. Verimlilikteki değişimin, endüstrinin genel seviyesindeki verimlilik değişiminden ve firmanın kendi etkinliğinden kaynaklanabileceği ileri sürüldü ve iki kaynağı da ölçmek üzere endeks ayrıştırıldı¹⁷⁷.

Belirli girdi seviyesinde, iki dönem arasındaki maksimum çıktı, çıktı odaklı verimlilik endeksini; belirli çıktı için minimum girdi gereksinimi, girdi odaklı verimlilik endeksini oluşturmaktadır.

¹⁷⁶ Charles R. Hulten, "Total Factor Productivity: A Short Biography", **NBER Working Paper Series** 7471, January 2000, s.26.

¹⁷⁷ Emmanuel Thanassoulis, **Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis**, A Foundation Text With Integrated Software, USA: Kluwer Academic Publishers, 2001, s.176.

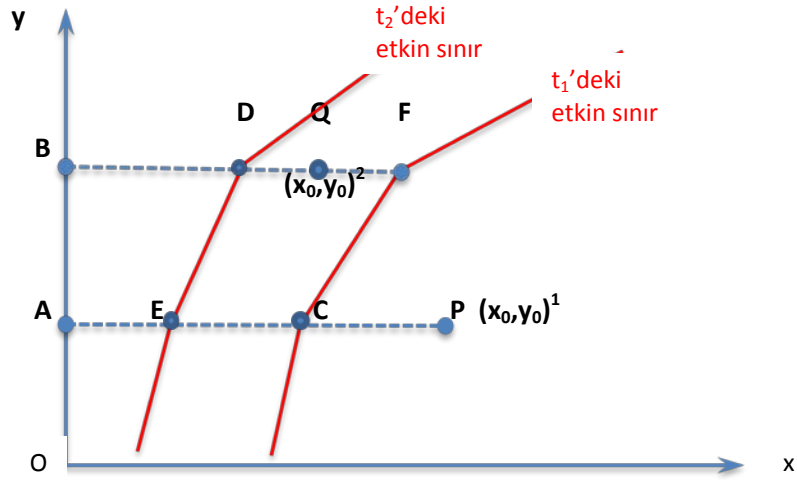
Endeks yardımıyla iki zaman dilimi arasında,

- Etkinlikteki olumlu veya olumsuz gelişme
- Sınır teknolojisindeki olumlu veya olumsuz gelişme hesaplanır.

Bu yöntemde, bir KVB'nin verimliliğindeki toplam değişmeyi görmek için sınırdaki göreceli değişimle birlikte KVB'lerin sınıra olan uzaklıkları kullanılmaktadır¹⁷⁸.

Verimlilikteki değişme iki bileşenin, "yakalama" ve "sınır kayması" çarpımına eşittir. Yakalama, etkinlikteki iyileşmeyi ve kötüleşmeyi, sınır kayması, karar birimini saran etkin sınırdaki (yenilik, teknolojik gelişme vs) değişmeyi ifade etmektedir¹⁷⁹.

Yakalama Etkisi



Grafik 2.15. Malmquist Endekste Yakalama Etkisi.

Kaynak: Tone, Kaoru, "Malmquist Productivity Index, Efficiency Change Over Time", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu (Ed.), Handbook on Data Envelopment Analysis içinde (203-228), USA: Kluwer Academic Publishers, 2004.

¹⁷⁸ Paradi ve Diğerleri, s.375.

¹⁷⁹ Kaoru Tone, "Malmquist Productivity Index, Efficiency Change Over Time", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu (Ed.), **Handbook on Data Envelopment Analysis** içinde (203-228), USA: Kluwer Academic Publishers, 2004, s.204.

Yakalama etkisi, etkin sınıra olan uzaklığa göre belirlenir ve aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\text{Yakalama} = \frac{\text{2. dönemdeki sınıra göre } (x_0, y_0)^2 \text{nin etkinliği}}{\text{1. dönemdeki sınıra göre } (x_0, y_0)^1 \text{nin etkinliği}}$$

Girdi odaklı yaklaşımda yakalama etkisi:

$$\text{Yakalama} = \frac{\frac{BD}{BQ}}{\frac{AC}{AP}} \quad 2.28$$

“Yakalama>1” ise iki zaman dilimi arasında göreceli etkinlikte iyileşme, “Yakalama=1” ise değişmeme, “Yakalama<1” ise kötüleşme oluyor demektir.

Sınır Kayması Etkisi

Yukarıdaki şekilde $(x_0, y_0)^1$ nin referans noktası C , ikinci dönemde sınır üzerindeki E noktasına kaymıştır. $(x_0, y_0)^1$ noktasında sınır kayması etkisi:

$$\phi_1 = \frac{AC}{AE}$$

$$\phi_1 = \frac{\frac{AC}{AP}}{\frac{AE}{AP}} = \frac{\text{1. dönemdeki sınıra göre } (x_0, y_0)^1 \text{nin etkinliği}}{\text{2. dönemdeki sınıra göre } (x_0, y_0)^1 \text{nin etkinliği}}$$

$(x_0, y_0)^2$ noktasında sınır kayması etkisi:

$$\phi_2 = \frac{\frac{BF}{BQ}}{\frac{BD}{BQ}} = \frac{\text{1. dönemdeki sınıra göre } (x_0, y_0)^2 \text{nin etkinliği}}{\text{2. dönemdeki sınıra göre } (x_0, y_0)^2 \text{nin etkinliği}}$$

Sınır kayması etkisi, ϕ_1 ve ϕ_2 'nin geometrik ortalamasıdır:

$$\text{Sınır Kayması} = \phi = \sqrt{\phi_1 \cdot \phi_2} \quad 2.29$$

sınır kayması > 1 olması iki zaman dilimi arasında teknolojide gelişme olduğunu göstermektedir. *Sınır kayması* $= 1$ olması sınır teknolojisinde değişme olmadığı, *sınır kayması* < 1 ise teknolojide kötüleşme olduğu anlamına gelmektedir.

Malmquist Endeks

Malmquist endeks yakalama ve sınır kayması etkisinin çarpımına eşittir:

$$\text{MI} = \text{Yakalama} \times \text{Sınır Kayması}$$

$$\text{MI} = \frac{\text{AP}}{\text{BQ}} \sqrt{\frac{\text{BF}}{\text{AC}} \cdot \frac{\text{BD}}{\text{AE}}} \quad 2.30$$

Birinci terim etkinlikteki göreceli değişmeyi, ikinci terim etkinliğin hesaplanmasında esas alınan etkin sınırdaki göreceli değişmeyi göstermektedir.

Bir sonraki bölümde uygulama aşamaları, model oluşturulurken ve sonuçlar yorumlanırken dikkate alınması gereken hususlar ele alınacaktır. Ayrıca literatürdeki şube performans ölçümü ile ilgili çalışmalar incelenip yapılacak uygulamaya hangi açılardan ışık tutabileceği değerlendirilecektir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

VZA'NIN UYGULANMASI ve ŞUBE PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ

3.1. UYGULAMA AŞAMALARI

Öncelikle VZA ile performansı hesaplanacak ve operasyonel etkinliği geliştirilecek karar birimleri belirlenmelidir. Sonuçların karşılaştırılabilir olması için karar birimlerinin aynı hizmeti üreten, mümkün olduğunca homojen birimler olmasına dikkat edilmelidir¹⁸⁰.

Bir sonraki adımda hesaplamada kullanılacak girdi ve çıktılar belirlenir. Veriler belirlenirken birimlerin işlev ve amaçları göz önünde bulundurularak tespit yapılmalıdır. Çıktılar, hedef ve amaçları gerçekleştirmek için işletmenin yerine getirmek durumunda olduğu hizmet ve diğer aktivitelerdir. Girdiler ise belirlenen çıktıların elde edilmesi için kullanılan kaynakları ifade etmektedir.

Girdi ve çıktıların belirlenmesi analizdeki en önemli aşamalardan biridir. Verilerin neler olduğu belirlenirken yöneticilerin görüşleri alınmalı, herhangi bir unsurun gözardı edilmemesine özen gösterilmelidir. Verilerden birinin gözardı edilmesi, modelin yanlış çalışmasına neden olabilir. Yöneticilerin görüşlerine başvurulması, onların çalışmayı desteklemesi ve sonuçları sahiplenmesini de beraberinde getirecektir.

Belirlenen çıktı ve girdiler birbiriyle ilişkili olmalıdır. Etkin birim girdilerdeki artış veya azalışa, çıktılarda artış veya azalış olarak tepki vermelidir¹⁸¹.

Girdi ve çıktı sayısı arttıkça, VZA'nın gücü belirli oranda azalmaktadır. Aynı biçimde karar birimi sayısı azaldıkça, VZA'nın etkinsizliği hesaplama gücü azalmaktadır.

Ölçümler uygun bir zaman dilimini (bir yıl, üç ay vs) yansıtmalıdır. Ölçülemeyecek girdi ve çıktılar modelden çıkarılmalıdır.

Üçüncü adım olarak model çalıştırılır ve operasyonel etkinsizliklerin belirlenip giderilmesi için sonuçlar irdelenir. Ortaya çıkan sonuçlara göre bazen modeli değiştirmek

¹⁸⁰ Sherman ve Zhu, s.110.

¹⁸¹ Sherman ve Zhu, s.111-112.

gerekebilir. VZA ile elde edilen sonuçlar çoğunlukla, oran analizi gibi yaygın olarak kullanılan modellerin işaret ettiğinden daha farklı noktaları ortaya çıkaracaktır. Etkin olmadığı ifade edilen birim ve etkinsizlik miktarının makul olup olmadığı, önceki görüşler doğrultusunda olup olmadığı ve verilerin temsil gücünün olup olmadığı değerlendirilmelidir.

Son adım olarak etkin olmayan birimler üzerine yoğunlaşılır. Bunların etkin olmama nedenleri etkinsizliğin ortadan kaldırılıp kaldırılamayacağı araştırılır. Verimsiz birimler için hedef belirlenir, sistemden ve yönetimden kaynaklanan olumsuzluklar giderilerek varsa etkinsizliği ortadan kaldırmanın yolları aranır.

Etkin olmayan birimlerin yanı sıra etkin birimler de ayrıca değerlendirilebilir, kaç kez referans oluşturdukları tespit edilebilir ve süper etkinlik modellerinde bahsedildiği gibi sıralanabilir.

Avkiran (1999), VZA yöntemini uygulamak isteyenlere Tablo 3.1.'deki "yapılacaklar" listesini (checklist) önermiştir¹⁸²:

Tablo 3.1. VZA'yı Uygularken Yapılacaklar Listesi

-
- İncelenecek KVB'ler hangileridir (banka, banka şubesi vs)?
 - Bunlardan kaç homojenidir?
 - KVB'leri başarılı sayacak göstergeler nelerdir (çıktılar)?
 - Bu göstergelere ulaşmayı sağlayacak kaynaklar nelerdir (girdiler)?
 - Bu girdilerden kaç yönetim tarafından kontrol edilebilmektedir?
 - İşletmenizde girdi/çıktılar düzenli ve tutarlı bir biçimde takip edilmekte midir?
 - Hesaplamak istediğiniz birimlerin verimliliğinin özel bir durumu var mıdır?
 - VZA ile hangi birimlerin etkin olmadığı rapor edilmiştir?
 - Etkin olmadığı rapor edilen birimler, zaman içerisinde, tutarlı olarak etkinsiz midir?
 - Etkin olmayan birimler diğer yöntemler uygulandığında etkin mi sayılmaktadır?
Neden?
 - Çalışmadaki global lider, başka bir deyişle en etkin birim hangisidir?

¹⁸² Avkiran, An Application Reference for Data Envelopment Analysis in Branch Banking: Helping the Novice Researcher, s.214.

<http://www.uq.edu.au/financesite/DEAapplicationchecklist.htm>

- Etkin olmayan her birim için hangi birimler referans teşkil etmektedir?
- Etkin olmayan birimlerin gelişme potansiyeli ne kadardır?
- Etkin olan ve olmayan birimlerin çalışmaları nasıl karşılaştırılabilir?

Kaynak: Avkiran, Necmi K., An Application Reference for Data Envelopment Analysis in Branch Banking: Helping the Novice Researcher.

3.2. MODEL OLUŞTURULURKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER

Performans analizinde, VZA modelini oluştururken iki önemli noktayı göz önünde bulundurmak gerekir: Girdi/çıktıları oluşturacak verilerin seçilmesi ve uygulanacak VZA modelinin belirlenmesi¹⁸³. Bu iki hususta verilecek kararlara göre modelin ana yapısının kurulması sürecinde, amaca bağlı olarak verilerin belirlenmesi, incelenecek karar birimlerinin tespit edilmesi, içerisinde faaliyet gösterilen ortamın değerlendirilmesi, girdi-çıkıtı mekanizmasının iyi tahlil edilmesi ve alınan sonuçlar ışığında modelin yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Destekleyici noktalarda verilecek kararlar, kurulan ana yapının daha sağlam işlemlerini sağlayacaktır.

3.2.1. Amacın Belirlenmesi

Çalışmayı yürüten analistin veya yöneticinin öncelikle çalışmanın amacını belirlemesi gerekir. Banka yönetiminin gereksinim duyduğu belirli bilgilerin ve performansı artıracak unsurların ortaya konması gerekir. Etkinlik analizinden önce şubenin iş tanımı yapılmalıdır.

Karmaşık ve birbirinden bağımsız pek çok ürün sunulduğundan, yapılan bazı işlemlerin doğrudan parasal karşılığı olmadığından, hizmetlerin sunumunu ve fiyatını etkileyen düzenlemeler bulunduğundan, bir şubenin etkinliğinin ölçülmesi kolay değildir. Bu nedenle şube etkinliğini ölçen tek ve doğru bir çözüm bulunmamaktadır.

Başarıyla yürütülüp sonuçlandırılması için yönetimin başlangıçtan itibaren çalışmanın içerisinde yer alması, oluşturulan modeli ve modelde kullanılacak verileri bütün unsurlarıyla anlaması ve sonuçları “adil” olarak değerlendirmesi gerekir.

¹⁸³ Göz önünde bulundurulması gereken hususlar için bkz. Paradi ve Diğerleri, ss.358-362.

3.2.2. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi

Şube performansının ölçülmesinde kullanılacak girdi ve çıktıların neler olduğu konusunda tam bir görüş birliği bulunmamaktadır. Girdi ve çıktılar şubeye yüklediğimiz anlama (üretim, aracılık, kar vs) göre de değişmektedir.

Modeli oluştururken maksimize veya minimize edilmemesi gereken bazı girdi ve çıktılar tereddüt oluşturabilmektedir. Sözelimi “takipteki krediler” aslında bir çıktıdır, ancak diğer çıktılarda olduğu gibi maksimize edilmesi düşünülemez. Literatürde bunun için iki yaklaşım bulunmaktadır: Takipteki krediler ya negatif işaretle çıktı olarak ya da minimize edilmesi gereken bir girdi olarak ele alınmaktadır.

Mevduatla ilgili de çelişkiler söz konusu olabilir. Yüksek mevduat daha fazla etkinlik anlamına gelebilir. Ancak diğer taraftan düşük mevduat, krediler/mevduat oranını yükselteceğinden, olumlu bir unsur olarak da ele alınabilir. Hangi yolun kullanılacağı analistin amacına göre değişmektedir.

Girdi ve çıktılarından hangilerinin yönetimin inisiyatifinde olduğu ve kontrol edilip edilemediği değerlendirilmelidir.

3.2.3. Karar Birimi ve Veri Sayısı İlişkisi

Diğer yöntemlerde olduğu gibi, VZA’da da karar birimleri arasındaki farkı ortaya koyabilecek ve etkin olan ile olmayan birimleri ayırabilecek oranda gözlem olması gerekir. Karar birimi sayısının az olması durumunda Window analizi kullanılabilir.

Karar birimleri ve girdi/çıktı sayısı belirlenirken KVB sayısı mümkün olduğunca yüksek tutulmalıdır. Çünkü sayı artıkça, daha az birimin söz konusu olması durumunda etkin sınır üzerinde yer alacak bazı birimler, sayının çok olması durumunda artık etkin sınırdan yer almaz. Daha az oranda şube etkin sayılır ve modelin ayırt etme gücü artar. Etkin birim sayısının bütün birimlere oranı azalır. Ancak bu kez veri setinin homojenliği azalabilir, başka bir deyişle, analizle

ilgili olmayan ya da yönetici tarafından kontrol edilemeyen bir veri, sonucu etkileyebilir. Veri seti arttıkça homojenliği azaltacak verilerin ayıklanması gerekebilir¹⁸⁴.

Genel kural olarak karar birimi sayısının kullanılan girdi ve çıktı toplamının 2-3 katı olması gerekir. Sözelimi 3 girdi, 5 çıktı bulunuyorsa, karar birimi sayısının en az 16-24 arasında olması gerekir

Bazı çalışmalarda etkin birimlerin etkin olmayan birimlerden sağlıklı bir biçimde ayırt edilebilmesi için KVB sayısının, girdi ve çıktı sayılarının çarpımından büyük olması gerektiği ifade edilmektedir¹⁸⁵.

Modelin ayırt ediciliğinin mümkün olduğunca artırılması açısından, her iki kuralın da yerine getirilmesinde yarar bulunmaktadır.

3.2.4. Verilerin Azaltılması

Birbiriyle ilişkisi olmasa dahi farklı veriler arasındaki korelasyon yüksek olabilir. Veri sayısının fazlalığı modelin açıklayıcılığını azaltacağından, korelasyonu yüksek verilerden yalnızca biri kullanılabilir. Hangi verinin kullanılıp hangisinin çıkarılacağını görmek için bütün girdi ve çıktılar için korelasyon analizi yapılmalıdır.

Veri azaltılması konusunda görüş birliği yoktur. Bazı araştırmacılar birbiriyle korelasyonu yüksek iki veriden birinin çıkarılması durumunda, modelden çıkarılan verinin de sonuçlar üzerinde etkili olabileceğini ve aslında çıkarılmaması gerektiğini öne sürmektedir. Bir girdi ve bir çıktıyla modele başlayarak her seferinde bir verinin modele dahil edilmesi ve sonuçlar üzerinde etkinin gözlenmesi başka bir yaklaşımdır. Bazı yaklaşımlarda ise, her seferinde bir verinin modele eklenip çıkarılması ve sonuçlar üzerinde etkili değilse modelden çıkarılmasını önerilmektedir. Wagner ve Shimshak (2007) ise her seferinde bir veri eklenerek

¹⁸⁴ Joe Sarkis, "Preparing Your Data for DEA", Joe Zhu ve Wade D. Cook (Ed.), **Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis** içinde, USA:Springer, 2007, s.306.

¹⁸⁵ Avkiran, An Application Reference for Data Envelopment Analysis in Branch Banking: Helping the Novice Researcher, s.207.

verilerin artırılması veya verilerin tamamından başlanarak her seferinde bir veri çıkarılmasını ve etkinlik sonucunun etkilenmesine göre karar verilmesine dayalı bir öneri getirmiştir¹⁸⁶.

Ölçüm birimleri birbirinin aynı olmamasına rağmen, farklı veriler aslında aynı değişkeni temsil edebilir. Sözelimi bir şubenin personel giderleri ile personel sayısı aynı değişkeni ifade etmektedir, dolayısıyla iki veriden birini kullanmak gerekir. Çoğunlukla çalışmanın amacına göre değişmekle birlikte, ücret skalası genişse personel sayısı kullanılmaktadır.

3.2.5. Aykırı Gözlemler

Bazı veriler yanlış, eksik ya da bazı karar birimleri değerlerinin çok dışında olabilir. Sonuçların anlamlı olması için “sürüden ayrılan” bu birimlerin ele alınması gerekir. Bunun için öncelikle diğerlerine göre çok iyi veya çok kötü birimler yeniden kontrol edilmelidir. Banka şubeleri sürekli gözetim altında olduklarından, aşırı biçimde etkinsizliğin de şüphe yaratması gerekir. Gerçek hayattaki etkinlik %80'in üzerinde olmalıdır.

“Sürüden ayrılma” şubenin durumundan da kaynaklanabilir. Sözelimi “kurumsal” olarak yapılandırılan ve belirli bir cironun üzerindeki müşteri işlemlerini yerine getiren bir şubenin ticari kredilerinin diğerlerinden daha yüksek olması olağan karşılanmalıdır.

3.2.6. Birimlerin Büyüklüğü

İlk bakışta banka veya şube büyüklüğünün, operasyonel açıdan önemli olduğu düşünülebilir. Büyüklük farklarını ortaya koymak açısından bankalar daha çok BCC, şubeler ise CCR yapısına uyma eğilimi gösterir. Pek çok banka yaptıkları işe bağlı olarak önce şube segmentasyonuna gitmekte, daha sonra her grubu kendi içinde değerlendirmektedir. Şube sayısı fazla olan büyük bankalarda, bu segmentasyon VZA çalışmasında da kullanılmaktadır.

¹⁸⁶ Janet M Wagner ve Daniel G. Shimshaka, “Stepwise Selection of Variables in Data Envelopment Analysis: Procedures and Managerial Perspectives”, **European Journal of Operational Research**, Vol:180, No:1, 1 July 2007, ss. 57-67.

Ayrıca bkz. Sarkis, Joe, “Preparing Your Data for DEA”. Joe Zhu ve Wade D. Cook (Ed.). Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis içinde. USA:Springer, 2007, ss.305-320.

3.2.7. Etkin Birimlerin Fazlalığı

Banka şubeleri, genel müdürlükleri ve düzenleyici kurumlar tarafından belirlenen kuralları uygulayan, iyi yönetilen ve denetlenen birimlerdir. Bu nedenle pek çok VZA çalışmasında önemli oranda şube (genellikle %25-50) etkin sınır üzerinde yer alır. Sınırdaki birimler kendilerini “en iyi” göreceğinden, şube performansının geliştirilmesini gözetten üst yönetim açısından bu durum handikap yaratabilir. Sowlati ve Paradi ampirik sınırın ötesinde, ampirik sınırı kapsayan ve hedefleri dikkate alan yeni bir “pratik sınır” kavramını geliştirmiştir¹⁸⁷.

3.2.8. Çevresel Faktörler

VZA sonuçlarını değerlendirirken, ölçümlerde yer almayan ancak şubenin çalışmasını etkileyen ekonomik ve coğrafik her türlü çevresel faktörün göz önünde bulundurulması gerekir.

Bazı şubeler buldukları bölgede tek olmasına ve tüm potansiyelden tek başına yararlanmasına rağmen, diğerleri çok rekabetçi bir ortamda aynı bölgedeki diğer banka şubeleriyle rekabet etmek durumunda olabilir. Bu etkiyi dikkate almak üzere Vance (2000) tarafından, aynı bölgede rekabet eden diğer banka şubelerini göz önünde bulunduran “rekabet endeksi” geliştirilmiştir.

3.2.9. Hizmet Kalitesi

Hizmet kalitesi önemli ancak modele dahil etmesi zor bir kavramdır. Soru ve anketlerle müşteri ve çalışan tatminini değerlendirilip modelde kullanılmaya çalışan analizler bulunmaktadır.

Banka ve hastane gibi hizmet sunan kurumlarda hizmet kalitesi daha da önem kazanmaktadır.

¹⁸⁷ Taraneh Sowlati ve Joseph C. Paradi, “Establishing The “Practical Frontier” in Data Envelopment Analysis”, Omega, Vol:32, 2004, ss.261-272.

3.2.10. Sonuçların Güvenilirliği

Pek çok yönetici için VZA “kara bir kutudur”. Yöneticiler sonuçları doğrulamadan yapılan önerilere inanmamakta ve kullanmaya yanaşmamaktadır. Kolay olmamakla birlikte, sonuçların doğrulanması önemli bir husustur. Sonuçları doğrulamanın bir yolu, onları bankanın kendi performans sistemiyle karşılaştırmaktır. Diğer bir yöntem ise güvenilirliği sağlayacak istatistiki araçlar kullanmaktır.

3.3. SONUÇLAR YORUMLANIRKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER

VZA kullanılarak, daha önce diğer yöntemlerle değerlendirilmiş pek çok firma ve işlem yeniden ele alınmış, karlı olarak görülen firmalarda çok sayıda etkin olmayan nokta ortaya çıkarılmıştır. Eski yöntemlerin sigorta şirketleri gibi bazı kurumların etkinliğini ve potansiyelini ölçmede yetersiz kaldığı görülmüştür. Banka birleşmelerinden önceki ve sonraki etkinlik değerlendirmeleri, diğer yöntemler yerine VZA ile yapılmaya başlanmıştır.

Yaygın olarak kullanılan diğer yöntemlerle tespit edilemediğinden, hizmet sunan işletmelerde, VZA yönteminin sunduğu aşağıdaki bilgiler büyük önem taşımaktadır.

- VZA, kullanılan tüm kaynakları ve elde edilen sonuçları karşılaştırır; etkin birimleri ve etkinliği geliştirilebilecek birimleri ortaya çıkarır. Bunun için elde edilen sonuçların bileşimi ve miktarı ile kullanılan kaynaklar göz önünde bulundurularak her birim diğer tüm birimlerle karşılaştırılır. Kısacası VZA çok güçlü bir kıyaslama aracıdır.
- VZA her birimi, gözlemlenen en etkin birimle karşılaştırarak hangi maliyetten ne kadar tasarruf yapılabileceğini hesaplar.
- VZA etkin olmayan bir birimin, ek bir kaynak kullanmadan sunabileceği ek hizmet miktarını tahmin eder.
- Etkin olan birimlerin sistemleri ve yönetim anlayışları hakkında bilgi edinilir. İyi yönetilen birimlerin deneyimleri, göreceli olarak daha az etkin birimlere aktarılır. Etkin olmayan birimlerin işletme maliyetlerinde, üretkenliklerinde ve karlılıklarında iyileşme sağlanır.

Modelden yararlanmak için yöneticilerin formülasyonlara hakim olması gerekmez. Birkaç noktanın göz önünde bulundurulması uygulamadan çok daha fazla yararlanılmasını sağlayacaktır¹⁸⁸.

- VZA bir birimi mümkün olduğunca etkin göstermeye çalışır. VZA modellerindeki maksimizasyon fonksiyonu ile birimin etkinlik değeri maksimize edilir. Bu durum etkinsizliğin, gerçekte olandan daha düşük hesaplanabilmesi anlamına gelir. Bundan dolayı yöneticiler yöntemi güvenle kullanabilirler. Uygun girdi ve çıktı kullanılarak uygulanan VZA sonucu, performansı gerçekten artıracak yollar önerilebilir. Teknik olarak gerçekleştirilebilecek iyileşme, en azından VZA'nın işaret ettiği kadar olacaktır. VZA'nın dikkatli yaklaşımı nedeniyle, bazen birimlerin tamamına yakınının %100 etkin sayılması işletme etkinliğini artırmanın yollarını arayan yöneticileri hayal kırıklığına uğratabilir. Ancak bu aynı zamanda VZA'nın işaret ettiği etkinsizliğin gerçek, doğru ve diğer yöntemlerle fark edilemediği anlamına gelir.
- Girdi ve çıktı ağırlıkları, karar verici birimlerin etkinlik ölçümünü maksimize etmek üzere VZA tarafından belirlenir. Modelin öngördüğünün dışındaki bileşimlerde etkinlik daha düşük çıkacaktır. Bu durum, etkinliği düşük çıkan şubelerin yöneticilerinin, ağırlıkların adil olmadığına dair itirazlarını ortadan kaldırır. VZA tarafından atanan ağırlıklar yerine, piyasayı daha iyi yansıttığı düşünülerek farklı ağırlıklar kullanıldığında, etkinsizlik daha büyük olacak ve en iyi birime yaklaşmak için sağlanması gereken potansiyel gelişme hesaplanandan fazla olacaktır.
- Girdi ve çıktılara atanan ağırlıklar, yönetim ve analiz açısından değer taşır. Ağırlıkları değiştirebilme olanağının da bulunması, yöneticinin VZA'yı kavraması, kullanması ve performansını artırmasını sağlar.

¹⁸⁸ Sherman ve Zhu, s.67.

3.4. LİTERATÜRDE ŞUBE PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ

Kurum olarak banka etkinliği ile ilgili çalışmaların sayısı, banka şubelerinin etkinlik çalışmalarından daha fazladır. Bunun nedeni banka bilgilerinin kamuya açıklanması dolayısıyla verilerin erişilebilir olması, ancak şube işlemleriyle ilgili bilgilerin gizli tutulmasıdır. Son yıllarda şube performansı ile ilgili çalışmaların sayısı da hızla artmaktadır.

Sherman ve Gold 1985 yılında VZA kullanılarak şube performansının ölçüldüğü ilk çalışmayı yayınlamıştır¹⁸⁹. Paradi'nin 2004 yılında yayımlanan araştırmasında, banka şubelerinin etkinliğinin VZA ile incelendiği 42 çalışma ele alınmıştır. Bunlardan 23 çalışmada CCR, 13 çalışmada BCC ve 6 çalışmada ise her iki modelin kullanıldığı belirtilmektedir.

İlk çalışmalarda incelenen şube sayısı göreceli olarak az olmasına rağmen, son çalışmalarda ele alınan şube sayısı yükselmektedir. Bir taraftan da VZA ile birlikte çok yönlü istatistikî teknikler kullanılmaktadır¹⁹⁰.

Berger ve Humphrey 1997 yılında, o güne kadar bankacılıkta yapılan, 21 ülkeyi ve beş sınır etkinliği yaklaşımını (VZA, FDH, Stokastik Sınır Yaklaşımı, Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım ve KALIN SINIR YAKLAŞIMI) kapsayan 130 etkinlik çalışmasını ele almıştır. Çalışmaların 69'unda VZA kullanılmıştır. Şube performansı ile ilgili 13 çalışmanın 12'sinde VZA yöntemi uygulanmıştır. Bir tasarruf ve kredi birliği (S&L) şubesinin performans ölçümünde de VZA kullanılmıştır¹⁹¹.

Literatürde şube performansının ölçümü ile ilgili çalışmalarda büyük oranda VZA kullanılmıştır. Hatta denilebilir ki VZA kullanılan tek yöntem haline gelmiştir.

Athanassopoulos ve Giokas (2000), Yunanistan'ın en büyük ikinci bankası olan ve 2007 yıl sonu faaliyet raporuna göre 26.8 Milyar EUR aktif büyüklüğüne erişen, 380 şubesi ve 5.748 çalışanı bulunan Commercial Bank of Greece'de, 1988 yılından bu yana performans

¹⁸⁹ Denise McEachern ve Joseph C. Paradi, "Intra- and Inter-Country Bank Branch Assessment Using DEA", **Journal of Productivity Analysis**, Vol:27, No:2, April 2007, s.124.

¹⁹⁰ Raman Manandhar ve John C. S. Tang, "The Evaluation of Bank Branch Performance Using Data Envelopment Analysis a Framework", **Journal of High Technology Management Research**, Vol:13, 2002, s. 6.

¹⁹¹ Berger ve Humphrey, Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research.

ölçümünde ve şubelerle ilgili karar mekanizmalarında VZA yönteminin önemli bir araç olarak kullanıldığını ifade etmektedir¹⁹².

En büyük Amerikan bankalarından biri VZA yardımıyla, kullanılmakta olan diğer yöntemlerle bulunamayacak, 100 Milyon USD'nin üzerinde personel ve işletme gideri fazlası tespit etmiştir. Ancak VZA, performansın iyileştirilmesi için yöneticiler tarafından yaygın biçimde kullanılmamaktadır. Bunun bir nedeni VZA çalışmalarının çoğunlukla akademik dergi ve kitaplarda yayınlaması ve lineer programlamanın yanı sıra matematiksel gösterim bilgisi gerektirmesidir. Bazı yöneticiler ise VZA'yı yanlış uygulamış ve bundan kaynaklanan sorunları yönetime mal etmiştir¹⁹³.

Ek:1'de Paradi ve Yang'dan alınan, şube performans ölçümü ile ilgili çalışmalar listelenmiştir¹⁹⁴. Ek:2'de ise Yang ve Paradi'nin çalışmasında yer almayan, çoğunluğu daha sonra yapılan, VZA ile şube performans ölçüm çalışmaları gösterilmektedir.

Her iki tablonun incelenmesinden görüleceği gibi 2000 yılına kadarki çalışmalarda genellikle üretim yaklaşımı benimsenmiş, birbirine çok yakın girdi ve çıktılar kullanılarak CCR ve BCC modelleriyle teknik ve ölçek etkinliği irdelenmiştir. Personel ve işletme giderleri girdi olarak, mevduat, krediler, gelirler veya kar çıktı olarak kullanılmıştır. Son yıllardaki çalışmalarda farklı yaklaşımların VZA ile entegre edilerek kullanılmasına (Handicapped DEA, range directional model, quasi concave DEA, neural network DEA, DEA with geometric distance function vs) rastlanmaktadır. Ayrıca, üretim gibi tek bir etkinliğin ölçülmesi yerine, bazı çalışmalarda üretim, işlem ve kar/gelir etkinliği bir arada incelenerek banka şubelerinin farklı boyutları birlikte değerlendirilmiştir.

¹⁹² Antreas D. Athanassopoulos ve Dimitris Giokas, "The Use of Data Envelopment Analysis in Banking Institutions: Evidence From the Commercial Bank of Greece", **Interfaces**, Vol:30, March-April 2000, s.82.

¹⁹³ Sherman ve Zhu, s.49-50.

¹⁹⁴ Paradi ve Diğerlerinin çalışmasında belirtilen 30 eserin, 15'i aynı zamanda Avkiran'ın çalışmasında (An Application Reference for Data Envelopment Analysis In Branch Banking: Helping The Novice Researcher) da listelenmektedir.

Ek:1. ve Ek:2'de listelenen 69 çalışmanın 37'si 2000 yılından sonra yapılmıştır. Şube performans ölçümünü ele alan 37 çalışmanın 29'unda şubeler sahip oldukları kaynakları kullanarak mevduat, kredi, kar ve diğer ürünler üreten birimler olarak düşünülmüş ve bu nedenle üretim yaklaşımı benimsenmiştir. Bazı çalışmalarda üretim yaklaşımının yanı sıra karlılık/gelir yaklaşımı da ele alınmış, üretim/operasyonel etkinlik ile karlılık/gelir etkinliği karşılaştırılmıştır (Tablo 3.2.).

Çalışmaların çoğunda girdi odaklı yaklaşım kullanılmıştır. Bunun nedeni operasyonel etkinliğin ele alınması ve hali hazırdaki faaliyetlerin mümkün olan en az kaynakla (personel, harcamalar vs.) karşılanma olasılığının araştırılmasıdır.

Bazı çalışmalarda girdi veya çıktı sayısının azaltılmasına özel önem verilmiştir. Verilerin azaltılması etkinlik sonucunu etkilemiyorsa, daha az veriyle çalışma sürdürülmüştür. 37 çalışmada ortalama olarak 3.8 girdi, 4.5 çıktı kullanılmıştır. Kullanılan girdi/çıktı sayısı ile şube sayısı arasındaki ilişki, üç çalışma hariç, bütün çalışmalarda güvenilir sonuçlar vermesi bakımından yeterlidir.

Tablo 3.2.'de özetlendiği gibi, bütün çalışmalarda girdi olarak kullanılan parametrelerin benzeştiği, hemen hemen aynı göstergelerin kullanıldığı görülmektedir. Personel sayısı veya personel giderleri 37 çalışmanın 34'ünde girdi olarak dikkate alınmıştır. Personel ile ilgili herhangi bir parametrenin dikkate alınmadığı iki çalışma, karlılık yaklaşımının benimsenmediği çalışmalardır. Bazı çalışmalarda personel sayısı tek bir kalem olarak kullanılırken bazı çalışmalarda personel, yönetici, pazarlama, operasyon, müşteri temsilcisi, gişe personeli olarak ayrıştırılarak kullanılmıştır. Personel giderleri dışındaki diğer işletme giderleri 37 çalışmanın 24'ünde girdi olarak kullanılmıştır. 14 çalışmada şube hizmet birimi, kullanılan alan veya kira bedeli cinsinden girdi olarak kabul edilmiştir. Bilgisayar, ATM, banko sayısı gibi şubenin kullandığı donanımlar ve bilişim teknolojisi için yapılan giderler 10 çalışmada girdi olarak değerlendirilmiştir.

Diğerlerinden farklı olarak, kredi karşılıkları iki çalışmada girdi olarak dikkate alınmıştır.

Şubenin faaliyet gösterdiği bölgedeki rekabet, ekonomik gelişmişlik, nüfus yoğunluğu, işsizlik gibi çevresel faktörler beş çalışmada girdi olarak kabul edilmiştir.

Faiz giderleri, faiz dışı giderlerle birlikte, yoğunlukla kar/gelir etkinliği çalışmalarında girdi sayılmıştır.

Girdi olarak kullanılan veriler birbirine benzemekle birlikte, çıktı olarak kullanılan verilerde farklılıklar görülmektedir (Tablo 3.2.). Çıktılar, genel olarak, mevduat, krediler, gelir ve diğer ürünler olarak sınıflandırılabilir. Mevduat ve krediler bazı çalışmalarda bakiye olarak dikkate alınırken, bazı çalışmalarda hesap sayısı, müşteri sayısı veya işlem sayısı olarak kullanılmıştır. Bir verinin hem işlem/müşteri sayısı olarak hem de bakiye olarak kullanılmasına nadiren rastlanmaktadır. Girdilerde olduğu gibi çıktılarda da bazı veriler ayrıntılı olarak kullanılmaktadır. Sözelimi toplam mevduat yerine vadeli ve vadesiz mevduat; toplam krediler yerine küçük işletme, konut, tüketici, personel kredileri dikkate alınmıştır.

Mevduat, 20 çalışmada bakiye, 11 çalışmada hesap sayısı olarak dikkate alınmıştır. Krediler, 18 çalışmada bakiye, 9 çalışmada hesap sayısı olarak değerlendirilmiştir.

Mevduat ve kredilerle ilgili göstergelerin yanı sıra gelirler de (faiz gelirleri, kar veya komisyon gelirleri olarak) üretim etkinliği dahil çalışmaların pek çoğunda çıktı olarak kullanılmıştır.

Müşteri memnuniyeti, hizmet kalitesi, risk faktörü veya çevresel koşullar gibi önemli sayılabilecek unsurlar, ayrı ayrı, yalnızca birkaç çalışmada dikkate alınmıştır. Bunun, ölçmede ve veri elde etmede karşılaşılan zorluklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablodaki girdi/çıktı sayısı ile işaretlenen girdi ve çıktıların toplamı farklı olabilir. Bu durum bazen “mevduat” gibi tek veri yerine “vadeli mevduat”, “vadesiz mevduat”, “ticari mevduat” gibi üç veri kullanmasından kaynaklanmaktadır. Aynı biçimde bazen “mevduat hesap sayısı” ve “kredi hesap sayısı” yerine yalnızca “hesap sayısı” gibi tek veri kullanılmıştır.

Çalışmaların çoğunda, kullanılan verilere önceden belirli bir ağırlık verilmemiştir. Bu durumda, gerçek hayatta göreceli olarak önemsiz bir girdi/çıktının ağırlığına, etkinliğin maksimizasyonu amacıyla “hak ettiğinden” daha fazla rakam atanabilir.

Bir sonraki bölümde, bu bölümde ele alınan hususlar ve literatürdeki çalışmalar göz önünde bulundurularak Veri Zarflama Analizi modellerinin uygulanmasına geçilecektir. Şubeler ve veriler belirlendikten sonra, önce üretim daha sonra gelir yaklaşımı ile etkinlik analizleri yapıp elde edilen sonuçlar karşılaştırılacaktır.

YAYIN BİLGİLERİ		Yazarlar	Yazarlar																																								
			Lin ve Diğerleri	Giokas	Giokas	Giokas	Giokas	Giokas	Camanhoo ve Dyson	McEachern ve Paradi	McEachern ve Paradi	Das ve Diğerleri	Conceicao ve Diğ.	Conceicao ve Diğ.	Conceicao ve Diğ.	Yang ve Paradi	Yang	Wu ve diğerleri	Wu ve diğerleri	Howlve ve Rowse	Yang ve Diğerleri	Yang	Poremski ve Diğ.	Conceicao ve Diğ.	Camanho ve Dyson	Barth ve Staat	Yang ve Paradi	Paradi ve Schaffnit	Paradi ve Schaffnit	Pastor ve diğerleri	Fiala ve diğerleri	Drake	Hartman ve Diğ.	Dekker ve Post	Cook ve Hababou	Sevcovic ve Diğ.	Sevcovic ve Diğ.	Cook ve Diğ.	Athanassopoulos ve Giokas	Athanassopoulos ve Giokas			
Yayın Yılı			2008	2008	2008	2008	2008	2008	2007	2007	2007	2007	2007	2006	2005	2006	2006	2006	2005	2005	2005	2005	2005	2005	2005	2005	2003	2003	2003	2003	2003	2002	2001	2001	2001	2000	2000	2000	2000	2000			
Ülke			TAW	YUN	YUN	YUN	YUN	POR	INT	INT	HND	POR	POR	POR	KAN	KAN	KAN	KAN	İNG	KAN	ALM	POR	POR	ALM	KAN	KAN	KAN	EUR	ÇEK	İNG	İSVÇ	ALM	KAN	SLV	SLV	KAN	YUN	YUN					
Şube sayısı			117	171	44	44	44	157	138	138	222	57	57	57	70	1,097	808	142	162	14	766	140	57	144	31	70	90	90	573	81	190	50	314	20	37	591	20	47	47				
I/O SAYI	Girdi Sayısı	3.8	4	3	2	2	2	4	3	3	4	2	2	3	3	3	9	2	4	5	4	2	2	7	3	3	9	8	4	3	6	4	2	4	4	4	3	4	3	4			
	Çıktı Sayısı	4.5	3	3	2	3	3	4	2	2	3	4	7	3	4	9	6	3	4	2	6	11	4	1	8	4	6	4	8	3	7	4	1	6	3	4	4	6	6	6			
I/O ODAKLI	Üretim/Operasyon Yaklaşımı	29			x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x													
	Karlılık Yaklaşımı	4			x							x																															
	Diğer	4	x	x																x																							
DEA MODELİ	CCR	21	x		x	x	x		x	x				x	x	x	x			x	x				x	x	x		x	x	x								x	x	x		
	BCC	19	x	x	x	x	x							x	x	x	x			x	x			x			x	x	x	x	x												
	DEA (Belirtilmemiş)	4						x			x	x											x																				
	DEA Diğer (Değiştirilmiş veya FDH)	10												x		x		x	x															x	x	x	x						
I/O ODAKLI	Girdi (I) Yönlü	15							x	x					x	x	x	x			x			x		x	x	x	x	x												x	
	Çıktı (O) Yönlü	9											x	x										x							x										x	x	
	Diğer	7										x												x	x										x	x	x	x					
GİRDİLER	İşgücü (personel sayısı veya giderleri vs.)	34	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Personel dışı diğer işletme giderleri	24		x		x	x	x		x	x	x		x		x	x			x		x		x	x	x	x	x	x											x	x		
	Şube lokasyonu (alanı, kirası vs.)	14		x										x			x				x	x			x		x	x		x	x										x	x	
	Donanım (Bilgis., ATM, banko sayısı veya g	10												x	x		x				x					x	x	x			x	x										x	
	Sorumlu krediler	2																										x															
	Faiz giderleri	4	x		x																																						
	Girdi Maliyetleri	3			x																																						
	Çevresel Faktörler (Rekabet, ekonomi, nü	5																																									
	Diğer	4	x																																								
ÇIKTILAR	Mevduat bakiyesi	20		x			x	x			x	x	x		x		x	x	x			x				x	x	x	x	x											x	x	
	Kredi bakiyesi	18	x	x			x	x			x	x	x		x		x	x	x			x				x	x	x														x	
	Mevduat Hesabı veya İşlem Sayısı	11				x									x																											x	x
	Kredi Hesabı veya İşlem Sayısı	9				x																																				x	x
	Diğer İşlemler (Top. işl., hesap, müşteri, M	21				x																																					x
	Faiz gelirleri	8	x		x																																						
	Faiz dışı gelirler (komisyon vs)	12	x	x	x																																					x	
	Karlılık	4																																									
	Diğer ürünler (sigorta, kredi kartları vs)	5																																									
	Çevresel Faktörler	4																																									
	Hizmet Kalitesiyle İlgili faktörler	3																																									
Diğer	3																																										

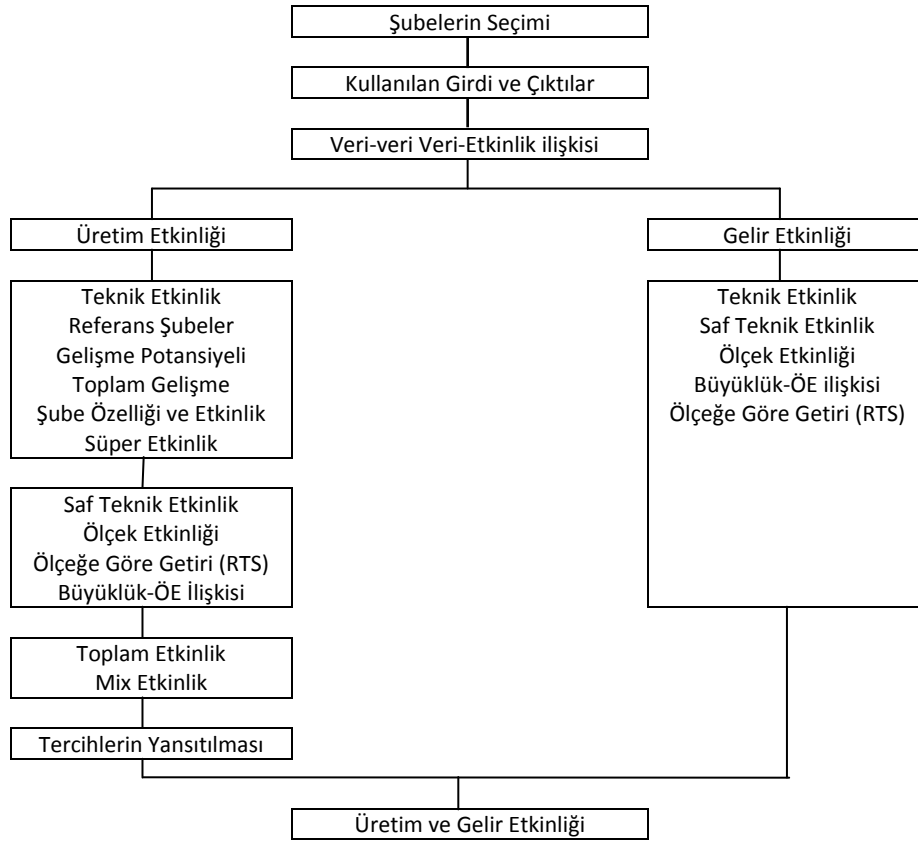
Tablo 3.2. 2000 Yılından Sonra VZA İle Yapılan Şube Performans Çalışmaları, Kullanılan Girdiler ve Çıktılar.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

PERFORMANS UYGULAMASI

4.1. UYGULAMA PLANI

Çalışmada, ele alınan şubelerin hem üretim hem gelir etkinliğinin analiz edilmesi planlanmaktadır. Kullanılan girdi ve çıktılar bu doğrultuda seçilecektir.



Şekil 4.1. Uygulama Planı

4.1.1. Üretim Etkinliği

Öncelikle şube bir **üretim** birimi olarak düşünülecek, CCR modeliyle, şubelerin operasyonel etkinlik (teknik etkinlik) analizi yapılacak, girdi fazlılıkları, çıktı eksiklikleri, gelişme potansiyelleri, referans kümeleri, gelişme hedefleri ortaya konacaktır. Ayrıca şube ölçeği veya bölgelere göre etkinliğin durumu araştırılacaktır.

Bir sonraki aşamada BCC modeliyle saf teknik etkinlik hesaplanıp, CCR modelinin sonuçlarıyla karşılaştırılacak ve şubelerin uygun ölçekte faaliyet gösterip göstermedikleri (ölçek etkinliği) analiz edilecektir. Bölgelere göre ölçek etkinlikleri ele alınıp, şubeler büyüdükçe ölçek etkinliğinin nasıl değiştirdiği araştırılacaktır.

Slack Based Model ile, daha önce hesaplanan saf teknik ve ölçek etkinsizliğinin ötesinde bir etkinsizlik (mix inefficiency) olup olmadığı ele alınacaktır.

Dördüncü aşamada, girdi ve çıktı ağırlıklarıyla ilgili tercihler modele dahil edilerek, Assurance Region Global Model ile şubelerin teknik, saf teknik, ölçek etkinliği hesaplanacak ve alınan sonuçlar önceki modellerle kıyaslanacaktır.

4.1.2. Gelir Etkinliği

Buraya kadarki analizler uygulamanın birinci kısmı olarak düşünülebilir. Uygulamanın ikinci kısmında şubeler bir **gelir birimi** olarak ele alınıp, yapılan giderlere karşın elde edilen gelirler analiz edilip karlılık boyutuyla etkin olup olmadıkları hesaplanacaktır.

Uygulamanın son bölümünde, üretim etkinliği ile gelir etkinliği karşılaştırılacak, üretim etkinliği ile gelir etkinliğinin birlikte hareket edip etmedikleri, “çok üretenlerin çok kazanıp kazanmadığı” irdelenecektir.

4.2. MODEL SEÇENEKLERİ

Modelleri kullanırken üç konuda yapılacak seçimler önem kazanmaktadır¹⁹⁵.

Birincisi optimizasyon girdiye mi, çıktıya mı yönelik olacaktır? Şubelerin uygulanan mevduat-kredi politikaları ve öngörülen stratejiler konusunda inisiyatif almaları söz konusu değildir. Şubelerin görevi genel müdürlükleri tarafından belirlenen politikaları veri kabul edip her türlü bankacılık ürün ve hizmetini, mümkün olduğunca fazla miktarda müşterilerine sunmaktır. Diğer taraftan personel ve işletme giderlerinin azaltılması zaten her şubede amaçlanan bir durumdur. Personel ve işletme giderlerinin azaltılması konusunda şubenin hareket alanı, çıktıların artırılması ile kıyaslandığında daha sınırlıdır. Maliyetin azaltılması amaçlandığında girdi odaklı, işlem ve pazar payının artırılması amaçlandığında çıktı odaklı yaklaşımın kullanılması daha uygundur. Buradaki bütün uygulamalarda çıktı odaklı yaklaşım benimsenecektir.

İkincisi, ölçüğe göre getiri sabit mi değişken mi olacaktır? Başka bir deyişle, girdilerin artırılması çıktıları aynı oranda mı artırmaktadır? Şubeler en verimli ölçek büyüklüğünde faaliyet göstermekte midir? Uygulamalarda ölçüğe göre sabit getirinin yanı sıra, değişken getiri durumu da ele alınacak, böylece teknik etkinlikle birlikte saf teknik ve ölçek etkinliği de hesaplanabilecektir.

Karar verilecek üçüncü husus, girdi ve çıktıların önem derecesi ile ilgili tercihte bulunulacak mıdır, bulunulacak ise bu tercihler ne şekilde yapılacaktır? Burada önce girdi ve çıktıların önemi ile ilgili herhangi bir tercihte bulunulmadan uygulamalar yapılacak, daha sonra alınan sonuçların ışığında, bazı girdi ve çıktı ağırlıkları değiştirilecektir. Getirilecek kısıtlamalar bazı girdi veya çıktıların hak ettiğinden daha az/fazla dikkate alınmasını önleyecektir. Verilere atfedilen ağırlıkların serbestçe belirlenmesi ve etkinliğin bu şekilde maksimize edilmesi VZA'nın en temel özelliklerinden biri olduğundan, girdi ve çıktıların bir kısmına ağırlık atanırken, bu özelliğin mümkün olduğunca işlevini yerine getirmesine çalışılacaktır.

¹⁹⁵ Avkiran, Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis, s.27.

4.3. KARAR BİRİMLERİNİN SEÇİMİ

Çalışmamızda bir bankanın İstanbul ve Trakya'da yer alan 128 şubesinin 2007 yılsonu verileri kullanılmıştır.

Türkiye'deki diğer şubelerle ilgili veriler elde edilemediğinden, bankanın bütün şubelerinin etkinliğini incelemek mümkün olamamıştır. Bölgeler arası etkinlik karşılaştırmasına olanak vermesi ve resmin tamamının görülebilmesi bakımından bütün şubelerin dikkate alınması tercih edilirdi. Ancak hali hazırda seçilen 128 şubenin de etkinlik analizi için yeterli olduğu, esasında ölçülen etkinlik göreceli olduğundan elde edilen sonuçların kendi kümesi içinde değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Literatürde 2000 yılından sonra yapılan 37 şube performans ölçüm çalışmasının 20'sinde şube sayısının 128'in altında olduğu, yalnızca 7'sinde 200'ün üzerinde olduğu görülmektedir.

Analiz edilecek şubeler banka tarafından, İstanbul 1, İstanbul 2 ve İstanbul 3 olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır. Çalışmaya İstanbul 1'e bağlı 40, İstanbul 2'ye bağlı 36 ve İstanbul 3'e bağlı 52 şube dahil edilmiştir. Bu şubelerden 102'si İstanbul'da 26'sı Trakya'da faaliyet göstermektedir. 33'ü büyük, 54'ü küçük, 41'i orta büyüklüktedir. Büyüklük sınıflamasında ve sıralamasında bankanın halihazırda, vadeli mevduata %43, vadesiz mevduata %12, toplam kredilere %25, kara %10, hazine ürünlerine %5 ve net faiz dışı gelirlerin işletme giderlerini karşılama oranına %5 ağırlık vererek yaptığı ölçekleme esas alınmıştır.

Her şubenin faaliyet gösterdiği alanın kendine özgü özellikleri bulunmaktadır. Bazı şubeler yerleşim yerinin ortasında, bazıları ticari merkezlere daha yakın, bazıları alışveriş merkezlerinin içinde, bazıları sanayi bölgesinde, bazıları tarımsal açıdan gelişmiş yörelerde yer almaktadır. Bu tür farkları homojenliği bozan unsurlar olarak düşünmemek gerekir. Bütün şubeler İstanbul ve çevresinde faaliyet göstermektedir ve girdi/çıktı olarak aynı veri setini üretmektedir. Bu nedenle ele alınan birimleri homojen kabul etmek mümkündür.

4.4. GİRDİ VE ÇIKTILARIN BELİRLENMESİ

Girdi ve çıktıların belirlenmesinde, şubenin çevrim sürecini göz önünde bulundurmak gerekir. Şube neleri kullanarak hangi sonuçları üretmektedir? Girdiler belirlenirken, “ne kadar az olursa o kadar iyi”, çıktılar belirlenirken “ne kadar çok olursa o kadar iyi” olmasına dikkat edilmelidir.

Hem üretim hem gelir yaklaşımında kullanılan girdiler ve çıktılar Tablo 4.1.’de gösterilmiştir. Girdi ve çıktı değerleri ise Ek:1’de sunulmaktadır.

Tablo 4.1. Kullanılan Girdiler ve Çıktılar

Üretim Etkinliği		Gelir Etkinliği	
Girdiler	Çıktılar	Girdiler	Çıktılar
<ul style="list-style-type: none">• Personel giderleri• Diğer işletme giderleri• Karşılık Giderleri	<ul style="list-style-type: none">• Vadesiz TL• Vadeli TL• Vadesiz YP*• Vadeli YP• Ticari krediler• Bireysel krediler• Toplam İşlem Sayısı• Hazine işl. alınan kom.• Kredi kartı sayısı• Net kar	<ul style="list-style-type: none">• Personel giderleri• Diğer işletme giderleri• Karşılık Giderleri	<ul style="list-style-type: none">• Net Faiz Gelirleri• Faiz Dışı Gelirler

* YP: Yabancı Para

Son yıllarda alternatif dağıtım kanalları ile yapılan işlemlerin sayısı da artmakta, şubelerce yapılan işlemlerin bir kısmı farklı kanallarla gerçekleştirilmektedir. Maliyetleri azaltıp etkinliği artırdığından bütün bankalar alternatif dağıtım kanallarının payını artırmaya çalışmaktadır. Kullanılan veriler arasında, şubelerin alternatif dağıtım kanallarına katkısı ile ilgili bir parametre de kullanılabilirdi ancak bütün kanalları (ATM, internet, telefon bankacılığı vs) birlikte dikkate alan sağlıklı bir gösterge temini sorun teşkil etmektedir. Net Kar’ın çıktı olarak kullanılmaması durumunda, şube dışı kanalların göz önünde bulundurulmaması önemli bir eksiklik sayılabilirdi. Ancak Net Kar’ın çıktı olarak kullanılması şube içi ve şube dışı bütün işlemlerin kapsanmasını sağlamaktadır.

4.4.1. Kullanılan Girdiler

2000 yılından bu yana şube etkinliği ile ilgili literatürde yer alan çalışmaların çok büyük bölümünde, şubelerin mevduat toplayan, kredi veren, başka ürünler (menkul kıymet, kredi kartı, sigortacılık, havale vs) sunan ve gelir elde eden birimler olarak ele alındığı görülmektedir. Şubelerin sunduğu ürün ve hizmetler genel müdürlükler tarafından belirlenmekte, şubelerden mümkün olduğunca daha fazla ürün ve hizmet “satmaları” ve karlarını maksimize etmeleri istenmektedir.

Şubeler genel müdürlükleri tarafından kendilerine verilen hedeflerin gerçekleştirilmesi ve kredi/mevduat/ürün satışında istenen sonuçların elde edilmesi için personel çalıştırmakta, donanım kullanmakta ve gider yapmaktadır. Şubeleri **üretim** birimi olarak ele alan yaklaşımın şubelerin yapısına en uygun yaklaşım olduğu düşünülmektedir.

Üretim boyutunun yanı sıra, yapılan harcamalara kıyasla elde edilen gelirleri değerlendirmek, şubelerin farklı bir yönüne bakma olanağı vermektedir. Bu nedenle gelir etkinliğinin incelenmesi ve üretim etkinliği ile gelir etkinliğinin karşılaştırılması farklı bilgiler sunacaktır.

Bankacılıkta her türlü raporlama büyük önem taşımaktadır. Bilanço ve gelir tablosu bir işletmenin en önemli tablolarındandır. Şubelerdeki bilanço ve gelir tabloları günlük olarak elde edilebilmektedir. Veriye ulaşmak daha kolay ve güvenilir olduğundan, mümkün olduğunca şube bilançosu ve gelir tablosundan elde edilebilen verilerin kullanılmasına özen gösterilmiştir. Mali tablolardan elde edilebilen veri, başka bir veriyi ikame edebiliyorsa, tablodan elde edilen veri kullanılmıştır. Sözelimi girdi olarak, personel sayısı yerine gelir tablosundan kolayca elde edilebilen personel giderleri kullanılmıştır.

Hem üretim hem gelir yaklaşımında, personel giderleri, personel giderleri dışındaki diğer tüm işletme giderleri ve karşılık giderleri girdi olarak kabul edilebilir.

Bütün çalışmalarda kabul edildiği üzere buradaki uygulamalarda da “**personel giderleri**” girdi olarak düşünülmüştür. Personel giderleri kalemi, “personel sayısını” temsil etmek açısından yeterli bir girdi olarak düşünülmüştür. Ele alınan bankada alınan ücretler birbirine daha yakındır ve çalışanlar arasındaki ücret dağılımı sektöre göre daha dengelidir. Bu

bakımdan yönetici-çalışan, pazarlama-operasyon-krediler gibi personel bazında bir ayrışmaya gitmeye gerek duyulmamıştır. Gelir tablosundan personel giderleri bilgisine ulaşmanın getirdiği kolaylık da avantaj sağlamıştır.

“**Diğer İşletme giderleri**”, personel giderleri dışında, şubenin faaliyetlerini devam ettirmek için yapmak durumunda olduğu bütün faiz dışı harcamaları (kira, bakım ve onarım, ısıtma aydınlatma ve su, haberleşme, kağıt ve kırtasiye, taşıt araçları, sigorta giderleri, verilen bütün vergi ve komisyonları) kapsamaktadır.

Girdi olarak işletme giderlerinin kullanılması, literatürdeki çalışmaların bir kısmında kullanılan şube alanı/kirası ya da donanıma yapılan harcama kalemlerini kullanmaya gerek bırakmamıştır. Personel harcamaları dışındaki diğer işletme giderleri, kira ve donanım masraflarını da içermekte ve gelir tablosundan kolayca elde edilebilmektedir.

“**Karşılık Giderleri**”, kullanılan krediler ve diğer alacakların zamanında ödenmemesi nedeniyle, doğması muhtemel zararların karşılanması amacıyla bankaların, Bankacılık Kanunu gereği ayırmak zorunda oldukları ve Kurumlar Vergisine göre gider kabul edilen karşılıkları ifade etmektedir. Karşılık giderleri kalemi, şube işleyişi gereği kullanılan bir kısım kredilerin zamanında ödenmemesinden, bir bakıma şubenin faaliyetlerinden kaynaklanan bir maliyettir ve mümkün olduğunca az olması tercih edilir. Çıktıya oranla girdi sayısının az olması ve literatürle paralel hareket etmek açısından, karşılık giderleri kalemi “-” işaretiyle çıktı olarak değerlendirilmek yerine, “+” işaretiyle girdi olarak kullanılmıştır.

4.4.2. Kullanılan Çıktılar

Çıktı olarak üretim yaklaşımında 10, gelir yaklaşımında 2 veri kullanılmıştır. Üretim yaklaşımındaki verileri dört grupta değerlendirmek mümkündür: Mevduat, krediler, karlılık, diğer işlem ve ürünler. Karlılık yaklaşımının çıktıları ise net faiz gelirleri ve faiz dışı gelirler oluşturmaktadır.

Üretim etkinliğinde toplam mevduat yerine mevduatın vadeli ve vadesiz; YP ve TL olarak ayrıştırılarak kullanılması uygun görülmüştür. Vadeli ve vadesiz mevduatın maliyeti ve karlılığa etkisi çok farklıdır. Aynı biçimde TL mevduat ile YP mevduat da maliyet ve karlılık

açısından birbirinden çok farklı özellikler taşımaktadır. Nitekim şubelerde de bu veriler için ayrı ayrı hedefler verilmekte ve takip edilmektedir.

Kredileri de toplam krediler olarak tek kalemden kullanmak yerine, ticari ve bireysel krediler olarak iki kalem halinde kullanmak tercih edilmiştir.

Ticari krediler kalemi, ticari, küçük işletme ve ihtisas kredilerini kapsamaktadır. Bireysel kredileri de tüketici, konut, taşıt vs olarak ayrıştırmak yerine toplu ele almak daha uygun görülmüştür. Çünkü tüketici, konut ve taşıt kredilerinin kullanımı ve bankaya getirisi birbiriyle çok benzeşmektedir. Diğer taraftan, VZA açısından mümkün olduğunca az veri kullanmak modelin analiz yeteneğini de artırmaktadır.

Yukarıdaki gruplarda ele alınmayan, ancak bir şubenin faaliyetlerinde önem arz eden diğer işlem ve ürünler toplam işlem sayısı, hazine işlemlerinden elde edilen komisyonlar ve şubenin verdiği kredi kartı sayısıdır. Toplam işlem sayısı, bir yıl boyunca şube içerisinde gerçekleştirilen bütün (mevduat, kambiyo, havale, kurumsal tahsilat, ticari ve bireysel kredi, muhasebe ve diğer her türlü işlem dahil) işlemleri kapsamaktadır.

Hazine işlemlerinden sağlanan komisyonlar, hazine bonusu-devlet tahvili-eurobond alım satımından, repo işlemlerinden ve yatırım fonlarından elde edilen gelirlerden, işlem hacmi oranında şubelere paylaştırılan komisyonlardan oluşmaktadır. Bir bakıma yatırım hesaplarını da kapsayan çok geniş bir işlem yelpazesini temsil etmektedir.

Şubelerde yapılan her işlemin, dolayısıyla bu çalışmada kullanılan bütün girdi ve çıktıların kar üzerinde etkisi olmakla birlikte “net kar” kaleminin ayrı bir çıktı olarak ele alınması uygun görülmüştür. Bunun birinci nedeni karlılığın başlı başına çok önemli bir parametre olarak düşünülmesi, ikincisi nedeni ise çalışmada girdi veya çıktı olarak kullanılmayan bütün diğer unsurların “net kar” kalemiyle dikkate alınmış olacağının kabul edilmesidir.

Gelir etkinliğinde, çıktı olarak net faiz gelirleri ile faiz dışı gelirler öngörülmüştür. Literatürde üretim yaklaşımındaki girdi ve çıktılar çalışmadan çalışmaya farklılık göstermesine rağmen, gelir etkinliğini hesaplayan tüm çalışmalarda girdi ve çıktı olarak hemen hemen aynı parametreler kullanılmıştır.

Burada kullanılan verilerin büyük oranda bir şubenin işleyişini temsil ettiği düşünülmektedir. Seçilen girdi ve çıktılar incelendiğinde Tablo 3.2’de özetlenen, 2000 yılı ve sonrasındaki çalışmalarda girdi veya çıktı olarak kullanılan bütün önemli parametrelerin kapsandığı görülmektedir.

Teknik olanakların gelişmesiyle birlikte burada kullanılan bütün girdi ve çıktılarından çok daha fazlası düzenli olarak, hatta denilebilir ki günlük olarak, takip edilebilmektedir.

Sonuçların güvenilirliği açısından, bir yaklaşıma göre KVB sayısının, “girdi sayısı+çıkıtı sayısı” toplamının 2-3 katı; başka bir yaklaşıma göre “girdi sayısı x çıkıtı sayısı” çarpımından büyük olması gerekir. Çalışmada 128 şube, 3 girdi, üretim etkinliğinde 10, gelir etkinliğinde 2 çıkıtı kullanıldığından söz konusu koşullar yerine getiriliyor demektir.

Bu çalışmanın amaçlarından biri şubelerin etkinliğini ölçüp bir performans sıralaması yapmak ise diğeri de VZA yönteminin sağladığı olanakları kullanarak, etkinliği düşük birimlerin etkinliklerini geliştirmek için neler yapabileceklerini ortaya koymaktır. Bu bakımdan hangi girdi veya çıkıtının yönetim tarafından kontrol edilip edilemediği önem taşımaktadır. Esasen şubelerde gerçekleştirilen faaliyetlerin hemen hemen tamamı, genel müdürlüğün belirlediği politikalardan etkilenmektedir. Genel müdürlük ve şubeler bir bütün olarak düşünüldüğünden burada kullanılan verilerin yönetimin kontrolü altında olduğu varsayılmıştır.

4.5. GİRDİ VE ÇIKTILARLA İLGİLİ İSTATİSTİKLER

Verilerle ilgili tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde değişim katsayısının 0.487 ile 2.871 arasında değerler aldığı görülmektedir. Çok büyük ve çok küçük şubelerin bir arada değerlendirilmesi ortalama ile karşılaştırıldığında, doğal olarak, standart sapmanın da büyük çıkmasına ve değişim katsayısının yüksek olmasına neden olmaktadır. Verilerin minimum ve maksimum değerlerine bakıldığında yelpazenin ne kadar geniş olduğu görülebilir. Veri Zarflama Analizinin olumlu taraflarından biri de aynı girdileri kullanıp aynı çıktılar üretmeleri koşuluyla her büyüklükteki birimi birbiriyle karşılaştırabilmesidir.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında çalışmaların çoğunda tanımlayıcı istatistiklerin açıklanmadığı, açıklanan bazı çalışmalarda da değişim katsayısının 0.53 ile 2.31 arasında değerler alabildiği görülmektedir¹⁹⁶.

Tablo 4.2. Girdi ve Çıktılarla İlgili İstatistikler

	Max	Min	Ortalama	Standart Sapma	Değişim Katsayısı
Personel Giderleri	1,785	168	710	346	0.487
Diğer İşletme Giderleri	1,209	69	311	205	0.659
Karşılık Giderleri	2,608	0	93	267	2.871
Vadesiz TL	165,959	572	8,345	17,608	2.110
Vadeli TL	455,663	2,538	79,142	73,610	0.930
Vadesiz YP	9,050	12	2,017	1,835	0.910
Vadeli YP	45,728	112	10,096	8,399	0.832
Ticari Krediler	39,093	90	4,321	5,445	1.260
Bireysel Krediler	39,710	769	9,949	6,555	0.659
Toplam İşlem Sayısı	857,195	32,356	226,633	124,185	0.548
Hazine Komisyonları	307	4	75	58	0.773
Kredi Kartı Sayısı	5,325	213	1,447	965	0.667
Net Kar	29,686	1	2,430	3,479	1.432
Net Faiz Gelirleri	29,520	174	2,485	3,355	1.350
Faiz Dışı Gelirler	4,430	108	1,060	827	0.780

4.6. VERİLERİN BİRBİRİYLE VE ETKİNLİKLE İLİŞKİSİ

Literatürde veri sayısını azaltmayı irdeleyen pek çok çalışma mevcuttur. Bazı çalışmalarda regresyon ve korelasyon esas alınarak veriler arasındaki ilişki incelenmekte ve ilişkisi yüksek verilerden yalnızca biri kullanılmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar, korelasyonu yüksek iki veriden birinin elenmesinin VZA sonuçlarını büyük oranda etkileyebileceğini göstermektedir. Bu nedenle, bazı çalışmalarda her defasında bir veri eklenerek veya her

¹⁹⁶ Bkz: Zijiang Yang, "DEA Evaluation of Bank Branch Performance", **Engineering Management Conference 2005 Proceedings**, 2005 IEEE International, Vol:1, Sept. 11-13, 2005, ss.83.

defasında bir veri çıkarılarak etkinlik sonuçlarının anlamlı olarak değişip değişmediği gözlenmiş, etkinliğin anlamlı biçimde değişmediği durumlarda o verinin gerekli olmadığı kabul edilmiştir¹⁹⁷.

Veri azaltılmasıyla ilgili çalışmalarda, yukarıdaki “mekanik yaklaşımların” bazı bilgiler sunabileceği ancak tehlikeli sonuçlar da doğurabileceği, kullanılan modelin nihayetinde yöneticilerin bilgi ve deneyimlerine dayanması gerektiği ifade edilmektedir.

Verilerin birbiriyle korelasyonu incelenirken, amaç girdilerin veya çıktılarının elenip elenemeyeceğine karar vermek olduğundan, girdilerin ve çıktılarının kendi aralarında değerlendirilmesi gerekir. Ayrıca girdiler ile çıktılar arasında da pozitif bir korelasyonun olması beklenir. Veriler arasındaki korelasyon Tablo 4.3.’da sunulmuştur.

Korelasyon tablosu incelendiğinde, girdilerin birbiriyle korelasyonunun düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle girdilerde herhangi bir elemeye gerek bulunmamaktadır.

Çıktılara bakıldığından, gelir etkinliğinin çıktıları olan Net Faiz Geliri ile Faiz Dışı Gelirler arasındaki korelasyon 0.51’dir. Bu değer çok yüksek bir ilişkiye işaret etmediğinden çıktılarda herhangi bir azaltım yapılmamıştır.

Üretim yaklaşımında çıktı olarak kullanılan veriler incelendiğinde, diğerlerinden açık ara farkla vadesiz TL ile Net Kar arasındaki korelasyon 0.94 ile oldukça yüksek ve anlamlı çıkmıştır. Aslında Vadesiz TL, Net Faiz Gelirlerini, Net Faiz Gelirleri de Net Karı artırmaktadır. Net Kar ve Vadesiz TL parametrelerinden yalnızca birini kullanmak mümkün olmakla birlikte şu aşamada her ikisi birden kullanılmıştır. Korelasyonu yüksek iki veriden birini seçme zorunluluğu bulunmamaktadır. Esasen başkaca yüksek korelasyonlu veriler de mevcut değildir. Bu durum verilerin birbirini ikame etme olasılığını zayıflatmaktadır.

¹⁹⁷ T.R. Nunamaker, “Using Data Envelopment Analysis to Measure The Efficiency of Non-Profit Organizations: A Critical Evaluation”, *Managerial and Decision Economics*, Vol:6, No:1, ss.50–58, Aktaran: Janet M. Wagner ve Daniel G. Shimshaka. “Stepwise Selection of Variables in Data Envelopment Analysis: Procedures and Managerial Perspectives”, **European Journal of Operational Research**, Vol:180, No:1, 1 July 2007, s. 58.

En düşük korelasyonun Ticari Krediler ile Karşılık Giderleri arasında olması (0.02) da ilginç bir ilişkiyi ortaya koymaktadır. Bu durum bankanın muhafazakar bir ticari kredi politikası uyguladığı anlamına gelebilir. Karşılık giderleri, ticari kredi hacmine paralel artmamaktadır.

(I) Personel Giderleri	1.00																			
(I) Diğer İşletme Giderleri	0.64	1.00																		
(I) Karşılık Giderleri	0.20	0.09	1.00																	
(O) Vadesiz TL	0.44	0.40	0.11	1.00																
(O) Vadeli TL	0.63	0.60	0.06	0.50	1.00															
(O) Vadesiz YP	0.62	0.51	0.30	0.38	0.40	1.00														
(O) Vadeli YP	0.80	0.56	0.22	0.30	0.53	0.69	1.00													
(O) Ticari Krediler	0.44	0.32	0.02	0.14	0.27	0.08	0.30	1.00												
(O) Bireysel Krediler	0.76	0.46	0.39	0.18	0.38	0.63	0.68	0.27	1.00											
(O) Toplam İşlem Sayısı	0.89	0.56	0.22	0.35	0.44	0.66	0.71	0.30	0.78	1.00										
(O) Hazine Komisyonları	0.56	0.53	0.21	0.35	0.70	0.25	0.50	0.24	0.36	0.44	1.00									
(O) Kredi Kartı Sayısı	0.78	0.51	0.25	0.20	0.51	0.51	0.69	0.32	0.79	0.64	0.47	1.00								
(O) Net Kar	0.60	0.48	0.08	0.94	0.56	0.50	0.43	0.21	0.37	0.53	0.37	0.37	1.00							
(O) Net Faiz Gelirleri	0.58	0.47	0.14	0.96	0.52	0.50	0.43	0.18	0.37	0.51	0.36	0.36	0.99	1.00						
(O) Faiz Disi Gelirler	0.81	0.66	0.18	0.40	0.68	0.56	0.61	0.42	0.63	0.72	0.53	0.63	0.59	0.51	1.00					

Tablo 4.3. Veriler Arasındaki Korelasyon

Acaba verilerin etkinlik üzerindeki etkisi nasıldır? Kullanılan veriler çıkarıldığında etkinlik büyük oranda değişmekte midir? Etkinlik değişmiyorsa bu veriler modelden çıkarılabilir mi?

Üretim yaklaşımının verileri (13 veri) ile, çıktı odaklı CCR modeli kullanılarak (CCR-O) her defasında bir veri çıkarılarak, etkinlik ortalamasının nasıl değiştiği incelenmiş, etkinlik ortalamasındaki değişim Tablo 4.4.'te gösterilmiştir.

En büyük etki, sırasıyla, Personel Giderleri, Karşılık Giderleri ve İşletme Giderleri kalemlerinin çıkarılması durumunda ortaya çıkmıştır. Personel Giderlerinin çıkarılması durumunda ortalama etkinlik 0.145 azalmaktadır. Ortalama etkinliği en fazla değiştiren üç verinin tamamının girdi olduğuna dikkat edilmelidir. Çıktı sayısı ile karşılaştırıldığında, kullanılan girdi sayısı az olduğundan girdilerin çıkarılması etkinlik sonuçlarını daha fazla etkilemektedir.

Tablo 4.4. Her Bir Verinin Çıkarılması Durumunda Ortalama Etkinlik Ne Kadar Değişir?

Çıkarılan Veri	Etkin Birim	Etkin Olmayan Birim	Ortalama Etkinlik	Ortalama Etkinlikteki Değ
CCR-O	69	59	0.928	
(I) Personel Giderleri	41	87	0.783	0.145
(I) Diğer İşletme Giderleri	50	78	0.895	0.033
(I) Karşılık Giderleri	38	90	0.885	0.042
(O) Vadesiz TL	68	60	0.927	0.001
(O) Vadeli TL	64	64	0.920	0.008
(O) Vadesiz YP	64	64	0.922	0.006
(O) Vadeli YP	66	62	0.923	0.005
(O) Ticari Krediler	64	64	0.912	0.016
(O) Bireysel Krediler	65	63	0.916	0.012
(O) Toplam İşlem Sayısı	62	66	0.898	0.029
(O) Hazine Komisyonları	64	64	0.917	0.011
(O) Kredi Kartı Sayısı	56	72	0.905	0.023
(O) Net Kar	67	61	0.925	0.003

Ortalama etkinlikteki en az değişim Vadesiz TL verisinin çıkarılması durumunda gerçekleşmiştir. Vadesiz TL'nin çıkarılması durumunda ortalama etkinlik yalnızca yaklaşık 0.001 azalmaktadır. Bu durumda, mekanik bir yaklaşımla, Vadesiz TL verisinin kullanılmaması halinde etkinlik sonuçlarının değişmeyeceği yorumu yapılabilir. Ancak uygulamada Vadesiz TL'nin şube karlılığını etkileyen en önemli kalem olduğu ve büyük önem taşıdığı bilinmektedir.

Verilerin çıkarılması ile etkinlik ortalamasındaki değişim sınırlı olmakla birlikte, bu verilerin şube açısından büyük önem taşıyabileceği uygulamadan bilinmektedir. Diğer yandan, bir verinin çıkarılmasıyla etkinlik ortalaması büyük oranda değişmese dahi, bazı şubelerin etkinliği değişebilir. Sözgelimi CCR-O modeline göre Vadesiz TL verisi dikkate alındığında Şube018 etkinen (1.000), bu veri çıkarıldığında etkinliği 0.959'a düşmektedir. Aynı biçimde Vadesiz TL kullanıldığında Şube116 Şubesinin etkinliği 0.973 olarak hesaplanırken, kullanılmadığında 0.952'ye düşmektedir.

Net Kar dikkate alındığında verinin çıkarılmasının daha ciddi sonuçlar doğurduğu söylenebilir. Net Kar dikkate alınarak yapılan hesaplamada Şube074 etkin çıkarken, dikkate alınmadığında etkinliğinin 0.8864 olarak hesaplandığı görülebilir.

Girdi veya çıktı olarak kullanılan verilerin bir şubenin işleyişinde önemli oldukları düşünölmekte ve ayrıca yukarıda belirtilen nedenlerle modelden çıkarılmalarına gerek görölmemektedir.

4.7. ÇIKTI ODAKLI CCR MODELİ (CCR-O)

4.7.1. Göreceli Etkinlik

CCR modeli VZA'nın temel modellerinden biridir ve ölçeye göre sabit getiri varsayımı altında saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliğinden oluşan **teknik etkinliği** hesaplamaktadır.

Çıktı odaklı CCR (CCR-O) modeliyle 128 şubenin teknik etkinliği ölçüldüğünde etkinlik ortalaması 0.927 olarak hesaplanmıştır. 128 şubenin 69'u etkin olarak ölçölmüş, 59'u tam olarak etkin bulunmamıştır. Şubelerin %46'sı teknik olarak etkin değildir. Standart sapmanın 0.109, ortalamanın 0.927 olması, minimum etkinlik 0.558 olmakla birlikte, etkinlik dağılımının yukarılarda gerçekleştiği anlamına gelmektedir.

Tablo 4.5. CCR-O Modelinin Özeti

	CCR-O
Şube sayısı	128
Etkin şube sayısı	69 (%54)
Etkin olmayan şube sayısı	59 (%46)
Etkinlik ortalaması	0.928
Standart sapma	0.104
Minimum	0.558
Maksimum	1.000

Bütün şubelerin etkinlik sonuçları Ek:2’de verilmiştir.

VZA, girdi ve çıktılarının optimum bileşimini hesaplamak suretiyle, etkinliği maksimize ettiğinden, etkinlik sonuçları olabilecek maksimum değerleri almıştır. Model tarafından girdi ve çıktılara atfedilen ağırlıklar, etkinliği maksimize etmek üzere objektif olarak belirlenmiştir; subjektif yargıları içermez.

Tablo incelendiğinde birinci sıradaki Şube001 Şubesinin **etkin olduğu** anlaşılmaktadır. Şube001 Şubesinin etkin olmasında, sanal girdi veya sanal çıktındaki (Formül 2.25) ağırlık derecesine göre, girdi olarak kullandığı Diğer İşletme Giderleri (0.938) ve Karşılık Giderleri (0.062) ile ürettiği Vadeli TL (0.454), Vadesiz YP (0.182), Hazine Komisyonları (0.164), Kredi Kartı Sayısı (0.098), Bireysel Krediler (0.085) ve Toplam İşlem Sayısı (0.017) rol oynamaktadır. Şubenin söz konusu parametrelerdeki göreceli üstünlüğü daha fazladır. Sanal girdi ile sanal çıktının 1’e eşit olduğuna, çıktı/girdi oranının da %100 etkinliği ifade eden 1 olduğuna dikkat edilmelidir. Personel Giderleri, Vadesiz TL, Vadeli YP, Ticari Krediler ve Net Kar’da göreceli üstünlük olmadığından bu veriler dikkate alınmamıştır.

Girdi ve çıktı ağırlıkları, Şube001 Şubesinin etkinliğini maksimize edecek biçimde belirlenmiştir. Girdi ve çıktı ağırlıkları, modelin belirlediğinden farklı alındığında etkinlik daha düşük olacaktır.

VZA'nın etkin olan bir şubeyi, herhangi bir şekilde etkin değilmiş gibi göstermesi mümkün değildir.

Tablo incelendiğinde ikinci sıradaki Şube002 Şubesinin **etkin olmadığı** görülmektedir. Şube002 ancak %92.6 oranında etkindir. VZA analizi Şubenin girdi ve çıktı ağırlıklarını, etkinlik oranı en yüksek 0.926 çıkacak biçimde maksimize edebilmiştir. Şube002 Şubesinin hesaplanan etkinliğinde Personel Giderleri ve Diğer İşletme Giderleri ile Vadesiz TL, Ticari Krediler, Hazine Komisyonları ve Kredi Kartı Sayısı rol oynamaktadır.

4.7.2. Referans Küme ve Etkin Sınıra Taşıma

VZA, Şube002 Şubesinin etkin olmadığını referans bir şubeyle karşılaştırmak suretiyle yapmaktadır. Şube, çıktı/girdi bileşimini referans alınan etkin şubenin ancak 0.926'sı kadar etkin kullanılabilir. Şube002 için tek bir şube değil, 5 etkin şubeden oluşan **Sanal Bir Şube** referans teşkil etmektedir. Referans küme tek bir şubeden oluşan gerçek bir şube de olabilirdi. Şube002'nin %100 etkin olmamasının nedeni girdi ve çıktı bileşimlerini referans kümedeki şubelerin oluşturduğu sanal şube kadar üretken kullanamamasıdır. Başka bir deyişle Şube002 Şubesi, Sanal Şube ile karşılaştırılmış ve karşılaştırma sonucunda girdi ve çıktıları iyi kullanmadığı için etkin görülmemiştir.

Sanal Şube, Şube002 Şubesinin ulaşması gereken hedef düzeyi ifade etmektedir. Örnek teşkil eden Sanal Şube, Şube22 (0,227), Şube043 (0,105), Şube105 (0,028), Şube112 (0,003) ve Şube121 (0,003) şubelerinin bir bileşimidir. Referans kümedeki şubelerin yanında yer alan rakamlar (λ), Sanal Şubenin oluşturulmasında referans kümede yer alan şubelerin hangi oranda kullanıldığını göstermektedir. Şube002 Şubesi, etkin olabilmek için, girdi veya çıktıları referans kümedeki şubeler oranında geliştirmelidir. Bunu yaptığı takdirde etkin sınıra taşınmış olur.

Şube002 için örnek teşkil eden Sanal Şubenin oluşturulması, başka bir deyişle, etkin olabilmek için girdi ve çıktıları taşıması gereken optimum nokta Tablo 4.6.'de verilmektedir.

Tablo 4.6. incelendiğinde aynı girdi bileşimi ile Sanal Şube, 144 Vadesiz TL (%8), 11,944 Vadeli TL (%93), 332 Vadesiz YP (%127), 2,490 Vadeli YP(%38), 128 Ticari Krediler (%8),

1,502 Bireysel Krediler (%52), 17,399 Toplam İşlem Sayısı (%31), 3 Hazine Komisyonları (%8), 61 Kredi Kartı Sayısı (%8), 207 Net Kar (%37) daha fazla üretmektedir.

Karşılık Giderleri kalemine bakıldığında ilginç bir durum söz konusudur. Bilindiği gibi CCR modeli çıktı odaklı çalıştırılmıştır. Başka bir deyişle, aynı girdilerle çıktıların maksimizasyonu amaçlanmıştır. Oysa Karşılık Giderleri'nin de 3 birim (%10) azaltılması önerilmektedir. Çıktı odaklı çalıştırılan modelde, girdilerde işaret edilen fazlalık, etkin olmayan birim etkin sınıra taşınsa dahi, hala girdilerde fazla kullanım (**slack değer**) olduğunu göstermektedir.

Yalnızca VZA'ya yönelik yazılımların geliştirilmesiyle etkinlik ölçümleri, etkinliğin hesaplanmasında esas alınan girdi ve çıktı ağırlıkları, referans kümeleri, etkin olmayan birimin gelişme potansiyeli, bir şubenin girdi/çıktı fazlalıkları kolayca hesaplanabilmektedir.

VZA etkin olmayan bütün birimler için bu şekilde, etkin sınıra projeksiyon yapmaktadır. Başka bir deyişle, etkin olmayan şubelerin gelişme potansiyelini ortaya koymaktadır.

Etkin olmayan 59 şubeye ait projeksiyonların tamamının listelenmesi, çalışmanın kapsamını çok genişleteceğinden, gerekli görülmemiştir. Bütün şubelerin, CCR-O ile yapılmış etkinlik ölçümleri, referans kümeleri ve referans ağırlıkları (lambda) Ek:2'de sunulmuştur.

Büyük hacimli bir şubenin etkinliğinin çok az iyileştirilmesi dahi, parasal açıdan büyük bir tutara karşılık gelmektedir. Bu nedenle büyük şubelerin etkinliğindeki çok az iyileşme, küçük şubelerdeki büyük etkinlik gelişimine tercih edilebilir. VZA'nın ortaya koyduğu gelişme potansiyelini küçümsememek gerekir. Modelimizde kullanılan 128 şubenin 363 bin TL Personel Giderleri, 1.207 bin TL Diğer İşletme Geliri fazlalığı ortaya çıkarılmıştır. CCR-O modeliyle diğer kalemlerde öngörülen toplam iyileşme tutarları Tablo 4.7.'de görülebilir.

Girdi ve Çıktılar	Şube002 (0.926)	Referans Şubeler					Sanal Şube (Projeksiyon)	Fark	%
		Şube022	Şube043	Şube105	Şube112	Şube121			
(I) İşletme Giderleri	220	634	573	358	619	1,257	220	-	-
(I) Personel Giderleri	85	233	171	392	502	524	85	-	-
(I) Karşılık Giderleri	30	99	22	2	71	657	27	-3	-10%
(O) Vadesiz TL	1,806	5,667	3,838	3,632	3,609	46,375	1,950	144	8%
(O) Vadeli TL	12,796	52,866	105,912	16,927	214,651	168,024	24,740	11,944	93%
(O) Vadesiz YP	262	1,994	988	606	1,103	5,609	594	332	127%
(O) Vadeli YP	651	7,270	12,312	1,473	17,507	33,367	3,141	2,490	382%
(O) Ticari Krediler	1,599	5,809	2,777	3,471	1,276	4,523	1,727	128	8%
(O) Bireysel Krediler	2,900	15,063	6,368	7,186	9,245	26,716	4,402	1,502	52%
(O) Toplam İşlem Sayısı	56,890	231,650	161,620	105,379	172,831	395,179	74,289	17,399	31%
(O) Hazine Komisyonları	41	76	231	52	149	262	44	3	8%
(O) Kredi Kartı Sayısı	761	2,818	1,145	1,521	2,243	3,968	822	61	8%
(O) Net Kar	563	2,564	1,154	990	152	11,920	770	207	37%

Tablo 4.6. Etkin Olmayan Bir Şubenin Etkin Sınıra Taşınması

Tablo 4.7. CCR-O Modelinin Öngördüğü Toplam İyileştirme

Girdi ve Çıktılar	Veriler	Projeksiyon	Fark	%
(I) İşletme Giderleri	90,873	90,510	-363	-0.40%
(I) Personel Giderleri	39,836	38,629	-1,207	-3.03%
(I) Karşılık Giderleri	11,959	9,702	-2,257	-18.87%
(O) Vadesiz TL	1,068,168	1,278,942	210,774	19.73%
(O) Vadeli TL	10,130,170	11,154,887	1,024,717	10.12%
(O) Vadesiz YP	258,159	296,389	38,230	14.81%
(O) Vadeli YP	1,292,233	1,455,035	162,802	12.60%
(O) Ticari Krediler	553,097	668,432	115,335	20.85%
(O) Bireysel Krediler	1,273,430	1,474,496	201,066	15.79%
(O) Toplam İşlem Sayısı	29,009,055	31,694,540	2,685,485	9.26%
(O) Hazine Komisyonları	9,598	10,776	1,178	12.27%
(O) Kredi Kartı Sayısı	185,161	204,515	19,354	10.45%
(O) Net Kar	311,085	367,400	56,315	18.10%

VZA'nın ortaya koyduğu sonuçların ve yorumların diğer hiçbir performans ölçüm yöntemiyle yapılamayacağına dikkat edilmelidir.

4.7.3. Özelliklerine Göre Şubelerin Etkinliği

Büyük, orta ve küçük şubelerin etkinlik ortalaması alındığında aşağıdaki gibi bir tablo ortaya çıkmaktadır (Tablo 4.8.). Şube ölçeği büyüdükçe etkinliğin arttığı gözlenmektedir. Bunun nedenlerinden biri şube ölçeği büyüdükçe, personel sayısı artmamasına rağmen daha büyük hacimli işlemlerin yapılması, başka bir deyişle, personel sayısı ve işletme giderleri artmamasına rağmen, büyük şubelerde mevduat, kredi vs rakamlarının daha büyük olmasıdır. Bir diğer neden ise, üretim potansiyeli, dolayısıyla etkinliği, sınırlı olmakla birlikte, belirli noktalarda şube bulundurma getirdiği sabit (personel, işletme giderleri) maliyetlerdir.

Aynı nedenleri ve etkiyi İstanbul ve Trakya Şubelerinin ortalama etkinliğinde de gözlemek mümkündür. İstanbul şubelerinin ortalama etkinliği 0.934 çıkarken, Trakya şubelerinin ortalama etkinliği 0.903 olarak hesaplanmıştır.

Şube özelliklerine göre etkinlik analiz edildiğinde İstanbul 1'in diğer bölgelerden daha etkin olduğu görülmektedir. İstanbul 3'ün etkinliğinin düşük olması çoğunlukla Trakya'da faaliyet gösteren küçük şubelerin bu bölgede yer almasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.8. Özelliklerine Göre Şubelerin Teknik Etkinliği

Şube Özelliği	Etkinlik Ortalaması
İstanbul 1	0.949
İstanbul 2	0.931
İstanbul 3	0.909
Büyük Şubeler	0.970
Orta Şubeler	0.941
Küçük Şubeler	0.892
İstanbul Şubeleri	0.934
Trakya Şubeleri	0.903
Genel Ortalama	0.928

4.7.4 Etkin Birimlerin Sıralanması

Bilindiği gibi CCR-O modeli, etkinlik değeri 1 olduğundan etkin şubeleri sıralamamaktadır. Etkin birimler arasında sıralama ve ayırım yapılması için süper etkinlik modelleri kullanılabilir. Başka bir yaklaşım ise etkin olmayan birimlerin referans kümesine bakmaktır. Bir birimin referans kümede ne kadar fazla yer alıyorsa, etkinlik sıralamasında o kadar önde demektir.

Aşağıda Süper CCR-O modeliyle yapılan etkinlik sıralamasının ilk 12 şubesi ve referans kümede en fazla yer alan şubeler gösterilmiştir. 5 şube her iki listede de yer almaktadır.

Tablo 4.9. Referans Kümede En Çok Yer Alan Şubeler ve Süper Etkinlik Skoru En Yüksek Şubeler

Referans Sayısı			Süper CCR-O Skoru	
1	Şube034	35	1 Şube080	3.45
2	Şube021	25	2 Şube076	2.95
3	Şube028	19	3 Şube109	2.55
4	Şube022	17	4 Şube016	2.31
5	Şube043	17	5 Şube028	2.26
6	Şube125	17	6 Şube021	2.09
7	Şube019	12	7 Şube047	2.05
8	Şube008	11	8 Şube060	1.83
9	Şube047	11	9 Şube099	1.83
10	Şube011	10	10 Şube096	1.79
11	Şube093	9	11 Şube043	1.77
12	Şube112	9	12 Şube034	1.68

4.8. ÇIKTI ODAKLI BCC MODELİ (BCC-O)

BCC de VZA'nın temel modellerinden biridir. BCC modelinde CCR'in ölçeğe göre sabit getiri varsayımı yerine, etkin sınırın ölçeğe göre değişken getirili olma olanağı getirilmiştir. Ölçeğe göre değişken getiri ortamında BCC modeliyle saf teknik etkinlik hesaplanmaktadır. Saf teknik etkinlik şubenin girdi ve çıktı bileşimini, etkinliği maksimize edecek biçimde oluşturup oluşturmadığını, başka bir deyişle, elindeki kaynakları optimum kullanıp kullanmadığını ortaya koymaktadır.

CCR'in teknik etkinliği ve CCR'in saf teknik etkinliğinden yola çıkılarak bir birimin ölçek etkinliği hesaplanabilir.

Girdi odaklı BCC (BCC-I) modeliyle 128 şubenin teknik etkinliği ölçüldüğünde etkinlik ortalaması 0.953 olarak hesaplanmıştır. 128 şubenin 85'i etkin olarak ölçülmüş, 43'ü tam olarak etkin bulunmamıştır. Şubelerin %34'ü saf teknik etkinliğe sahip değildir. Başka bir

deyişle, olumsuz girdi kullanımı söz konusudur ve bu şubeler kaynaklarını verimli kullanamamaktadır.

Tablo 4.10. BCC-O Modelinin Özeti

	BCC-O
Şube sayısı	128
Etkin şube sayısı	85 (%66)
Etkin olmayan şube sayısı	43 (%34)
Etkinlik ortalaması	0.953
Standart sapma	0.091
Minimum	0.567
Maksimum	1.000

BCC modeliyle yapılan etkinlik ölçümünde beklendiği gibi etkinlik değerleri, CCR modeline göre daha yüksek hesaplanmıştır. 0.091 standart sapma ve 0.567'lik minimum etkinlik düzeyi de şubelerin etkinlik dağılımının BCC'de, CCR'a göre, birbirine daha yakın olduğunu göstermektedir. Ortalama etkinlik 0.927'den 0.953'e yükselmiştir. CCR modelinde 128 şubenin 69'u etkin bulunurken, etkin şube sayısı BCC'de 85'e çıkmıştır. Bu demektir ki CCR modeline göre etkin olmayan 16 şube, BCC modeline göre etkin görünmektedir ve bu şubeler BCC sınırı üzerinde yer almaktadır.

Bütün şubelerin BCC-O modeliyle hesaplanan etkinlik sonuçları Ek:3'de verilmiştir.

Büyük, orta ve küçük şubelerin etkinliği karşılaştırıldığında, etkinlik sonuçları CCR'a göre yüksek olmakla birlikte aynı eğilimi göstermektedir. İstanbul ve Trakya şubelerinin etkinliği de CCR modelinden daha yüksek çıkmıştır. Ancak CCR'dan farklı olarak Trakya şubelerinin BCC etkinliği İstanbul şubelerinden yüksek çıkmıştır.

Tablo 4.11. Özelliklerine Göre Şubelerin Saf Teknik Etkinliği

Şube Özelliği	Etkinlik Ortalaması
İstanbul 1	0.967
İstanbul 2	0.948
İstanbul 3	0.945
Büyük Şubeler	0.987
Orta Şubeler	0.947
Küçük Şubeler	0.936
İstanbul Şubeleri	0.950
Trakya Şubeleri	0.965
Genel Ortalama	0.953

4.9. ÖLÇEK ETKİNLİĞİ

CCR ve BCC modellerinin etkinlik değerlerinin karşılaştırılması etkinsizliğin kaynağı konusunda önemli ipuçları vermektedir. CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımı nedeniyle girdilerin ve çıktıların aynı oranda artırılmasını veya azaltılmasını önerir ve teknik etkinliği (toplam teknik etkinlik olarak da kullanılmaktadır) ölçer. Ölçeğe göre sabit getiride, üretim birimi en verimli ölçekte faaliyet göstermektedir ve girdilerin belirli bir oranda artırılması, çıktıları aynı oranda artırır.

BCC modelinde ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında, girdilerdeki belirli bir artış çıktılarda farklı oranda artış meydana getirebilir. Çıktı artışı bazen girdi artışından büyük, bazen küçüktür.

BCC saf teknik etkinliği ölçer. Bir şube, CCR ve BCC modellerine göre tam etkinse, ölçek etkinsizliği bulunmuyor ve en verimli ölçek büyüklüğünde (most productive scale size) çalışıyor demektir. Ancak BCC etkinliği CCR etkinliğinden büyükse, lokal olarak etkin (saf teknik etkinliğe sahip) ancak optimum ölçekte çalışmıyor demektir. Başka bir deyişle, şubenin saf teknik etkinliğe sahip olmaması, girdi ve çıktı bileşimi iyi oluşturamamasını ve kendi operasyonel etkinsizliğini; ölçek etkinliğinin olmaması ise uygun ölçekte olmamasından

kaynaklanan etkinsizliği ifade etmektedir. CCR ve BCC sonuçlarını karşılaştırarak ölçek etkinliğinin hesaplanmasıyla farklı bir boyuta bakma olanağı doğar¹⁹⁸.

Daha önce belirtildiği gibi CCR ile hesaplanan teknik etkinlik, BCC ile hesaplanan saf teknik etkinliğin ve ölçek etkinliğinin çarpımıdır. Buradan yola çıkılarak ölçek etkinliği hesaplanabilir.

Bütün şubeler genel olarak incelendiğinde 128 şubenin 58'inin (%46) ölçek etkinliğine sahip olmadığı, başka bir deyişle uygun ölçekte faaliyet göstermediği görülmektedir.

Tablo 4.12. Ölçek etkinliği özeti

	Ölçek Etkinliği
Şube sayısı	128
Etkin şube sayısı	70 (%55)
Etkin olmayan şube sayısı	58 (%45)
Etkinlik ortalaması	0.974
Standart sapma	0.056
Minimum	0.718
Maksimum	1.000

Bir şubenin ölçek etkinsizliğinin bulunması ya olması gereken optimum ölçekten daha küçük olması (increasing return to scale) ya da olması gereken optimum ölçekten daha büyük olması (decreasing return to scale) anlamına gelmektedir. Her iki durumda da şubenin en uygun ölçekte çalışmadığı, etkinliğin sağlanması için en verimli olabileceği ölçeğe gelmesi gerektiği anlamı çıkmaktadır.

Ölçeğe göre artan getiri özelliği gösteren şubeler, en verimli ölçek etkinliğine henüz ulaşmamış demektir ve girdilerde belirli orandaki artış çıktılarda daha fazla artış meydana getirmektedir. Ölçeğe göre artan getiri özelliği gösteren şubenin en verimli ölçek etkinliğine kavuşması ve etkin olabilmesi için işlemlerini artırması gerekmektedir.

Ölçeğe göre azalan getiri özelliği gösteren şubeler, en verimli ölçek etkinliğinden daha fazla büyümüş demektir ve girdilerde belirli orandaki artış çıktılarda daha az artış meydana

¹⁹⁸ Cooper ve Diğerleri, Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With Dea-Solver Software and References, s140.

getirmektedir. Ölçeğe göre azalan getiri özelliği gösteren şubenin etkin olabilmek için küçülmesi ve en verimli ölçek büyüklüğüne kavuşması gerekmektedir.

Doğal olarak çevresel koşullar her zaman ölçeğin büyütülmesine veya küçültülmesine olanak vermeyebilir. Bu durumda ölçek etkinliğinin sağlanması için ölçeğe göre artan getiri özelliği gösteren birbirine yakın küçük şubelerin birleştirilmesi veya ölçeğe göre azalan getiri özelliği gösteren büyük şubelerin yakınlarına yeni şubeler açılması değerlendirilmelidir. Ayrıca yeni açılan şubeler ölçek etkinliğini sağlayabilmek için hızla işlem hacimlerini artırma arayışına girmelidir.

Saf teknik etkinsizliğin giderilmesi ise, halihazırdaki çıktıların daha az kaynak ile elde edilmesiyle sağlanır. Bunun için de kullanılan girdilerden (personel, diğer işletme giderleri, takipteki kredilerin azaltılması vs) tasarruf yapılmalıdır. Referans kümedeki şubelerle karşılaştırıp girdi/çıktı bileşimini ayarlamak göreceli olarak daha kolay olduğundan, ölçek etkinsizliği gibi diğer etkinsizliklere oranla saf teknik etkinsizliği gidermek daha kısa sürede gerçekleşebilir.

Tablo 4.13. Özelliklerine Göre Şubelerin Ölçek Etkinliği

Şube Özelliği	Teknik Etkinlik (CCR-O)	Saf Teknik Etkinlik (BCC-O)	Ölçek Etkinliği (CCR-O/BCC-O)
İstanbul 1	0.949	0.967	0.980
İstanbul 2	0.931	0.948	0.982
İstanbul 3	0.909	0.945	0.963
Büyük Şubeler	0.970	0.987	0.983
Orta Şubeler	0.941	0.947	0.993
Küçük Şubeler	0.892	0.936	0.954
İstanbul Şubeleri	0.934	0.950	0.983
Trakya Şubeleri	0.903	0.965	0.938
Genel Ortalama	0.928	0.953	0.974

Yukarıdaki tabloda, küçük, orta ve büyük şubelerin ölçek etkinliğine bakıldığında küçük şubelerin ölçek etkinliğinin düşük, orta şubelerin yüksek, büyük şubelerin yeniden düşük olduğu görülmektedir. Bu durum bir şirketin faaliyet döngüsünü hatırlatmaktadır. Şube

büyüdükçe etkinliği artmakta, uygun bir ölçeğe erişmekte, ancak daha fazla büyümesi etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır.

Küçük şubeler incelendiğinde, etkinsizliklerinin bir kısmının kendi operasyonel yapılarından (girdi çıktı dengesinin göreceli olumsuzluğundan) bir kısmının ise ölçeklerinden kaynaklandığı, ancak ölçek etkinliğindeki olumsuzluğun göreceli olarak daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Trakya ve İstanbul şubeleri karşılaştırıldığında ortaya daha ilginç bir tablo çıkmaktadır. Trakya şubelerinin saf teknik etkinliği İstanbul şubelerinden yüksek olmasına rağmen, İstanbul şubelerinin ölçek etkinliği Trakya şubelerinden daha yüksektir. Ölçek etkinsizliği bir şubenin yeterli büyümeyi gerçekleştirememesinden kaynaklanmaktadır. Bu bakımdan İstanbul şubelerine kıyasla, göreceli olarak daha küçük yerleşim yerlerinde ve daha düşük iş potansiyelleri ile faaliyet gösteren Trakya şubelerinin ölçek etkinsizliğinin olması oldukça akla yakın ve gerçekçi görünmektedir.

Bütün şubelerin ölçek etkinliği sonuçları Ek:3'de verilmiştir. Ölçek etkinliği düşük ilk 10 şubeye bakıldığında gerçekten de, biri hariç, bunların küçük şubeler olduğu, pek çoğunun saf teknik açıdan etkin olduğu ancak ölçekleri nedeniyle etkin olamadıkları görülmektedir.

Tablo 4.14. Ölçek Etkinliği En Düşük 10 Şube

Şube	Şube Büyüklüğü	Teknik Etkinlik (CCR)	Saf Teknik Etkinlik (BCC)	Ölçek Etkinliği (CCR/BCC)
Şube113	Küçük	0,718	1,000	0,718
Şube071	Küçük	0,729	1,000	0,729
Şube092	Küçük	0,739	1,000	0,739
Şube039	Küçük	0,810	1,000	0,810
Şube124	Küçük	0,815	1,000	0,815
Şube061	Büyük	0,834	1,000	0,834
Şube094	Küçük	0,794	0,950	0,835
Şube037	Büyük	0,851	1,000	0,851
Şube005	Küçük	0,879	1,000	0,879
Şube103	Küçük	0,835	0,940	0,889

Saf teknik etkinlik, kaynakların genel kullanım seviyesinin başarılı olup olmadığını, başka bir deyişle, kaynakların optimum kullanılıp kullanılmadığını ölçer. STE, etkin sınırın ölçeğe göre değişken bölgesinde kalarak girdilerin, sabit oranda ne kadar azaltılabileceğini hesaplar. Saf teknik etkinliğin yönetim bozukluğu veya çevresel faktörlerden kaynaklanan pek çok nedeni olabilir.

Bir şubenin saf teknik etkinliğinin olmaması, 1 lt benzinle 10 km gitmek üzere tasarlanmış A aracının, 1 lt benzinle 10 km gidebilecekken, 8 km gitmesine benzetilebilir¹⁹⁹. A aracı kaynaklarını etkin olarak kullanamamaktadır. Etkinliğin sağlanması için ya 1 lt benzinle 10 km yol gidilebilmesi ya da gidilen 8 km için 0.8 lt benzin kullanılması gerekmektedir.

Ölçek etkinliğinin bulunmaması, şubenin uygun büyüklükte olmamasından kaynaklanır. Ölçek etkinliği birimin ölçeğe göre artan veya azalan getiriden ne kadar etkilendiği ile ilgilidir. Ölçek etkinliği ölçeğe göre değişken getiri sınırı üzerindeki bir şubenin, en verimli ölçek büyüklüğüne ulaşmak için girdilerini, yine sabit oranda ne kadar azaltılabileceğini hesaplamaktadır.

Yukarıdaki A aracı ile karşılaştırılmak üzere bir B aracı bulunduğunu ve 1 lt benzinle 18 km yol alabildiğini düşünelim. A aracı 1 lt ile 10 km katetse dahi (teknik olarak etkin olsa dahi) ilk bakışta B kadar etkin görülmeyecektir. A en etkin durumda dahi B'nin %56'sı kadar etkin görülecektir. B aracı 1 lt benzinle 20 km gitmek üzere tasarlanmış ise 18 km gitmesi durumunda etkinliği %90 olacaktır. B'nin A'dan daha fazla yol alabilmesi B'nin daha iyi bir teknolojiye sahip olması veya A'nın daha ağır olmasından kaynaklanabilir. Üretim teknolojisini bilmeden yalnızca aldığı mesafeye bakıp B'nin etkin olup olmadığını söylemek de mümkün olmayacaktır. Bunun için B'den daha fazla mesafe almış araçları (başka bir deyişle üretim teknolojisinin 1 lt ile 20 km yol almak üzere tasarlanmış olduğunu) görmüş olmamız gerekir.

¹⁹⁹ Araç benzetmesi Sherman ve Zhu'dan alınmıştır (s.52).

4.10. ŞUBELER VE ÖLÇEĞE GÖRE GETİRİ

Ölçek etkinliği hesaplandıktan sonra bir şubenin ölçeğe göre getirisinin belirlenmesi önem taşımaktadır. Şubenin artan, sabit veya azalan getiri özelliği büyüme stratejisi konusunda fikir vermektedir.

BCC-O modeline göre etkin olan şubelerden 12 şube ölçeğe göre artan, 69 şube sabit, 4 şube azalan özelliği göstermektedir. Etkin olmayan şubeler sınıra taşındıktan sonra 81 şube ölçeğe göre sabit getiri ortamında faaliyet göstermektedir.

Tablo 4.15. Şubelerin Ölçeğe Göre Getiri Dağılımı

Ölçeğe Göre Getiri	Etkin Şubeler	Projeksiyon Sonrası	Toplam
IRS	12	25	37
CRS	69	12	81
DRS	4	6	10
Toplam	85	43	128

DRS’de girdilerdeki belirli bir orandaki artışa karşın, çıktılarda daha az oranda artış meydana gelir. Çoğunlukla büyük şubelerin DRS özelliği göstermesi beklenir. Bu tür şubelerin küçülmesi etkinliklerini artırır. DRS özelliği gösteren şubelerin yakınına yeni bir şube açılması da düşünülmelidir.

IRC’de girdilerdeki belirli bir artış çıktılarda daha büyük oranda artışa neden olur. Çoğunlukla küçük şubelerin IRS özelliği göstermesi beklenir. Bu tür şubeler büyüyerek işlem hacimlerini artırıp daha etkin hale gelirler. Büyüme sağlanamıyorsa IRS özelliği gösteren şubelerden birbirine yakın olanların birleştirilmesi düşünülebilir. Her iki durumda da amaç en verimli ölçek etkinliğine ulaşmaktır.

Ayrıntılı olarak analiz edildiğinde, optimum ölçekte faaliyet göstermeyen başka bir deyişle, ölçek etkinliği bulunmayan ve ölçeğe göre azalan özellik gösteren şubelerden 6’sının büyük, birinin orta, birinin de küçük şube olduğu görülmektedir (Tablo 4.16.). Bu ampirik durum, beklentilerle de oldukça örtüşmekte ve Şekil 4.2.’deki grafiği desteklemektedir.

Ölçeğe göre artan özellik gösteren şubelerden çoğu, yine beklendiği gibi, küçük şubeler çıkmıştır. Ölçeğe göre artan özellik gösteren 37 şubeden 26'sı küçük şubedir.

Büyük şubelerin DRS nedeniyle, küçük şubelerin ise IRS nedeniyle ölçek etkinsizliği gösterme eğilimi bulunmaktadır. Ancak ölçek etkinliğinin şube büyüklüğü ile bire bir orantılı olduğunu düşünmek doğru olmaz. Ölçeğe göre sabit getiri özelliği gösteren şubeler arasında küçük, orta ve büyük şubeler bulunabilir. Nitekim, yukarıdaki tabloda CRS özelliği gösteren küçük, orta ve büyük şube oranının aynı olduğuna dikkat edilmelidir.

Tablo 4.16. Ölçeğe Göre Getirinin Şube Büyüklüğüne Göre Dağılımı

Ölçeğe Göre Getiri		Etkin Şubeler	Projeksiyon Sonrası	Toplam
IRS	Büyük	1		1
	Orta	1	9	10
	Küçük	10	16	26
CRS	Büyük	23	3	26
	Orta	23	5	28
	Küçük	23	4	27
DRS	Büyük	3	3	6
	Orta	1	2	3
	Küçük		1	1
Toplam		85	43	128

Üretim artışı teknik veya ölçek etkinliğinin artırılmasıyla mümkündür. Teknik etkinliğin artırılması, aynı girdi seviyesiyle daha fazla çıktı veya aynı çıktı seviyesinin daha az girdiyle ya da daha az girdi ile daha fazla çıktı elde edilmesiyle sağlanır. Ölçek etkinliğinin artırılması ise çıktındaki artışın girdideki artıştan daha fazla olmasıyla veya girdideki büyük azalışa karşın çıktındaki azalışın daha az olmasıyla sağlanır. Bir şubenin, ölçeğe göre artan/azalan/sabit getiri özelliği belirlendikten sonra, ölçeğe göre artan getiri özelliği gösterenlerin işlem hacimlerinin artırılması; ölçeğe göre azalan getiri özelliğine sahip şubelerin işlemlerinin azaltılması gündeme gelmelidir. Başka bir deyişle, etkin olmayan birimler önce sınıra taşınmalı, daha sonra sınır üzerinde hareket ederek en verimli ölçek etkinliği sağlanmalıdır²⁰⁰.

²⁰⁰ Boaz Golany ve Gang Yu, "Estimating Returns to Scale in DEA", *European Journal of Operational Research*, Vol:103, 1997, s.28, 36.

4.11. ŞUBE BÜYÜKLÜĞÜ İLE ÖLÇEK ETKİNLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Tablo 4.13. incelendiğinde şube büyüklüğü ile ölçek etkinliği arasında bir ilişki olduğu izlenimi doğmaktadır. Acaba şubeler büyüdükçe, etkinlikleri ne şekilde değişmektedir?

Drake (2002), önce şubeleri büyüklüklerine göre 6 kategoriye ayırarak ölçek etkinliklerini incelemiş ve genel bir bakışla, ölçek etkinliğinin 1-4 kategorilerinde arttığını, 4'ten sonra yeniden azaldığını, başka bir deyişle, etkinliğin maksimum olduğu bir şube büyüklüğü noktasının olabileceğini belirtmiştir. Daha sonra ayrıntıya inerek, ölçek etkinliği ile şube büyüklüğünü Spearman's Rank Correlation ile karşılaştırıp, ikisi arasında negatif bir korelasyon olduğunu ifade etmiştir²⁰¹.

Camanho ve Dyson'un (1999) çalışmasında ise şube büyüdükçe ölçek etkinliğinin arttığı, saf teknik etkinlikte çalışsalar dahi küçük şubelerde ölçek etkimsizliğinin olabileceği, büyük şubelerde ölçek etkimsizliğinin hemen hemen bulunmadığı öne sürülmüştür²⁰².

Büyüklük ile ölçek etkinliği arasındaki ilişkiyi incelemek için ölçek etkinliği olmayan 58 şube büyüklüğüne²⁰³ göre sıralanmış ve Spearman's Rank Correlation kullanılarak ölçek etkinliği sırası ile büyüklük sırası karşılaştırılmıştır (Tablo 4.17.). Etkin olan şubelerin tamamının etkinlik skoru 1 olduğundan ve sıralama yapılamadığından, çalışmada sıralaması belli, etkin olmayan şubeler kullanılmıştır. Şube ölçeği büyüdükçe etkinliğin de artıp artmadığı araştırıldığından, büyüklük sıralaması küçükten büyüğe, etkinlik sıralaması etkin olmayandan olana doğru yapılmıştır.

²⁰¹ Leigh Drake, "An Insight into the Size Efficiency of a UK Bank Branch Network", **Managerial Finance**, Vol:28, No:9, 2002, s.30.

²⁰² A.S. Camanho ve R.G. Dyson, "Efficiency, Size, Benchmarks and Targets for Bank Branches An Application of Data Envelopment Analysis", **The Journal of Operational Research**, Vol:50, No:9, Sept 1999, s. 908.

²⁰³ Şube büyüklüğü sıralamasında, bankanın halihazırda kullandığı büyüklük sıralaması kullanılmıştır.

Tablo 4.17. Ölçek Etkinliği İle Büyüklük Arasındaki İlişki

Şube	Ölçek Etkinliği	Büyüklük Sırası *	ÖE. Sırası	Şube	Ölçek Etkinliği	Büyüklük Sırası *	ÖE. Sırası
Sube071	0,7286	1	2	Sube032	0,9392	30	19
Sube092	0,7394	2	3	Sube118	0,9693	31	29
Sube113	0,7175	3	1	Sube115	0,9970	32	49
Sube036	0,9847	4	35	Sube024	0,9955	33	46
Şube002	0,9261	5	16	Sube106	0,9727	34	32
Sube039	0,8096	6	4	Sube086	0,9582	35	23
Sube051	0,8916	7	11	Sube014	0,9969	36	47
Sube042	0,9588	8	25	Sube010	0,9984	37	55
Sube029	0,9714	9	30	Sube004	0,9981	38	52
Sube005	0,8791	10	9	Sube122	0,9856	39	36
Sube094	0,8354	11	7	Sube067	0,9995	40	57
Sube124	0,8153	12	5	Sube068	0,9990	41	56
Sube072	0,9553	13	21	Sube020	0,9584	42	24
Sube066	0,9678	14	28	Sube025	0,9977	43	50
Sube038	0,8947	15	13	Sube027	0,9983	44	54
Sube126	0,8941	16	12	Sube127	0,9977	45	51
Sube091	0,9953	17	45	Sube049	0,9835	46	34
Sube046	0,9904	18	39	Sube041	0,9568	47	22
Sube097	1,0000	19	58	Sube101	0,9409	48	20
Sube054	0,9719	20	31	Sube073	0,9632	49	26
Sube103	0,8888	21	10	Sube009	0,9114	50	14
Sube114	0,9969	22	48	Sube100	0,9935	51	42
Sube013	0,9868	23	37	Sube003	0,9932	52	41
Sube030	0,9950	24	44	Sube079	0,9903	53	38
Sube015	0,9634	25	27	Sube083	0,9981	54	53
Sube023	0,9937	26	43	Sube064	0,9287	55	17
Sube090	0,9303	27	18	Sube116	0,9730	56	33
Sube062	0,9158	28	15	Sube061	0,8342	57	6
Sube065	0,9908	29	40	Sube037	0,8515	58	8

Spearman's Rank Correlation 1 0.373

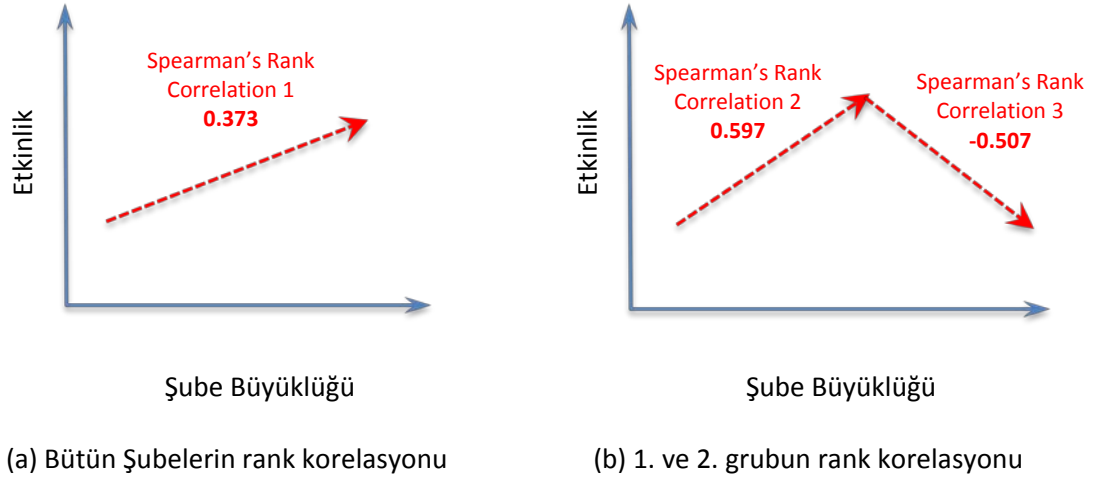
*Küçükten büyüğe

Tablo 4.18. Ölçek Etkinliği İle Büyüklük Arasındaki İlişki

1.Grup				2.Grup			
Şube	Ölçek Etkinliği	Büyüklük Sırası	ÖE. Sırası	Şube	Ölçek Etkinliği	Büyüklük Sırası	ÖE. Sırası
Sube071	0,7286	1	2	Sube032	0,9392	1	5
Sube092	0,7394	2	3	Sube118	0,9693	2	11
Sube113	0,7175	3	1	Sube115	0,9970	3	21
Sube036	0,9847	4	21	Sube024	0,9955	4	19
Şube002	0,9261	5	13	Sube106	0,9727	5	12
Sube039	0,8096	6	4	Sube086	0,9582	6	8
Sube051	0,8916	7	9	Sube014	0,9969	7	20
Sube042	0,9588	8	16	Sube010	0,9984	8	27
Sube029	0,9714	9	19	Sube004	0,9981	9	24
Sube005	0,8791	10	7	Sube122	0,9856	10	15
Sube094	0,8354	11	6	Sube067	0,9995	11	29
Sube124	0,8153	12	5	Sube068	0,9990	12	28
Sube072	0,9553	13	15	Sube020	0,9584	13	9
Sube066	0,9678	14	18	Sube025	0,9977	14	22
Sube038	0,8947	15	11	Sube027	0,9983	15	26
Sube126	0,8941	16	10	Sube127	0,9977	16	23
Sube091	0,9953	17	27	Sube049	0,9835	17	14
Sube046	0,9904	18	23	Sube041	0,9568	18	7
Sube097	1,0000	19	29	Sube101	0,9409	19	6
Sube054	0,9719	20	20	Sube073	0,9632	20	10
Sube103	0,8888	21	8	Sube009	0,9114	21	3
Sube114	0,9969	22	28	Sube100	0,9935	22	18
Sube013	0,9868	23	22	Sube003	0,9932	23	17
Sube030	0,9950	24	26	Sube079	0,9903	24	16
Sube015	0,9634	25	17	Sube083	0,9981	25	25
Sube023	0,9937	26	25	Sube064	0,9287	26	4
Sube090	0,9303	27	14	Sube116	0,9730	27	13
Sube062	0,9158	28	12	Sube061	0,8342	28	1
Sube065	0,9908	29	24	Sube037	0,8515	29	2
Spearman's Rank Correlation 1			0.597	Spearman's Rank Correlation 2			-0.507

Kullanılan bütün şubeler esas alınarak yapılan Spearman's Rank korelasyonu (1) 0.373 çıkmıştır. Bu değer, çok güçlü olmamakla birlikte şube büyüklük sırası ile ölçek etkinliği sırası arasında pozitif doğrusal bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Ancak şubeler büyüdükçe etkinlik artıyor, büyüklük belirli bir noktaya eriştikten sonra etkinlik azalıyorsa bu sonuç yanıltıcı bir ilişkiyi ifade edebilir. Bu nedenle şubeleri büyüklük açısından iki kategoriye ayırıp ilk

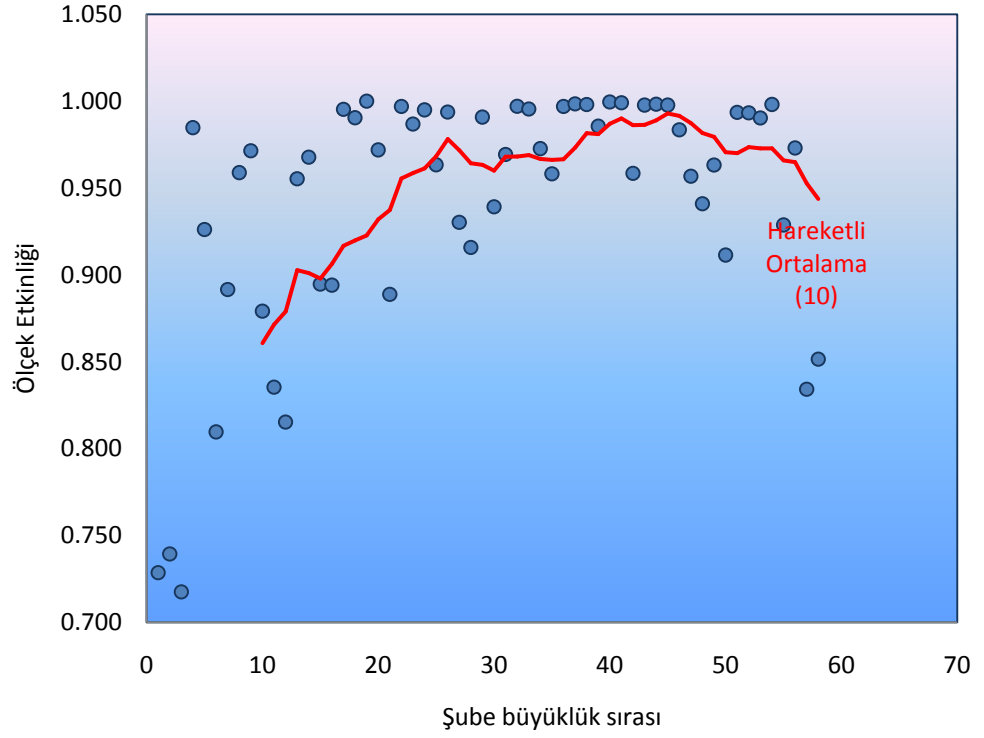
kategoride büyüme sürdükçe etkinliğin artıp atmadığı, ikinci kategoride yine büyüme devam ettikçe etkinliğin azalıp azalmadığını kontrol etmek daha akılcı bir yaklaşım olur (Şekil 4.1.).



Şekil 4.2. Ölçek Etkinliği İle Şube Büyüklüğü Arasındaki İlişki

Bütün şubeler esas alınarak hesaplanan korelasyon %33.7 çıkmasına rağmen, ilk kategoride(1. grup) %59.7 gibi daha güçlü bir ilişki ifade edilmektedir. Bu durum, belirli bir noktaya kadar şube büyüdükçe ölçek etkinliğinin arttığını göstermektedir. İkinci kategoride (2. grup) büyüklük sıralaması ile etkinlik sıralaması arasında, %33.7 ile karşılaştırıldığında daha güçlü ancak negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Bu durum, büyüme devam ettikçe, ölçek etkinliği belirli bir noktadan sonra artık artmadığını, azaldığını göstermektedir.

Şube büyüklüğü ile ölçek etkinliği arasındaki ilişki Şekil 4.2.'de daha açık görülmektedir.

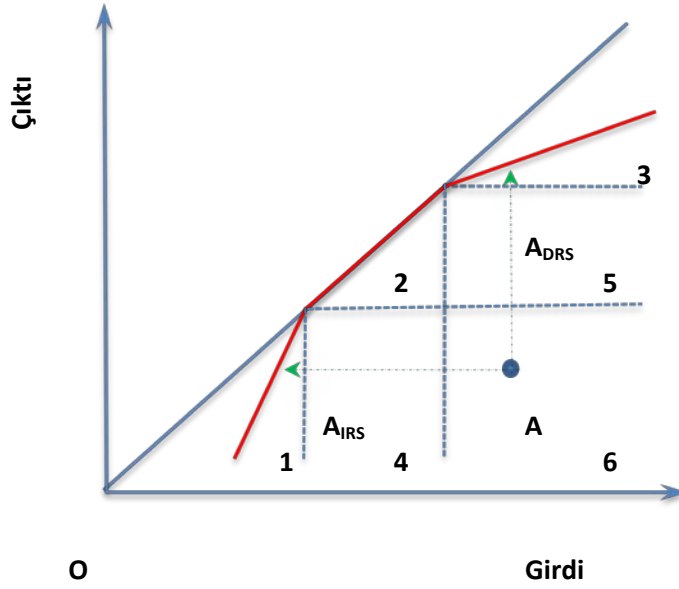


Grafik 4.1. Şube Büyüklüğü ve Ölçek Etkinliği

4.12. ÖLÇEĞE GÖRE GETİRİ İLE GİRDİ VE ÇIKTI ODAKLI YAKLAŞIM

BCC modelinde etkin şubeler ölçeğe göre değişken sınır üzerinde yer alır. Etkin olmayan şubeler ise etkin sınıra taşınır. Etkin olmayan bir şubenin taşındığı etkin sınırın, ölçek özelliği (artan, sabit, azalan) kullanılan modelin girdi veya çıktı odaklı olmasına göre değişebilmektedir. Grafik 4.1.'den anlaşılacağı üzere 6. bölgede yer alan etkin olmayan A şubesi, girdi odaklı model kullanıldığında, etkinsizliğinin giderilmesi için A_{IRS} noktasına taşınacak ve IRS özelliğine sahip bir şube olarak sınıflandırılacaktır. Çıktı odaklı yaklaşım kullanıldığında aynı şubenin A_{DRS} noktasına taşınacak ve DRS özelliğine sahip bir şube olarak sınıflandırılacaktır. Ancak bazı şubeler hem girdi hem çıktı odaklı modelde aynı bölgede yer almaktadır. Örneğin 2. bölgede yer alan şubeler her iki modelde de ölçeğe göre sabit getiri özelliği göstermektedir²⁰⁴.

²⁰⁴ Sherman ve Zhu, s.139.

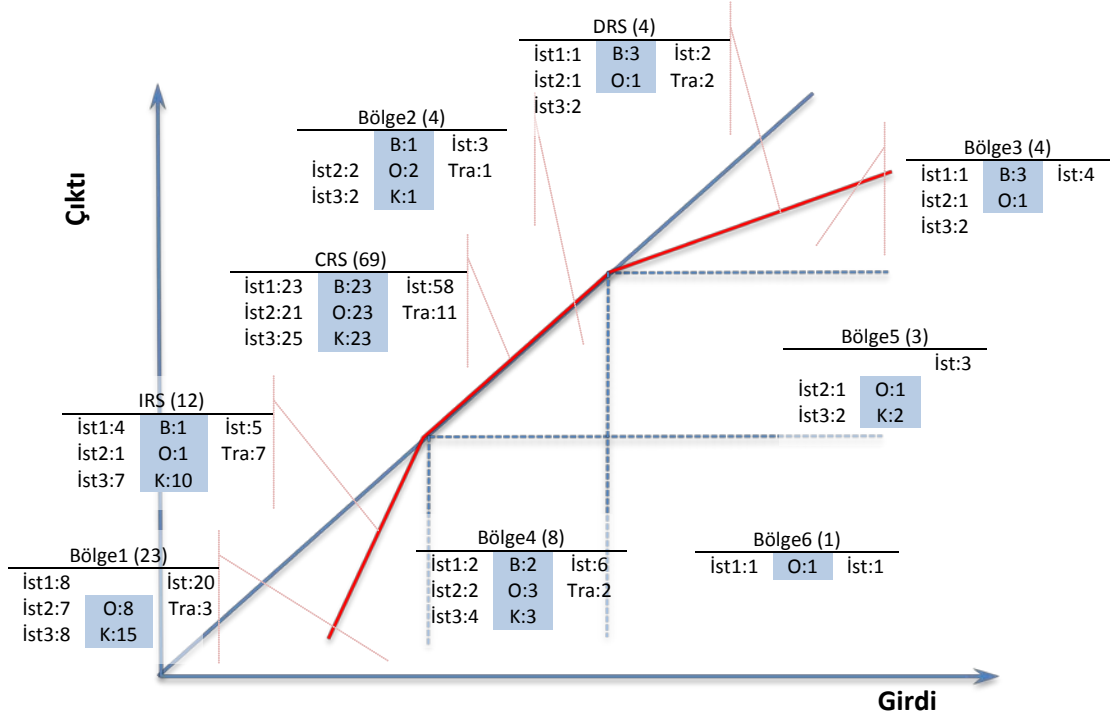


- | | |
|-----------------------------|--|
| Bölge 1: Ölçeğe göre artan | Bölge 4: Girdi odaklı artan, çıktı odaklı sabit |
| Bölge 2: Ölçeğe göre sabit | Bölge 5: Girdi odaklı sabit, çıktı odaklı azalan |
| Bölge 3: Ölçeğe göre azalan | Bölge 6: Girdi odaklı artan, çıktı odaklı azalan |

Grafik 4.2. Ölçeğe Göre Getiri ile Girdi ve Çıktı Odaklı Yaklaşım

Acaba incelemeye konu edilen 128 şubenin, ölçeğe göre getiri özellikleri, kullanılan modelin girdi veya çıktı odaklı olmasına göre farklılık göstermekte midir? Varsa bu farklılık hangi boyuttur?

Yapılan incelemede 128 şubenin 85'i BCC modelinin etkin sınırında yer aldığından, hem girdi hem çıktı modelde aynı ölçek özelliğine sahip çıkmıştır. Etkin olmayan şubelerden de 31'i dahil edildiğinde toplam 116 şube hem girdi hem çıktı odaklı yaklaşımda aynı ölçek özelliği göstermektedir. Yalnızca 12 şubenin ölçek özellikleri farklı çıkmıştır. Bu durum modelin ortaya koyduğu ölçek özelliklerine olan güveni ve bu sonuçlardan yola çıkılarak yapılan yorum ve çıkarımların tutarlılığını artırmaktadır. Şubelerin ölçek özelliklerine göre buldukları bölge Grafik 4.2.'de gösterilmektedir.



Grafik 4.3. Ölçek Özelliklerine Göre Şubelerin Bulunduğu Bölgeler

4.13. SLACK BASED MODEL

Daha önce belirtildiği gibi, CCR ve BCC modelleri etkinliği radyal olarak ölçmektedir. Başka bir deyişle, etkinsizliği gidermek için, girdi veya çıktıların aynı oranda artırılması veya azaltılması önerilmektedir. CCR ve BCC girdi odaklı veya çıktı odaklı olarak kullanılmakta ve bu modellerle radyal teknik etkinlik ve bileşenleri hesaplanmaktadır.

SBM’de etkin sınıra olan mesafe maksimize edilmeye çalışılır. Böylelikle CCR veya BCC ile hesaplanan etkinsizliğin dışındaki diğer etkinsizliklerin olup olmadığı araştırılır²⁰⁵. Başka bir deyişle SBM, radyal teknik etkinsizliği de kapsayan radyal olmayan bütün teknik etkinsizlikleri hesaplamış olur.

²⁰⁵ Cooper ve Diğerleri, Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and Dea-Solver Software, s.97, 155.

SBM'nin hesapladığı bütün etkinsizlikten, CCR modelinin hesapladığı teknik etkinsizlik ayrıştırıldıktan sonra karma (mix) etkinsizlik kalır. Karma (mix) etkinsizlik girdilerin veya çıktıların yanlış oranda kullanımından kaynaklanır. Karma (mix) etkinlik girdi ve çıktıların ideal bileşiminin sağlanıp sağlanmadığını ölçer ve ölçeye göre değişken sınırdaki bir şube için, çıktılar azaltılmadan girdilerin daha ne kadar azaltılabileceğini (veya girdiler artırılmadan çıktıların ne kadar artırılabilceğini) hesaplar. Karma etkinlik, girdi veya çıktı bileşimini (saf teknik veya ölçek etkinliğindeki gibi sabit oranda değil) değiştirerek etkinliği artırmaya çalışır²⁰⁶.

Önceki bölümlerde çıktı odaklı CCR ve BCC modelleri kullanıldığından, çıktı odaklı SBM ile radyal olmayan teknik etkinlik hesaplanarak aşağıdaki eşitlik yazılabilir:

$$SBM_{\text{Çıktı Yönlü}} = \text{Radyal Etkinlik (TE)} \times \text{Mix Etkinlik (Mix)} \quad 3.1$$

Radyal teknik etkinlik de bileşenlerine ayrıldığında:

$$\rho = \text{Mix} \times \text{PTE} \times \text{SE} \quad 3.2$$

Bu durumda mix etkinlik aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$\text{Mix} = \frac{\rho}{\theta_{\text{CCR}}} \quad 3.3$$

²⁰⁶ S. Diacon, K. Starkey ve C. O'Brien. "Size and Efficiency in European Long-Term Insurance Companies". **CRIS Discussion Paper Series-2002.VII**. 2002. s.11.

Tablo 4.19. SBM-O-C ve Mix Etkinliğinin Özeti

	Radyal Olmayan TE (SBM-O-C)	Teknik Etkinlik CCR-O	Mix Etkinlik (SBM-O/CCR-O)
Şube sayısı	128	128	128
Etkin şube sayısı	69 (%54)	69 (%54)	69 (%54)
Etkin olmayan şube sayısı	59 (%46)	59 (%46)	59 (%46)
Etkinlik ortalaması	0.747	0.928	0.781
Standart sapma	0.297	0.104	0.265
Minimum	0.001	0.558	0.002
Maksimum	1.000	1.000	1.000

128 şubenin radyal olmayan etkinliği incelendiğinde etkinlik ortalaması 0.747 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada SBM-O için ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı kullanıldığından etkin ve etkin olmayan şube sayıları, doğal olarak, CCR-O modeliyle aynı çıkmıştır. SBM bütün etkinsizlikleri dikkate aldığından ortalama etkinlik CCR'ın altında gerçekleşmiştir (0.928'e karşılık 0.747).

0.747'lik radyal olmayan etkinlik bileşenlerine ayrıştırıldığında, 0.953'lük saf teknik etkinlik ve 0.974'lük ölçek etkinliğine karşın 0.781'lik mix etkinlikle karşılaşılmaktadır. Mix etkinliğinin ölçek ve teknik etkinlikten düşük olması, üzerinde daha fazla düşünülmesi, etkinsizliğe yol açabilecek unsurların daha önemli ve ayrıntılı irdelenmesi, girdi ve çıktı bileşenlerinin daha optimal bir araya getirilmesi gereğini düşündürmektedir.

SBM ile hesaplanan radyal olmayan teknik etkinlik, şube büyüklüğüne göre incelendiğinde şube büyüklüğü arttıkça teknik etkinliğin arttığı görülmektedir. Aynı şekilde şube büyüklüğü arttıkça mix etkinliği de artmaktadır. Şubeler küçükten büyüğe doğru giderken, etkinlikte önemli derecede iyileşme yaşanmaktadır. Bu durum büyük şubelerin girdilerini daha optimum bir bileşimle kullanabildiğini göstermektedir.

SBM ile hesaplanan radyal olmayan teknik etkinlik incelendiğinde İstanbul şubelerinin Trakya şubelerinden daha etkin oldukları, daha uygun ölçekte çalıştıkları, çıktı/girdi bakımından daha verimli oldukları ayrıca girdi ve çıktı karmasını daha uygun oluşturdukları söylenebilir.

Tablo 4.20. Özelliklerine Göre Şubelerin Ölçek Etkinliği

Şube Özelliği	Non-Radyal TE (SBM-O)	TE (CCR-O)	Saf TE (BCC-O)	ÖE (CCR-O/BCC-O)	Mix E. (SBM/CCR)
İstanbul 1	0.787	0.949	0.967	0.980	0.812
İstanbul 2	0.748	0.931	0.948	0.982	0.774
İstanbul 3	0.716	0.909	0.945	0.963	0.761
Büyük Şubeler	0.879	0.970	0.987	0.983	0.896
Orta Şubeler	0.792	0.941	0.947	0.993	0.826
Küçük Şubeler	0.632	0.892	0.936	0.954	0.674
İstanbul Şubeleri	0.765	0.934	0.950	0.983	0.795
Trakya Şubeleri	0.678	0.903	0.965	0.938	0.723
Genel Ortalama	0.747	0.928	0.953	0.974	0.781

4.14. TERCİHLERİN MODELE DAHİL EDİLMESİ

Şimdiye kadar uygulanan VZA modellerinde, girdi ve çıktı ağırlıkları, şubenin etkinliğini maksimize edecek biçimde serbestçe belirlenmişti. Bütün girdi veya çıktının aynı önemde olduğu kabul edilmişti. VZA'nın bu tür kısıtlamalar olmaksızın çalıştırılması, aslında modelin asıl işlevini yerine getirmesini sağlamaktadır. Çünkü amaç girdi ve çıktı bileşimini en uygun biçimde oluşturarak etkinliği maksimize etmektir.

Şimdiye kadarki etkinlik sonuçları incelendiğinde, şubenin göreceli olarak dezavantajlı olduğu girdi veya çıktının tamamen gözardı edildiği ve "0" ağırlık verildiği görülmektedir. Oysa bazı girdi ve/veya çıktının daha önemli olduğu ve etkinlik ölçümünde mutlaka belirli oranda dikkate alınması gerektiği düşünülebilir.

Deneyim ve tercihlerin modele yansıtılması ile etkinlik sonuçları gerçek duruma daha uygun olacak, ancak girdi ve çıktılara getirilen kısıtlamalar nedeniyle etkinlik sonuçları düşecektir. Bir anlamda modelin etkin olanla olmayanı ayırabilme yeteneği artacaktır. Verilere getirilen kısıtlamalar, CCR-O modeline göre etkin sayılan bazı şubelerin artık etkin olmaması sonucunu da doğuracaktır.

VZA optimum girdi ve çıktı bileşimi ile etkinliği maksimize etmeye çalıştığından, getirilen kısıtlamaların aşırı olması, bu kez analizden beklenen faydayı düşürebilir.

Girdi ve çıktılar ağırlıklandırılırken, önce herhangi bir ağırlıklandırma yapılmadan CCR modelinin çalıştırılması ve modelin serbestçe atadığı değerlerin görülmesinde yarar görülmektedir. Bir veriye verilen ağırlığın diğer verilerin ağırlığını etkilediği de göz önünde bulundurulmalıdır. Sözgelimi, üç girdinin kullanılması durumunda girdilerden birine minimum %20 ağırlık atanması kendiliğinden diğer iki tanesinin maksimum %80 ağırlığa sahip olması sonucunu doğurur.

Ağırlıklandırma, Formül:2.25 ile ifade edilen, herhangi bir girdi veya çıktının sanal girdiye veya çıktıya oranı olarak yapılmıştır (Assurance Region Global). Verilere Tablo 4.21.'deki sınırlamalar getirilmiştir. Çıktı sayısının fazla olması nedeniyle bütün çıktıların belirli bir oranda modelde dikkate alınabilmesi ve sonuçların bu durumdan nasıl etkileneceğinin görülmesi için kısıtlamalar oldukça daraltılmıştır. En uygun ağırlığın tespiti ve bütün parametrelerin belirli oranda dikkate alınabilmesi için pek çok deneme yapılmıştır. Çıktı sayısı daha az olması durumunda kısıtlamalar daha geniş bir aralıkta tutulabilirdi.

Tablo 4.21. Veriler İçin Öngörülen Ağırlıklar

	CCR-O Ortalaması	Öngörülen Ağırlıklar		Hesaplama Sonucu
		Min	Maks	
(I) Karsilik Giderleri	0,11	0.00	0,25	0.23
(O) Vadesiz TL	0,08	0,05	0,20	0.20
(O) Vadeli TL	0,13	0,01	0,10	0.14
(O) Vadesiz YP	0,08	0,01	0,10	0.12
(O) Vadeli YP	0,06	0,01	0,05	0.06
(O) Ticari Krediler	0,10	0,05	0,15	0.19
(O) Bireysel Krediler	0,14	0,05	0,15	0.19
(O) Toplam Islem Sayisi	0,22	0,01	0,04	0.05
(O) Hazine Komisyonlari	0,05	0,01	0,04	0.01
(O) Kredi Karti Sayisi	0,12	0,01	0,04	0.01
(O) Net Kar	0,02	0,05	0,40	0.05

Tablo 4.21'in son sütununda görüleceği gibi, kullanılan yazılım lineer programlama ile çözümü mümkün kılmak açısından, ağırlıklarda küçük değişiklikler yapabilmekte ancak hafif sapmalar olsa da belirlenen sınırlar içerisinde kalmaktadır. Son sütundaki sonuçların

alınabilmesi amacıyla, değişik denemeler yapılarak en uygun ağırlık tespit edilmiştir. Böylece genel olarak bakıldığında, krediler %38, mevduat %52, kar ve diğer ürünler %10 oranında temsil edilmiştir. Bu dağılımın bankanın genel bakış açısını ve politikasını yansıttığı düşünülmüştür. Faiz gelirleri nedeniyle, vadesiz mevduat ile kar arasında yakın bir ilişki olduğundan vadesiz mevduat içerisinde karın da temsil edildiği söylenebilir.

Tablo 4.22. Ağırlıklandırılmış ve Ağırlıklandırılmamış CCR Modeli Sonuçları

	CCR-O	Ağırlıklandırılmış CCR-O
Şube sayısı	128	128
Etkin şube sayısı	69 (%54)	125 (%98)
Etkin olmayan şube sayısı	59 (%46)	3 (%2)
Etkinlik ortalaması	0.928	0.425
Standart sapma	0.104	0.216
Minimum	0.558	0.027
Maksimum	1.000	1.000

Tablo 4.22’de de görüleceği gibi ağırlıkların devreye girmesi ile etkinlik ortalaması düşmüş, minimum ve maksimum etkinlikleri arasındaki fark genişlemiş ve standart sapma artmıştır.

Tercihlerin modele dahil edilmesi durumunda etkin çıkan şubeler, tercihler modele dahil edilmediğinde de etkindir.

Tercihlerin modele dahil edilmesiyle, verilerin birbiriyle olan göreceli önemleri de dikkate alındığından etkinsizliğin radyal olarak giderilmesi ortadan kalkar. Model radyal olma özelliğini yitirir²⁰⁷.

Tablo 4.23.’de görüleceği gibi, iki model arasında etkinlik sonuçları farklı olmakla birlikte küçük, orta ve büyük şubelerin etkinlik özellikleri aynıdır. Küçük şubelerin teknik

²⁰⁷ Wembin Liu, Wei Meng ve DaQun Zhang, “Incorporating Value Judgements in DEA Models-Education and Olympics”, Necmi K. Avkiran (Ed.), **Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis** içinde (217-242), Third Edition. Australia, 2006, s.241.

etkinliği düşük, büyük şubelerinki yüksek çıkmıştır. İstanbul şubeleri Trakya Şubelerinden daha etkindir. İstanbul 1, en etkin bölgedir. Yalnız İstanbul 2 ve İstanbul 3, ağırlıkların devreye girmesiyle yer değiştirmiştir. Bu durum banka açısından daha fazla önemsenen parametreler devreye girdiğinde, İstanbul 3'ün 2'den daha etkin olduğunu göstermektedir. Ağırlıklar değiştirildiğinde etkinlik oranları değişmekle birlikte, tablodaki eğilim büyük ölçüde değişmemektedir.

Tablo 4.23. Ağırlıklandırmadan Sonra Özelliklerine Göre Şubelerin Etkinliği

Şube Özelliği	CCR-O	Ağırlıklandırılmış CCR-O
İstanbul 1	0.949	0.509
İstanbul 2	0.931	0.363
İstanbul 3	0.909	0.403
Büyük Şubeler	0.970	0.468
Orta Şubeler	0.941	0.462
Küçük Şubeler	0.892	0.370
İstanbul Şubeleri	0.934	0.434
Trakya Şubeleri	0.903	0.389
Genel Ortalama	0.928	0.425

Acaba ağırlıklandırma yapılmadan ortaya çıkan etkinlik sıralaması ile ağırlıklandırma yapıldıktan sonraki etkinlik sıralaması benzeşmekte midir? Ağırlık verilmemiş CCR-O modelinde etkin olmayan ve sıralaması yapılan 59 şubenin her iki modeldeki etkinlik sırası karşılaştırıldığında, Spearman's Rank Correlation 0.373 çıkmıştır. Bu sayı çok güçlü olmayan pozitif bir ilişkiyi ifade etmektedir. Ağırlıklar devreye girdiğinde şube sıralaması değişebilmektedir.

4.15. GELİR ETKİNLİĞİ

Gelir etkinliği yaklaşımında, girdi olarak Personel Giderleri, Diğer İşletme Giderleri ve Karşılık Giderleri, çıktı olarak Net Faiz Dışı Gelirler ile Faiz Dışı Gelirler kullanılarak (Tablo 4.1.) şubelerin gelir etkinliğine sahip olup olmadıkları araştırılacaktır.

Teknik, saf teknik ve ölçek etkinliğinin yanı sıra etkinliklerin şube özelliklerine göre dağılımı, şube niteliklerine göre ölçeğe göre artan/azalan/sabit getiri özellikleri hesaplanacak, alınan bütün sonuçlar üretim yaklaşımının sonuçlarıyla karşılaştırılacaktır.

Daha sonra üretim etkinliği ile gelir etkinliği birbiriyle kıyaslanıp, üretim etkinliğine sahip şubelerin aynı zamanda gelir etkinliğine sahip olup olmadıkları değerlendirilecektir.

4.15.1. Göreceli Etkinlik

Gelir yaklaşımına göre şubelerin teknik, saf teknik ve ölçek etkinliği özetleri Tablo 4.24'te gösterilmiştir. Kullanılan girdi ve çıktı sayısının az olması nedeniyle etkinlik sonuçları üretim yaklaşımından çok daha düşük çıkmıştır. Teknik etkinlik 0.928'den 0.530'a, saf teknik etkinlik 0.953'ten 0.641'e ve ölçek etkinliği 0.974'ten 0.846'ya düşmüştür. 69 şube teknik olarak etkinken, yeni durumda bu sayı 11'e düşmüştür.

Tablo 4.24. Gelir Yaklaşımında Teknik, Saf Teknik ve Ölçek Etkinliği

	CCR-O	BCC-O	Ölçek Etkinliği
Şube sayısı	128	128	128
Etkin şube sayısı	11 (%9)	24 (%19)	14 (%11)
Etkin olmayan şube sayısı	117 (%91)	104 (%81)	114 (%89)
Etkinlik ortalaması	0.530	0.641	0.846
Standart sapma	0.220	0.238	0.181
Minimum	0.156	0.192	0.156
Maksimum	1.000	1.000	1.000

Tablo 4.25. incelendiğinde üretim yaklaşımında olduğu gibi İstanbul 1'in saf teknik ve ölçek etkinliğinde diğer bölgelerin önünde olduğu görülmektedir. Demek ki İstanbul 1 şubeleri bankanın istediği sonuçları üretebilmekte ve bunları gelire dönüştürebilmektedir. İstanbul 2 ve

3. bölgeler, üretim yaklaşımı ile kıyaslandığında yer değiştirmektedir. (Ancak ağırlıklandırma yapılan modellerle (Bölüm 4.14.) paraleldir.) Bu durumda üretimini gelire dönüştürmede en başarısız bölgenin İstanbul 2 olduğu söylenebilir.

Küçük, orta ve büyük şubeler ile İstanbul ve Trakya şubeleri sıralaması her iki yaklaşımda da birbiriyle paralel çıkmıştır.

Bütün şubelerin gelir yaklaşımına göre hesaplanmış teknik etkinliği, saf teknik etkinliği ve ölçek etkinliği Ek:4'te sunulmuştur.

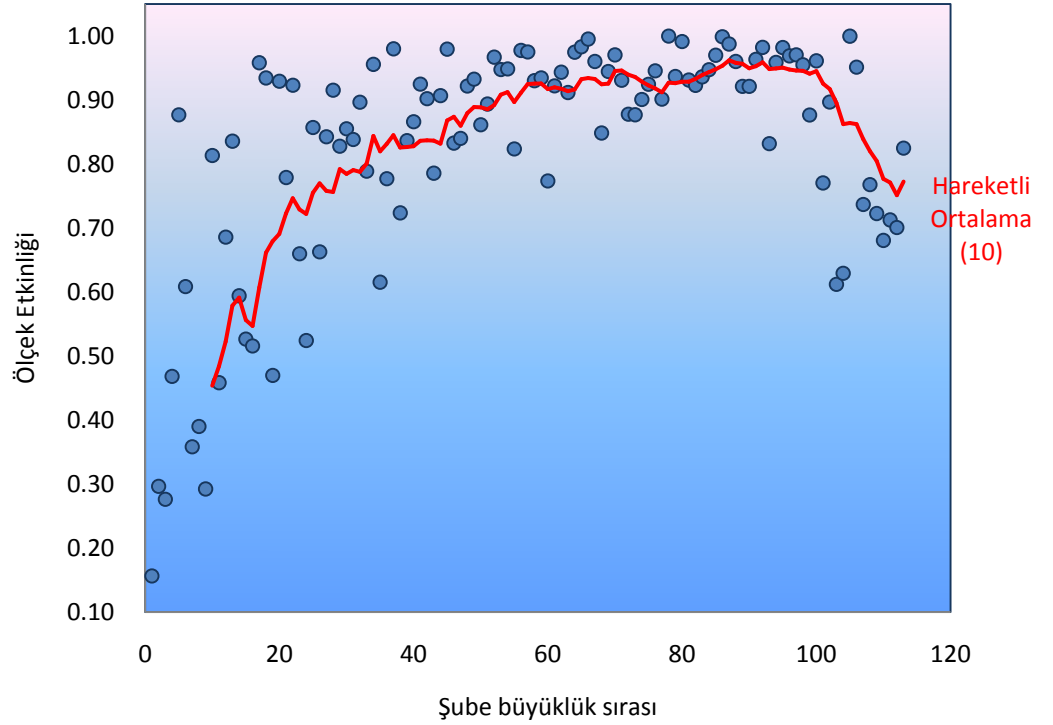
Tablo 4.25. Gelir Yaklaşımında Özelliklerine Göre Şubelerin Teknik, Saf Teknik ve Ölçek Etkinliği

Şube Özelliği	CCR-O	BCC-O	Ölçek Etkinliği
İstanbul 1	0.627	0.680	0.903
İstanbul 2	0.466	0.569	0.844
İstanbul 3	0.500	0.662	0.804
Büyük Şubeler	0.625	0.711	0.882
Orta Şubeler	0.533	0.562	0.943
Küçük Şubeler	0.469	0.659	0.751
İstanbul Şubeleri	0.547	0.616	0.887
Trakya Şubeleri	0.462	0.741	0.688
Genel Ortalama	0.530	0.641	0.846

4.15.2. Şube Büyüklüğü ve Ölçek Etkinliği

Ölçek etkinliğinde üretim yaklaşımındaki eğilim daha açık bir biçimde teyit edilmiştir. İstanbul ile kıyaslandığında Trakya şubeleri uygun ölçekte çalışmıyor görünmektedir. Ölçeğe göre artan getiri özellikleri nedeniyle küçük şubelerin, ölçeğe göre azalan getiri özellikleri nedeniyle de büyük şubelerin ölçek etkinliği düşük, orta şubelerin ölçek etkinliği yüksektir. Üretim yaklaşımında da görülen bu eğilim burada daha net ortaya çıkmaktadır.

Şekil 4.1.'de ifade edilen ve bu kez 113 şubeyle hesaplanan Spearman's Rank Correlation1 0.429, 56 şubeyle hesaplanan Correlation2 0.653 ve 57 şubeyle hesaplanan Correlation3 -0.322 çıkmıştır. Bu durum, "belirli bir noktaya kadar şube büyüdükçe ölçek etkinliğinin arttığı ancak büyüme devam ettikçe belirli bir noktadan sonra ölçek etkinliğinin azaldığı" tespitini bir kez daha ispatlamıştır (Grafik 4.3.).



Grafik 4.4. Şube Büyüklüğü ve Ölçek Etkinliği

4.15.3. Şubeler ve Ölçeğe Göre Getiri

Ölçeğe göre getiri ile şube büyüklüğü arasındaki ilişki, üretim yaklaşımı ile ortaya çıkan durumu daha da pekiştirir niteliktedir.

Büyük şubelerin DRS, küçük şubeler ise IRS nedeniyle ölçek etkisizliği gösterme eğilimi burada daha açık bir biçimde gözlenmiştir. Ölçeğe göre artan özellik gösteren şubelerden çoğu beklendiği gibi, küçük şubeler çıkmıştır. Ölçeğe göre artan özellik gösteren 81 şubenin 48'i küçük şubedir. Ölçeğe göre azalan özellik gösteren şubelerden 20'si ise büyük şubedir (Tablo 4.26.).

Tablo 4.26. Ölçeğe Göre Getirinin Şube Büyüklüğüne Göre Dağılımı

Ölçeğe Göre Getiri	Etkin Şubeler	Projeksiyon Sonrası	Toplam
IRS	Büyük	-	6
	Orta	-	27
	Küçük	11	37
CRS	Büyük	5	2
	Orta	2	5
	Küçük	4	2
DRS	Büyük	2	18
	Orta	-	7
	Küçük	-	-
Toplam	85	43	128

4.16. ÜRETİM ETKİNLİĞİ İLE GELİR ETKİNLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Üretim ve gelir etkinliğini karşılaştırmak amacıyla, belirli seviyeler belirlenerek üretim etkinliği bu seviyelerin üzerinde olan ve olmayan, aynı biçimde gelir etkinliği belirli bir seviyenin üzerinde olan ve olmayan biçiminde bir sınıflama yapılabilir (Grafik 4.4.). Böylece şubeler üretimi ve geliri yüksek, üretimi yüksek geliri düşük, üretimi düşük geliri yüksek ve hem üretimi hem geliri düşük olmak üzere 4 kategoriye ayrılabilir.

Burada üretim etkinliği için, etkin şube sayısının nispeten düşük kaldığı ve ayırt edicilik özelliği daha yüksek olan, Bölüm 4.14.'te hesaplanan ağırlıklandırılmış CCR-O sonuçları kullanılmıştır. Gelir etkinliği verileri olarak Bölüm 4.15.'teki sonuçlar kullanılmıştır. Gelir etkinliği verilerinin dengeli ve ayırt ediciliğin yeterli olduğu düşünülmüştür.

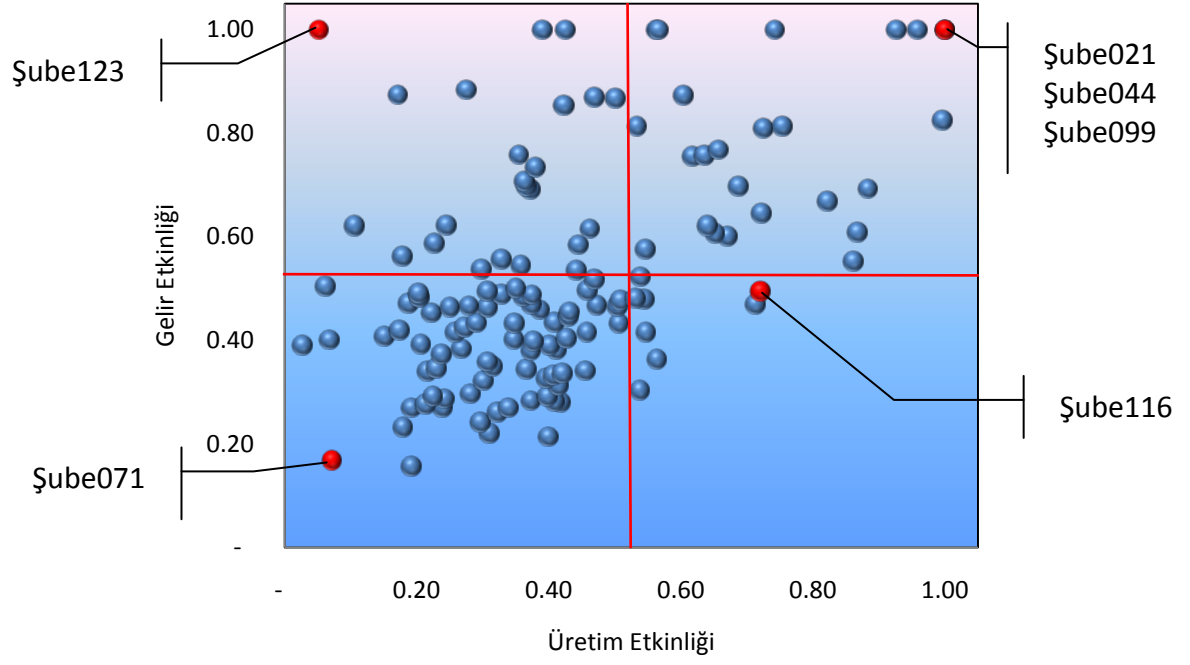
Ranjı 0.973 (1.00-0.027) olan üretim yaklaşımı modeli için 0.50, ranjı 0.844 (1.00-0.156) olan gelir yaklaşımı modeli için de yine 0.50'nin orta değer olarak kullanılması uygun görülmüştür.

Üretim ve gelir etkinliği 0.50'nin altında olan 64 şube gözlenmiştir. Bu şubeler üretemeyen ve kazanamayan şubeler olarak değerlendirilebilir. Sol alt köşede yer alan Şube071 bu gruba örnek gösterilebilir. Gerçekten de Şube071 Şubesinin verileri incelendiğinde, hem üretim hem gelir yaklaşımı açısından girdi ve çıktı olarak kabul edilen rakamlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir.

26 Şubenin üretim etkinliği 0.50'nin altında ancak gelir etkinliği 0.50'nin üzerindedir. Bu şubeler az bir üretimle yüksek karlar elde eden şubeler olarak düşünülebilir. Sol üst köşede yer alan Şube123 bu gruba örnek olarak gösterilebilir. Gerçekten de Şube123 yakından incelendiğinde hacim olarak küçük bir şube olduğu, üretim yaklaşımında çıktı olarak kabul edilen verilerinin düşük olduğu ancak buna rağmen yüksek karlar elde ettiği gözlenmektedir. Şube123'ün bu özelliği 12 adet vergi dairesi ve saymanlık hesabının bu şubede bulunması ve bu hesaplardan kaynaklanan net faiz ve faiz dışı diğer gelirlerin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Üretimi yüksek, gelir etkinliği düşük şube sayısı nispeten azdır. Bu kategoride 10 şube yer almaktadır. Büyük bir şube olan ve üretim rakamları oldukça yüksek ve tatminkar sayılabilecek Şube116 Şubesi, gelir bakımından göreceli olarak etkin bulunmamıştır.

28 şubenin üretim ve gelir etkinliği 0.50'nin üzerindedir. Bu şubelerin üreten ve kazanan şubeler olduğu söylenebilir. Özellikle 3 şubenin (Şube021, Şube044 ve Şube099) hem üretim hem gelir etkinliği 1 olarak hesaplanmıştır. Bu şubeler kullandıkları girdilere oranla tatminkar üretim yapabilmekte ve kar elde etmektedir.



Grafik 4.5. Üretim ve Gelir Etkinliğinin Karşılaştırılması

SONUÇ

Sınırlı kaynakların optimum kullanımı ekonomi biliminin temelini oluşturur. Hem ekonomi, hem sektör hem de firma bazında eldeki kaynakların verimli ve etkin kullanılıp kullanılmadığı İkinci Dünya Savaşını takip eden yıllardan itibaren artan bir biçimde araştırmalara konu olmuştur.

Finansal hizmetler sektörü ekonomide önemli yere sahiptir. Bu sektörün odağında yer alan bankalardan ve banka şubelerinden elindeki kaynakları optimum bir biçimde kullanarak pazarladığı ürünleri ve gelirlerini maksimize etmesi beklenir. Bir birimde doğru kararlar alınması ve birimlerin etkin çalıştırılması, uygun araçların kullanılması ile yakından ilgilidir.

Charnes, Cooper ve Rhodes'in 1978'teki makalesinden sonra Veri Zarflama Analizi, diğer yöntemlerin önüne geçerek performans ölçümünde önemli bir araç haline gelmiştir. Parametrik olmaması, belirli bir üretim fonksiyonunu dayatmaması ve kullanılan veriler konusunda esnek olması nedeniyle diğer yöntemlere göre avantajlar taşımaktadır. Pek çok alanın yanı sıra 1985'ten itibaren banka şube performansının ölçümünde de kullanılmaya başlanan yöntem, zamanla performans ölçümünde kullanılan en yaygın araç haline gelmiştir. Literatürdeki şube etkinliği çalışmalarının hemen hemen tamamında VZA kullanılmıştır.

VZA'da elde edilen çıktılar, kullanılan girdilere oranlanmak suretiyle her birimin etkinliği hesaplanmaktadır. Etkinlik değerleri en yüksek olan noktalar etkin sınırı oluşturmakta, bu sınıra olan uzaklıklarına göre diğer birimlerin göreceli etkinlikleri belirlenmektedir. Etkin sınırın ölçeğe göre sabit getiri veya değişken getirili kabul edilmesi, etkinliğin farklı bileşenleri konusunda fikir vermektedir. Etkin olmayan birimler için etkin referansların ve gelişme potansiyelinin belirlenmesi, diğer performans yöntemleriyle elde edilemeyecek bilgiler sağlamaktadır.

Çalışmada İstanbul ve Trakya'da bulunan, banka tarafından üç bölgeye ayrılmış biçimde yönetilen büyük, orta ve küçük 128 şubenin performansı ölçülmüştür. Şube sayısı ile kullanılan girdi ve çıktı sayısı, ayırt edicilik ve sağlıklı sonuçlar açısından yeterli görülmüştür. Veriler arasındaki korelasyon ve ortalama etkinliğe katkısı değerlendirildiğinde, üretim

modelindeki bazı çıktıların (vadesiz TL ve net kardan birinin) elenmesi mümkün görünse de verilerin tamamının kullanılması tercih edilmiştir.

3 girdi 10 çıktı ile üretim yaklaşımı esas alınarak uygulanan çıktı odaklı CCR modelinin sonuçları, 128 şubenin 69'unun etkin, 59'unun etkin olmadığını ve ortalama etkinliğin 0.928 olduğunu göstermiştir. Teknik olarak etkin olamamanın nedeni girdilere oranla yeteri kadar çıktı sağlanamaması ve şubelerin uygun ölçekte çalışmamasıdır.

69 şubenin etkin olması ayırt edicilik açısından yeterli sayılmayabilir. Ancak tercihlerin modele dahil edilmesiyle etkinlik değerleri düşecek ve ayırt edicilik artacaktır. Süper etkinlik modelleriyle ve bir şubenin referans kümesinde yer alma çokluğuna göre etkin birimleri sıralamak mümkündür.

Etkin olmayan birimler için hedef gösterilen etkinlik düzeyi, genel olarak, kredilerde %15-20, mevduatta %10-20, karda %18 (56 milyon TL) büyüme potansiyeline işaret edilmektedir. Hesaplamalar çıktı odaklı yapılmasına ve girdilerin ne kadar azaltılacağına odaklanılmamakla birlikte, giderlerin ise 3.8 milyon TL azaltılabileceği gösterilmektedir. Küçük bir gelişme potansiyeli dahi oldukça yüksek rakamlara karşılık gelmektedir. Özellikle büyük şubelerde, etkinlikte sağlanacak küçük bir iyileşme ile, küçük şubede sağlanacak büyük iyileşmeden daha fazla avantaj sağlanabilmektedir.

Özelliklerine göre şubelere bakıldığında, şube büyüdükçe teknik etkinliğinin arttığı, büyük şubelerin küçük şubelerden, İstanbul 1. bölgenin diğer bölgelerden daha etkin olduğu görülmektedir.

BCC modeli ile yapılan hesaplama sonucunda etkinlik ortalaması, 0.953 ile CCR modelinden daha yüksek gerçekleşmiş, etkin şube sayısı 85'e çıkmıştır. BCC modeline göre şubelerin etkin olmamasının nedeni girdi ve çıktı bileşiminin, etkin sınırdaki şubeler kadar verimli yönetilememesidir.

BCC modelinde de büyük şubeler küçük şubelerden, İstanbul 1. bölge diğer bölgelerden daha etkin çıkmıştır. Ancak bu kez Trakya şubelerinin etkinliğinin İstanbul şubelerinden daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bu durum İstanbul şubelerine kıyasla Trakya şubelerinin ellerindeki kaynakları daha iyi kullandıkları, çıktı-girdi dengesi açısından daha etkin yönetildikleri anlamına gelmektedir.

Şube özelliklerine göre ölçek etkinliğine bakıldığında ilginç bir durum ortaya çıkmaktadır. Küçük şubelerin düşük, orta şubelerin yüksek, büyük şubelerin yeniden düşük ölçek etkinliğine sahip olduğu görülmektedir. Şube büyüdükçe etkinlikleri artmakta, uygun bir ölçeğe eriştikten sonra, büyümenin devam etmesi durumunda etkinlik yeniden azalmaktadır. Bu ilişki %50-60 arasındaki Spearman's Rank Correlation ile teyit edilmiştir.

Küçük Şubeler incelendiğinde, etkinsizliklerinin bir kısmının kendi operasyonel yapılarından (girdi çıktı dengesinin göreceli olumsuzluğundan) bir kısmının ise ölçeklerinden kaynaklandığı, ancak ölçek etkinliğindeki olumsuzluğun göreceli olarak daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.

İstanbul ve Trakya şubelerinin teknik etkinliğine bakıldığında İstanbul şubelerinin Trakya şubelerinden daha etkin olduğu gözlenmiştir. Oysa Trakya şubelerinin saf teknik etkinliği İstanbul şubelerinden yüksektir. Trakya şubelerinin ölçek etkinliğinin İstanbul şubelerinden göreceli olarak daha düşük olması toplam etkinliklerini aşağı çekmektedir. Bu durumda Trakya şubeleri, girdi-çıkıtı dengesini iyi oluşturmakla birlikte, işlem hacimlerinin düşük olması ve uygun ölçekte çalışmaları nedeniyle etkin olamamaktadır. Ölçek etkinliklerinin artması için işlem hacimlerini artırmanın yollarını aramaları gerekmektedir. Bunun mümkün olamaması durumunda etkin olmayan birbirine yakın şubelerin birleştirilmesi bir strateji olarak benimsenebilir.

Trakya şubelerinin teknik etkinliğe sahip olmamasının nedeni, saf teknik açıdan gözlemlenen yüksek etkinlik ile ölçekleri açısından gözlemlenen düşük etkinlik bileşiminin sonucunda, toplam etkinliğin göreceli olarak düşük kalmasıdır.

Bir şubenin ölçeğe göre getiri özelliği şubenin büyüme stratejisine ışık tutmaktadır. Ölçeğe göre artan getiri özelliği gösteren bir şubenin işlemlerini hızla artırması, bunun mümkün olamaması durumunda varsa yakındaki bir şubeyle birleşmesi önerilmektedir. Ölçeğe göre azalan getiri özelliği gösteren bir şube, küçülmesi durumunda etkinlik kazanmaktadır. Bu şubelerin yakınlarına yeni bir şube açılması düşünülmelidir. Amaç en verimli ölçek büyüklüğünde faaliyet göstermektir.

Ölçek etkinsizliğinin giderilmesi, saf teknik etkinliğin giderilmesinden daha uzun süre alabilir. Öncelikle saf teknik etkinsizliğin giderilmesine çalışmak daha uygun görülebilir.

Ölçeğe göre getiri özelliklerine bakıldığında, 128 şubenin 81'inin sabit getiri özelliği gösterdiği görülmüştür. 37 şube ölçeğe göre artan, 10 şube azalan getiri özelliği taşımaktadır. Ölçeğe göre artan getiri özelliği gösteren şubelerden çoğu küçük şube, ölçeğe göre azalan getiri özelliği gösteren şubelerden çoğu ise büyük şubedir. Küçük şubeler artan, büyük şubeler ise azalan getiri özellikleri nedeniyle ölçek etkinsizliğine sahiptir.

Girdi odaklı yaklaşımla hesaplanan CCR ve BCC modelleri, şubelerin çıktı odaklı modellerle hesaplanan ölçek özelliklerini teyit etmiştir.

Tercihlerin modele dahil edilmesi, doğal olarak etkinlik değerlerini düşürmüştür. CCR-O modelindeki 0.928'lik ortalama etkinlik, tercihlerin modele dahil edilmesi ile 0.425'e, etkin şube sayısı 3'e düşmüştür. Tercihler modele dahil edilmeden önce VZA'nın serbestçe çalıştırılıp sonuçların görülmesinde ve pek çok denemeden sonra tercihlerin kesinleştirilmesinde yarar bulunmaktadır.

Tercihlerin göz önünde bulundurulması ile modelin ayırt ediciliği artmıştır. Ancak VZA'nın en önemli özelliği etkinlik değerini en yüksek hesaplayacak biçimde girdi ve çıktıları ağırlıklandırmasıdır. Ağırlıklara kısıtlama getirilirken VZA'nın bu işlevi ile tercihler arasında dengeli kararlar alınmalıdır. Bir veriyle ilgili olarak yapılan tercihin, diğer verilerle ilgili yapılacak tercihleri etkilediği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Girdi ve çıktılarla ilgili tercihlerde bulunulduktan sonra da, tercihlerde bulunmadan önceki durumda olduğu gibi, şube büyüdükçe teknik etkinliğinin arttığı, büyük şubelerin küçük şubelerden, İstanbul'un Trakya şubelerinden, İstanbul 1. bölgenin diğer bölgelerden daha etkin olduğu gözlenmiştir. Yalnızca etkinlik bakımından İstanbul 1 ile İstanbul 3. bölge yer değiştirmiştir.

Gelir etkinliğini hesaplamak için 3 girdi, 2 çıktı kullanılmıştır. Kullanılan girdi ve çıktı sayısının az olması nedeniyle ayırt edicilik artmıştır. 128 şubenin 11'inin etkin olduğu görülmüş, ortalama etkinlik 0.530 olarak hesaplanmıştır.

Gelir etkinliği yaklaşımında alınan sonuçlar üretim yaklaşımı ile alınan sonuçları çok büyük oranda teyit etmiştir. Büyük, orta ve küçük şubelerin, İstanbul ve Trakya şubelerinin, bölge bazında şubelerin etkinlik sıralaması üretim yaklaşımındaki sıralamayla aynı olmuştur.

Şube büyüdükçe ölçek etkinliğinin arttığı, belirli bir büyüklükten sonra yeniden azaldığı biçimindeki gözlem gelir yaklaşımı ile de teyit edilmiştir.

Gelir yaklaşımında da ölçeğe göre artan getiri özelliği gösteren şubeler çoğunlukla küçük, ölçeğe göre azalan getiri özelliği gösteren şubeler büyük şubeler olmuştur.

Üretim etkinliği ile gelir etkinliğinin bir arada değerlendirilmesi şubelerin çalışmalarını hakkında değerli bilgiler sunmuştur. 128 şubenin 64'ünün üretim ve gelir etkinliğinin düşük olduğu görülmüştür. 28 şubenin üretim ve gelir etkinliği yüksek, 26 şubenin üretim etkinliği düşük gelir etkinliği yüksek, 10 şubenin ise üretim etkinliği yüksek gelir etkinliği düşük çıkmıştır.

Diğer banka şubelerine ait verilerin de temin edilebilmesi durumunda, farklı bankaların üretim ve gelir etkinliğini karşılaştırma olanağı doğacaktır. Farklı bankaların iş yapma biçimleri, etkin olmayan banka şubeleri açısından örnek teşkil edecek stratejiler ortaya koyabilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde Veri Zarflama Analizinin, referans göstermek suretiyle şubelerin gelişme potansiyelini ortaya koyduğu, etkinliğin farklı boyutları hakkında değerlendirme yapma olanağı sunduğu, uygulayıcının değerlendirmelerini ve önceliklerini dikkate alabildiği, olabildiğince objektif ve uygulanmasının kolay olduğu, diğer hiçbir yöntemle elde edilemeyecek sonuçlar verdiği, bir performans değerlendirme aracı olarak kullanılmasının yanı sıra bir karar ve şube analiz aracı olarak da mutlaka kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

EKLER

- Ek:1 Literatürde VZA İle Şube Performansını Ölçen Çalışmalar (1)
- Ek:2 Literatürde VZA İle Şube Performansını Ölçen Çalışmalar (2)
- Ek:3 Uygulamalarda Kullanılan Girdiler ve Çıktılar
- Ek:4 Çıktı Yönlü CCR Modeline Göre Şubelerin Etkinlik Sonuçları ve Etkin Olmayan Şubeler İçin Referans Küme
- Ek:5 Şubelerin Ölçek Özellikleri ve Saf Teknik, Ölçek, Mix Etkinliği
- Ek:6 Gelir Yaklaşımına Göre Şubelerin Teknik, Saf Teknik ve Ölçek Etkinliği

Ek: 1 Literatürde VZA İle Şube Performansını Ölçen Çalışmalar (1)

Yazar(lar)	Girdiler	Çıktılar	Örnek	RTS	Seçenek
• Sherman • Gold • 1985	• İşgücü • Giderler • Kiralanan Alan	• İşlemler	• 14 Şube • ABD	• CCR	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Parkan • 1987	• İşgücü • Giderler • Kiralanan Alan • Hizmet Alanı Kalitesi • Bilgisayarlar • Pazarlama	• İşlemler • Müşteri Anketleri • Hata Düzeltmeleri	• 35 Şube • Kanada	• CCR	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Oral • Yolalan • 1990	• İşgücü • Bilgisayarlar • Hesap Sayısı • Kredi Başvuruları	• İşlemler	• 20 Şube • Türkiye	• CCR	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Oral • Yolalan • 1990	• İşgücü • Giderler • Faiz	• Gelir	• 20 Şube • Türkiye	• CCR	• Karma yaklaşım • Girdi Odaklı
• Vassiloglou • Giokas • 1990	• İşgücü • Giderler • Kiralanan Alan • ATM	• İşlemler	• 20 Şube • Yunanistan	• CCR	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Giokas • 1991	• Çalışma Saati Sayısı • Hizmet Alanı Yüzölçümü • İşgücü Hariç İşletme Giderleri	• Ağırlıklı İşlem Sayısı: – Mevduat – Kredi – Yabancı Para İşlemleri	• 17 Şube • Yunanistan	• CCR • BCC	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Al-Faraj, • Alidi • Bu-Bshait • 1993	• Personel Sayısı • Üniversiteli Personel Yüzdesi • Deneyim Süresi • Lokasyon Endeksi • Dekorasyon Masrafları • Ortalama Aylık Maaş • Diğer İşletme Giderler	• Aylık Ortalama: – Net Kar – Cari Hesap Bakiyeleri – Vadeli Hesap Bakiyeleri – Diğer Hesap Bakiyeleri – İpotek Değerleri – Kredi Endeksi – Cari Hesap Sayısı	• 15 Şube • Belçika	• CCR	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Tulkens • 1993	• İşgücü • Kiralanan Alan • ATM	• İşlemler	• 773 Şube • Belçika	• CCR • BCC • FDH	• Üretim Modeli • Girdi Odaklı
• Drake • Howcroft • 1994	• Görüşme Odası Sayısı • Atm Sayısı • Hizmet Alanı Yüzölçümü • Yönetim Seviyesi • Personel Seviyesi • Sabit Giderler	• Gişe İşlemleri • Kredi Ürünleri • Mevduat Ürünleri • Otomatik Transferler • Takas İşlemleri • Yan Hizmetler • Sigorta İşlemleri	• 190 Şube • İngiltere	• CCR • BCC	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Haag • Jaska • 1995	• Personel Sayısı • Kira • Girdiler	• İşlem Sayıları – En Az Zaman Harcanan – Orta-Düşük Seviye – Orta-Yüksek Seviye – Zaman Alıcı İşlemler	• 14 Şube • ABD	• BCC	• Additive • Üretim Modeli
• Sherman • Ladino • 1995	• İşgücü • Giderler • Kiralanan Alan	• İşlemler	• 33 Şube • ABD	• CCR	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Nash • Sterna-Karwat • 1996	• Girdi Yok	• Konut Kredileri İle İlgili 4 Ürünü Satışı	• 75 Şube • Avustralya	• BCC	• Additive • Üretim Modeli

<ul style="list-style-type: none"> • Athanassopoulos • 1997 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel Sayısı • On-Line • Atm, • Bilgisayar Sayısı 	<ul style="list-style-type: none"> • Mevduat Hesapları • Kredi İşlemleri • Borç İşlemleri • Kredi Başvuruları • Komisyonlu İşlemler 	<ul style="list-style-type: none"> • 68 Şube • Yunanistan 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Athanassopoulos • 1997 	<ul style="list-style-type: none"> • Bütün Faiz Dışı Giderler • Faiz Giderleri 	<ul style="list-style-type: none"> • Faiz Dışı Gelirler • Kredi İşlem Hacmi • Vadeli Hesaplar • Vadesiz Hesaplar • Cari Hesaplar 	<ul style="list-style-type: none"> • 68 Şube • Yunanistan 	<ul style="list-style-type: none"> • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Non-Radial • Aracılık Yaklaşımı
<ul style="list-style-type: none"> • Lovell • Pastor • 1997 	<ul style="list-style-type: none"> • Girdi Yok 	<ul style="list-style-type: none"> • Mevduat, Kredi • Diğer İşlemlerle İlgili 17 Performans Hedefi 	<ul style="list-style-type: none"> • 545 Şube • İspanya 	<ul style="list-style-type: none"> • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Schaffnit • Rosen • Paradi • 1997 	<ul style="list-style-type: none"> • Gişe • Muhasebe • Yönetim • Haberleşme • Kredi 	<ul style="list-style-type: none"> • Gişe İşlemleri • Gişe Satışları • Menkul Kıymet İşlemleri • Mevduat • Ticari Kredi Satışı • Bireysel Kredi Satışı • Vadeli İşlemler • Ticari Kredi Hesapları • Bireysel Kredi Hesapları 	<ul style="list-style-type: none"> • 291 Şube • Kanada 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Athanassopoulos • 1998 	<ul style="list-style-type: none"> • İşlem Sayısı • Hedef Pazar • Müşteri Temsilcileri • Otomatik İşlemler • Bölgedeki Şube Sayısı 	<ul style="list-style-type: none"> • Pasiften Satışlar • Kredi • Mortgage • Sigorta • Menkul Kıymet • Kredi Kartı Sayısı 	<ul style="list-style-type: none"> • 580 Şube • İngiltere 	<ul style="list-style-type: none"> • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Çıktı Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Athanassopoulos • 1998 	<ul style="list-style-type: none"> • Direkt İşgücü Maliyeti • Teknolojik Olanaklar 	<ul style="list-style-type: none"> • İşlem Sayısı • Pasif Satışı • Kredi • Mortgage • Sigorta • Menkul Kıymet • Kredi Kartı Sayısı 	<ul style="list-style-type: none"> • 580 Şube • İngiltere 	<ul style="list-style-type: none"> • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Camanho • Dyson • 1999 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel Sayısı • Kat Yüzölçümü • İşletme Giderleri • Şube Dışı Atm Sayısı 	<ul style="list-style-type: none"> • Genel Bankacılık İşlem Sayısı • Şube Dışı Atm İşlem Sayısı • Her çeşit Hesap Sayısı • Mevduat Bakiyesi • Kredi Bakiyesi 	<ul style="list-style-type: none"> • 168 Şube • Portekiz 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı • Çıktı Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Golany • Storbeck • 1999 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel : <ul style="list-style-type: none"> – Müşteri Temsilcileri – Gişe Elemanları – Personel Maaşları • Şube Ölçeği • İşsizlik 	<ul style="list-style-type: none"> • Krediler <ul style="list-style-type: none"> – Doğrudan – Dolaylı – Ticari – Hisse Senedi • Mevduat; <ul style="list-style-type: none"> – Çek Hesapları – Tasarruf Hesapları – Mevduat Sertifikası • Hesap Sayısı/Personel • Müşteri Memnuniyeti 	<ul style="list-style-type: none"> • 182 Şube • ABD 	<ul style="list-style-type: none"> • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Çıktı Odaklı

<ul style="list-style-type: none"> • Kantor • Maital • 1999 	<ul style="list-style-type: none"> • İşgücü Maliyeti • İşlemler; • İşlem Alanı 	<ul style="list-style-type: none"> • Kredi Kartı • Ağırlıklandırılmış Çıktı Endeksi • Dış Ticaret Komisyonları • Ticari Hesaplar • Tasarruf Hesapları • Aktiviteler 	<ul style="list-style-type: none"> • 250 Şube • Mideast 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Soteriou • Zenios • 1999 	<ul style="list-style-type: none"> • Yönetici Personel • Gişe Elemanları • Bilgisayar Sayısı • Hizmet Alanı 	<ul style="list-style-type: none"> • Bütün İş Hacmi 	<ul style="list-style-type: none"> • 144 Şube • Kıbrıs 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Soteriou • Zenios • 1999 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel • Bilgisayar Sayısı • Hizmet Alanı 	<ul style="list-style-type: none"> • İşlem Süresi • Bekleme Süresi • Güvenirlilik • Tepki Verme • Güvenirlilik • Kesinlik • Empati 	<ul style="list-style-type: none"> • 144 Şube • Kıbrıs 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Soteriou • Zenios • 1999 	<ul style="list-style-type: none"> • Yönetici Personel • Gişe Elemanları • Bilgisayar Sayısı • Hizmet Alanı 	<ul style="list-style-type: none"> • Kar 	<ul style="list-style-type: none"> • 144 Şube • Kıbrıs 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Athanassopoulos • Giokas • 2000 	<ul style="list-style-type: none"> • Çalışma Saati • Şube Alanı • Bilgisayar Sayısı • İşletme Giderleri 	<ul style="list-style-type: none"> • İşlem Sayısı – En Kolay – Orta-Kolay – Zor • Kredi İşlemleri • Mevduat İşlemleri • Yabancı Para İşlemleri 	<ul style="list-style-type: none"> • 47 Şube • Yunanistan 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Athanassopoulos • Giokas • 2000 	<ul style="list-style-type: none"> • İşgücü • İşletme Giderleri • Hizmet Binası Giderleri 	<ul style="list-style-type: none"> • Komisyon Gelirleri • Kredi Hacmi • Hesaplar; – Vadeli Hesaplar – Tasarruf Hesapları – Cari Hesaplar – Vadesiz Hesaplar 	<ul style="list-style-type: none"> • 47 Şube • Yunanistan 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Çıktı Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Cook • Hababou • Tuenter • 2000 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel Sayısı • Müşteri Temsilcisi • Destek Personeli • Diğer Personel 	<ul style="list-style-type: none"> • Hizmetler: – Tüm Mevd. İşl. Sayısı – Kredi Kartı Avans Say. – Tic. Mevd. İşl. Sayısı • Satışlar: – Açılan Cari Hes. Sayısı – Mortgage İşlem Sayısı – Tüketici Krd. İşl. Adeti 	<ul style="list-style-type: none"> • 20 Şube • Kanada 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Paradi • Schaffnit • 2003 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel (5 Çeşit) • İt Masrafları • Kira • Diğer Faiz Dışı Giderler 	<ul style="list-style-type: none"> • Mevduat • Kredi • Komisyon Gelirleri • Hesap Tasnifi 	<ul style="list-style-type: none"> • 90 Şube • Kanada 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Paradi • Schaffnit • 2003 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel (5 Çeşit) • IT Masrafları • Kira • Diğer Faiz Dışı Giderler • Tahsili İmkansız Krediler 	<ul style="list-style-type: none"> • Mevduat • Krediler; • Komisyon Gelirleri • Hesap Tasnifi • Mevduat Spredi • Kredi Spredi 	<ul style="list-style-type: none"> • 90 Şube • Kanada 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Stratejik Model • Girdi Odaklı • Çıktı Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Yang • Paradi • 2003 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel Giderleri • IT Giderleri • Diğer Giderler 	<ul style="list-style-type: none"> • Kredi Bakiyesi • Mevduat Bakiyesi • Menkul Kıymet Bakiyesi • Brüt Kar 	<ul style="list-style-type: none"> • 70 Şube • Kanada • (3 Banka) 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı

Kaynak: Joseph C. Paradi, Sandra Vela ve Zijiang Yang, "Assesing Bank and Bank Branch Performance", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu (Ed.), Handbook on Data Envelopment Analysis içinde (349-400), USA: Kluwer Academic Publishers, 2004.

Ek:2 Literatürde VZA İle Şube Performansını Ölçen Çalışmalar (2)

Yazar(lar)	Girdiler	Çıktılar	Örnek	RTS	Seçenek
• Athanassopoulos • Soteriou • Zenios • 1997	• İşgücü Maliyeti • Bilgisayar Sayısı • Şube Alanı (M2)	• Tasarruf Hesapları • Çek Hesapları • Ticari Hesapları • Kredi Hesapları	• 507 Şube • İngilt. (196) • Yunan.(185) • Kıbrıs (126)	• CCR • BCC	• Üretim Yaklaşımı
• Alirezaee • Howland • Panne • 1998	• Personel Giderleri • İşletme Giderleri • ATM Sayısı	• Mevduatlar • Bireysel Kredileri • Ticari Krediler	• 1282 Şube • Kanada	• CRS • VRS	• Üretim
• Alirezaee • Howland • Panne • 1998	• Pazarlama Elem.Ücr. • Gişe Elemanı Ücr. • Destek Pers.Ücretleri • Diğer Ücretler • İşletme Giderleri • ATM Sayısı • Tüketici Kredileri • Diğer Bireysel Kred. • Mortgage Kredileri • Tic. Kred.-Değiş.Or. • Tic. Kred.-Sabit Or. • Ticari Mortgage Kred.	• Bireysel Mevduat İşl. • Ticari Mevduat İşlemleri • Bireysel Yatırım Hes. • Ticari Yatırım Hesapları • Retail Regist.Plan Dep. • Bireysel Krediler	• 1282 Şube • Kanada	• CRS • VRS	• Üretim
• Avkiran • 1999	• Kont.Edilemeyen Gird. – Yıllık Aile Geliri Ort. – Küçük İşletme Sayısı – Rekabet • Kontrol Edilebilir Girdiler – Gişe Sayısı – Personel Sayısı	• Çıktılar (Kontrol Edilebilen) • Yeni Açılan Hesap Sayısı • Yeni Kulland.Kredi Adeti • Yeni Yatırım Hesap Say. • Komisyon Gelirleri	• 65 Şube	• CCR • BCC	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı • Çıktı Odaklı
• Sevcovic • Halicka • Brunovsky • 2000	• Verilen Krediler • Bankacılık Giderleri • Ücretler • Diğer Giderler	• Kredi Gelirleri • Mevduat • Bankacılık Gelirleri	• 37 Şube • Slovakya	• Additive	• Üretim Yaklaşımı • (Weighted Add.Model)
• Sevcovic • Halicka • Brunovsky • 2000	• Personel Giderleri • İşletme Giderleri • Diğer Giderler	• Cari Hesaplar • Hesap Sayısı • Mevduat • Mevduat Sayısı	• 591 Şube • Slovakya	• Additive	• Üretim Yaklaşımı • (Weighted Add.Model)
• Cook • Hababou • 2001	• Hizmet: Personel Sayısı • Satış: Müşteri Temsilcisi • Ortak: Destek Personeli • Diğer Personel	• Hizmetler: • Tüm Mevd. İşl. Sayısı • Kredi Kartı Avans Sayısı • Ticari Mevd.İşl.Sayısı • Satışlar: • Açılan Cari Hesap Sayısı • Mortgage İşlem Sayısı • Tüketici Kred.İşl.Adeti	• 20 Şube • Kanada	• Additive • DEA	• Üretim Yaklaşımı
• Dekker • Post • 2001	• Gişe Personeli • Destek Personeli	• Toplam Kar	• 314 Şube • Almanya	• QC-DEA	• Karlılık
• Hartman • Storbeck • Byrnes • 2001	• Personel Sayısı • Bilgisayar Sayısı • Hizmet Alanı • Girdi Maliyetleri	• Mevduat • Krediler; • Mortgage • Müşteri Sayısı	• 50 Şube • İsveç	• CCR • BCC	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Drake • 2002	• Görüşme Odası Sayısı/Satış Alanı • ATM Sayısı • Şube Kat Adeti (M2) • Şube Yönetici Sayısı • Gişe Personeli Sayısı • Şube Masraf.Top.	• Toplam Gişe İşlem Say. • Toplam Yeni ve Kapanmış Krd.Hes.Say. • Toplam Yeni ve Kapanmış Mvd.Hsb.Say. • Toplam Otomatik Ödeme/Tahsil Talimatları • Toplam Takas İşl.Say. • Toplam İkincil İşl.Say. • Toplam Sigorta İşl.Say.	• 190 Şube • İngiltere	• CCR • BCC	• Üretim Yaklaşımı • Çıktı Odaklı
• Manvehar • Tang	• Personel Giderleri	• Pazara Odaklanma • Esneklik			• İç Servis Kalitesi

• 2002	• Bina ve Malz. Gid. • Teknoloji Giderleri	• Organizasyon Etkinliği • Yetkilendirme			Etkinliği • Çıktı Odaklı
• Manvehar • Tang • 2002	• Personel Giderleri • Bina ve Malz.Gid. • Teknoloji Giderleri	• Toplam İş Hacmi • Toplam Hizmet Kalitesi			• Üretim Yaklaşımı • Çıktı Odaklı
• Manvehar • Tang • 2002	• Faiz Giderleri, • Faiz Dışı Giderleri	• Faiz Gelirleri • Faiz Dışı Gelirler			• Karlılık Yaklaşımı • Çıktı Odaklı
• Manvehar • Tang • 2002		• İç Kalite Etkinliği • Üretim Etkinliği • Karlılık Etkinliği			• Etkinlik Bileşimi • Çıktı Odaklı
• Fiala • Jablonsky • Smirlis • Despotis • 2003	• Personel Sayısı • İşletme Giderleri • Hizmet Alanı [m ²]	• Hesap Sayısı • İşlem Sayısı • Mevduat Bakiyesi	• 81 Şube • Çekos • Lovakya	• CCR • BCC	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Pastor • Lovell • Tulkens • 2003	• Personel Giderleri • Diğer İşletme Gider. • Mevduata Verilen Faiz • Takipteki Alacaklar	• Faiz Gelirleri • Mevduatlar • Aktifler • Müşteri Sayısı • Aktif Müşteri Sayısı • Üst Gelirli Müşteri Sayısı • Aktif Karlılığı • Karlılık	• 573 Şube • Avrupa	• BCC • FDH	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Barth • Staat • 2005	• Personel Sayısı • Diğer Giderler • Hizmet Binası (m ²)	• Komisyonlar • Kredi Gelirleri • Mevduat Gelirleri • Risk Endeksi • Çevresel Faktörler • Üstgelirli Müşteri • Müşteri Potansiyeli • Rekabet	• 31 Şube • Almanya	• BCC	• Üretim Yaklaşımı • Çıktı Odaklı
• Camanho • Dyson • 2005	• Girdi – Müdür Sayısı – Yönetici Sayısı – Giş e Elemanı Sayısı – Pers.Hariç İşl. Gid. • Girdi Fiyatları – Müdür – Yön.Pers.Ort.Maaşı – Giş e Elem.Ort.Maaşı	• Genel Bankacılık İşlemleri Sayısı	• 144 Şube • Portekiz	• DEA • Input Cone AR	• Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
• Conceicao • Portela • Thanassoulis • 2005	• Personel Sayısı • Faaliyet Giderleri	• Cari Hesap Bakiyesi • Diğer Kaynakların Bak. • Bankanın Kredi Bakiyesi • Diğer Birimlerin Krd. Bak	• 57 Şube • Portekiz	• DEA	• Kar Etkinliği • (Geometric Distance Function)

<ul style="list-style-type: none"> • Porembski • Breitenstei • Alpar • 2005 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel (Adet) • Hizmet Alanı (m²) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vadeli Şahıs Mvd.(Hes.) • Vadeli Tic.Mvd.(Hes.) • Vadeli Mevd.(Hes.) • Tasarruf Mevd. (Hes.) • Krediler (Hes.) • Hamiline M.Kıym.(Hes.) • Dönülemez Gar.(Hes.) • Bono-Tahvil (Hesaplar) • Yatırım Hesapları • Sigorta (Sözleşmeler) • Build. Soc.Hizm.(Sözl.) 	<ul style="list-style-type: none"> • 140 Şubesi • Almanya • (S&L) 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı
<ul style="list-style-type: none"> • Yang • 2005 	<ul style="list-style-type: none"> • İşgücü • Ekipman • Hizmet Alanı • Diğer Genel Masraflar 	<ul style="list-style-type: none"> • Vadeli Mevduat • Vadesiz Mevduat • Mortgage • Bireysel Kredi • Kredi Limitleri • Küçük İşletme Kredileri 	<ul style="list-style-type: none"> • 766 Şube • Kanada 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Yang • Wong • Steuer • 2005 	<ul style="list-style-type: none"> • İş Görüşmesi • Müşteri Görüşmeleri • ADK Kayıtları • Ana Prform. Göstrg. • Satışa Dönüşen Geçmiş Müşt.Grşm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Müşteri Hizmetleri • Ticari Gelirler 	<ul style="list-style-type: none"> • 14 Şube • İngiltere 	<ul style="list-style-type: none"> • HMRP-DEA • (Super-İdeal Point) • (İdeal Point) • (Shortest Distance) 	<ul style="list-style-type: none"> • Çıktı Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Howland • Rowse • 2006 	<ul style="list-style-type: none"> • Operasyoncu Sayısı • Pazarlamacı Sayısı • Hizmet Binası [M2] • Şehir İstihdam Oranı 	<ul style="list-style-type: none"> • Kredi Hacmi • Mevduat Hacmi • Müşt. Başına Ürün Sayısı • Müşteri Sadakati 	<ul style="list-style-type: none"> • 162 Şube • Kanada 	<ul style="list-style-type: none"> • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Çıktı Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Wu • Yang • Liang • 2006 	<ul style="list-style-type: none"> • Finansal Girdiler • Personel • Ekipman • Kira Alanı • Diğer Genel Giderler • Çevresel Girdiler: • Gelir Seviyesi • Nüfus Yoğunluğu • Ekonomi 	<ul style="list-style-type: none"> • Vadeli Mevduat • SLOC • Tüketici Kredileri • Küçük İşletme Kredileri • Vadesiz Mevduat • Mortgage 	<ul style="list-style-type: none"> • 808 Şube • Kanada • (3 Şehirde) 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR • BCC • Fuzzy CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Wu • Yang • Liang • 2006 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel • Diğer Genel Giderler 	<ul style="list-style-type: none"> • Mevduatlar • Gelirler • Krediler 	<ul style="list-style-type: none"> • 142 Şube • Kanada 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR • DEA-NN 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Yang • 2006 	<ul style="list-style-type: none"> • Yönetici Sayısı • Operasyoncu Sayısı • Pazarlamacı Sayısı 	<ul style="list-style-type: none"> • Ana Hesap Sayıları • Yatırım Hesabı Sayıları • Kredi Tahsisli Hes.Say. • Kredi Hesabı Sayısı • Konut Kred.Hes.Say. • Yatırım Fon. Hes.Say. • Visa Kart Sayısı • Vadeli Hesap Sayısı • Ticari Müşteri Sayısı 	<ul style="list-style-type: none"> • 1097 Şube • Kanada 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Yang • Paradi • 2006 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel Giderleri • IT Masrafları • Diğer Faiz Dışı Gid. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kredi Bakiyesi • Mevduat Bakiyesi • Menkul Kıymet Bakiyesi • Brüt Kar 	<ul style="list-style-type: none"> • 70 Şube • Kanada • (3 Banka) 	<ul style="list-style-type: none"> • Handicapped • CCR • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı

<ul style="list-style-type: none"> • Conceicao • Portela • Thanassoulis • 2007 	<ul style="list-style-type: none"> • ETM Say.(ATM + CAT) • Kira • Internet Kullanmayan Müşteri Sayısı 	<ul style="list-style-type: none"> • ETM'de.Mvd.Hs.Say. • CAT (Çek Mak) İşl. Say. • Yeni Internet Hes. Say. 	<ul style="list-style-type: none"> • 57 Şube • Portekiz 	<ul style="list-style-type: none"> • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • İşlem Etkinliği • Çıktı Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Conceicao • Portela • Thanassoulis • 2007 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel Sayısı • Kira 	<ul style="list-style-type: none"> • Müşt.Sayısındaki Dğşm. • Mevcut Hesap.Dğşm. • Dğr. Kaynaklar.Dğşm. • Mevduattaki Değişim • Bankanın Top.Krd.Dğşm. • Dğr Birimlerin Krd. Dğş. • İşlem Sayısı; 	<ul style="list-style-type: none"> • 57 Şube • Portekiz 	<ul style="list-style-type: none"> • DEA 	<ul style="list-style-type: none"> • Operasyonel Etkinlik • Range Directional Model • Çıktı Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Conceicao • Portela • Thanassoulis • 2007 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel Sayısı • Faaliyet Giderleri 	<ul style="list-style-type: none"> • Cari Hesap Bakiyesi • Diğer Kaynakların Bakiyesi • Bankanın Kredi Bakiyesi • Diğer Birimleri Kredi Bakiyesi 	<ul style="list-style-type: none"> • 57 Şube • Portekiz 	<ul style="list-style-type: none"> • DEA 	<ul style="list-style-type: none"> • Kar Etkinliği • Odaksız
<ul style="list-style-type: none"> • Das • Ray • Nag • 2007 	<ul style="list-style-type: none"> • Pazarlama Personeli • Operasyon Personeli • Destek Personeli • GM Masrafları Payı 	<ul style="list-style-type: none"> • Mevduat Tutarı • Kredi Tutarı • Faiz Dışı Gelir 	<ul style="list-style-type: none"> • 222 Şube • Hindistan 	<ul style="list-style-type: none"> • DEA 	<ul style="list-style-type: none"> • (Üretim Yaklaşımı) • İşgücü Etkinliği
<ul style="list-style-type: none"> • Mceachern • Paradi • 2007 	<ul style="list-style-type: none"> • Faiz Giderleri, • Ödenen Masraflar • Diğer Giderler 	<ul style="list-style-type: none"> • Faiz Gelirleri • Faiz Dışı Gelirler 	<ul style="list-style-type: none"> • 138 Şube • 7 Ülke 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Karlılık Yaklaşımı • Girdi
<ul style="list-style-type: none"> • Mceachern • Paradi • 2007 	<ul style="list-style-type: none"> • Yönetici Personel • Gişe Personeli • Pazarlama Personeli 	<ul style="list-style-type: none"> • Gişe İşlemleri • Yeni Açılan Hesap Sayısı 	<ul style="list-style-type: none"> • 138 Şube • 7 Ülke 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Girdi Odaklı
<ul style="list-style-type: none"> • Camanho • Dyson • 2008 	<ul style="list-style-type: none"> • Müdür Sayısı • Yönet.ve Tic.Prs.Say. • Gişe Elemanı Sayısı. • Pers.Hariç İşl. Gid. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toplam Mevd. Bakiyesi • Toplam Kredi Bakiyesi • Bilanço Dışı İşlem Hacmi • Genel Bankacılık İşl. Say. 	<ul style="list-style-type: none"> • 157 Şube • Portekiz 	<ul style="list-style-type: none"> • DEA 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Yaklaşımı • Maliyet Etkinliği
<ul style="list-style-type: none"> • Giokas • 2008 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel Giderleri • Diğer İşletme Gid. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kredi Bakiyesi • Mevduat Bakiyesi • Faiz Dışı Gelir 	<ul style="list-style-type: none"> • 44 Şube • Yunanistan 	<ul style="list-style-type: none"> • CRS • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim Etkinliği
<ul style="list-style-type: none"> • Giokas • 2008 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel Giderleri • Diğer İşletme Gid. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kredi İşlemleri • Mevduat İşlemleri • Diğer İşlemler 	<ul style="list-style-type: none"> • 44 Şube • Yunanistan 	<ul style="list-style-type: none"> • CRS • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • İşlem Etkinliği
<ul style="list-style-type: none"> • Giokas • 2008 	<ul style="list-style-type: none"> • Faiz Giderleri • Faiz Dışı Giderler 	<ul style="list-style-type: none"> • Faiz Gelirleri • Faiz Dışı Gelirler 	<ul style="list-style-type: none"> • 44 Şube • Yunanistan 	<ul style="list-style-type: none"> • CRS • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Kar Etkinliği
<ul style="list-style-type: none"> • Giokas • 2008 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel Giderleri • Faaliyet Gid.(Kira vs) • Diğer İşletme Gid. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kredi Bakiyesi • Mevduat Bakiyesi • Faiz Dışı Gelir 	<ul style="list-style-type: none"> • 171 Şube • Yunanistan 	<ul style="list-style-type: none"> • BCC 	<ul style="list-style-type: none"> • Maliyet Etkinliği
<ul style="list-style-type: none"> • Lin • Lee • Chiu • 2008 	<ul style="list-style-type: none"> • Personel Sayısı • Faiz Giderleri • Mevduat miktarı • Vadesiz mevduat miktarı 	<ul style="list-style-type: none"> • Kredi miktarı • İşletme gelirleri • Faiz Gelirleri 	<ul style="list-style-type: none"> • 117 Şube • Taiwan 	<ul style="list-style-type: none"> • CCR • BCC 	

Ek:5 Şubelerin Ölçek Özellikleri ve Saf Teknik, Ölçek, Mix Etkinliği

Şube	BCC-O	RTS	Taşınan şubenin RTS	Ölçek Etk.	SBM-O-C	Mix Etk.	Weighted CCR-O
Şube001	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.365
Şube002	1.000	artan		0.926	0.490	0.529	0.350
Şube003	0.949		sabit	0.993	0.737	0.782	0.500
Şube004	1.000	artan		0.998	0.822	0.823	0.408
Şube005	1.000	artan		0.879	0.215	0.244	0.191
Şube006	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.366
Şube007	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.444
Şube008	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.226
Şube009	0.981		azalan	0.911	0.567	0.634	0.386
Şube010	0.889		sabit	0.998	0.429	0.483	0.177
Şube011	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.534
Şube012	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.222
Şube013	0.873		sabit	0.987	0.322	0.374	0.230
Şube014	0.923		artan	0.997	0.752	0.817	0.539
Şube015	0.728		artan	0.963	0.314	0.447	0.224
Şube016	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.546
Şube017	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.531
Şube018	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.407
Şube019	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.618
Şube020	0.993		artan	0.958	0.502	0.527	0.296
Şube021	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	1.000
Şube022	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.473
Şube023	0.966		artan	0.994	0.531	0.553	0.237
Şube024	0.760		azalan	0.995	0.412	0.544	0.307
Şube025	0.795		artan	0.998	0.311	0.392	0.206
Şube026	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.357
Şube027	0.806		artan	0.998	0.396	0.491	0.338
Şube028	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.565
Şube029	1.000	artan		0.971	0.613	0.631	0.456
Şube030	0.797		sabit	0.995	0.543	0.685	0.458
Şube031	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.538
Şube032	1.000	artan		0.939	0.444	0.473	0.272
Şube033	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.504
Şube034	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.722
Şube035	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.241
Şube036	0.567		artan	0.985	0.001	0.002	0.027
Şube037	1.000	azalan		0.851	0.579	0.680	0.670
Şube038	0.940		artan	0.895	0.471	0.560	0.347
Şube039	1.000	artan		0.810	0.346	0.428	0.301
Şube040	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.380
Şube041	0.901		sabit	0.957	0.483	0.561	0.399
Şube042	0.669		artan	0.959	0.288	0.450	0.244
Şube043	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.547
Şube044	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	1.000
Şube045	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.509
Şube046	0.950		artan	0.990	0.434	0.461	0.259
Şube047	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.753
Şube048	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.927
Şube049	0.870		azalan	0.983	0.374	0.436	0.249
Şube050	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.361
Şube051	0.931		artan	0.892	0.361	0.436	0.216
Şube052	0.887		azalan	1.000	0.438	0.493	0.604
Şube053	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.105
Şube054	0.792		artan	0.972	0.348	0.452	0.363
Şube055	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.564
Şube056	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.062
Şube057	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.401
Şube058	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.171
Şube059	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.238
Şube060	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.742
Şube061	1.000	azalan		0.834	0.533	0.639	0.375
Şube062	0.897		artan	0.916	0.482	0.587	0.418
Şube063	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.651
Şube064	0.969		azalan	0.929	0.564	0.627	0.396

Şube	BCC-O	RTS	Taşınan şubenin RTS	Ölçek Etk.	SBM-O-C	Mix Etk.	Weighted CCR-O
Şube065	0.834		artan	0.991	0.505	0.612	0.348
Şube066	0.674		artan	0.968	0.214	0.328	0.212
Şube067	0.774		sabit	1.000	0.473	0.612	0.373
Şube068	0.640		sabit	0.999	0.457	0.714	0.431
Şube069	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.686
Şube070	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.996
Şube071	1.000	artan		0.729	0.038	0.052	0.071
Şube072	0.999		artan	0.955	0.469	0.491	0.372
Şube073	0.916		sabit	0.963	0.476	0.539	0.267
Şube074	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.298
Şube075	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.640
Şube076	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.657
Şube077	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.373
Şube078	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.067
Şube079	1.000	artan		0.990	0.880	0.889	0.427
Şube080	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.636
Şube081	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.429
Şube082	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.862
Şube083	0.860		sabit	0.998	0.540	0.628	0.469
Şube084	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.376
Şube085	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.327
Şube086	0.986		artan	0.958	0.527	0.558	0.291
Şube087	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.398
Şube088	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.423
Şube089	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.354
Şube090	1.000	artan		0.930	0.413	0.444	0.314
Şube091	0.716		sabit	0.995	0.342	0.480	0.322
Şube092	1.000	artan		0.739	0.246	0.333	0.203
Şube093	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.469
Şube094	0.950		artan	0.835	0.388	0.489	0.274
Şube095	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.821
Şube096	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.883
Şube097	0.857		artan	1.000	0.384	0.448	0.202
Şube098	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.958
Şube099	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	1.000
Şube100	0.965		azalan	0.994	0.605	0.631	0.328
Şube101	1.000	azalan		0.941	0.696	0.739	0.421
Şube102	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.279
Şube103	0.940		artan	0.889	0.357	0.428	0.281
Şube104	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.374
Şube105	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.544
Şube106	0.800		artan	0.973	0.574	0.738	0.564
Şube107	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.713
Şube108	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.409
Şube109	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.425
Şube110	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.441
Şube111	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.390
Şube112	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.173
Şube113	1.000	artan		0.718	0.161	0.225	0.151
Şube114	0.774		sabit	0.997	0.348	0.451	0.307
Şube115	0.890		artan	0.997	0.666	0.751	0.506
Şube116	1.000	azalan		0.973	0.760	0.781	0.720
Şube117	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.462
Şube118	0.991		artan	0.969	0.474	0.494	0.191
Şube119	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.412
Şube120	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.868
Şube121	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.725
Şube122	0.978		artan	0.986	0.546	0.566	0.310
Şube123	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.052
Şube124	1.000	artan		0.815	0.501	0.614	0.415
Şube125	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.457
Şube126	0.782		artan	0.894	0.181	0.259	0.179
Şube127	0.786		sabit	0.998	0.293	0.374	0.187
Şube128	1.000	sabit		1.000	1.000	1.000	0.307

Ek:6 Gelir Yaklaşımına Göre Şubelerin Teknik, Saf Teknik ve Ölçek Etkinliği

Şube	Gelir CCR-O	Gelir BCC-O	Gelir Ölç. E.
Şube001	0.476	0.531	0.897
Şube002	0.358	1.000	0.358
Şube003	0.874	0.890	0.982
Şube004	0.494	0.528	0.935
Şube005	0.221	0.419	0.526
Şube006	0.755	0.810	0.932
Şube007	0.621	0.643	0.967
Şube008	0.404	0.443	0.912
Şube009	0.496	0.539	0.921
Şube010	0.341	0.350	0.975
Şube011	0.867	0.911	0.951
Şube012	0.313	0.406	0.770
Şube013	0.242	0.311	0.777
Şube014	0.587	0.601	0.977
Şube015	0.347	0.375	0.925
Şube016	0.463	0.649	0.713
Şube017	0.557	0.604	0.921
Şube018	0.391	0.506	0.773
Şube019	0.768	1.000	0.768
Şube020	0.380	0.396	0.960
Şube021	1.000	1.000	1.000
Şube022	0.534	0.574	0.931
Şube023	0.303	0.336	0.902
Şube024	0.408	0.431	0.948
Şube025	0.484	0.513	0.945
Şube026	0.608	1.000	0.608
Şube027	0.453	0.467	0.970
Şube028	1.000	1.000	1.000
Şube029	0.399	0.671	0.594
Şube030	0.401	0.479	0.837
Şube031	0.446	0.476	0.937
Şube032	0.489	0.530	0.922
Şube033	0.518	0.590	0.878
Şube034	0.697	0.698	1.000
Şube035	0.468	1.000	0.468
Şube036	0.168	0.192	0.877
Şube037	0.622	0.888	0.701
Şube038	0.291	0.439	0.663
Şube039	0.340	0.873	0.390
Şube040	0.758	0.781	0.970
Şube041	0.415	0.438	0.947
Şube042	0.350	0.419	0.836
Şube043	0.382	0.436	0.877
Şube044	1.000	1.000	1.000
Şube045	0.544	0.562	0.969
Şube046	0.283	0.331	0.855
Şube047	0.854	0.854	1.000
Şube048	1.000	1.000	1.000
Şube049	0.501	0.538	0.931
Şube050	0.464	0.515	0.901
Şube051	0.321	0.468	0.686
Şube052	1.000	1.000	1.000
Şube053	0.436	0.524	0.832
Şube054	0.434	0.484	0.897
Şube055	1.000	1.000	1.000
Şube056	0.283	0.341	0.828
Şube057	0.482	0.919	0.524
Şube058	0.426	0.492	0.866
Şube059	0.344	0.442	0.779
Şube060	1.000	1.000	1.000
Şube061	0.562	0.825	0.681
Şube062	0.433	0.477	0.907
Şube063	0.646	0.753	0.857
Şube064	0.471	0.749	0.629

Şube	Gelir CCR-O	Gelir BCC-O	Gelir Ölç. E.
Şube065	0.490	0.583	0.840
Şube066	0.270	0.292	0.923
Şube067	0.416	0.427	0.975
Şube068	0.391	0.397	0.983
Şube069	0.757	0.801	0.946
Şube070	0.869	0.873	0.995
Şube071	0.156	1.000	0.156
Şube072	0.706	0.760	0.929
Şube073	0.455	0.461	0.987
Şube074	0.606	0.631	0.960
Şube075	0.692	0.725	0.955
Şube076	0.813	1.000	0.813
Şube077	0.433	0.469	0.922
Şube078	0.292	1.000	0.292
Şube079	0.484	0.493	0.982
Şube080	0.809	0.809	1.000
Şube081	0.495	0.564	0.877
Şube082	0.615	1.000	0.615
Şube083	0.884	0.911	0.971
Şube084	0.458	1.000	0.458
Şube085	0.415	0.415	1.000
Şube086	0.280	0.341	0.823
Şube087	0.469	0.648	0.724
Şube088	0.873	0.873	1.000
Şube089	0.813	0.830	0.979
Şube090	0.214	0.272	0.786
Şube091	0.261	0.285	0.915
Şube092	0.296	1.000	0.296
Şube093	0.585	0.809	0.723
Şube094	0.373	0.722	0.516
Şube095	0.697	0.728	0.958
Şube096	0.734	0.734	1.000
Şube097	0.337	0.402	0.838
Şube098	1.000	1.000	1.000
Şube099	1.000	1.000	1.000
Şube100	0.621	0.644	0.963
Şube101	0.364	0.364	0.999
Şube102	0.523	0.545	0.959
Şube103	0.270	0.343	0.789
Şube104	0.327	0.354	0.923
Şube105	0.553	0.838	0.660
Şube106	0.420	0.443	0.948
Şube107	0.537	0.575	0.934
Şube108	0.467	0.505	0.925
Şube109	1.000	1.000	1.000
Şube110	0.600	0.708	0.848
Şube111	0.392	0.471	0.833
Şube112	0.287	0.298	0.961
Şube113	0.276	1.000	0.276
Şube114	0.504	0.527	0.956
Şube115	0.333	0.373	0.894
Şube116	0.576	0.781	0.737
Şube117	0.691	0.697	0.991
Şube118	0.270	0.313	0.861
Şube119	0.479	0.782	0.612
Şube120	0.668	0.682	0.980
Şube121	0.825	1.000	0.825
Şube122	0.383	0.406	0.943
Şube123	1.000	1.000	1.000
Şube124	0.470	1.000	0.470
Şube125	0.488	0.525	0.930
Şube126	0.233	0.277	0.843
Şube127	0.401	0.445	0.901
Şube128	0.467	0.499	0.936

KAYNAKÇA

- Adams, Robert M., Allen N. Berger ve Robin C. Sickles. "Semiparametric Approaches to Stochastic Panel Frontiers with Application in the Banking Industry". **Journal of Business and Economic Statistics**. Vol:17, No:3, July 1999, ss.349-358.
- Aktaş, Hüseyin. "İşletme Performansının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı". **CBÜ İİBF Yönetim ve Ekonomi Dergisi**. Cilt:7, Sayı:1, 2001, ss.163-175.
- Alirezaee, Mohammad R., Murray Howland ve Cornelis Van De Panne. (1998). "Sampling Size and Efficiency Bias in Data Envelopment Analysis". **Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences**. Vol:2, No:1, ss.51-64.
- Allen R., A. Athanassopoulos, R.G. Dyson ve E. Thanassoulis. "Weights Restrictions and Value Judgements in Data Envelopment Analysis: Evolution, Development and Future Directions". **Annals of Operations Research**. Vol:73, No:13, 1997, ss.13-34.
- Allen, R. ve E. Thanassoulis. "Improving Envelopment in Data Envelopment Analysis". **European Journal of Operational Research**. Vol:154, 2004, ss.363-379.
- Aly, Hassan Y., Richard Grabowski, Carl Pasurka ve Nanda Rangan. "Technical, Scale and Allocative Efficiencies in U.S. Banking: An Emprical Investigation". **The Review of Economics and Statistics**. Vol:72, No:2, May 1990, ss.211-218.
- Andersen, Per ve Niel Christian Petersen. "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis". **Management Science**. Vol:39, No:10, ss.1261-1264.
- Anderson, Tim. "A Data Envelopment Analysis (DEA) Home Page". <http://www.emp.pdx.edu/dea/homedea.html>
- Athanassopoulos, Antreas D., Andreas Soteriou ve Stavros Zenios. "Disentangling Within- and Between-Country Efficiency Differences of Bank Branches". **The Wharton Financial Institutions Center**. Working Paper 97-17, 1997.
- Athanassopoulos, Antreas D. ve Dimitris Giokas, "The Use of Data Envelopment Analysis in Banking Institutions: Evidence From the Commercial Bank of Greece". **Interfaces**. Vol:30, March-April 2000, ss.81-95.
- Avkiran, Necmi K.. **Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis**. Third Edition. Australia, 2006.
- Avkiran, Necmi K.. "An Application Reference for Data Envelopment Analysis In Branch Banking: Helping The Novice Researcher". **International Journal of Bank Marketing**. Vol:17, No:5, 1999, ss.206-220.

- Avkiran, Necmi K.. "Developing Foreign Bank Efficiency Models for DEA Grounded In Finance Theory". **Socio-Economic Planning Sciences**. No:40, 2006, ss.275-296.
- Avkiran, Necmi Kemal, Kaoru Tone ve Miki Tsutsui. "Bridging Radial and Non-Radial Measures Of Efficiency in DEA". **GRIPS Policy Information Center Research Report**. I-2006-0011, 2006.
- Banker, R. D., Abraham Charnes ve William W. Cooper. "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiency in Data Envelopment Analysis". **Management Science**, Vol: 31, No:9, Sept. 1984.
- Barth, Wolfgang ve Matthias Staat. "Environmental Variables and Relative Efficiency of Bank Branches: a DEA-Bootstrap Approach". **Int. J. Business Performance Management**. Vol:X, No:X, 2005, ss.1-13.
- Bauer, Paul W., Allen N. Berger, Gary D. Ferrier ve David B. Humphrey. "Consistency Conditions for Regulatory Analysis of Financial Institutions: A Comparison of Frontier Efficiency Methods". **Journal of Economics and Business**. Vol:50, No:2, March 1998, ss.85-114.
- Berger, Allen N. ve David B. Humphrey. "Measurement and Efficiency Issues in Commercial Banking", Zvi Griliches, Timothy F. Bresnahan, Marilyn Manser ve Ernst R. Berndt (Ed.). **Output Measurement in the Service Sectors** içinde. National Bureau of Economic Research, USA: University of Chicago Press., 1992, ss.245-302.
- Berger, Allen N. ve David B. Humphrey. "Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research". **The Wharton Financial Institutions Center**. Working Paper 97-05, 1997.
- Bikker, Jacob A.. **Competition and Efficiency in a Unified European Banking Market**. USA:Edward Elgar Publishing, 2004.
- Bowlin, William F.. "Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA)". **Journal of Cost Analysis**. Fall 1998, ss.3-27.
- Camanho, A.S. ve R.G. Dyson. "Efficiency, Size, Benchmarks and Targets for Bank Branches An Application of Data Envelopment Analysis". **The Journal of Operational Research**. Vol:50, No:9, Sept 1999, ss. 903-915.
- Camanho, A.S. ve R.G. Dyson. "Cost Efficiency Measurement with Price Uncertainty: a DEA Application to Bank Branch Assessments". **European Journal of Operational Research**. Vol:161, 2005, ss.432-446.
- Camanho, A.S. ve R.G. Dyson. "A Generalisation of the Farrell Cost Efficiency Measure Applicable to Non-fully Competitive Settings", **Omega, International Journal of Management Science**. Vol:36, 2008, Available online 24 February 2006, ss.147-162.

- Charnes, Abraham, William W. Cooper ve E. Rhodes. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units". **European Journal of Operational Research**. Vol:2, No:6, 1978, ss.429-444.
- Charnes, Abraham ve William W. Cooper. "Preface to Topics in Data Envelopment Analysis", **Annals of Operations Research**. Vol:2, 1985, ss.59-94.
- Chen, Yi-Kai. "Three Essays on Bank Efficiency", **Yayınlanmamış Doktora Tezi**. Drexel University, July 2001.
- Coelli, Timothy J., D.S. Parasada Rao, Christopher J.O'Donnell ve George E. Battese. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. Second Edition. USA:Springer, 2005.
- Conceicao, Maria, A. Silva Portela ve Pedro Castro Borges. "Non-Radial Efficiency Measurement: A Review and New Insights for Free Disposal Hull Technologies". **Universidade Católica Portuguesa Working Paper**. July 17, 2001.
- Conceicao, Maria, A. Silva Portela ve Emmanuel Thanassoulis. "Profitability of a Sample of Portuguese Bank Branches and Its Decomposition into Technical and Allocative Components". **European Journal of Operational Research**. Vol:162, No:3, May 2005, ss.850-866.
- Conceicao, Maria, A. Silva Portela ve Emmanuel Thanassoulis. "Comparative Efficiency Analysis of Portuguese Bank Branches". **European Journal of Operational Research**. Vol:177, No:2, March 2007, ss.1275-1288.
- Cook, Wade D. ve Moez Hababou. "Sales Performance Measurement in Bank Branches". **Omega**. Vol: 29, 2001, ss.299-307.
- Cook, Wade D. ve Joe Zhu. **Modeling Performance Measurement: Applications and Implementation Issues in DEA**. USA: Springer, 2005.
- Cook, Wade D. ve Seiford, Larry M. "Data Envelopment Analysis (DEA) – Thirty Years On". **European Journal of Operational Research**. Available online 3 February 2008.
- Cooper, William W., Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu. "Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu (Ed.). **Handbook on Data Envelopment Analysis** içinde. USA: Kluwer Academic Publishers, 2004, ss.1-40.
- Cooper, William W., Zhimin Huang ve Susan X. Li. "Chance Constrained DEA", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu (Ed.). **Handbook on Data Envelopment Analysis** içinde. USA: Kluwer Academic Publishers, 2004, ss.229-265.
- Cooper, William W., Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone. **Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With DEA-Solver Software and References**. USA: Springer, 2006.

- Cooper, William W., Lawrence M. Seiford ve Kaoru Tone. **Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text With Models, Applications, References and DEA-Solver Software**. Second Edition. USA: Springer, 2007.
- Debreu, Gerard. "The Coefficient of Resource Utilization", **Econometrica**. Vol:19, No:3, 1951, ss.273-292.
- Das, Abhiman, Subhash C. Ray ve Ashok Nag. "Labor-Use Efficiency in Indian Banking: a Branch-Level Analysis". **Omega**, In Press. Available online 29 May 2007.
- Dekker, David ve Thierry Post. "A Quasi-Concave DEA Model With an Application for Bank Branch Performance Evaluation". **European Journal of Operational Research**. Vol:132, 2001, ss.296-311.
- Deyoung, Robert. "A Diagnostic Test for The Distribution-Free Efficiency Estimator: An Example Using U.S. Commercial Bank Data". **European Journal of Operational Research**. Vol:98, No:2, 16 April 1997, ss.243-249.
- Diacon, S., K. Starkey ve C. O'Brien. "Size and Efficiency in European Long-Term Insurance Companies". **CRIS Discussion Paper Series-2002.VII**. 2002.
- Drake, Leigh. "An Insight into the Size Efficiency Of a UK Bank Branch Network", **Managerial Finance**. Vol:28, No:9, 2002, ss.24-36.
- Drake, Leigh. "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, 2003, ss.283-326.
- Drake, Leigh, Maximilian J.B. Hall ve Richard Simper. "Bank Modelling Methodologies: A Comparative Non-Parametric Analysis of Efficiency in the Japanese Banking Sector". **Loughborough University Economics Research Paper**. No:04-24, 2004.
- Drake, Leigh, Maximilian J.B. Hall ve Richard Simper. "The Impact of Macroeconomic and Regulatory Factors On Bank Efficiency: A Non-Parametric Analysis of Hong Kong's Banking System". **Journal of Banking & Finance**. Vol:30, No:5, May 2006, ss.1443-1466.
- Emrouznejad, Ali, Barnett R. Parker ve Gabriel Tavares. "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, 2008, ss.151-157
- Farrell, M. J.. "The Measurement of Productive Efficiency". **Journal of Royal Statistical Society**. Vol:120, 1957, ss.253-281.
- Färe, Rolf ve Valentin Zelenyuk. "On Farrell's Decomposition and Aggregation". **Journal of Business and Economics**. Vol: 4, No:2, 2005, ss.167-171.

- Fiala, P., J. Jablonsky, Y. Smirlis ve D.K. Despotis “DEA With Interval Data: An Application to the Evaluation of Branches of a Czech Bank”. *Central European Journal of Operational Research*. Vol:11, No:3, 2003, ss.323-339.
- Fixler, Dennis ve Kimberly Zieschang. “The Productivity of the Banking Sector: Integrating Financial and Production Approaches to Measuring Financial Service Output”. **The Canadian Journal of Economics**. Vol: 32, No:2, April 1999, ss.547-569.
- Fixler, Dennis. “Discussion of Output Measurement in the Insurance and the Banking and Finance Industries”, Jack E. Triplett ve Barry Bosworth (Ed.). **Productivity in the U.S. Services Sector: New Sources of Economic Growth** içinde. USA:Brookings Institution Press, 2004, ss.217-230.
- Førsund, Finn R. ve Nikias Sarafoglou. “On the Origins of Data Envelopment Analysis”. **Journal of Productivity Analysis**. Vol:17, January 2002, ss.23-40.
- Førsund, Finn R. ve Nikias Sarafoglou, “The Tale of Two Research Communities: The Diffusion of Research on Productive Efficiency”, **Memorandum 08**, Oslo University, Department of Economics, 2003.
- Frei, Frances X., Patrick T. Harker ve Larry W. Hunter. “Inside the Black Box: What Makes a Bank Efficient?”, Patrick T. Harker ve Ztavros A. Zenios (Ed.). **Performance of Financial Institutions: Efficiency, Innovation, Regulation** içinde. USA:Cambridge University Press, 2000, ss.259-311.
- Giokas, Dimitris I. “Assessing the Efficiency in Operations of a Large Greek Bank Branch Network Adopting Different Economic Behaviors”. **Economic Modelling**. Vol:25, No3: ,May 2008, ss.559–574.
- Giokas, Dimitris I. “Cost Efficiency Impact of Bank Branch Characteristics and Location an Illustrative Application to Greek Bank Branches”. **Managerial Finance**. Vol: 34 No: 3, 2008, ss.172-185.
- Golany, Boaz ve Yu, Gang. “Estimating Returns to Scale in DEA”. **European Journal of Operational Research**. Vol:103, 1997, ss.28-37.
- Grosskopf, Shawna P., “Efficiency and Productivity”, Harold O Fried (Ed.), **Measurement of Productive Efficiency:Techniques and Applications** içinde. USA:Oxford University Press, 1993, ss.160-196
- Guarda, Paolo ve Abdelaziz Rouabah. “Measuring Banking Output and Productivity: A User Cost Approach to Luxembourg Data”. **Prepared for 22nd Symposium on Banking and Monetary Economics**. Strasbourg, 16/17 June 2005.
- Hartman, Thomas E, James E. Storbeck ve Patricia Byrnes. “Allocative Efficiency in Branch Banking”. **European Journal of Operational Research**. Vol:134, 2001, ss.232-242.
- Heffernan, Shelagh. **Modern Banking**. England:John Wiley & Sons Ltd, 2005.

- Howland, Murray ve John Rowse. "Measuring Bank Branch Efficiency Using Data Envelopment Analysis: Managerial and Implementation Issues". **INFOR**. Vol:44, 2006, ss.49-63.
- Huang, Zhimin ve Susan X. Li. "Stochastic DEA Models with Different Types of Input-Output Disturbances". **Journal of Productivity Analysis**. Vol:15, 2001, ss.95-113.
- Hulten, Charles R.. "Total Factor Productivity: A Short Biography". **NBER Working Paper Series** 7471, January 2000.
- İnan, Alpan. "Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik". **TBB Bankacılar Dergisi**. Sayı 34, 2000, ss.82-96.
- Kabnurkar, Amit. "Mathematical Modeling for Data Envelopment Analysis with Fuzzy Restrictions on Weights". **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**. Industrial and Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2001.
- Kumbhakar, Subal C. ve Subrata Sarkar. "Deregulation, Ownership, and Efficiency Change in Indian Banking: An Application of Stochastic Frontier Analysis". **Journal of Money Credit and Banking**. Vol: 35, No:3, 2003, ss.403-424.
- Lancer, Patria D. de. "Data Envelopment Analysis: An Introduction", Gerald J. Miller ve Marcia Lynn Whicker (Ed.). **Handbook of Research Methods in Public Administration**, içinde. USA: CRC Press, 1999, ss.535-548.
- Lin, Tyrone T., Chia-Chi Lee ve Tsui-Fen Chiu. "Application of DEA in Analyzing a Bank's Operating Performance". **Expert Systems with Applications**. 2008.
- Liu, Wembin, Wei Meng ve DaQun Zhang. "Incorporating Value Judgements in DEA Models- Education and Olympics", Necmi K. Avkiran (Ed.), **Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis** içinde (217-242). Third Edition. Australia, 2006.
- Lovell, C. A. Knox. "Production Frontiers and Productive Efficiency", Harold O. Fried, C. A. Knox Lovell ve Shelton S. Schmidt (Ed.). **The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications** içinde. USA: Oxford University Press, 1993, ss.3-67.
- Manandhar, Raman ve John C. S. Tang. "The Evaluation of Bank Branch Performance Using Data Envelopment Analysis a Framework". **Journal of High Technology Management Research**. Vol:13, 2002, ss. 1-17.
- Matoušek, Jiří ve Bernd Gärtner. **Understanding and Using Linear Programming**, USA: Springer, 2007.
- McEachern, Denise ve Joseph C. Paradi. "Intra- and Inter-Country Bank Branch Assessment Using DEA". **Journal of Productivity Analysis**. Vol:27, No:2, April 2007, ss.123-136.

- Mercan, Muhammet ve Reha Yolalan. "Türk Bankacılık Sisteminde Ölçek ve Mülkiyet Yapıları ile Finansal Performans İlişkisi". **İMKB Dergisi**. Cilt:4, Sayı:15, 2000.
- Mester, Loretta J.. "Efficiency of Banks in the Third Federal Reserve District". **The Wharton Financial Institutions Center**, Working Paper 94-13, December 1993.
- Ozcan, Yasar A.. **Health Care Benchmarking and Performance Evaluation, An Assessment Using Data Envelopment Analysis**. USA:Springer, 2008.
- Paradi, Joseph C., Sandra Vela ve Zijiang Yang. "Assesing Bank and Bank Branch Performance", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu (Ed.). **Handbook on Data Envelopment Analysis** içinde. USA: Kluwer Academic Publishers, 2004, ss.349-400.
- Pastor, Jesus T., C.A. Knox Lovell ve Henry Tulkens. "Evaluating the Financial Performance of Bank Branches". Center for Operations Research and Econometrics (CORE) Discussion Paper No: 2003/94. December 2003.
- Pedraja-Chapparro, Francisco, Salinas-Jimenez, Javier ve Smith, Peter. "On The Role of Weight Restrictions in Data Envelopment Analysis". **Journal of Productivity Analysis**. Vol:8, 1997, ss.215-230.
- Porembski, Marcus, Kristina Breitenstein ve Paul Alpar. "Visualizing Efficiency and Reference Relations in Data Envelopment Analysis with an Application to Tthe Branches of a German Bank". **Journal of Productivity Analysis**. Vol:23, 2005, ss.203-221.
- Ray, Subhash C.. **Data Envelopment Analysis:Theory and Techniques for Economics and Operations Research**. USA:Cambridge University Press, 2004.
- Ruggiero, John. "Efficiency of Educational Production: An Analysis of New York School Districts". **Review of Economics and Statistics**. Vol:78, No:3, August 1996, ss.499-509.
- Rumble, Greville. **The Costs and Economics of Open and Distance Learning**. UK:Routledge, 1997.
- Sarkis, Joe, "Preparing Your Data for DEA". Joe Zhu ve Wade D. Cook (Ed.). **Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis** içinde. USA:Springer, 2007, ss.305-320.
- Sealey, C.W. ve James T. Lindley. "Inputs, Outputs and a Theory of Production and Cost at Depository Financial Institutions". **Journal of Finance**. 32, 1977, ss.1251-1266.
- Seiford, Lawrence M.. "Data Envelopment Analysis: The Evolution of The State Of The Art (1978-1995)". **The Journal Of Productivity Analysis**. Vol:7, 1996, ss.99-137.
- Sengupta, Jati K.. "Stochastic Efficiency Measurement: A New Approach". **Applied Economics Letters**. Vol:4, No:2, 1996, ss. 125-128.

- Sengupta, Jati K. "Stochastic Data Envelopment Analysis: A New Approach". **Applied Economics Letters**. Vol:5, No:5, 1998, s.287-290.
- Sevcovic, D., M. Halicka ve P. Brunovsky. "DEA Analysis for a Large Structured Bank Branch Network". **Central European Journal of Operational Research**. Vol:9, 2001, ss.329-342.
- Sherman, H. David ve Joe Zhu. **Service Productivity Management Improving Service Performance Using Data Envelopment Analysis (DEA)**. USA:Springer, 2006.
- Sheth, Nimish. "Measuring and Evaluating Efficiency and Effectiveness Using Goal Programming and DEA Analysis in a Fuzzy Environment". **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**. Industrial and Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1999.
- Sowlati, Taraneh. "Establishing the Practical Frontier in Data Envelopment Analysis", **Yayınlanmamış Doktora Tezi**, Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, 2001.
- Sowlati, Taraneh ve Joseph C. Paradi. "Establishing The Practical Frontier in Data Envelopment Analysis". **Omega**. Vol: 32, 2004, ss.261-272.
- Thanassoulis, Emmanuel. Introduction to the Theory and Application of **Data Envelopment Analysis, A Foundation Text With Integrated Software**. USA: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- Thanassoulis, Emmanuel, Maria Conceicao Portela ve Rachel Allen. "Incorporating Value Judgments in DEA", William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu (Ed.). **Handbook on Data Envelopment Analysis** içinde. USA: Kluwer Academic Publishers, 2004, ss.99-138.
- Tone, Kaoru. "A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis" **European Journal of Operational Research**. Vol:130, 2001, ss.498-509.
- Tone, Kaoru. "A Slacks-Based Measure of Super-Efficiency in Data Envelopment Analysis". **European Journal of Operational Research**. Vol:143, 2002, ss.32-41.
- Tone, Kaoru. "A Hybrid Measure of Efficiency in DEA". **GRIPS Policy Information Center Research Report** . I-2004-0003, 2004.
- Tone, Kaoru. "Malmquist Productivity Index, Efficiency Change Over Time". William W. Cooper, Lawrence M. Seiford ve Joe Zhu (Ed.), **Handbook on Data Envelopment Analysis** içinde. USA: Kluwer Academic Publishers, 2004, ss.203- 228.
- Tortosa-Ausina, Emili. "Bank Cost Efficiency and Output Specification". **Journal of Productivity Analysis**. Vol: 18, 2002, ss.199-222.

- Walker, Greg, "Cost Structure and Efficiency in Banking", Guy Ford ve Tom Valentine (Ed.). **Readings in Financial Institution Management: Modern Techniques for a Global Industry** içinde. Australia:Allen & Unwin, 1999, ss.115-129.
- Wagner, Janet M. ve Daniel G. Shimshaka. "Stepwise Selection of Variables in Data Envelopment Analysis: Procedures and Managerial Perspectives". **European Journal of Operational Research**. Vol:180, No:1, 1 July 2007, ss. 57-67.
- Wang, J. Christina, "Loanable Funds, Risk, and Bank Service Output", Federal Reserve Bank of Boston, **Working Paper**, July 2003.
- Wu, Desheng (Dash), Zijiang Yang ve Liang Liang. "Efficiency Analysis of Cross-Region Bank Branches Using Fuzzy Data Envelopment Analysis". **Applied Mathematics and Computation**. Vol:181, No:1, 2006, ss.271-281.
- Wu, Desheng (Dash), Zijiang Yang ve Liang Liang. "Using DEA-Neural Network Approach to Evaluate Branch Efficiency of a Large Canadian Bank". **Expert Systems with Applications**. Vol:31, 2006, ss.108-115.
- Yang, Zijiang. "DEA Evaluation of Bank Branch Performance". **Engineering Management Conference 2005 Proceedings**. 2005 IEEE International Vol:1, Sept. 11-13, 2005, ss.82-85.
- Yang, Jian-Bo, Brandon Y H Wong ve Ralph E Steuer. "Performance Assessment and Target Setting for Bank Branches Using the Hybrid Minimax Reference Point – DEA Approach". Submitted to Journal of the Operational Research Society in October 2005.
- Yang, Zijiang ve Joseph C. Paradi. "Cross Firm Bank Branch Benchmarking Using "Handicapped" Data Envelopment Analysis to Adjust for Corporate Strategic Effects". **Proceedings of the 39th Hawai International Conference on System Sciences**. Vol:2, 04-07 Jan 2006, ss.34b-34b..
- Yang, Zijiang. "Identifying Environmental Factors Affecting Bank Branch Performance Using Data Envelopment Analysis". **Service Operations and Logistics and Informatics 2006 Proceedings**. IEEE International, June 2006, ss.192-196.
- Yolalan, Reha. **İşletmelerarası Görelilik Ölçümü**. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 1993.
- Zhu, Joe. **Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets and DEA Excel Solver**. USA:Springer, 2003.