

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ




**BANKACILIK SEKTÖRÜNÜN 2007–2008 KRİZ
DÖNEMİNDE BULANIK VERİ ZARFLAMA İLE
İNCELENMESİ**

Arzu SESİGÜZEL CERİT

Danışman
Prof. Dr. Mustafa GÜNEŞ

2011

YÜKSEK LİSANS
TEZ/ PROJE ONAY SAYFASI

Üniversite	: Dokuz Eylül Üniversitesi	2003800232
Enstitü	: Sosyal Bilimler Enstitüsü	
Adı ve Soyadı	: Arzu SESİGÜZEL CERİT	
Tez Başlığı	: Bankacılık Sektörünün 2007-2008 Kriz Döneminde Bulanık Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi	
Savunma Tarihi	: 17.03.2011	
Danışmanı	: Prof.Dr.Mustafa GÜNEŞ	
<u>JÜRİ ÜYELERİ</u>		
<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Prof.Dr.Mustafa GÜNEŞ	GEDİZ ÜNİVERSİTESİ	
Prof.Dr.Vedat PAZARLIOĞLU	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Doç.Dr.Onur ÖZVERİ	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Oybirliği <input checked="" type="checkbox"/>		
Oy Çokluğu <input type="checkbox"/>		
Arzu SESİGÜZEL CERİT tarafından hazırlanmış ve sunulmuş " Bankacılık Sektörünün 2007-2008 Kriz Döneminde Bulanık Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi " başlıklı Tezi () / Projesi () kabul edilmiştir.		
Prof.Dr. Utku UTKULU Enstitü Müdürü		

Yemin Metni

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Bankacılık Sektörünün 2007–2008 Kriz Döneminde Bulanık Veri Zarflama İle İncelenmesi**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

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

Adı SOYADI

İmza

TEŞEKKÜR

Tezimde bana yardımcı olan değerli hocam Prof. Dr. Mustafa GÜNEŞ'e, beni bugünlere getiren sevgili aileme, benden desteğini esirgemeyen daima sabırla yanımda yer alan eŐime ve minik meleğime teŐekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**Bankacılık Sektörünün 2007–2008 Kriz Döneminde Bulanık Veri Zarflama
Analizi İle İncelenmesi**

Arzu SESİGÜZEL CERİT

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimleri Enstitüsü
Ekonometri Anabilim Dalı
Ekonometri Programı**

Ekonomilerde, özellikle kriz dönemlerinde, bankacılık sektörü için etkin çalışma büyük önem taşımaktadır. Etkinliğin ölçülmesinde doğrusal programlamanın özel bir uygulama şekli olan Veri Zarflama Analizi kullanılmaktadır. Veri Zarflama Analizi’nde, karar verme birimleri ile girdiler ve çıktılara ait veriler doğru ve tam olarak ölçülmelidir. Ancak özellikle gerçek dünya problemlerinde verilerin tam bir değer olarak ölçülmesi mümkün olmamaktadır. Bu tür kesin olmayan durumlar için Bulanık Teori kullanılarak, Bulanık Veri Zarflama Analizi önerilmiştir. Böylelikle daha doğru etkinlik skorları elde edilmekte ve kesinlik belirtmeyen durumlarda inceleme altına alınabilmektedir. (Sengupta,1992: 259-266).

Bu çalışmada, Klasik Veri Zarflama Analizi ve Bulanık Veri Zarflama Analizi tekniklerinden bahsedilecektir. Uygulama kısmında ise Bulanık VZA teknikleri arasından seçilen “Aralık Sayılarla Bulanık Veri Zarflama Analizi” yöntemi ile 18 adet bankanın kriz dönemine ait (2007–2008) verileri etkinlikleri açısından analiz edilecektir. Bu analiz ile krizin Türk Bankacılık Sektörüne etkileri incelenecektir. 2007 ve 2008 yıllarında Türk Bankacılık Sektörü’nde, bankalar arası etkinlik karşılaştırmalarını homojen olarak yapabilmek için, mevduat bankaları seçilmiştir. Çalışmaya dahil edilen, kamusal sermayeli, özel sermayeli ve yabancı bankaların, verileri Türk Bankalar Birliği tarafından her yıl yayınlanmakta olan Bankalarımız Kitapları’ndan alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Bulanık Mantık, Bulanık Veri Zarflama Analizi, Bankacılık Sektörü, Finansal Krizler , Malmquist TFV Endeksi

ABSTRACT

Master Thesis

**An Fuzzy Data Envelopment Analysis to Examine The Banking Sector in
2007–2008 Crisis Period**

Arzu SESİGÜZEL CERİT

**Dokuz Eylul University
Institute Of Social Sciences
Department of Econometrics**

In economies, especially in the period of crisis, efficient work is very important for banking sectors. Data envelopment analysis (DEA) is an application of linear programming that has been used to measure of efficiency. In Data Envelopment Analysis, decision making units and inputs and outputs data must be measured rightly and precisely. But especially in real world problems, it is impossible that measuring the data precisely. For such these imprecise cases, Fuzzy Data Envelopment Analysis is recommended by using Fuzzy Theory. Thus, better efficiency scores is obtained and imprecise cases can be analysed. (Sengupta, 1992: 259-266)

In this study, the conventional Data Envelopment Analysis and Fuzzy Data Envelopment Analysis will be mentioned. In application, efficiency of the 18 banks will be analysed with the technique of “Fuzzy Data Envelopment Analysis with interval numbers” chosen among the Fuzzy Data Envelopment Analysis techniques by using the crisis period data in 2007-2008. By this analysis, effects of the crisis is examined in the Turkish banking sector. In this study, in order to make efficiency comparison homogeneously within the banks in banking sector in 2005 and 2006 deposits banks are chosen. Data of state owned banks, privately owned banks and foreign banks are taken from the book of “ Bankalarımız” which is published every year by The Banks Association of Turkey.

Key Words: Data Envelopment Analysis, Fuzzy Logic, Fuzzy Data Envelopment Analysis, The Banking Sector, Financial Crisis , Malmquist TFP

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	iii
YEMİN METNİ	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	iv
ABSTRACT	vii
KISALTMALAR	xi
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

1.1. ETKİNLİK KAVRAMI VE ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEMLER ..	3
1.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	4
1.3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN GÜÇLÜ VE ZAYIF YÖNLERİ.....	6
1.3.1. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri	7
1.3.2. Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri	7
1.4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMA ALANLARI	8
1.5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ PROSEDÜRÜ	9
1.5.1. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi	10
1.5.2. Girdi Ve Çıktı Faktörlerinin Seçimi.....	11
1.5.3. Veri Zarflama Analizi İle Göreli Etkinlik Ölçümü	12
1.5.4. Her Karar Birimi İçin Detay Analizi.....	12
1.5.5. Sonuçların Yorumlanması.....	12
1.6. LİTERATÜRDE YER ALAN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	
ÇALIŞMALARI	13
1.7. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİ	16
1.7.1. Ölçeğe Göre Sabit Getiri Modeli (CRS)	17
1.7.2. Ölçeğe Göre Değişken Getiri Modeli (VRS).....	18

1.7.3. Malmquist TFP Endeksi.....	20
1.8. BANKACILIKTA ETKİNLİK ÖLÇME TEKNİKLERİ.....	23
1.8.1. Bankacılık Sektöründe Girdi ve Çıktının Hesaplanması	29
1.8.2. Türk Bankacılık Sistemi Üzerine Etkinlik Araştırmaları.....	31
1.8.3. Bankacılık Sektöründe Etkinlik Ölçümü Çalışmaları	36
1.8.4. Düşük Enflasyon Ortamında Türk Bankacılık Sistemi ve Etkinlik	40

İKİNCİ BÖLÜM

BULANIK MANTIK

2.1. BULANIK MANTIK KAVRAMI.....	43
2.1.1. Belirsizlik Kavramı Ve Bulanık Mantık	44
2.2. BULANIK MANTIĞIN TARİHÇESİ VE UYGULAMA ALANLARI	46
2.3. BULANIK KÜME TEORİSİ.....	49
2.3.1. Üyelik Fonksiyonu	50
2.3.2. Bulanık Kümelerle İşlemler	53
2.3.3.2. Üçüncünün Olmazlığı İlkesi	56
2.3.4. Bulanık Kümelerde α Kesim Kümeleri	57
2.3.5. Bulanık Kümelerde Genişletme Prensipleri	59
2.3.6. Bulanık Kümelerin Normalliyeti Ve Konveksliliği	59
2.4. BULANIK MANTIK YAKLAŞIMININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI	62

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

3.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE BULANIK ETKİNLİK ÖLÇÜMLERİ....	64
3.2. ARALIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİNE BULANIK VERİNİN DAHİL EDİLMESİ	74
3.3 ARALIK ETKİNLİKLERİNİ SIRALAMAK VE KARŞILAŞTIRMAK İÇİN PİŞMANLIK YAKLAŞIMI.....	77
3.4. BULANIK VERİ ZARFLAMA UYGULAMALARI.....	81

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

FİNANSAL KRİZ

4.1. FİNANSAL KRİZ TANIMLARI	82
4.2. FİNANSAL KRİZLERE NEDEN OLAN FAKTÖRLER	82
4.2.1. Aşırı Borçlanma	82
4.2.2. Uluslararası Sermaye Hareketleri	82
4.2.3. Enflasyon	83
4.2.4. Döviz Kuru Politikası.....	83
4.3. KÜRESEL MALİ KRİZ	84
4.4. MORTGAGE KRİZİNİN NEDENLERİ.....	85
4.5. FİNANSAL KRİZLERİN BANKACILIK SEKTÖRÜNE ETKİLERİ	86
4.6. KRİZLERİN BANKACILIK SİSTEMİNİ ETKİLEME MEKANİZMASI.....	87
4.7. FİNANSAL KRİZ KARŞISINDA TÜRKİYE’DE ALINAN ÖNLEMLER (18 Şubat 2009 - 15 Haziran 2009)	87

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

5.1. BANKACILIK SEKTÖRÜNÜN 2007 – 2008 KRİZ DÖNEMİNDE BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE İNCELENMESİ	93
5.1.1. Araştırmanın Amacı	93
5.1.2. Araştırmanın Yöntemi.....	95
5.1.3. Araştırmada Kullanılan Değişkenler.....	95
5.1.4. Araştırmaya Tabi Tutulan Bankalar.....	96
5.1.5. Verilerin Aralık Verilere Dönüştürülmesi	99
5.1.6. Veri Zarflama Analizi Sonuçları.....	105
SONUÇ	124
KAYNAKLAR	127

KISALTMALAR

VZA	: Veri Zarflama Analizi
DEA	: Data Envelopment Analysis
KVB	: Karar Verme Birimi
CCR	: Charnes, Cooper, Rhodes
BCC	: Banker, Charnes, Cooper
EMS	: Efficiency Measurement Software
IMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
BVZA	: Bulanık Veri Zarflama Analizi
TFV	: Toplam Faktör Verimliliği
TFP	: Total Factor Productivity
SFA	: Stochastic Frontier Approach
DFA	: Distribution-Free Approach
TFA	: Thick Frontier Approach
DİBS	: Devlet İç Borçlanma Senetleri
FLSI	: Fuzzy Logic System Institute (Bulanık Mantık Sistemleri Enstitüsü)
İDEA	: Imprecise Data Envelopment Analysis (Belirsiz Veri Zarflama Analizi)
MRA	: Minimax Pişmanlık Yaklaşımı
FED	: ABD Merkez Bankası
TBMM	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
ÖTV	: Özel Tüketim Vergisi
KDV	: Katma Değer Vergisi
KKDF	: Kredi Kullanım Destekleme Fonu
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
TC	: Türkiye Cumhuriyeti

TABLULAR LİSTESİ

Tablo.1.1. Klasik Mantık ve Bulanık Mantık Arasındaki Temel Farklılıklar	s. 46
Tablo 1.2 Bulanık Mantığın Uygulama Alanları	s. 48
Tablo 1.3. 2007 Yılı Mevduat Bankaları Verileri	s. 97
Tablo 1.4. 2008 Yılı Mevduat Bankaları Verileri	s. 98
Tablo 1.5. Girdi ve Çıktı Bilgilerine Ait İstatistiksel Veriler	s. 100
Tablo 1.6. 2007 Yılı Girdi Değişkenlerine Ait Aralık Verileri	s. 101
Tablo 1.7. 2008 Yılı Girdi Değişkenlerine Ait Aralık Verileri	s. 102
Tablo 1.8. 2007 Yılı Çıktı Değişkenlerine Ait Aralık Verileri	s. 103
Tablo 1.9. 2008 Yılı Çıktı Değişkenlerine Ait Aralık Verileri	s. 104
Tablo 1.10. Girdi Yönlü Malmquist TFP Endeksi Modeline Göre Elde Edilen 2007 Yılı Alt ve Üst Sınır Teknik Etkinlik Skorları	s. 109
Tablo 1.11. Girdi Yönlü Malmquist TFP Endeksi Modeline Göre Elde Edilen Yılı Alt ve Üst Sınır Teknik Etkinlik Skorları	s. 117

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil.1.1: Üçgen Üyelik Fonksiyonu	s. 52
Şekil.1.2: Yamuk Üyelik Fonksiyonu	s. 53
Şekil.1.3: A ve B Bulanık Kümelerinin Kesişimi	s. 54
Şekil.1.4: A ve B Bulanık Kümelerinin Birleşimi	s. 54
Şekil.1.5: A Bulanık Kümesinin Tümleyen	s. 55
Şekil.1.6: Klasik ve Bulanık Küme İçin Üçüncünün Olmazlığı İlkesinin Gösterimi	s. 57
Şekil.1.7: Bulanık Kümelerin Farklı α Düzeylerinden Kesilmesi	s. 58
Şekil.1.8: Normal Bulanık Küme	s. 60
Şekil.1.9: Normal Olmayan Bulanık Küme	s. 60
Şekil.1.10: Konveks ve Konveks Olmayan Kümelerin Gösterimi	s. 61
Şekil 1.11: Üç eş-merkezli etkinlik aralıkları	s. 80

GİRİŞ

Güçlü ve istikrarlı bir ekonominin varlığı; doğru yapılandırılmış güçlü bir ulusal para ve güvence altına alınmış sağlam bir finansal sektör ile mümkündür. Bankacılık sektörü, bu yapıyı oluşturma konusunda anahtar sektör niteliğindedir. Son çeyrek yüzyılda dünyanın pek çok ülkesinde, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, oldukça yüksek finansal ve ekonomik maliyetlere yol açan bankacılık krizleri yaşanmıştır. Bu krizlerin önemli bir kısmı, ülkelerin bankacılık sisteminin büyük çoğunluğunu ya da tamamını kapsarken, bir kısmı ise sınırlı sayıda bankayı etkilemiştir.(Öncü, 2007: 1)

Bankaların birincil görevi finansal aracılık görevidir. Aracılık, mevduatların toplanması ve bunları fon talep eden ekonomik birimlere aktarmak olarak tanımlanabilir. Bankaların bu işlevlerini yerine getirirken, ne ölçüde etkin olduklarının değerlendirilmesi önemlidir.(Çukur, 2005: 18)

Bankacılık sisteminin etkin çalışması ekonomi açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Bu fark, bankacılık sektörünün diğer ekonomik sektörlerden farklı olarak kaynak dağılımını belirleyen finansal aracılık işlevini üstlenmesinden kaynaklanmaktadır. Bu açıdan, bankacılık sisteminin ülkelerin ekonomik gelişmesinde merkezi bir konumu bulunmaktadır. Tasarrufları verimli yatırımlara dönüştüremeyen bir bankacılık sisteminin etkinliğinden veya verimliliğinden bahsetmek mümkün değildir. Bu nedenlerle bir bankacılık sisteminin performans analizini yapabilmek için etkinlik ve verimlilik ölçütlerinin incelenmesi gerekmektedir.(Erken, Emiral, 2002: 1)

Tüm organizasyonlar için etkin olmak çok önemlidir. Kaynak yönetimini karşımıza getiren en önemli sorun etkinsizliktir. Benzer amaçlarla kurulmuş birimlerin etkilerini ölçüp etkinliklerin geliştirilebilmesi için gereken düzenlemeler Veri Zarflama Analizi (VZA) ile yapılır. Bu analiz, çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktı olduğu zaman öznel bilgiye gerek duymadan değerlendirme yapılmasını sağladığı için diğer karşılaştırmalı etkinlik analizi yaklaşımlarından kolayca ayrılır.

Çalışmada, etkinlik ölçümü ile ilgili bilgiler verilmiş ve etkinlik ölçüm yaklaşımı olan VZA'nin bulanık mantık çerçevesinde incelemesi yapılmıştır. Bulanık etkinlik ölçümü için çok sayıda yaklaşım önerilmiştir. Bu çalışmada, verilerin kesin olarak bilinmemesi sebebiyle aralık sayılarla ifade edildiği durumda, etkinlik ölçümü için α - kesme yöntemi esas alınarak geliştirilen Aralık Veri Zarflama Analizi tekniği kullanılacaktır. Uygulama bölümünde BVZA yaklaşımı kullanılarak Türkiye'deki bankalardan 17 adedinin 2007, 2008 yıllarına ilişkin görelî etkinlikleri ölçülerek kriz ortamında bankaların elde edilen etkinlik değerleri üzerine yorumlara yer verilecektir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

1.1. ETKİNLİK KAVRAMI VE ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Literatürde etkinlik ve verimlilik kavramları sıkça birbirinin yerine kullanılmaktadır. Kavram kargaşasına yol açmaması açısından bu terimlerin anlamlarını belirtmek gerekir. Etkinlik, girdiler ve çıktılar arasındaki ilişki ile ilgilidir. Minimum girdi ile elde edilebilecek maksimum çıktı seviyesini temsil eder. Etkinlik bir işi doğru yapmaktır. Verimlilik, doğru işi yapmaktır. Verimlilik hedeflere ulaşma derecesini gösterir. Bir sistem eğer girdileri minimum kayıpla çıktıya çeviriyorsa etkindir. Eğer girdileri amaçlanan çıktılara çeviriyorsa verimlidir. Performans, doğru işi etkin şekilde yapmaktır. Etkinlik, üretim faaliyetinde bulunan tüm varlıklar için geçerlidir. Varlıkların etkinlikleri bireysel olarak ölçülebilir ama istenen, bu ölçümlerin karşılaştırılabilir olması ve benzerleri arasındaki yerini göstermesidir. Bu durumda etkinlik ölçme yöntemleri devreye girer.

Etkinlik konusunda birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmalar içinde bir çok model önerilmiştir. En çok kullanılan etkinlik ölçüm yöntemleri üç ana başlık altında toplanmaktadır:

- Oran (Rasyo) Analizi
- Parametrik Teknikler
- Parametrik Olmayan (Doğrusal Programla Tabanlı) Teknikler

Oran Analizi, bir karar biriminin etkinliğinin ölçülmesinde kullanılan yöntemlerden en basit olanıdır. Tek boyutlu bir yöntemdir. Oran bir çıktının, onunla ilgili bir girdiye bölünmesiyle elde edilir. Tek boyutta işlevseldir.

Parametrik Teknikler, performansın özet bir ölçüsünü sağlarlar. Etkinlik ölçümü gerçekleştirilecek olan endüstri dalına ilişkin üretim fonksiyonunun analitik

bir yapıya sahip olduğu varsayımı yapılır ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılır. Bu yöntemlerde etkinlik ölçümünde genel olarak regresyon teknikleri ile tahmin yapılır. Tahminlenecek modelin fonksiyonel şeklinin yanlış tanımlanması ve gerçek hayatta varolan çok girdi çok çıktı durumlarının çözümünde yetersiz kalmaktadır.

Parametrik olmayan teknikler, Parametrik yöntemlerin yetersizliğinden ortaya çıkmıştır. Matematiksel programlamayı çözüm tekniği olarak benimsemiştir. Girdilerle çıktılar arasında fonksiyonel bir form varlığını öngörmeyen bu yöntemler esneklerdir. Doğrusal programlama kökenli teknikler (kısıt altında optimizasyon) kullanarak etkinlik sınırına olan uzaklığı ölçmeye çalışırlar. Bu kategorideki en temel metot Veri Zarflama Analizidir. Kullanılan yaklaşım kullanılan tüm girdi çıktı bileşimlerini çevrelediği (zarfladığı) için Veri Zarflama Analizi adını almıştır. Diğer metot ise TFP (Toplam Faktör Verimliliği) dir. Genellikle birden çok girdi ve çıktının bulunduğu modellerin etkinliğinin ölçülmesi için oldukça uygun bir yapıya sahiptir. Zaman içinde etkinliğin nasıl değişmekte olduğunu inceleyen bir yöntemdir.

1.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Üretim ve hizmet süreçlerinde genellikle çok sayıda girdi kullanılarak çok sayıda çıktı elde edilir. Bu tür süreçlerde tek bir girdiye/çıktıya odaklanarak başarılı ve başarısız uygulamaları seçmek doğru sonuçlar vermeyecektir. Veri zarflama analizi, etkinlik ölçme yöntemleri arasında bu açığı gidermektedir. Her karar alma birimindeki etkinsizlik miktarını ve kaynaklarını tanımlayabilmesi yöntemin en önemli özelliğidir.

Veri zarflama analizi, Farrell'in (1957) performans etkinliği belirleme konusundaki yaklaşımına dayanılarak 1978 yılında ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ürettikleri mal ve hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin görelî etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş olan parametresiz bir etkinlik yöntemidir. Yöntem ilk olarak kar amacı gözetmeyen kamu kuruluşlarında uygulanmış, sonraları çok daha geniş bir uygulama alanı bulmuştur.

Bankacılık alanında uygulamasını 1985 yılında ilk yapan Sherman'dır. Sherman çalışmasında banka şubelerinin görelî etkinliklerini ölçmüştür.

Bu yöntem karar verme birimlerindeki iyi ve kötü performansları ortaya koyarken, kötü performansın nedenlerini ve iyi performans gösterebilmeleri için ne kadarlık bir girdi azaltma ve/veya çıktı miktarını arttırmak gerektiği sonuçlarını da ortaya koyar. Analizin sonucunda ortaya çıkacak bilgiler ışığında yöneticilerin ileriye dönük karar vermelerinde yardımcı olmasından dolayı günümüzde yoğun olarak kullanılmaktadır.

Parametrik olmayan matematiksel bir programlama tekniği olan bu analiz, değerlendirmeye alınan tüm KVB'leri için bir etkinlik skoru hesaplamaktadır. Bu etkinlik skoru genellikle, 0 ile 1 arasında bir sayı ya da yüzdeler olarak ifade edilir. Herhangi bir KVB için etkinlik skoru 1' den küçükse göreceli olarak diğer KVB'lerine göre etkinsiz sayılır.

Veri zarflama analizi, birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda, karar birimlerinin görelî performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı tekniktir. Analize konu olacak karar birimlerinin aynı hedefe yönelik benzer işlevler görmesi, aynı pazar şartlarında çalışması ve gruptaki bütün birimlerin verimliliklerini nitelendiren etmenlerin, yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar hariç aynı olması şartları aranır.

Veri zarflama analizinin her zaman en doğru sonuçları verdiği ve en iyi yöntem olduğu söylenemez ama çok sayıda farklı girdi ve çıktıyı kullanarak üreticinin etkinliğini belirlemek için kullanılabilecek en iyi yöntemlerden birisidir. Analizin temelinde benzer türlerden karar birimlerinin üretim etkinliklerinin değerlendirmesi yer almaktadır.

VZA modelinde kullanılan temel kavramlar şunlardır:

Girdi; Hizmetlerin yerine getirilmesi veya malların üretimi için gereksinim duyulan personel, tüketilebilen kaynaklar, sermaye ve nakittir.

Çıktı; Uygulanan proje ve faaliyetler sonucunda elde edilecek olan ürün ve hizmetlerdir.

Karar Verme Birimi (KVB); VZA' nde benzer girdiler yardımı ile benzer çıktılar üreten işletme, kurum, firma, şirket gibi etkinliği incelenen birimler

Referans küme; Her bir KVB için referans olan KVB' lerinin oluşturduğu kümeye "referans küme" adı verilir.

1.3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN GÜÇLÜ VE ZAYIF YÖNLERİ

Veri Zarflama Analizi, hem çıktı hem de girdiye ait gözlemleri bir arada değerlendirir ve çok sayıda performans ölçüsüne yer verir. VZA, bir birimin performansını en iyi performans gösteren birimlerle karşılaştırarak hesaplanmış görece bir performans ölçüsü ortaya koyar (Boles ve diğerleri, 1995).

Veri Zarflama Analizi karar birimlerinin aktivitelerini, yönetimlerini değerlendirmede oldukça yararlı bir tekniktir. En önemli avantajlarından biri uygulanması için gerekli bilginin ve alt yapının diğer metotlara göre daha kolay olması ve bilgi maliyetinin daha düşük olmasıdır. Ancak uygulamalarda yaşanan en büyük sıkıntı, veri kalitesidir. Girdi ve çıktılara ait en doğru veri kullanılmalıdır ki, program sonunda oluşan gruplar ve etkinlik değerleri de güvenilir olabilir. Bu analiz doğru şekilde kullanıldığı zaman çok etkin bir araçtır.

1.3.1. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri

1. Veri Zarflama Analizi, etkin olmayan bir karar biriminin performansını, kümesindeki göreceli olarak etkin olan karar birimlerinin seviyesine çıkarmak için alternatif yollar belirler. Burada karar verme birimine uygun iyileştirme yolunu seçmek, karar vericinin yorumuna ve deneyimine bağlıdır.

2. Veri Zarflama Analizi, çok sayıda girdi ve çıktıyı işleyecek niteliktedir.

3. Veri Zarflama Analizi, doğrusal form dışında, girdileri ve çıktıları ilişkilendiren bir fonksiyonel forma ihtiyaç duymaz.

4. Veri Zarflama Analizi ile karar verme birimleri, etkin olduğu tespit edilmiş karar verme birimlerinden oluşan referans gruplarının bir kombinasyonu ile karşılaştırılabileceği gibi, doğrudan referans grupları ile de karşılaştırılabilir.

5. Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilirler. Bu durumda, onları aynı biçimde ölçebilmek için çeşitli varsayımlar kullanmaya, dönüşümler yapmaya gerek yoktur.

1.3.2. Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri

1. Veri Zarflama Analizi, ölçüm hatalarına karşı çok duyarlıdır.

2. Veri Zarflama Analizi, karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini ölçme konusunda yeterlidir fakat bu değerlendirmenin mutlak etkinlik bazındaki yorumu hakkında yetersiz kalmaktadır.

3. Veri Zarflama Analizi, parametrik olmayan bir teknik olduğu için, sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur.(Atan, 2005: 15)

4. Veri Zarflama Analizi modelleri statik ve tek zaman kesitinde değerlendirilen modellerdir. Bir tek dönemdeki karar birimi verileri arasında bir kesit analizi yapar. Gerçek hayatta ise karar verme birimlerinin bazı girdilerini çıktılarına dönüştürebilmesi için bir periyottan daha uzun bir süre alacağından üretim süreci dinamik bir özellik göstermektedir. Bu sebeple farklı periyotlardaki veriler için uygun indirgeme oranlarının kullanılması gerekecektir. Analiz sonucunda her karar birimi için tek bir etkinlik tahminleyicisi elde edilmekte ve bu tahminleyicinin istatistiksel özelliklerinin elde edilmesi çok zordur.

5. Veri Zarflama Analizi'nde, her karar birimi için ayrı bir doğrusal programlama modelinin çözümü gerektiğinden, büyük boyutlu problemlerin bu analiz ile çözümü, hesaplama açısından zor ve zaman alıcı olabilir.

6. Veri Zarflama Analizi, genel olarak fiziksel girdi ve çıktı ölçüleri üzerinde uygulanmaktadır. Fiziksel olmayan girdi ve çıktı ölçüleri çıkan sonuçları zayıflatabilmektedir.

1.4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMA ALANLARI

Son yıllarda Veri Zarflama Analizi modelleri yönetim biçiminde ve yöneylem araştırma uygulamalarında çok geniş uygulama alanı bulmuştur. Öncelikle kar amaçlı olmayan kuruluşları hedef alarak gelişen bu analiz, kullanım kolaylığı ve ihtiyaca uyum sağlaması amacıyla değiştirilebilirliği sebebiyle kar amacı güden üretim ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmeler arası teknik verimliliğin ölçülmesinde de yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Böylelikle geniş bir uygulama alanına sahip olmuştur.

Veri Zarflama Analizi'nin başlıca uygulama alanları şunlardır;

- AR-GE projelerinde
- Eğitim
- Mahkemeler
- Bankacılık

- Sağlık Sektörü
- Silahlı Kuvvetler
- Çok uluslu ya da çok şubeli şirket karşılaştırmaları
- Tedarikçi Seçimi
- Üniversiteler
- Taşıma ve Lojistik

Bu uygulama alanlarında;

- Eş grupların kullanımı
- Etkin çalışma uygulamalarının belirlenmesi
- Hedef belirleme
- Etkin stratejilerin belirlenmesi
- Zaman boyunca etkinlik değişimlerinin gözlenmesi
- Kaynak ataması

gibi konularda araştırmacıya yol gösterir. Tüm bu uygulamaların yanı sıra bu analizin diğer tekniklerle beraber kullanımının yaygınlaşması yeni uygulamaların artmasını sağlayacaktır.

1.5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ PROSEDÜRÜ

Veri Zarflama Analizin uygulanabilmesi için gerekli olan adımlar şu şekildedir;

- a. Karar verme birimlerinin seçilmesi
- b. Girdi ve çıktı faktörlerinin seçimi
- c. VZA ile görelî etkinlik ölçümü
- d. Her bir karar birimi için analiz yapılması
- e. Sonuçların yorumlanması

Bu adımları inceleyecek olursak;

1.5.1. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

VZA' da ilk aşama, birbirleriyle karşılaştırmalı etkinlik ölçümü yapılacak olan karar birimlerinin seçimini içerir. Bu birimlerin üretim teknolojisi açısından birbirlerine benzer olmaları, diğer bir deyişle gözlem kümesinin homojen olması elde edilecek sonuçların anlamlı olması açısından önemlidir. Bir grubun homojen olması demek, o grubu oluşturan karar birimlerinin aynı girdi-çıkıtı karmalarına sahip olmaları ve dışsal etkenlerin birbirinden çok farklı olmadığı anlamına gelir. Gözlem kümesinin içerdiği karar birimi sayısının belirli bir değerin üstünde olması ile türetilen etkinlik ölçütlerinin birbirlerinden farklı olması olanağı sağlar. Etkinlik ölçümünün anlamlı olması için gözlem kümesinin seçiminde çok titiz davranılması gerekmektedir (Yolalan, 1993).

VZA'nın kullanılabilmesi için öncelikle aynı kararların uygulandığı ve benzer organizasyona sahip olan karar birimlerinin seçilmesi gerekmektedir. Karar birimlerinin ölçülebilmesi için bu birimlere ait girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmelidir. VZA modelinin ayrıştırma yeteneğinin etkin olabilmesi için girdi ve çıktı sayısının çok olması arzulanır. Bu nedenle mümkün olduğunca çok sayıda girdi ve çıktı elemanı seçilmelidir. Ancak seçilen girdi ve çıktı elemanlarının her karar birimi için kullanılıyor olması gerekmektedir. Seçilen girdi sayısı a , çıktı sayısı da b ise araştırmanın güvenilirliği açısından en az $a + b + 1$ tane karar birimi gerekli bir kısıttır. Diğer bir kısıt ise değerlendirmeye alınan karar verme birimi sayısı, değişken sayısının en az iki katı olmalıdır (Boussofiane ve diğerleri, 1991: 3).

Veri zarflama analizi değerlendirme sürecine girecek birimlerin tanımlanması iki tür sınırdan etkilenir. Birincisi; birimleri tanımlayan organizasyonel, fiziksel ve bölgesel sınırlardır. Diğerisi ise; ölçüm yapılacak faaliyetlerin uygulandıkları periyotlardır.

Veri zarflama analizinde unutulmamalıdır ki etkinlik; seçilen karar birimlerine ve faktörlere göre ölçülür (Atıkbay, 2001).

1.5.2. Girdi Ve Çıktı Faktörlerinin Seçimi

VZA' da kullanılan girdi ve çıktılar çalışmadaki karar birimleri konusundaki karşılaştırmanın temelini oluşturduklarından, büyük bir dikkatle seçilmelidir. Her ne kadar fonksiyonel bir varsayım bulunmasa da çalışmanın hedefine nedensel olarak bağlı girdi ve çıktılarının belirlenmesi gereklidir. Aynı karar birimi için farklı girdi ve çıktı grupları farklı etkinlik değerleri alabilir. Veri Zarflama Analizi'nde yaşanabilecek sıkıntılardan daha önceden de yer verildiği gibi, eğer modelde önemli bir değişken göz ardı edilirse, dışarıda bırakılan bu değişkeni etkin kullanmakta olan karar birimlerinin etkinliği düşük çıkacaktır. Literatürdeki uygulamalarda modele yeni girdi ve çıktılar eklenmesiyle daha önce etkisiz görünen karar birimlerinin sınır üzerinde yer alabildiği görülmüştür.

Çok fazla girdi ve çıktı eklenmesi çözüm değildir, girdi ve çıktı sayısının çarpımı kadar boyut oluşur ve en az boyut sayısı kadar da etkin karar birimi olacaktır. Girdi ve çıktı sayısı arttıkça bu analizin ayırt edicilik özelliği azalır. Sonuçta bir VZA çalışmasına dâhil edilecek girdi ve çıktı sayısı olabildiğince küçük olmalı, ancak çalışmada incelenen karar birimlerinin gerçekleştirdiği üretimi de doğru olarak yansıtabilmelidir.

Girdi ve çıktı seçiminde dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta, girdi ve çıktı arasındaki yüksek korelasyondur. Eğer iki girdi arasında mükemmel bir korelasyon mevcutsa, içlerinden biri, etkinlik değerlerinde değişime yol açmadan modelden çıkarılabilir. Çıktılar için de aynısı geçerlidir. Unutulmamalıdır ki girdilerin artması etkinlikte azalışa, çıktılarının artması etkinlikte artışa neden olacak şekilde düzenlenmeli bu duruma uymayan girdi çıktı seti düzeltilerek analize tekrar alınmalıdır. Seçilecek olan girdi/çıktı kümesinin; tüm karar birimleri için ortak faktörler olmasına, incelenmek istenen tüm faaliyet seviyeleri ve performans ölçütlerini kapsamasına, ölçülebilir fiziksel ve ekonomik kaynakların tümünü içermesine özen gösterilmelidir.

1.5.3. Veri Zarflama Analizi İle Göreli Etkinlik Ölçümü

Kullanım alanlarına ve varsayımlara göre pek çok model kurulabilir. Hangi modelin seçileceği ve/veya nasıl bir model kurulacağı girdi ve çıktıların kontrol edilip edilemediğine bağlıdır. Eğer girdiler üzerinde kontrol yoksa ya da azsa çıktı odaklı bir model; eğer çıktılar üzerinde kontrol azsa ya da yoksa girdi odaklı bir model kurulmalıdır. Eğer bir odak oluşturulamıyorsa toplamsal modelleri kullanmak uygun olur. Eğer araştırmacı için etkinlik türü önemliyse toplamsal modelleri kullanmamalıdır. Bu tür modeller karma etkinlik hakkında fikir verirken etkinliklerin türüne göre ayrışımını incelemez. Daha sonra analist, her bir karar birimi için ilgili doğrusal program çözümlerle çözüm kümelerine ulaşılır.

1.5.4. Her Karar Birimi İçin Detay Analizi

Doğrusal programlamalardan elde edilen çözüm kümelerinin sonucunda, etkin olmayan her bir karar biriminin yöneticisine işletmesini etkin duruma getirebilmesi için ne gibi önlemler alması gerektiğine dair bilgiler verir.

1.5.5. Sonuçların Yorumlanması

VZA modellerinin çözümü için yazılmış paket programlar vardır. En sık kullanılanlar;

- ❖ DEA-Solver
- ❖ EMS (Efficiency Measurement System)
- ❖ Warwick DEA
- ❖ DEAP

Çözüm sonucunda VZA sadece belirlenen girdi ve çıktı kümesi ile belirlenen karar birimlerinin, belirlenen model altındaki göreceli etkinlik değerini verir. VZA, verilerin hatalı olmasına karşı analisti uyarmaz. Ayrıca bu paket programlar girdi ve çıktı faktörlerinin yanlış seçilip seçilmediği dolayısıyla da yanlış model kullanılıp

kullanılmadığı konusunda karar vericiyi uyarmaz. Bu gibi konularda karar verici dikkatli olmak zorundadır.

VZA'nın göreceliği etkinliği ölçme şekli şu şekilde özetlenebilir:

1. Herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi birleşimi kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten en iyi gözlemleri belirler.

2. Söz konusu sınırı "referans" olarak kabul edip, etkin olmayan karar birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını radyal (açısal-oransal) olarak ölçer.

1.6. LİTERATÜRDE YER ALAN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ ÇALIŞMALARI

Veri Zarflama Analizi, ilk olarak **Charnes, Cooper ve Rhodes (1987)** tarafından Farrell'in teknik etkenlik tanımına dayalı olarak, ürettikleri mal ve hizmet açısından birbirlerine benzer karar birimlerinin veya ekonomik birimlerin göreceli etkinliklerini ölçmek üzere geliştirilmiştir. Bu non-lineer programlama modeli karar amacı gütmeyen birimlerin faaliyetlerini değerlendirmede kullanılan yeni bir etkinlik tanımlaması ortaya koyar.

Banker ve diğerleri (1984), CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) modeline ölçeğe göre değişken getiri (variable return to scale-VRS) varsayımı çerçevesinde konvekslik kısıdı eklemiş ve BCC modelini kurmuşlardır. CCR modeli teknik ve ölçek etkinliğini kapsayan toplam etkinliği verir. BCC modeli ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında benzer ölçekteki birimleri birbiriyle kıyaslayarak sadece teknik etkinliği ölçmektedir. Ölçeğe göre artan, azalan ve sabit getiri kavramları tanımlanmıştır.

Boussofiane ve diğerleri (1991), veri zarflama analizi tekniğini anlatarak yönteme pratikte daha çok başvurulmasını sağlayacak bazı anahtar konular üzerine odaklanmıştır.

Reynolds ve Thompson (2005), çalışmasında veri zarflama analizi kullanarak çok birimli restoranlarda kontrol edilemeyen değişkenlerin etkisini incelemiştir. Tüm girdileri kontrol edilemeyen değişkenlerden oluşturularak çıktı optimizasyonlu VZA modeli kullanılıp her restoran benzer operasyon şartlarına sahip diğerleriyle karşılaştırılmıştır.

Boles ve diğerleri (1995), satış personelinin performansını değerlendirme metodunun seçimi üzerinde odaklanarak değerlendirme metotlarının belirli kriterlere göre 5 sınıfa ayırmışlardır. Veri zarflama analizini esas alan görelî performans etkinliğini veren bir yaklaşım önerilmektedir.

Johns ve diğerleri (1997), 15 otelden oluşan bir oteller zincirinde 12 aylık bir dönem dört kısımda incelenerek her bir çeyreğin sonuçları aynı dönemin standart muhasebe verileri ile karşılaştırıldı. Bu şekilde birimlerin ölçülen verimliliği ve karının dönemlerdeki normal olmayan davranışını tanımlamak ve üzerinde çalışmak olanaklı olmuştur.

Besen (1994), yaptığı çalışmasında performans yönetim sistemi üzerinde durmuş ve performans ölçüm modellerini incelemiştir.

İleri (1997), çalışmasında bankacılık sektöründe VZA yönteminin nasıl kullanılacağını anlatmak amacıyla IMKB'ye kota 10 bankanın 6 aylık bilançolarından elde edilen girdi ve çıktı değerleri kullanılarak çıktı maksimizasyonu modeline ve değişken getiri durumuna göre analiz yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bankacılık ve Denetleme Kurumu (2005), tarafından yapılan çalışmada, 2002-2004 dönemindeki bankaların etkinlikleri VZA kullanılarak incelenmiştir.

Cingi ve Tarım (2000), Türkiye Bankalar Birliği araştırma tebliği içinde yapmış oldukları çalışmada, Türk banka sisteminin 1986-1996 yıllarına ait verileriyle farklı varsayımları olan VZA modelleri ile bankaların etkinlik skorları yıllar

itibariyle hesaplanmış ve incelenen bu dönem için Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi oluşturulmuştur.

Karsak ve İşcan (2000), çalışmalarında VZA ile birlikte ağırlık kısıtlamaları ve çapraz etkinlik ölçütlerinin bir arada kullanılmasını önermişlerdir. Bu şekilde karar birimlerinin göreceli performanslarının değerlendirilmesinde daha etkin bir ayrıştırma sağlanmıştır.

Atıkbay (2001), çalışmasında Türk Kara kuvvetlerinde seçilen 22 bölüğün performanslarını ölçmek amacıyla bir model kurarak bu modelin VZA ile çözülmesi sonucu etkin ve etkin olmayan birimler belirlenmiştir. Ayrıca çapraz etkinlik analizi yaparak etkin olan karar birimleri kendi aralarında sıralanmıştır.

Tarım (2001), etkinlik ve etkinlik ile alakalı temel kavramları açıklayarak bu kavramların birbiriyle çelişen şekilde kullanılmasını önlemeye yönelik bir adım atmıştır. Parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerden bahsederek bu yöntemlerin kullanım alanlarına değinmiştir.

Yılmaz ve diğerleri (2002), otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların etkinliklerini veri zarflama analizi yöntemi ile incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda büyük ve güçlü görülen firmaların aslında verimsiz çalıştıkları, diğerlerine göre küçük ve daha güçsüz görünen firmaların ise verimli firmalar olduğu anlaşılmıştır. Burada birçok değişkenin etkisi altındaki herhangi bir konuyu tek bir kritere göre değerlendirmenin yanıltıcı sonuçlara neden olabileceği görülmüş ve veri zarflama analizinin bu eksikliği giderdiği ortaya çıkmıştır.

Homburg (2001), kıyaslama çalışmalarında veri zarflama analizinin kullanımını üzerine yoğunlaşmıştır.

Madu ve Kuei (1998), kıyaslamada veri zarflama analizine başvurulması üzerine aile şirketlerinde uygulama yapılmıştır.

Zhou ve Chen (2003), çalışmalarında; VZA temelli kıyaslama prosedürü ve gevşeklikler -ayarlanmış (slack adjusted-SA) güvence bölgesi (assurance region-AR) VZA modelini esas alan performans tahmin tasarım modelleri (performance predictive design models) geliştirilmiştir.

Seiford (1997), yaptığı kapsamlı bibliyografik tarama VZA'nın bugün geldiği yeri göstermek bakımından önemlidir.

Yaşar (2000), yapmış olduğu çalışmada organizasyonel performans ölçümünü ele almış ve Türk Silahlı Kuvvetlerinde VZA ile performans değerlendirmesi yapmıştır. Bu çalışmanın en büyük bulgusunu "organizasyonlar büyük küçük, özel kamu, kar amaçlı ya da kar amaçlı olup olmadıklarına bakmadan ölçümler yapmak zorundadırlar" şeklinde ifade etmiştir.

Devlet Planlama Teşkilatı (2002), bünyesinde yapılan çalışmalarda VZA ile bölgesel rekabet edebilirlik kapsamında illerin kaynak kullanım görece verimliliklerini hesaplamıştır.

1.7. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİ

Veri zarflama analizi, etkinlik sınırının tahmininde kullanılan parametrik olmayan bir matematiksel programlama yaklaşımıdır. Bu analizde oluşturulan tüm modeller, tüm karar birimlerini kapsayan kesikli doğrusal bir sınır olduğu varsayılarak kurulmuştur. Eğer karar birimi bu sınır üstünde ise etkin, değilse etkisizdir.

Girdi ya da çıktı odaklı olmasına, ölçüğe göre getiri varsayımına ve artıkların ele alınışına göre kullanılan pek çok değişik model mevcuttur.

Girdi odaklı model, çıktı miktarları sabit tutularak girdilerde meydana gelecek değişimleri inceleyen analiz modelidir.

Çıktı odaklı model, girdi miktarları sabit tutularak çıktılarda meydana gelecek değişimleri inceleyen analiz modelidir.

Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) girdi odaklı ve ölçüğe göre sabit getiri (CRS - Consant Returns To Scale) varsayımı adı altında bir model ortaya koymuşlardır. Büyük uygulama alanı bulmuştur. Daha sonraki çalışmalarda Bankers, Charnes ve Cooper (1984) ölçüğe göre değişken getiriler (Variable Return To Scale-VRS) modelini sunmuşlardır.

1.7.1. Ölçüğe Göre Sabit Getiri Modeli (CRS)

VZA tekniğinde ilk olarak geliştirilen model CCR(Charnes, Cooper, Rhodes, 1978) modelidir. Bu model çıktının girdiye oranını ağırlıklarla belirlemektedir. Ölçüğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktadır.

CCR modeli girdi ve çıktı yönlü olabilir.

Girdi yönlü CCR modelinde θ^* etkinlik skoru olmak üzere;

$\theta^*=1$ ise ve artıklar sıfırsa bu KVB etkindir.

$\theta^*<1$ ise bu KVB etkin değildir.

Çıktı yönlü CCR modelinde ise;

$\theta^*=1$ ise ve artıklar sıfırsa bu KVB etkindir.

$\theta^* >1$ ise bu KVB etkin değildir.

Amaç Fonksiyonu:

$$Maks \quad \theta = \frac{u_1 y_{10} + u_2 y_{20} + \dots + u_s y_{s0}}{v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots + v_m x_{m0}}$$

Kısıtlar:

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

Koşullar:

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

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

θ : Analiz edilecek KVB'nin etkinlik değeri,

n : KVB sayısı,

i : Girdi sayısı ($i=1, \dots, m$),

r : Çıktı sayısı ($r=1, \dots, s$),

$y_j = \{y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{rj}, \dots, y_{sj}\}$, j 'inci KVB için r 'inci çıktı değeri,

$x_j = \{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{mj}\}$, j 'inci KVB için i 'inci girdi değeri,

y_{rj} : j 'inci KVB'nin çıktı vektörü,

x_{ij} : j 'inci KVB'nin girdi vektörü,

v_i : Girdi ağırlıkları,

u_r : Çıktı ağırlıkları

Kesirli programlama modelinin çözülmesi daha güç olduğundan, bu problem bir doğrusal programlama problemi gibi ifade edilerek çözülür. Cooper vd. (2000), kesirli programlama modeli ile doğrusal programlama modelinin birbirine denk olduğunu göstermişlerdir.

1.7.2. Ölçeğe Göre Değişken Getiri Modeli (VRS)

CCR modelinin varsayımlarında değişiklik yapılarak elde edilmiş bir modeldir. CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında toplam etkinliği ölçerken, BCC modeli ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında benzer ölçekteki

birimleri birbirleri arasında karşılaştırarak sadece teknik etkinliği ölçmektedir. Ölçeğe göre sabit getiri modeli sadece tüm karar birimlerinin optimum ölçekte faaliyet gösterdikleri durum için uygundur. Tam rekabet koşullarının olmayışı, finansman sorunları ve diğer etkenler karar birimlerinin optimum ölçekte faaliyet göstermelerini engelleyebilir. Tüm karar birimlerinin optimum ölçekte faaliyet göstermemesi durumunda ölçeğe göre sabit getiri modelinin kullanılması teknik etkinlik ölçümlerinin (*TE*) ölçek etkinliği (*SE*- Scale Efficiency) ile karışık olmasına neden olur. Bu yüzden ölçeğe göre değişken getiri modelinin kullanılması teknik etkinlik ölçümlerinin ölçek etkinliği etkisinden ayrıştırılmasını sağlayacaktır.

BCC sınırı her zaman CCR sınırının altında yer alır. Bu yüzden CCR etkinlik skoru, BCC etkinlik skorundan küçük veya ona eşit olacaktır.

Girdi yönlü BCC modelinde θ^* etkinlik skoru olmak üzere;

$\theta^*=1$ ise ve artıklar sıfırsa bu KVB etkindir.

$\theta^*<1$ ise bu KVB etkin değildir.

Çıktı yönlü BCC modelinde ise;

$\theta^*=1$ ise ve artıklar sıfırsa bu KVB etkindir.

$\theta^*>1$ ise bu KVB etkin değildir.

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Maks } z = uy_0 - u_0$$

Kısıtlar:

$$vx_0 = 1$$

$$-vX + uY - u_0e \leq 0$$

Koşullar:

$$v \geq 0, u \geq 0$$

u_0 : serbest işaretli değişken (pozitif, negatif yada sıfır değeri alabilir)

z, u_0 : sayısal değerlerdir

BCC ile CCR modeli arasındaki fark, BCC modeline $e\lambda=1$ biçiminde konvekslik kısıtının eklenmesi ve bu kısıta bağlı olan serbest işaretli u_0 'dan kaynaklanmaktadır. Bu kısıt etkinlik sınırının ölçeğe göre değişken getiri özelliği göstermesine sebep olmaktadır. (Şafak, 2009: 12)

BCC modelinin optimal çözümünde u_0 değişkeninin değeri, ölçeğin yönünün bulunmasını sağlamaktadır. u_0 değişkeninin, pozitif değer alması karar biriminin ölçeğe göre azalan (decreasing return to scale – DRS), negatif değer alması karar biriminin ölçeğe göre artan getiri (increasing return to scale – IRS) durumunda olduğunu göstermektedir. u_0 değerinin sifıra eşit olması durumu ise ölçeğe göre sabit getiri (constant return to scale – CRS) durumunun var olduğunu göstermektedir.

1.7.3. Malmquist TFP Endeksi

Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi Veri Zarflama Analizine (VZA) dayalı bir tekniktir. VZA, etkin karar birimlerinin oluşturduğu etkin üretim sınırına göre her bir birimin etkinlik ölçüsünü hesaplamaktadır. Malmquist verimlilik endeksi ise, bir karar biriminin iki zaman dilimi arasında verimliliğinin değişimini (artış yada azalış) ölçmektedir (Berg vd.; 1992, s. 213). Veri Zarflama Analizi yöntemiyle karar birimin etkinliği belirli bir an için ölçülmektedir. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği endeksi ise etkinliği istenilen bir zaman aralığı için değerlendirmektedir. Malmquist toplam faktör üretkenliği/verimliliği endeksi (ME) üretkenliğin zaman boyutunda gelişimini ölçmek ve nedenlerini incelemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir.

Üretim sürecinde bir girdi kullanılarak bir çıktının üretildiği durumlarda, çıktının girdiye oranıyla hesaplanabilen verimlilik, birden çok girdili ve çıktılı üretim süreçlerinde geçerliliğini yitirmektedir. Bu durumda, üretim sürecinin bütün girdi ve çıktıların tek bir endeks ile ifade edilmesi gerekmektedir. Böylece, verimlilik ölçümüne üretimin bütün faktörleri dahil edilerek, Toplam Faktör Verimliliği (TFV) hesaplanabilir.

Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi iki gözlemin toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ortak bir teknolojiye olan uzaklıkların oranı olarak ölçmektedir. Bu ölçüm için uzaklık fonksiyonu kullanılmaktadır. Uzaklık fonksiyonu çok-girdili çok çıktılı üretim teknolojilerini, maliyet minimizasyonu veya kar maksimizasyonu gibi hedefleri belirtmeden, tanımlamada kullanılmaktadır. Girdi uzaklık fonksiyonu, çıktı vektörü verildiğinde, oransal olarak en çok büzülen girdi vektörüne bağlı olarak üretim teknolojisini tanımlamaktadır. Benzer olarak, çıktı uzaklık fonksiyonu, girdi vektörü verildiğinde, oransal olarak en çok genişleyen girdi vektörüne bağlı olarak üretim teknolojisini tanımlamaktadır (Tarım, 2001, s.152–153).

Verimlilik değişiminin ölçülmesinde üç alternatif bulunmaktadır. Fischer endeksi, Tornqvist endeksi ve Malmquist endeksi (Sathye; 2002, s. 52). Malmquist TFV endeksi, diğer iki alternatife göre daha fazla tercih edilmektedir. Çünkü, Malmquist TFV endeksinin hesaplanmasında sadece miktar (adet) bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla fiyat bilgilerine ve maliyet minimizasyonu veya kar maksimizasyonu gibi kısıtlayıcı bir davranışsal varsayıma gerek yoktur. Ayrıca endeks, parametrik olmayan yöntemle elde edilebilmekte ve önceden üretim fonksiyonunun belirlenmesini gerektirmemektedir. Karar birimi düzeyinde, verimlilik endeksinin oluşturulmasına izin veren endeks, son olarak verimlilik artışının kaynaklarının belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu avantajlarının yanında Malmquist TFV endeksinin tek sakıncası ise, stokastik olmaması ve bu yüzden istatistiksel çıkarımlara izin vermemesidir.

Fare ve diğerleri (1994), Malmquist TFV endeksini (M), iki Malmquist verimlilik endeksinin (M_1 ve M_2) geometrik ortalaması olarak tanımlamaktadır. [$M=(M_1 \times M_2)^{1/2}$]. Denklem'deki ilk ifade (M_1), t döneminin ortak teknolojisine dayanılarak elde edilen Malmquist TFV değişim endeksini gösterirken, ikinci ifade (M_2) $t+1$ döneminin ortak teknolojisine dayanılarak elde edilen Malmquist TFV değişim endeksini göstermektedir. $M(x_{t+1}, y_{t+1})$, üretim noktasının verimliliğini (x_t, y_t) üretim noktasına nazaran, her iki yılın teknolojisine göre tanımlamaktadır. M_i biriminde t ve $t+1$ zamanları arasında verimlilik büyümesi, verimlilikte durgunluk

ve verimlilik düşüşü olup olmamasına dayalı olarak sırasıyla 1'den daha büyük, 1'e eşit ve 1'den daha küçük bir değer alabilir (Işık; 2001, s. 51-52).

Malmquist TFV değişim endeksi ile t döneminden t+1 dönemine banka verimliliğindeki değişim ölçülmektedir. t dönemi ve onu izleyen t+1 dönemi arasındaki girdiye yönelik Malmquist TFV değişim endeksi aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (Worthington; 2000, s. 179).

$$M_I^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left[\frac{D_I^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_I^t(y^t, x^t)} * \frac{D_I^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_I^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{1/2}$$

Malmquist TFV değişiminin kaynaklarını açıklamak için, yukarıdaki denklem şu şekilde yazılabilir:

$$\underbrace{M_I^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t)}_{TFVD} = \underbrace{\frac{D_I^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_I^t(y^t, x^t)}}_{ED} * \left[\underbrace{\frac{D_I^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_I^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} * \frac{D_I^t(y^t, x^t)}{D_I^{t+1}(y^t, x^t)}}_{TD} \right]^{1/2}$$

Denklem, Malmquist TFV değişim endeksini, etkinlik değişimi (ED) ve teknik değişimin (TD) çarpımı olarak ifade etmektedir. Böylece, Malmquist TFV değişim endeksinin bileşenleri, etkinlik değişimi ve teknik değişim olarak ortaya konmaktadır.

Etkinlik değişimi, bir birimin etkinlik sınırı ne kadar yaklaştığının (yakalama etkisi) ölçümüdür. Etkinlik değişim endeksi, t ve t+1 yılları arasında etkinlik artışı durumunda 1'den büyük, etkinlik azalışı durumunda 1'den küçük, etkinlikte herhangi bir değişiklik olmadığında ise 1 değerini alır. Etkinlik değişim endeksi, aynı zamanda etkinlik değişiminin kaynaklarını gösteren saf teknik etkinlikteki değişim ve ölçek etkinliğindeki değişim şeklinde ayrıştırılabilir.

Teknik değişim ise, ortak üretim sınırının her bir birimin gözlenen girdi karışımında ne kadar hareket ettiğinin (etkin sınır değişimi) ölçümü anlamına gelmektedir. Teknik değişim endeksi de, t ve t+1 yılları arasında teknolojik ilerleme durumunda 1'den büyük, teknolojik gerileme durumunda 1'den küçük ve değişiklik olmaması durumunda 1 değerini alır.

TFV değişim endeksi hesaplamalarıyla ilgili önemli bir konu, ölçeye göre getiri varsayımına ilişkindir. Malmquist endeksi için gerekli olan uzaklık fonksiyonlarının hesaplanmasında, ölçeye göre değişken getiri varsayımının kullanılması, TFV değişim endeksinde değişimleri (verimlilik kazanımı veya kaybı) doğru ölçmediğini göstermiştir. Bu nedenle endeksin, ölçeye göre sabit getiri varsayımı altında hesaplanması gerekmektedir.

Malmquist TFV endeksinin 1'den büyük değer alması verimlilik artışını, 1'den küçük değer alması verimlilik azalışını, 1'e eşit olması ise verimlilikte herhangi bir değişiklik (artış ya da azalış) olmadığını gösterir

1.8. BANKACILIKTA ETKİNLİK ÖLÇME TEKNİKLERİ

Türkiye'de yeni önem kazanmaya başlayan konuların başında yer alan finansal sistemde verimliliğin sağlanması ve ölçülmesi konusu karlılığa göre ihmal edilmiş ve karlılık rekabetin itici unsuru olarak kabul edilmiştir. Bu bakış açısı Türk bankacılık sisteminde verimlilik düşüncesinin ön plana çıkmasını engellemiştir. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de bankacılık sektörünün etkin ve verimli çalışması, ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü diğer ekonomik sektörlerden farklı olarak bankacılık sektörü kaynak dağılımını belirleyen finansal aracılık görevi üstlenmiştir. Bu durum bankacılık sektörünü, ülkenin ekonomik gelişmesinde merkezi bir konuma getirmiştir. Bu nedenle bankacılık sektörünün performans analizinin yapılabilmesi için etkinlik ve verimlilik ölçütlerinin analizi gereklidir.(Aydoğan, 1989: 7)

Verimlilik ölçme tekniklerini bankacılık uygulamalarında ele alacak olursak;

- **Rasyo Analizi:** Parametrik yöntemler ve veri zarflama analizi gibi parametrik olmayan verimlilik analizi yöntemlerine oranla rasyo analizi en yoğun olarak kullanılan verimlilik ölçme yöntemidir. Bu yöntem bir tek girdi ile bir tek çıktının birbirleriyle oranlanması sonucu oluşan bir rasyonun zaman içinde izlenmesi şeklinde uygulanır.

Bankacılık sektöründe gerek tekil bankaların gerekse sektörün tümünü içermek üzere toplam bankaların performans değerlendirmesi çeşitli finansal rasyoların kullanımıyla gerçekleştirilmesi yaygın bir uygulamadır. Uygulanması ve yorumlanmasındaki kolaylığın etkisi ile yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen; bu yöntemin önemli bir sakıncası vardır. Özellikle bankacılık sistemi gibi çok sayıda girdi ve çıktı içeren karar birimlerinde bir tek rasyoya bakarak karar vermek ve bankanın veya şubenin verimliliğini anlamak mümkün değildir. Zaten bu sakıncanın giderilmesi için genellikle birden fazla sayıda rasyo aynı anda incelenmektedir. Fakat bu sefer de incelenen rasyoların anlamlı bir grup haline getirilememesi dolayısı ile birarada değerlendirilip yorumlanamaması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Yukarıda da belirtildiği gibi bankacılık sisteminde çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktı bulunmaktadır. Ancak bu girdi ve çıktıların ne olduğu konusunda da bir anlaşma yoktur. Bazı yaklaşımlara göre girdi olarak kabul edilen bir değişken, bir başka yaklaşımda çıktı olarak kabul edilebilmektedir. Ayrıca girdi ve çıktı olarak kabul edilen değişkenler birimleri itibarıyla de homojen değildir.

- **Parametrik Yöntemler:** Parametrik yöntemlerde genel olarak bir gözlem kümesi vardır ve bu küme içinde en iyi performansın regresyon çizgisi (etkinlik sınırı, efficiency frontier) üzerinde olduğu varsayılarak, bu çizgiden sapma göstermeyen gözlemler etkin (efficient) ; bu gözleme göre başarısız olan diğer gözlemler de etkinsiz (inefficient) olarak tanımlanır. Açıktır ki, hiç bir gözlemin tam olarak uyuşmadığı bir etkinlik sınırı her zaman mümkündür. Başarısızlıktan kastın aynı çıktı düzeyinde yüksek maliyet veya aynı girdi düzeyinde düşük çıktı olduğu ve

gözlemlenen üretim birimlerinin homojen olduklarının varsayıldığı unutulmamalıdır. Ayrıca yöntem her zaman bir rassal hatanın olacağını da varsayar. Tam etkin olan gözlemler zaten hatanın sıfır olduğu gözlemlerdir. Dolayısıyla bir gözlemin etkinsiz olduğuna ancak ölçüm hatalarının giderilmesinden sonra karar verilebilir. (İnan, 2000: 83)

Parametrik yöntemlerde etkinlik sınırından sapmaların etkinsiz gözlem (inefficiency) ve rassal hata (random error) gibi iki unsurdan oluştuğu, bu iki hata bileşeninin birbirinden ayırdedilebilmesinin de büyük önem taşıdığı ortaya çıkar. Zaten bu yöntemler birbirlerinden bu iki hata unsurunun nasıl dağıldığı ile ilgili varsayımlarla ayrılır. Aşağıda bu yöntemlerin mantığı kısaca ele alınmıştır. (İnan, 2000:83)

• **SFA (Stochastic Frontier Approach)** : Ekonometrik yaklaşım olarak da bilinen SFA, maliyet, kar ve üretim gibi açıklanan değişkenlerle; girdi, çıktı ve çevresel faktörler gibi açıklayıcı değişkenler arasında işlevsel bir ilişki kurar ve bir de hata payı için modelde yer ayırır. Bu teknikte, yukarıda sözü edilen rassal hata ve etkinsiz gözlemin birbirlerinden ayrılması gerekmektedir. (İnan, 2000: 83) Herhangi bir gözlemin en iyi durumdan sapsmasının ne kadarının rassal hata, ne kadarının da etkinsiz gözlem olduğu anlaşılmeden modelin sonuçlarının güvenilir olmayacağı açıktır. Bu iki unsur, genellikle farklı dağılımlara sahip oldukları varsayılarak ayrılırlar. Rassal hatanın standart normal, etkinsiz gözlemlerin ise asimetric dağıldığı varsayılır. (Berger, Humphrey 1997)

Yönteme dönük belli-başlı eleştiriler de dağılım varsayımları ile ilgilidir. Etkinsiz gözlemlerin normal dağılıma yakın bir dağılım gösterdikleri (**Berger, 1993**), (**Berger, De Young 1997**) yada rassal hatanın normal dağılım göstermediğini (**Greene, 1990**) bulgulayan çok sayıda araştırma vardır.

• **DFA (Distribution-Free Approach)** : Stokastik yonteme getirilen bu eleştiriler; DFA yönteminin ön plana çıkmasına neden olmuştur. Bu yöntem, adından da anlaşılacağı gibi, belli bazı kısıtlar altında hata terimlerinin ve onların

bileşenlerinin (etkinsiz gözlem ve rassal hata) herhangi bir dağılıma sahip olabileceğini varsayar. Ancak panel verinin varlığı altında kullanılabilen DFA yönteminde, her firmanın uzun vadede verimliliği sabittir (core efficiency), en azından istikrarlıdır ve ölçüm hataları da yine uzun vadede sifıra yakınsar. Bu varsayımlar etkinsiz gözlemlerin pozitif olmaları şartıyla geçerlidir. (Berger, Humphrey, 1997)

Eğer zaman içinde bir firmanın (uzun vadede sabit olduğu varsayılan) verimliliği teknoloji, yasal düzenlemelerdeki değişiklikler, faiz hadlerinin oynaklığı veya diğer benzeri etkenler yüzünden anlamlı oranda değişirse; o zaman verimliliği ölçülen her birimin en iyi gözlemden sapması dikkate alınır. Bu teknik, bankalara uygulanacağı zaman, çok düşük ve/veya çok yüksek hata terimine sahip gözlemler dışlanır. Bu işleme kısaltma (truncation) denir. (İnan,2000)

• **TFA (Thick Frontier Approach)** : TFA yöntemi SFA ve DFA yöntemlerinden özellikle dağılım üzerine yaptığı varsayımlarla farklılaşır. SFA ve DFA yöntemlerinin gözlemlenen değerlerle varsayılan değerler arasındaki farkı oluşturan etkinsiz gözlem (inefficiency) ve rassal hata (random error) unsurlarının dağılımlarına ilişkin varsayımları iki yöntem arasındaki temel farkı oluşturur. Buna karşılık TFA yönteminde bu iki unsurun beklenen dağılımlarına ilişkin herhangi bir varsayım yoktur. Sadece gözlemlenen ve beklenen değerler arasındaki farkların en büyük ve küçük değerlerinin rassal hatayı, geri kalan değerlerin ise etkinsiz gözlemleri oluşturduğu varsayılır. (Berger, Humphrey 1997) Böylece TFA yöntemi bir tek üretim biriminin etkinliğinin tahmini için uygun olmayan bir yöntem durumuna gelir. Buna karşın genel etkinlik düzeyinin hesaplanmasında kullanılır.

TFA yönteminde en yüksek ve düşük değerlerin rassal hata sayılarak ayıklanması, aslında SFA ve DFA yöntemlerinde ki kısaltma (truncation) işlemine benzer. (İnan, 2000: 83)

Yukarıda sayılan üç yöntemden hangisinin diğerlerinden daha iyi, daha elverişli olduğuna dair verimlilik literatüründe bir anlaşma olmadığı görülmektedir.

Aksine, bu üç yöntemin ortak noktalarına yöneltilen eleştiriler söz konusudur. Bu eleştirileri iki ana argüman etrafında toplamak mümkündür. (İnan, 2000: 84)

1. Bu yöntemler, maliyet, kar ve üretim gibi açıklanan değişkenlerle; girdi, çıktı ve çevresel faktörler gibi açıklayıcı değişkenler arasında işlevsel bir ilişki kurduğu için, bu ilişkinin oluşmasını mümkün kılacak bazı davranışsal varsayımlarda bulunur. Eğer bu varsayımlar yanlışsa, açıktır ki modelin bulguları tartışmalı hale gelecektir.

2. SFA, DFA veya TFA'da birden fazla açıklayıcı değişken kullanılabilmeyle beraber, ancak bir tane açıklanan değişken kullanmak mümkündür. Dolayısıyla bankalar gibi, birden fazla çıktının olduğu, hatta çıktının ne olduğu konusunda bile uzlaşmanın olmadığı bir sektörde, bu yöntemler nispeten kullanışsız hale gelmektedir. Literatüre bakıldığında bu yaklaşımlarla yapılan araştırmalarda TFA yönteminin çok kullanılmadığı görülür. Buna karşın SFA ve DFA yöntemleri daha sıklıkla kullanılmaktadır. Bu ikisi arasında da DFA ön plana çıkmışa benzemektedir.

• **Parametrik Olmayan Yöntemler:** Parametrik olmayan yöntemler doğrusal programlama kökenli teknikler (kısıt altında optimizasyon) kullanarak etkinlik sınırına olan uzaklığı ölçmeye çalışırlar. Bu yöntemler, parametrik yöntemlerde olduğu gibi üretim biriminin yapısı ile ilgili davranışsal varsayımlara girmek zorunda olmadıkları için, görece avantajlıdırlar. Ayrıca, söz konusu yöntemlerin birden fazla açıklayıcı ve açıklanan değişken kullanabilme gibi bir üstünlükleri daha vardır. Buna karşın bir rassal hata terimi içermedikleri için, veri ve ölçüm hataları, şans ya da diğer nedenlerle oluşan hataları modele aktarır ve etkinlik sınırını yanlış tespit edebilirler (Berger ve Humphrey 1997).

Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen Veri Zarflama Analizi yöntemidir. Bu yöntem parametrik olmayan yöntemler arasında kesin bir üstünlüğe sahiptir. VZA yönteminin parametrik yöntemlere olan üstünlükleri ise kısaca şöyle sıralanabilir.

- VZA modellerinde çok sayıda girdi ve çıktı kullanmak mümkündür. (Özellikle çok sayıda girdi ve çıktıya sahip olan bankacılık sektörü açısından bu özellik çok önemlidir.)

- Parametrik yöntemlerde olduğu gibi, girdi ve çıktı arasında bir fonksiyonel ilişki kurgulamak zorunda değildir. (Gerçek hayatta, böyle bir ilişkiyi, üstelik tek çıktıya bağlı kalarak kurgulamak oldukça sorunlu gözükmektedir ve bu ilişki yanlış kurulursa bütün model bundan etkilenecektir).

- Aynı nitelikte (homojen) olan birimleri kendi aralarında kıyaslar. Belki reel sektörde kıyaslanan üretim birimlerinin homojen olduğu varsayımı tartışmalı olabilir; ama bankacılık sektörü söz konusu olduğunda bu varsayım görece anlamlı hale gelir.

- Girdi ve çıktılar çok farklı birim değerleri ile ifade edilebilirler. (Fiziksel üretim, parasal büyüklük, hatta rasyolar cinsinden) Özellikle bankacılık sektörü için önemli olan bu avantajlarının yanında VZA yönteminin bazı sakıncaları da vardır. Bu sakıncalar da şöyle sıralanabilir.

VZA yönteminde rassal hataya yer olmadığı için, ölçme yöntemleri ve verilerdeki gürültü (noise) ayıklanamaz ve bu nedenle verilerle ilgili problemler sonuçlara önemli oranda yansır. (İnan,2000,86) Örnek olarak ele alınan verilerden bir tanesinin - ölçme hatası, gürültü veya benzer herhangi bir neden sonucu diğer verilerden çok daha iyi bir performansı işaret ettiğini ve veri setinin ortalamasının oldukça üstünde olduğunu varsayalım. Eğer bu veri ayıklanamazsa, etkinlik sınırını belirleyecek ve geri kalan bütün veriler -belki ortalama verimlilikte gözükmesi gerekirken- oldukça verimsiz gözükecektir. Bu hatayı gidermenin kesin bir yolu yoktur. Bu nedenle araştırmayı yapan kişinin ele aldığı veri setini ve bu seti etkileyen nedenleri, alınan zaman aralığına özgü spesifik durumları çok iyi bilmesi ve eğer gerekiyorsa verilerini 'ayıklaması' gerekmektedir. (İşler,2002,36)

VZA yöntemiyle yapılan en sorunsuz araştırmada dahi bulunan verimlilik rakamları görelidir. Mutlak bir verimlilik ölçütü yoktur. Bu nedenle veri setinin kapsayıcılığı özel bir önem kazanmaktadır. Örnek olarak kamu bankalarının etkinliğini irdeleyen bir çalışma yapıldığını ve kamu bankalarının özel veya yabancı bankalara oranla oldukça etkisiz olduğunu varsayalım. Yapılan araştırma sonucu kamu bankalarından bir tanesi tam etkin ve büyük bir kısmı da ortalama etkinlikte çıkacaktır. Belki bu sorunu giderebilmek için etkin olduğu varsayılan bir birimin verisinin 'gösterge' olarak modele eklenmesi düşünülebilir, fakat bu göstereyi seçmek de aynı oranda sorunlu bir iştir. (İnan, 2000:86)

1.8.1. Bankacılık Sektöründe Girdi ve Çıktının Hesaplanması

Bankacılık sektöründe verimliliğin ölçülmesinde en çok sorun yaratan ve üzerinde anlaşmazlığa düşülen noktalardan biri, girdilerin ve çıktıların ne olduğudur. Bu sorun etkinliği ölçmek için seçeceğimiz tekniği, girdi ve çıktı olarak kabul edeceğimiz değişkenleri ve nihayet elde ettiğimiz sonuçları etkiler.

Girdilerin ve çıktıların belirsizliği sorunu, bankacılık faaliyetinin niteliği ile ilgili üç durumdan kaynaklanır.

- Bankalar fiziki bir mal üretmez; ürettikleri esas olarak hizmettir ve bu hizmetin ölçülmesi ve hesaplanması oldukça sorunludur.
- Bankalar çok sayıda girdi ve çıktı kullanırlar.
- Bankaların temel fonksiyonunun tanımlanmasında güçlükler bulunmaktadır.

Bankacılık sisteminin bu nitelikleri banka girdi ve çıktıların ölçülmesinde iki ayrı yaklaşımın gelişmesine olanak vermiştir. Bunlar üretim (production) ve aracılık (intermediation) yaklaşımları olarak adlandırılır. Bu yaklaşımlar ilk defa olarak Humphrey (1985)'de birbirlerinden ayrılarak tarif edilmiştir. (İnan, 2000: 87)

- **Üretim Yaklaşımı:** Üretim yaklaşımı bankaları, sermaye, işgücü ve diğer malzemeyi (şube, demirbaşlar v.s) girdi olarak kullanan, buna karşılık mevduat, kredi, menkul değerler cüzdanı ve diğer bilanço kalemlerini 'üreten' birimler olarak ele alır. Bu yaklaşımda mevduat, kredi v.b çıktılarının ölçülmesinde hesap sayısı baz alınır.

- **Aracılık Yaklaşımı:** Bankacılık sisteminin esas işlevinin ödünç verilen fonlarla, ödünç alınan fonlar arasında aracılık yapması olduğunu düşünen aracılık yaklaşımı ise, bu varsayımına uygun olarak mevduat ve diğer kaynakları bankanın girdisi, kredi ve diğer varlıkları ise bankanın çıktısı olarak görür. Dolayısıyla bu yaklaşım, girdi ve çıktıyı ölçerken birim olarak hesap sayısını değil, para birimini kullanır.

Girdi açısından bakıldığında üretim yaklaşımında sadece işletme maliyetleri göz önünde bulundurulurken, aracılık yaklaşımında buna ek olarak faiz cinsinden maliyet de yer almaktadır. Bu iki yaklaşımdan hangisinin seçileceği sorunu araştırmacının çözümünü araştırdığı problemle doğrudan ilgilidir. Örneğin üretim yaklaşımı bankaların maliyet etkinliğini araştırmayı amaçlayan çalışmalarda benimsenmekte, aracılık yaklaşımı ise tüm bankacılık sektörünün maliyet toplamı ile bankaların iktisadi rekabet gücünün araştırıldığı durumlarda kullanılabilir uygun bir yöntem olmaktadır (Cingi, Tarım, 2000: 13)

Humphrey, bu iki yaklaşımı birbirinden bankanın 'birim maliyetinin hesaplanmasında kullanılan iki ayrı yöntem arasındaki farkları belirterek ayırmıştır. Buna göre, bankanın işletme giderleri (operating costs) iki yöntemle hesaplanabilir işletme giderlerini ya toplam mevduat hacmi veya aktif büyüklüğüne, ya da mevduat hesabı sayısına bölersiniz. İşletme giderlerinin mevduat hacmi veya aktif büyüklüğüne bölünmesi, bize 1 TL'lik mevduatı veya aktifi işletmek için kaç 'lira' harcama yaptığımızı söyler ve bu rakam da farklı örnekleri birbirleriyle verimlilik açısından kıyaslamak için bize bir baz verir. Bu yöntem aracılık yaklaşımına uygundur, çünkü aracılık yaklaşımına göre bankaların işlevi ekonomideki fonlara aracılık etmek, onları üretken sahalara kanalize etmektir. Bu açıdan bakıldığında

toplam aktif -veya kredi veya mevduat- büyüklüğü bankanın aracılık ettiği toplam kaynak miktarını göstereceğinden maliyetin bu çıktılara göre hesaplanması gerekir.

Buna karşın işletme giderlerini mevduat hesap sayısına bölerek hesapladığımız birim maliyet de bize tek bir hesabı işletmek için kaç kuruluş harcadığımızı gösterir. Hesap sayısını baz alan birim maliyet ölçme yönteminin üretim yaklaşımı ile uygun düştüğü açıktır, çünkü üretim yaklaşımı bize banka hesaplarının (kredi veya mevduat hesabı olması fark etmez) bankanın ürettiği ürün olduğunu söyler. Sadece işletme giderlerini göz önüne alarak yaptığımız hesaplamalarda iki yöntem arasındaki fark budur. Fakat buna finansman giderlerini (faiz ve kambiyo giderleri) eklediğimiz zaman önemli bir fark daha ortaya çıkar. Üretim yaklaşımı mevduat ve diğer ödünç alınan fonları girdi olarak kabul etmediği için bu fonların fiyatı olan finansman giderlerinin de toplam maliyete dahil etmez. Buna karşın, aracılık yaklaşımında bu değişkenler girdi olarak kabul edildiğinden finansman giderleri de toplam maliyete dahildir. Bu durum, üretim yaklaşımının finansman giderlerini dikkate almaması sonucunu doğurur. Çok sayıda eleştiriye yol açmıştır.

1.8.2. Türk Bankacılık Sistemi Üzerine Etkinlik Araştırmaları

Bu bölüm, Türk bankacılık sistemi üzerine yapılmış nispeten yakın tarihli bazı araştırmaları sunmaya ve onların sonuçlarını değerlendirmeye çalışmaktadır. Çalışmalar genellikle 1990'lı yılları inceleyen ve yukarıda sayılan yöntem ve yaklaşımların hemen hepsini içeren bir çeşitlilik sergilemektedir.

Çolak ve Altan (2002) çalışmalarında 1999 ve 2000 yılları için 41 adet bankayı içeren bir analiz gerçekleştirmişlerdir. VZA yönteminden faydalandıkları bu çalışmada 6 adet girdi (sermaye standart rasyosu, toplam krediler/toplam aktifler, takipteki krediler/toplam krediler, duran aktifler/toplam likit, aktifler/toplam aktifler, likit aktifler/ mevduat+mevduat dışı kaynaklar) ve 3 adet çıktı (net dönem karı/ortalama toplam aktifler, net dönem karı/ortalama özkaynaklar, net dönem karı/ortalama ödenmiş sermaye) kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre küçük

ölçekli bankalar, büyük ölçekli bankalara göre daha etkindir.

Altunbaş ve Molyneux (1995) çalışmalarında, rasyo analizi yöntemiyle Türk bankacılık sektörünün 1988–1993 yılları arasındaki performansını toplam dokuz rasyonun gelişimini inceleyerek analiz etmişlerdir. Bu rasyolardan üçü etkinliği ölçen rasyolardır (toplam giderler/toplam gelirler, toplam giderler/ toplam aktifler ve personel giderleri/ toplam giderler). Çalışma Türk bankacılık sisteminin AB bankalarına oranla daha karlı, fakat daha az etkin olduğunu bulgulamıştır. Ayrıca Türk bankalarının daha emek yoğun çalıştıkları ve ölçeklerinin AB bankalarına göre çok küçük olmasının da dezavantaj yarattığı çalışmanın diğer bulguları arasındadır.Çukur (2005) çalışmasında 1997–2000 dönemi ve 33 adet bankaya ait verileri içeren bir analiz gerçekleştirmiştir. Yabancı sermayeli ticaret bankalarının en etkin grup olarak bulgulandığı çalışmada 3 adet girdi (toplam mevduat, faiz giderleri ve faiz dışı giderler) ve 3 adet çıktı (toplam krediler, faiz gelirleri ve faiz dışı gelirler) kullanılmıştır.

Karamustafa (1999) çalışmasında, 1990–1997 yılları arasında Türk bankacılık sisteminin finansal karakteristiklerini toplam on sekiz tane rasyo kullanarak faktör analizi yöntemiyle incelemiştir. Çalışma, sermaye yeterliliği ile ilgili faktörlerin Türk bankacılık sisteminin en önemli finansal karakteristiklerini oluşturduğunu bulgulamıştır.

Özkan ve Günay (1998) çalışmalarında, Türk bankacılık sisteminin maliyet yapısını ve maliyet yapısı üzerinde finansal serbestleşmenin etkisini 1981–1985 ve 1989–1993 dönemlerini kıyaslayarak incelemiştir. Klasik ve karışık (hybrid) translog fonksiyonlarının kullanıldığı çalışmada, bankacılık sisteminde üç girdi (iş gücü, sermaye ve mevduat) ve iki çıktı (kısa vadeli krediler ile toplam diğer krediler) olduğu kabul edilmiştir. Çalışma klasik ve karışık translog fonksiyonlar için ayrı sonuçlar vermiştir. Klasik translog fonksiyonuyla yapılan ölçümde, her iki dönem için bankacılık sektörünün tamamında ölçek kazançlarının (returns to scale) önemli ölçüde arttığı görülürken; karışık translog fonksiyonu ile yapılan ölçümde, küçük ölçekli bankaların ölçeklerinden kazanç sağladığı (economies of scale); buna karşın

orta ve büyük ölçekli bankaların ölçeklerinden dolayı kayba uğradığı (diseconomies of scale) bulgulanmaktadır.

Özkan ve Günay'ın (1996) çalışmaları yukarıda özetlenen çalışma ile aynı kapsam ve niteliktedir. Ulaştığı sonuçlar da benzerlik gösterir. Yalnız çalışmanın bu ilk halinde 1998'deki çalışmada kullanılan maksimum olabilirlik (maximum likelihood) yöntemi yerine genelleştirilmiş en küçük kareler (generalized least square) yöntemi kullanılmıştır.

Çilli (1995) çalışmasında 1989–1991 dönemi itibarıyla 25 özel ticari bankanın verilerini kullanarak çok ürünlü (multiproduct) bir maliyet fonksiyonu aracılığıyla Türk bankacılık sisteminde ölçek ve kapsam ekonomilerinin varlığını incelemiştir. Çalışma üç girdi (mevduat, yurt dışı krediler ve iş gücü) ve iki çıktı (kredi ve menkul değerler cüzdanı) içermektedir. Çalışmanın sonuçları, bankacılık sisteminde ölçeğe göre artan getiri olmadığını aksine ölçeğe göre azalan getiriler olduğunu göstermiştir.

Mahmud ve Zaim (1998) çalışmalarında 1991–1992 yıllarına ait verileri ve genelleştirilmiş Leontief maliyet fonksiyonu (Generalized Leontief Cost Function) kullanarak sermaye hareketlerinin serbestleşmesinin Türk bankacılık sektörünün maliyet yapısına etkisini araştırmışlardır. Girdi olarak iş gücü, sermaye, toplam mevduat ve diğer tüm ödünç alınmış fonlar kullanılmış; buna karşın çıktı olarak sadece kredi hacmi kabul edilmiştir. Çalışma, incelenen dönem itibarıyla Türk bankacılık sektöründe kısa dönemde bütün girdiler için talebin esnek olmadığı sonucunu vermiştir. Uzun dönemde sermaye mevduat hariç bütün girdileri ikame edebilirken; kısa dönemde bütün girdiler birbirlerini ikame edebilmektedir.

Mercan ve Yolalan (2000), yaptıkları çalışmada, performans ile ölçek ve mülkiyet yapıları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. VZA yöntemi kullanılarak yapılan çalışma, CAMEL yaklaşımının unsurlarına karşılık gelen bir dizi rasyonun veri olarak kullanılmasıyla oluşturulmuştur. Çalışmada uç değerler atılmış olmasına rağmen etkinlik sınırını oluşturan bankaların performans değişkenlerinin değerleri,

gözlem kümesine baskın olduğu için, gözlemler genelde düşük etkinlik seviyesinde görünmektedirler. Çalışmada, Türk bankacılık sisteminin bir bütün olarak 1993'e kadar performansının arttığı ve 1993'ten sonra da belirgin bir şekilde gerilediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca yabancı ve özel bankaların kamu bankalarına oranla daha etkin olduğu; ölçek açısından bakıldığında da 1994 yılından sonra orta ve küçük ölçekli bankaların performansı hızla gerilerken; büyük ölçekli bankaların görece olarak daha iyi bir performans sergilediği bulgulanmıştır.

Ekren ve Emiral (2002) yaptıkları çalışmada, 1998–2000 yılları arasında Türk bankacılık sisteminde etkinlik analizi yapmışlardır. Çalışmalarında VZA yöntemini kullanmışlardır. İki girdi (toplam mevduat+kısa vadeli borçlar, toplam maliyet) ve iki çıktı (toplam krediler, diğer gelir getiren aktifler) kullanılan çalışmada, kamusal sermayeli kalkınma ve yatırım bankaları oldukça etkin olarak bulgulanmıştır. Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu'na devrolan bankalar etkinlik değerleri en düşük bankalar olarak tespit edilmiştir. Yabancı sermayeli ticari bankaların ise incelenen dönemde olumlu gelişme gösterdiği belirlenmiştir.

Yolalan (1996) yaptığı çalışmada, banka bilançolarından türettiği beş rasyoyu kullanmış ve banka grupları itibariyle, görece performansı araştırmıştır. Bu çalışmada 1988–1995 arası kamu, yabancı ve özel bankalar olarak gruplanan gözlem değerleri ciddi bir sapma göstermemiş; 24 gözlemden 5 tanesi etkinlik sınırı üzerinde yer almıştır. Çalışma, yabancı ve özel bankaların, kamu bankalarına oranla büyük oranda bir görece etkinlik sergilediğini bulgulanmıştır.

Cingi ve Tarım (2000) araştırmalarında, 1989–1996 yılları arası 21 adet Türk bankasının görece performansını TFP (Total Factor Productivity-Toplam Faktör Verimliliği) yaklaşımı ile incelemişlerdir. Araştırmada, bankalar mevduatın krediye dönüştürülmesi sonucu kar sağlayan kuruluşlar olarak kabul edilmektedir. Fakat mevduat çıktı olarak kabul edilmiştir. Böylece, üretim yaklaşımının benimsendiği bir varsayım yapılmıştır. Fakat verilerin hesap adetleri ile değil, parasal değerler itibariyle hesaplanması da, aracılık yaklaşımına uygundur. Çalışma, yeni ve 'karma' bir yaklaşım önermektedir. Çalışma, özel sektöre ait bankaların görece

performansının genelde kamu bankalarından daha iyi olduğunu ve etkinlik farklarının büyük ölçüde, ölçek etkinliğindeki farklılaşmadan kaynaklandığını bulgulamıştır.

Zaim (1995) yaptığı çalışmada finansal serbestleşmenin Türk bankacılık sektörüne etkilerini incelemiştir. Aracılık yaklaşımının kullanıldığı çalışma, girdi olarak personel sayısı, faiz ve amortisman giderleri ile kullanılan sarf malzemelerini; çıktı olarak ise mevduat ve kredi büyüklüklerini kabul etmektedir. Finansal serbestleşme öncesi (1981–1989) dönemi ile serbestleşme sonrası bir yıl (1990) örnek dönem olarak alınmıştır. 1981–1989 dönemi için 42 banka, 1990 yılı için de 56 banka ele alınmıştır. Çalışma 1981–1990 dönemi arasında Türk bankacılık sektöründe teknik etkinliğin artış hızının ortalama yüzde 10 olduğunu, ayrıca zaman içinde bankaların kendi aralarındaki etkinlik farklarının da azaldığını bulgulamıştır. Öte yandan özel bankalardaki etkinlik yabancı ve kamu bankalarından daha hızlı artmışsa da, kamu bankaları genelde daha etkindir. Bir diğer önemli bulgu da bankacılık sisteminin optimal ölçek büyüklüğüne hızla uyum sağladığıdır.

Yıldırım (1999) çalışmasında, 1988–1996 dönemi itibariyle Türk bankacılık sektörünü incelemiştir. Toplam vadesiz ve vadeli mevduat ile faiz ve faiz dışı giderlerin girdi, toplam krediler, faiz ve faiz dışı gelirlerin çıktı olarak kabul edildiği çalışmada, veri zarflama analizi yöntemi kullanılmıştır. Çalışma, dönemin bütünü itibariyle Türk bankacılık sektöründe ölçeğe göre azalan getiri olduğunu, etkin bankaların daha karlı olduğunu ve aktif kalitesi ile verimlilik arasında bir ilişki olmadığını bulgulamıştır. 1994 yılından sonra sistemde verimliliğin gerilediği - Mercan ve Yolalan (2000)'de benzer bir sonuca varılmıştır- ve 1980'lerdeki hızlı verimlilik artışının 1990'ların ikinci yarısında korunamadığı -Zaim (1995)' te 1980'lerdeki verimlilik artışıyla ilgili bulgular vardır- da çalışmanın diğer sonuçları arasındadır.

Aydoğan ve Çapoglu (1989) çalışmalarında, 20 OECD ülkesindeki toplam 55 banka grubunun verileriyle etkinlik ve verimliliklerini incelemişler ve Türkiye'de faaliyette bulunan bankaların net kâr'ın toplam aktife oranlanmasıyla bulunan

etkinlik oranında en üst sıralarda yer alırken, net faiz gelirlerinin toplam aktife oranlanmasında son sıralarda yer aldıkları sonucuna varmışlardır.

Esenbel, Erkin ve Erdogan, Türk dokuma, giyim eşyası ve deri sektöründe faaliyet gösteren ve İMKB'ye kote olan 15 şirketin 2000 yılı sonu verilerini kullanarak, VZA ile etkin olanları belirlemiş ve etkin olmayan şirketlerin etkin hale gelebilmesi için girdi ve çıktı hedeflerinin tahmini olarak sağlamaya çalışmışlardır. Çalışmada girdi olarak cari oran, nakit oran, likitide oranı, net işletme sermayesi/aktifler, çıktı olarak ise; net kar, aktif kar ve öz sermaye karı seçilmiştir. Sonuç olarak, 6 firmanın görece olarak etkin olduğu ve bu etkin şirketlerin sektörde önde gelen firmalar olduğu bulunmuştur.

Denizer, Dinç ve Tarımcılar (2000), Ergin ve Aypek (1997), Ertugrul ve Zaim (1996), İnan (2000), Jackson ve Fethi (2001), Jackson, Fethi ve İnal (1998), Özkan-Günay (1997), İslar (2002) bankacılık sektöründe etkinlik konusunda incelenebilecek diğer çalışmalar arasındadır.

1.8.3. Bankacılık Sektöründe Etkinlik Ölçümü Çalışmaları

Bankalarda etkinlik çalışmalarının ortak amacı tümüyle bankacılık sektörünün ya da çalışmada ele alınan belirli bankaların etkinliğinin/etkinsizliğinin ölçülmesidir. Bu alanda farklı ülkeler, farklı dönemler ve farklı tekniklerle yapılan analizlerden bir kısmına yer verilmiştir.

Berger'in (1995) çalışmasında; 1983–1992 döneminde ABD bankalarının öz kaynak getirileri (ROE) ile sermayelerinin aktiflerine oranı arasındaki ilişkinin yönü açıklanmıştır. Berger; öz kaynaklardan sağlanan getiri ile sermayenin toplam aktiflere oranı arasında pozitif güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Saha ve Ravisankar (2000) VZA tekniğiyle Hindistan bankalarının 1992–1995 dönemindeki etkinliğini ölçmeye çalışmışlardır. Bu çalışmada 25 adet banka seçilmiş, girdi olarak şube sayısı, personel sayısı, yatırım harcamaları, faiz dışındaki

yatırım harcamaları harici harcamalar çıktı olarak ise mevduat, açık hesap, yatırımlar, toplam gelir, faiz geliri, faiz dışı gelir, kullanılabilir fonlar ve genişlik (Faiz Gelirleri-Faiz Giderleri) kullanılmıştır.

Benzer şekilde Galagedera ve Edirisuriya 1995–2002 döneminde Hindistan bankalarının performanslarını VZA tekniği ile ölçtükleri bir çalışmada gerçekleştirmişlerdir.

Neely ve Wheelock'un (1997) yapmış oldukları ortak çalışma; 1980–1995 döneminde tasarruf mevduat sigortası kapsamındaki ABD ticari bankalarının karlılığını araştırmaktadır. Bu araştırmacılar, bankaların performanslarının yoğun olarak faaliyet gösterdikleri banka piyasalarındaki hedef müşteri gruplarının yıllık kişi başına gelirlerindeki değişimle pozitif bir ilişki içinde olduğunu ispatlamışlardır.(Tunay, 2006: 5)

Turgutlu, Kök ve Kasman çalışmalarında, hayat dışı alanlarda faaliyet gösteren Türk sigorta şirketlerinin 1990–2004 yılları arasındaki etkinliğini incelemişlerdir. İki adet yöntem kullanarak yapılan çalışmanın sonucunda konu edilen dönemde Türk sigortacılık sektöründe hayat dışı alanlarda belirgin bir etkinsizlik olduğu bulgulanmıştır.

Ayadi, Adebayo ve Omolehinwa (1998) VZA tekniğini kullanarak Nijerya Bankacılık sistemini değerlendirmişlerdir. Analizde 1991–1994 dönemi için örneklem olarak 10 banka seçilmiştir. Girdiler (Mevduata verilen faizler, Personel harcamaları, Yönetim harcamaları) ve çıktılar (Toplam Krediler, Faiz gelirleri, Faiz-dışı gelirler) kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir.

Noulas (1997) özel sermayeli bankalarla, kamusal sermayeli bankaların performansını değerlendirmeye çalışmıştır. Analiz bulgularına göre, kamu bankalarının üretkenliği özel bankalara oranla daha hızlı artmakta ve teknik etkinlik özel bankalarda artmakta iken kamu bankalarında azalmaktadır.

Işık ve Hassan (2002) Türk bankacılık sisteminde teknik, ölçek ve dağıtımsal etkinliği ölçmeye çalışmışlardır. 1988 yılından başlayarak 4'er yıl arayla değişik banka (daha çok ticari) sayılarıyla analiz yapmışlardır. 3 girdi (personel, sermaye ve mevduat) ve 4 çıktı (Kısa süreli krediler, Uzun Süreli krediler, Gayri-nakdi krediler ve Diğer Gelirler) kullanarak yaptıkları analiz sonucunda bankacılık sisteminin yeterince etkin olmadığını belirlemişlerdir.

Ben Naceur ve Goaid (2001) tarafından yapılan çalışmada; Tunus bankacılık sektörünün 1980–1995 dönemindeki performansı ele alınmaktadır. Çalışma sonucunda iyi performans gösteren bankaların emek ve sermaye verimliliklerinin yüksek olduğu ve faaliyet karlarının bir bölümünü bünyelerinde tutarak öz kaynaklarını arttırdıkları belirlenmiştir.

Cingi ve Tarım (2000) VZA tekniğini kullanarak 1989–1996 döneminde Türk Bankacılık Sisteminin performans değerlendirmesini yapmaya çalışmışlardır. Bu çalışmalarında 21 bankayı kullanmışlardır. Girdi olarak; aktifler ve giderler, çıktı olarak ise kar, kredi ve mevduat kalemleri kullanılarak ölçeğe göre getiri varsayımı altında bankaların VZA etkinlik skorları hesaplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, Kamu bankalarının hiçbir dönemde etkin olmadığı, holding bankalarının ise dönem boyunca tam etkin olduğu belirtilmiştir.

Mercan ve Yolalan (2000) VZA yöntemiyle 1989–1998 yılları arasında ticari bankaların etkinlik durumunu analiz etmeye çalışmışlardır. Girdi ve çıktıları değerlendirirken oranları kullanmayı tercih etmişlerdir. Yazarların bir bulgusu mülkiyet yapılarının bankalarının etkinlik dereceleri üzerinde etkisinin olabileceğidir. Sistemin en önemli parçalarından biri olan kamusal sermayeli ticaret bankalarının etkinlik dereceleri analiz döneminde fazla oynaklık göstermemiştir. Özel sermayeli ticaret bankaları 1993 yılında başlayan azalma süreci 1998 yılına kadar devam etme sürecindedir. Yabancı bankalar ise kriz döneminde azalma ve kriz sonrası dönemlerde etkinliklerini yükseltme sürecindedirler. Yazarların işaret ettiği önemli bir konu kur riskinin performans ölçümünde önemli bir etken olduğudur.

Kamu bankalarının 1994 yılındaki krizden fazla etkilenmemelerinin sebebini kur risklerinin fazla olmayışına bağlamışlardır. (Çukur, 2005: 20)

Ekren ve Emiral (2002) VZA yöntemiyle, Türk bankacılık sisteminde etkinliği aracılık yaklaşımını kullanarak analiz etmeye çalışmışlardır. 1998–2000 yılları arasında toplam 71 banka gözlem kümesi olarak seçilmiştir. Sonuçlara göre kalkınma ve yatırım bankalarının etkinlik değerlerinin ticaret bankalarına göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Casu ve Molyneux (2003) çalışmalarında (1993–1997) Avrupa bankalarının üretim etkinliklerinin uyum yasaları doğrultusundaki gelişimini analiz etmişlerdir. Yaptıkları analizler sonucunda Avrupa bankacılık sektöründeki etkinlik değişimlerinin büyük ölçüde ülkesel faktörler tarafından belirlendiği sonucuna ulaşmışlardır. Kasman (2003) finansal kriz dönemlerinde (2001–2002) bankaların etkinliğini analiz etmeye çalışmıştır. 29 bankanın verilerinden oluşan veri setiyle yapılan çalışmada Stokastik Sınır Yaklaşımı kullanılmıştır. 3 girdi ve 2 çıktı kullanılarak etkinlik analizi yapılan çalışmanın bulgularına göre kamu bankalarının ortalama etkinliğinin özel ve yabancı bankalara göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Mercan, Reisman, Yolalan ve Emel (2003) 2 girdi ve 3 çıktı kullanarak, 1989–1999 dönemlerinde gruplar düzeyinde etkinlik ölçümü yapmaya çalışmışlardır. Sonuçlara göre kamusal sermayeli bankalar genelde daha düşük etkinlik seviyelerine sahiptir.

Çalışmalarda ortak bir nokta bulunmamaktadır. Girdi/çıkıtı sayısı ve seçiminde farklılıklar mevcuttur. Sonuçlar bakımından bazı bankalar etkin çıkarken bazıları etkin çıkmamaktadır. Etkin ve etkin olmayan bankalar arasında ortak bir noktadan bahsetmek de pek mümkün değildir. Çalışmalarda ele alınan analiz dönemine, banka sayısına, ülkeye, girdi/çıkıtı sayısına bağlı olarak sonuçlar farklılık göstermektedir. Çalışmalarda bankacılık sisteminin sahip olduğu özellikler, girdi-çıkıtı bileşimleri, veri setine dayanak oluşturan dönem, seçilen yaklaşımlar ve

kullanılan teknikler göz önünde bulundurularak analizler gerçekleştirilmeli ve sonuçlar da buna göre yorumlanmalıdır.

1.8.4. Düşük Enflasyon Ortamında Türk Bankacılık Sistemi ve Etkinlik

Türkiye ekonomisinde, 2001 yılında uygulamaya konulan ekonomik programın sürdürülmesi ve AB'ye tam üyelik sürecinde kaydedilen ilerlemeler sonucu makroekonomik istikrarın sağlanmasında önemli aşama kaydedilmiş, ekonomi büyürken, enflasyon oranı tek haneye indirilmiştir.

Makroekonomik ortamdaki gelişmeler bankacılık sektörünün performansını da olumlu etkilemiştir. 2000–2001 döneminde yaşanan krizde ciddi bir küçülme yaşayan sektör 2001–2004 döneminde önemli ölçüde büyüme kaydetmiştir. Bu süreçte, bankacılık sektörünün temel fonksiyonu olan aracılık işlevi öne çıkmaya başlamış, kredilerin toplam aktifler içindeki payı ile mevduatın krediye dönüşüm oranı yükselmiştir. (Türker, 2005: 1)

Dezenflasyon programı sonucunda Türkiye'de düşük enflasyon ortamına geçilmesiyle; bankalarda etkinlik kavramı önem kazanmaya başlamıştır. Bu durum, kısmen yüksek enflasyon-bozuk kamu maliyesi ortamının yarattığı bazı avantaj ve dezavantajların ortadan kalkması; kısmen de dezenflasyon döneminin yarattığı bazı etkilerden ileri gelmektedir. (İnan, 2000: 92)

Ülkemizde yüksek enflasyon ortamının bankacılık sektörüne etkileri değerlendirildiğinde; menkul kıymetlerin toplam aktifler içindeki payının artması ve kredilerin payının gerilemesi sonucu bankaların aracılık faaliyetlerinin görece öneminin azaldığı, özkaynakların kalitesinin bozulduğu ve kâr marjlarının yükseldiği görülmektedir. Türkiye'de 2000 – 2001 krizine kadarki dönemde yüksek kâr elde etme imkânları ve sisteme girişte engellerin bulunmaması nedeniyle bankacılık sektöründeki banka sayısı artmış ve şubeleşme hızlanmıştır. (Türker, 2005:1)

Dezenflasyon sürecinin bankacılığa beklenen etkileri şunlardır; (İnan, 2000: 92)

1) Kredi hacminde hızlı artış: Programın hazine bonosu ve devlet tahvili gibi nispeten risksiz alanlara yapılan plasmanı kısıtlayıcı ve ithalata dayalı bir büyüme sürecini tahrik etme kapasitesi yüzünden, toplam kredi hacmini artırması beklenmektedir. İlk altı ay itibariyle mevduat bankalarının yurtiçi kredi hacminin büyümesinin hızlandığı görülmektedir. Bu artış büyük oranda tüketici kredilerinden kaynaklanmaktadır.

2) Menkul değerler cüzdanında azalış: Programın en az enflasyonun düşürülmesi kadar önemli bir amacı da kamu maliyesini düzeltmek ve kamu borçlanması ile borçlanmanın faiz yükünü düşürmektir. Bu kapsamda alınan tedbirlerin bankacılık sisteminin DİBS' lere yaptığı plasmanı azaltması beklenmektedir. İlk altı ay itibariyle mevduat bankalarının yurtiçi menkul değerler cüzdanı binde üç oranında azalmıştır. Reel azalış bunun çok üzerindedir ve alt kalemlere baktığımızda da bu gerilemenin hazine bonosu stokundaki azalmadan kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

3) Tahsili gecikmiş alacakların artışı: Programın bankacılık sisteminin kredi hacmini programın ilk aylarına/ yılına denk gelen canlanma döneminde artırması, bunu izlemesi beklenen daralma döneminde de verilen kredilerin bir kısmının tahsili gecikmiş alacak haline gelmesi beklenmektedir. Her ne kadar ilk altı ay içinde bankaların tahsili gecikmiş alacakları artmışsa da, bunun nedeni tahsili gecikmiş alacakların yeniden tarif edilmesi ve sınıflandırılması olarak görünmektedir. Ayrıca 1998–1999 döneminde yaşanan durgunluğun etkileri de hala görülüyor olabilir.

4) Faiz dışı gelirlerin öneminin artışı: Kar marjlarının daralması ve tahsili gecikmiş alacakların artışı bankaların esas işlevi olan kaynak tahsisinden sağladıkları karları azaltarak, diğer aracılık hizmetlerinden sağladıkları gelirlerin önemini artıracaktır. Faiz dışı gelir-gider dengesinin (kambiyo kar ve zararları hariç) artı

bakiye vermesinin görünür bir gelecek içinde bankaların en önemli hedeflerinden biri haline gelmesi beklenmelidir.

Türkiye'deki finansal sistemde bankaların, ticari işletmelere büyük ölçüde kaynak sağlamak suretiyle aracılık fonksiyonunu yerine getirdiği açılarından yaklaşıldığında bankacılık sistemi bir bütün olarak düşünülür ve birbirlerine ya da diğer ülkelerin bankacılık sistemlerine karşı etkinliği incelenmek istendiğinde bankacılık sisteminin çıktısı olarak toplam kredi hacmi, toplam DİBS hacmi ya da toplam mevduat gibi büyüklüklerin alınması daha anlamlı gözükmektedir. (İnan,2000:94) Bankaların aracılık görevini yerine getirirken, ne ölçüde etkin olduklarının değerlendirilmesi önemlidir. Çünkü en etkin bankalar rekabet avantajına sahip olacaktır. Ayrıca etkin olmayan durumlar kurumların başarısızlık ihtimalini de ortaya koyar. Örneğin, daha yüksek maliyetle çalışan bankaların, uzun vadede başarısızlıkla karşılaşma olasılıkları yüksek olacaktır.

İKİNCİ BÖLÜM

BULANIK MANTIK

Gerçek dünya karmaşıktır ve bu karmaşıklık, genel olarak belirsizlik ve kesin karar verilemeyeiştten kaynaklanır. Genel olarak, değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık kaynaklar adı verilir (Şen, 2004: 7). Bu tür tam ve kesin olmayan bilgilere dayanarak tutarlı ve doğru kararlar vermeyi sağlayan düşünme ve karar verme mekanizması bulanık mantık olarak adlandırılır (Allahverdi,2002:157). Bulanık mantık, modelleme ve hesap yaparken günlük konuşma dilinde geçen sözel belirsizlikleri işin içine katma imkânı sağlar. Gerçekte insan kararları belirsiz ve bulanıktır ve kesin sayısal değerlerle belirtmeye uygun değildir Bulanık mantığın diğer mantık sistemlerinden önemli bir farklılığı sözel değişkenlerin kullanılmasına izin vermesidir (Li ve Yang, 2004: 264). Bulanık mantığı diğer mantık sistemlerinden ayıran diğer bir özellik ise üçüncünün olmazlığı ilkesi ve çelişmezlik ilkesi olarak adlandırılan ve diğer mantık sistemleri için oldukça önemli olan, hatta temel kural denilebilecek iki özelliğin bulanık mantık için geçerli olamamasıdır.

2.1. BULANIK MANTIK KAVRAMI

Bulanık mantık kavramı, ilk kez 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından "Information and Control" dergisinde yayınlanan "Bulanık Kümeler" adlı makale ile ortaya atılmıştır.

Bulanık mantık yaklaşımı, makinalara insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsözlerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazandırırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanır. İşte bu sembolik ifadelerin makinelere aktarılması matematiksel bir temele dayanır. Bu matematiksel temel, bulanık kümeler kuramı ve bulanık mantıktır. (Elmas, 2003a: 25). Bulanık mantık klasik mantığın aksine iki seviyeli değil, çok seviyeli işlemleri kullanmaktadır. (Elmas, 2003a: 26).

Araştırmacıların bulanık sistemleri kullanması için genel olarak iki sebep sıralanabilir:

- Gerçek dünya olaylarının çok karmaşık olması nedeniyle bu olayların belirgin denklemler ile tanımlanarak kesinlikle kontrol altına alınması mümkün olmaz. Bunun sonucu olarak araştırıcı, kesin olmasa bile yaklaşık fakat çözülebilirliği olan yöntemlere başvurmayı tercih eder.

- Mühendislikte bütün teori ve denklemler gerçek dünyayı yaklaşık bir şekilde ifade eder. Birçok gerçek sistem doğrusal olmamasına rağmen bunların klasik yöntemlerle incelenmesinde doğrusallık kabulünü işin içine koymak için her türlü gayret sarf edilir (Şen, 2004: 17).

Bulanık mantığın genel özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

- Bulanık mantıkta kesin nedenlere dayalı düşünme yerine yaklaşık değerlere dayanan düşünme kullanılır.

- Bulanık mantıkta her şey $[0,1]$ aralığında belirli bir derece ile gösterilir.

- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi sözel ifadeler şeklindedir.

- Bulanık çıkarım işlemi sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.

- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.

- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur (Baykal ve Beyan, 2004a: 41).

2.1.1. Belirsizlik Kavramı Ve Bulanık Mantık

Günümüzde, belirsizlik kaçınılması mümkün olmayan bir durumdur. Belirsizlik iki başlık altında incelenebilir. Bunlar rasgelelik ve bulanıklıktır.

Rasgelelik; sonuçların ortaya çıkmasında tamamen şans olayının rol oynaması ve gerekli öngörülerin ve tahminlerin kesin bir doğrulukla önceden yapılamayan olayın meydana gelmesindeki belirsizliğin sayısal ölçüsüdür. Sözel belirsizlikler bulanıklık adını alır. Bulanıklık belirsiz anlamlılık, değişik anlamlara gelebilme olarak tanımlanır. Ne kadar çok yetersiz veri varsa bulanıklık o kadar fazla olur. Rasgelelik, olayın oluşundaki kesin olmayışlığı ifade eder. Bulanıklık ise olayın olup olmadığını değil, hangi dereceye kadar olduğunu ölçer (Baykal ve Beyan, 2004a: 310-311).

Bir başka deyişle; bulanıklık, bir olayın belirsizliğini tanımlarken, rasgelelik bir olayın meydana gelme olasılığını tanımlar (Ross vd, 2002: 31). Geçmişte, belirsizliklerin işlenmesi ve anlamlı sonuçlara varılabilmesi için olasılık teorisi kullanılmıştır (Şen, 2004: 9). Belirsizliği ele almada olasılık yöntemlerinin yanı sıra bulanık mantık, yapay sinir ağları gibi yaklaşık karar verme yöntemleri de kullanılmaya başlanmıştır.

Bulanık mantığın temelini oluşturan bulanık teori belirsiz kavramların matematiksel olarak ifade edilmesidir. Bulanık teori ölçmeye dayalı bilgi yerine algıya dayalı bilgiyi kullanır. Oysa olasılık teorisi algıya dayalı bilgiyi işleyememektedir. Çünkü olasılık teorisinde algıların anlamını gösterecek ve hesaba katacak bir mekanizma bulunmamaktadır. Buna karşılık bulanık teoride sayılarla yapılan hesaplama yerine kelimelerle yapılan hesaplama mümkündür. Bulanık teori ile olaylar daha gerçekçi ve sözel değişkenlerle açıklanabilir hale getirilebilir (Baykal ve Beyan, 2004a: 313).

Bulanık mantık, klasik mantığın çok değer alabilen genelleştirilmiş bir halidir ve klasik yaklaşımı inkar etmeden, kesin bilgilerin yanına insani yargıları, tecrübeleri ve belirsiz bilgileri de dahil etmeyi amaçlayan bir sistemdir. Klasik mantığın açıklamakta yetersiz kaldığı durumlarda çözüme gidebilmeyi sağlayan geniş bir bakış açısı getirmektedir.

Bulanık değerlendirme için bir ölçüm olan olasılık ile bulanık mantık arasındaki farklardan bazıları şu şekilde özetlenebilir (Nabiyev, 2003: 642):

- Sonlu bir evrensel kümede olasılıklar toplamı bire eşit olmakta, bulanık üyelik derecelerinde ise böyle bir durumun gerekliliği olmamaktadır.

- Olasılık, ayırık değerlere sahip olmakta, bulanık kümenin bireye ilişkin üyelik dereceleri süreklilik taşımaktadır. Örneğin bulanık kümelerde 70 kg birisi %100 normal ağırlıkta ise 71 kg için normalliğin derecesi kolaylıkla belirlenmektedir.

- Klasik olasılık hesapları, bireylerin tamamının temeline dayalıdır. Bulanık küme teorisinde ise bireyin üyelik derecesi, diğer bireylerin tamamının temeline ilişkin olmamakta, üyelikler bakımından farklar görülmektedir.

Tablo.1.1. Klasik Mantık ve Bulanık Mantık Arasındaki Temel Farklılıklar

KLASİK (İKİ DEĞERLİ) MANTIK	BULANIK (SONSUZ DEĞERLİ) MANTIK
A veya A değil	A ve A değil
Kesinlikle	Kısmen
{0,1}	[0,1]
Dijital bilgisayar	İnsan beyni
Basic, Pascal, C, v.b.	Türkçe, İngilizce, v.b.
Bitler (ikili birimler)	Fitler (kısmi, dereceli birimler)

2.2. BULANIK MANTIĞIN TARİHÇESİ VE UYGULAMA ALANLARI

Bulanık mantık kavramı ilk kez Lotfi A. Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya atılmıştır. Bulanık mantığın ilk uygulaması, Mamdani tarafından 1974 yılında bir buhar makinasının bulanık denetiminin gerçekleştirilmesi olmuştur. 1980 yılında

Hollandalı bir şirket çimento fırınlarının denetiminde bulanık mantık denetimini uygulamıştır. 1987'de ikinci IFSA kongresinde ilk bulanık mantık denetleyicileri sergilenmiştir.. 1987 yılında ise Hitachi takımının tasarladığı Japon Sendai metrosu denetleyicisi çalışmaya başlamıştır. 1988 yılında, Yamaichi menkul kıymetler firmasının geliştirdiği bulanık mantık temelli uzman sistem kullanılmıştır.1989 yılında Omron şirketi Japonya'nın Harumi şehrinde bulunan çalışma merkezinde yapmış olduğu depolama, tekrar etme ve bulanık sonuçlarını elde etmek için kullanılan bulanık mantığa dayanan bilgisayar çalışmalarını tanıtmıştır. Bu kadar başarılı uygulamanın sonucunda bulanık mantığa olan ilgi artmış ve 1989 yılında aralarında dünya devlerinin de bulunduğu 51 firma tarafından LIFE laboratuvarları ve FLSI (Bulanık Mantık Sistemleri Enstitüsü) kurulmuştur. Bulanık mantığın özellikle Kuzey Kore ve Japonya'da uygulanmaya başlanmasının sebebi, Batıdaki katı kuralları benimseyen bilim insanlarının aksine, uzak doğudakilerin, kesin bilginin yanında, belirsiz (bulanık) bilgiye de önem vermiş olmalarıdır.

Bulanık teori uygulamalarının ürünleri Japonya'da 1990 yılında tüketicilere sunulmuştur. Örneğin, bulanık denetimli çamaşır makinesi, bu makine çamaşırın cinsine miktarına, kirliliğine göre en etkili çamaşır yıkama ve su kullanım programını seçebilmektedir (Elmas, 2003a: 27). Bulanık mantığın uygulama alanlarına bazı örnekler Tablo 2.1'de görülmektedir (Menteş , 2000: 28).

Tablo 1.2 Bulanık Mantığın Uygulama Alanları

UYGULAMA ALANI	SONUÇ
Asansör Denetimi	Yolcu trafiğini değerlendirir, böylece bekleme zamanı azalır.
Video Kayıt Cihazı	Cihazın elle tutulması nedeni ile çekim sırasında oluşan sarsıntılar ortadan alkar.
Çamaşır Makinesi	Çamaşırın kirliliğini, ağırlığını, kumaş cinsini sezer ona göre yıkama programı seçer.
Elektrikli Süpürge	Yerin durumunu ve kirliliğini sezer, motor gücünü uygun bir şekilde ayarlar.
Su Isıtıcısı	Isıtmada kullanılan suyun miktar ve sıcaklığına göre ayarlar.
Klima Cihazı	Ortam koşullarını sezerek en iyi çalışma durumunu saptar.
ABS Fren Sistemi	Tekerleklerin kilitlenmeden frenlenmesini sağlar.
Sendai Metro Sistemi	Hızlanma ve yavaşlamayı ayarlayarak rahat bir yolculuk sağlar. Durma pozisyonunu iyi ayarlayıp güçten tasarruf sağlar.
Çimento Sanayi	Değirmende ısı ve oksijen oranları için denetim yapar.
Televizyon	Ekran kontrastını, parlaklığını ve rengini ayarlar.
Avuç içi Bilgisayar	Elle yazılan karakterleri tanımak
Fotokopi Makinesi	Resim yoğunluğuna göre voltaj ayarlamak
Tekstilde beden ölçülerinin belirlenmesi	Kişinin belirli ölçüleri baz alınarak kişiye özel beden ayarlaması

2.3. BULANIK KÜME TEORİSİ

Klasik sistem kuramının matematiksel yöntemleri, insanları içeren karmaşık sistemlerle uğraşırken yetersiz kalmaktadır. Bu durumun üstesinden gelebilmek için Zadeh (1965), niteliklerin üyelik fonksiyonlarıyla ifade edildiği bulanık kümeler tanımlamasını önermiştir. Bulanık küme, devamlı üyelik derecesine sahip nesnelere kümesidir. Bulanık küme, her nesneyi 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip üyelik fonksiyonu ile nitelendirmektedir (Zadeh, 1965: 338).

Klasik küme teorisinde kesin sınırlı küme kavramı kullanılır. Bu kavram bir nesnenin bir kümenin elemanı olması ya da olmaması gibi iki seçeneğe dayanan mantığa dayanmaktadır (Baykal ve Beyan, 2004a: 74).

Klasik küme A için üyelik fonksiyonu şu şekilde tanımlanır (Mendel, 2001: 19):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & ; \text{eğer } x \in A \text{ ise} \\ 0 & ; \text{eğer } x \notin A \text{ ise} \end{cases} \quad \text{veya} \quad \mu_A(x) \rightarrow \{0, 1\}$$

Bu teoride, üye olma ile olmama arasında keskin, açıkça belirtilen bir ayrım söz konusudur. Klasik küme teorisinde, bir elemanın hem üye hem de üye olmama durumu söz konusu olamaz. Bu yüzden gerçek hayattan birçok uygulama problemi klasik küme teorisi ile açıklanıp ele alınamaz. Bu durumun tersine, bulanık küme teorisi kısmi üyeliği kabul etmektedir. Bulanık küme, klasik kümelerin aksine kesin sınırlara sahip değildir. Kümeye ait olmadan ait olmamaya kademeli bir geçiş vardır ve bu geçiş üyelik fonksiyonları ile nitelendirilmiştir.

Bulanık kümeler, insan bilgisini veya insan anlayışını ve dünya ile ilgili kavramları modellemek için önemli bir araçtır (Kecman, 2001: 368). Örneğin "çalışan kadınlar kümesi" sınırları keskin olarak belirlenmiş klasik bir küme iken, "orta yaşlı çalışan kadınlar kümesi" sınırları keskin olmayan bir bulanık küme olacaktır.

2.3.1. Üyelik Fonksiyonu

Bulanık kümede her bir ögenin, bulanık kümeye ait olma dereceleri vardır. Bu dereceler üyelik fonksiyonu ile belirlenir. Üyelik fonksiyonunun istatistik teorisindeki karşılığı, rastlantı değişkeninin olasılık fonksiyonudur. Üyelik fonksiyonu $[0, 1]$ aralığında değer alır ve $\mu (X)$ ile gösterilir. Örneğin $\mu_{\tilde{A}} (x) = 0.9$ olduğunda, x elemanının \tilde{A} bulanık kümesine ait olma derecesi 0.9'dır yani %90 olasılıkla \tilde{A} 'nın elamanıdır demektir. Bulanık küme teorisinde herhangi bir x elemanının bulanık kümeye tamamen ait (üyesi) olmak zorunda değildir, her bir elemanın kendine ait bir üyelik derecesi (değeri) vardır.

Üyelik fonksiyonlarını oluşturmada birçok yöntem bulunmaktadır. En gelişmiş yöntemler uzman tecrübelerinden faydalanarak küme değerlerini noktalı olarak belirlemek ve analitik fonksiyon biçiminde ifade etmektir (Nabiyev, 2003: 641). Üyelik fonksiyonunu oluşturmak için üç yol izlenebilir. Bunlardan ilki, kavram hakkında bilgi sahibi olan kişiler ile görüşmek ve daha sonra gerekli düzenlemeleri yapmaktır. İkinci yol, verilerden yararlanarak oluşturmaktır. Üçüncü yol ise sistem performansından gelen geri bildirimlerden yararlanarak belirlemektir. İlk yaklaşım 80'li yılların sonundan beri bulanık mantık araştırmacıları ve uygulamacıları tarafından izlenen temel yaklaşımdır. Sistematik düzenleme stratejilerinin eksikliğinden dolayı günümüzde birçok bulanık sistem deneme yanılma süreci şekline dönüşmüştür (Yen ve Langari, 1999: 24).

Klasik kümeler karakteristik fonksiyon ile tanımlanırken, bulanık kümeler üyelik fonksiyonları ile nitelendirilir. Klasik kümelerin karakteristik fonksiyonunda derece 0 veya 1 olabilirken, üyelik fonksiyonu 0 ile 1 arasında değerler alabilir. Bulanık kümelerin, klasik kümelerin genişletilmiş şekli olduğu varsayılır. Bu yüzden, üyelik fonksiyonları karakteristik fonksiyonların genişletilmiş şeklidir.

Üyelik fonksiyonu çeşitleri

7 adet üyelik fonksiyonu çeşidi vardır. Bunlar;

- Üçgen üyelik fonksiyonu

- Yamuk üyelik fonksiyonu
- Çan eğrisi Üyelik Fonksiyonu
- Gaussian Üyelik Fonksiyonu
- Sigmodial Üyelik Fonksiyonu
- S Üyelik Fonksiyonu
- Π Üyelik Fonksiyonu

Formüllerin basit oluşu ve bilgi işlemedeki etkinlikleri açısından hem üçgen hem de yamuk üyelik fonksiyonları çok sık kullanılmaktadır. En çok kullanılan ve bilinen üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonları ele alınacaktır.

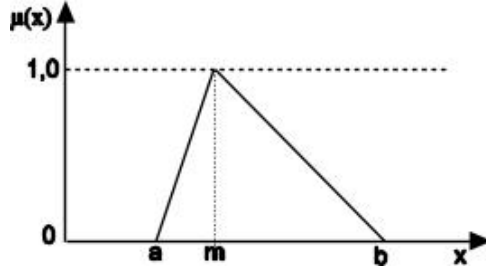
Üçgen üyelik fonksiyonu

Bir üçgen üyelik fonksiyonu a , m , b olarak üç parametre ile tanımlanır. Üçgen üyelik fonksiyonunun simetrik olması gerekmez. Üçgen üyelik fonksiyonun matematiksel ifadesi ise ;

$$\mu_{\tilde{A}}(X; a, m, b) = \begin{cases} a \leq X \leq m & \text{ise } (X - a) / (m - a) \\ m \leq X \leq b & \text{ise } (b - X) / (b - m) \\ X > b \text{ veya } X < a & \text{ise } 0 \end{cases}$$

Şekil.1.1'de üçgen üyelik fonksiyonunun bileşenleri (a, m ve b ve üyelik derecesi) görülmektedir.

Şekil.1.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu



Üyelik fonksiyonu kullanılarak, X değişkeninin a alt ve b üst sınırları arasındaki her noktasına ayrı bir üyelik derecesi atanmış olur. (Şen, 2001: 29)

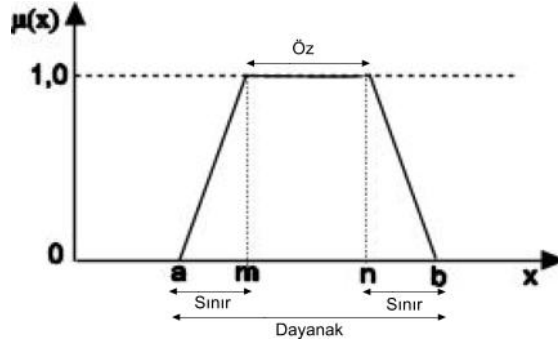
Üçgensel üyelik fonksiyonunda, $\mu(X) = 1$ olan kısım "öz" olarak adlandırılır. Öz'ün sola ve sağa doğru olan ve alt ve üst sınırları aşmayan kısımlara sırayla sol yayılım ve sağ yayılım denir. Eğer üçgensel üyelik fonksiyonu simetrik ise, sol ve sağ yayılım denmez, bunun yerine yarı yayılım veya yarıçap ifadesi kullanılır. Alt sınırdan üst sınıra kadar olan ve üyelik değeri sıfırdan büyük olan noktaların kümesine ise "dayanak" (support) denir.

$$\text{Sup}(A) = \{ X \in X / \mu_{\tilde{A}}(X) > 0 \}$$

Yamuk üyelik fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonu, yamuk üyelik fonksiyonunun özel bir durumudur. Bir yamuk üyelik fonksiyonu a, m, n, b olarak dört parametre ile tanımlanır.

Şekil.1.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu



Yamuk üyelik fonksiyonunun matematiksel ifadesi ise;

$$\mu_{\tilde{A}}(X; a, m, n, b) = \begin{cases} a \leq X \leq m & \text{ise, } (X - a) / (m - a) \\ m \leq X \leq n & \text{ise, } 1 \\ n \leq X \leq b & \text{ise, } (b - X) / (b - n) \\ X > b \text{ veya } X < a & \text{ise, } 0 \end{cases}$$

2.3.2. Bulanık Kümelerle İşlemler

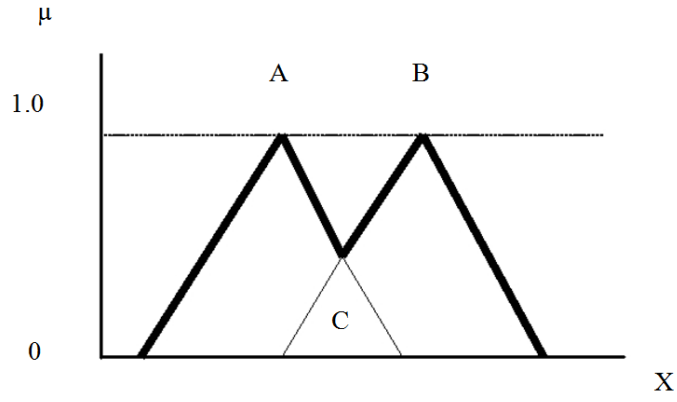
A, B, C ve D bulanık kümelerdir.

Kesişim (\wedge ; minimum operatörü)

$C = A \wedge B$ olmak üzere,

$$\mu_C(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), x \in X.$$

Şekil.1.3. A ve B Bulanık Kümelerinin Kesişimi

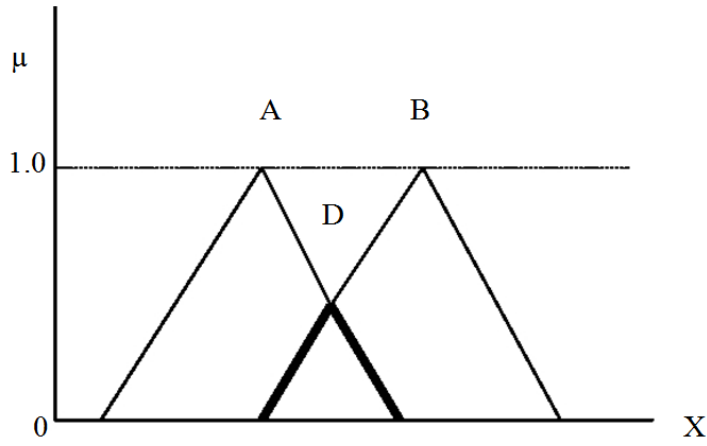


Birleşim (V; maximum operatörü)

$D = A \vee B$ olmak üzere,

$$\mu_D(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), x \in X.$$

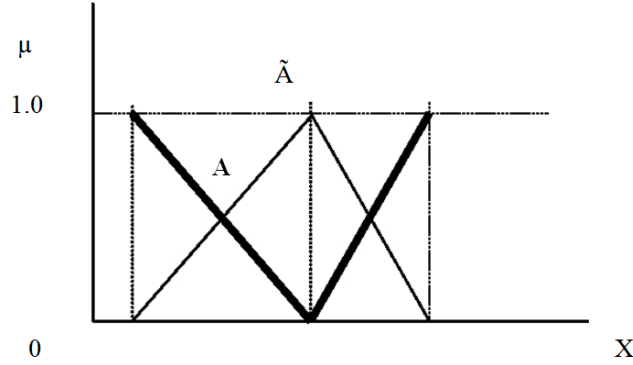
Şekil.1.4. A ve B Bulanık Kümelerinin Birleşimi



Tümlleme

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_A(x), x \in X.$$

Şekil.1.5. A Bulanık Kümesinin Tümleyen



Kalın çizgilerle gösterilen A kümesi, \tilde{A} bulanık kümesinin tümleyenidir.

Kartezyen Çarpım

$\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_n$ bulanık kümeleri X_1, X_2, \dots, X_n 'de tanımlı olmak üzere $X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$ çarpım uzayında $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_n$ 'in kartezyen çarpımları da bir bulanık kümedir ve üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır: (Tanaka, 1997: 36.)

$$\mu_{(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_n)}(X) = \min_i \{ \mu_{\tilde{A}_i}(x_i) \mid x = (x_1, x_2, \dots, x_n), x_i \in X_i \}$$

m. Kuvvet

\tilde{A} bulanık kümesinin m. kuvveti de bir bulanık kümedir ve üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\mu_{\tilde{A}^m}(x) = [\mu_{\tilde{A}}(x)]^m, x \in X.$$

Cebirsel Toplam

$C = A + B$ olmak üzere; $C = \{ (x, \mu_{A+B}(x)) \mid x \in X \}$ 'tir.

$$\mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)$$

$\mu_B(x)$ 'tir.

Cebirsel Çarpım

$C = A \times B$ olmak üzere; $C = \{(x, \mu_A(x) \times \mu_B(x)) \mid x \in X\}$ 'tir.

2.3.3. Bulanık Kümelerin Özellikleri

Klasik kümelerin tüm özelliklerini (değişme, birleşme, dağılma vb.) taşımakla birlikte *Çelişmezlik İlkesi* ve *Üçüncünün Olmazlığı İlkesi*, bulanık kümeler için alttaki gibi ifade edilir.

Çelişmezlik İlkesi

$$\tilde{A} \wedge \tilde{A}' \neq \emptyset$$

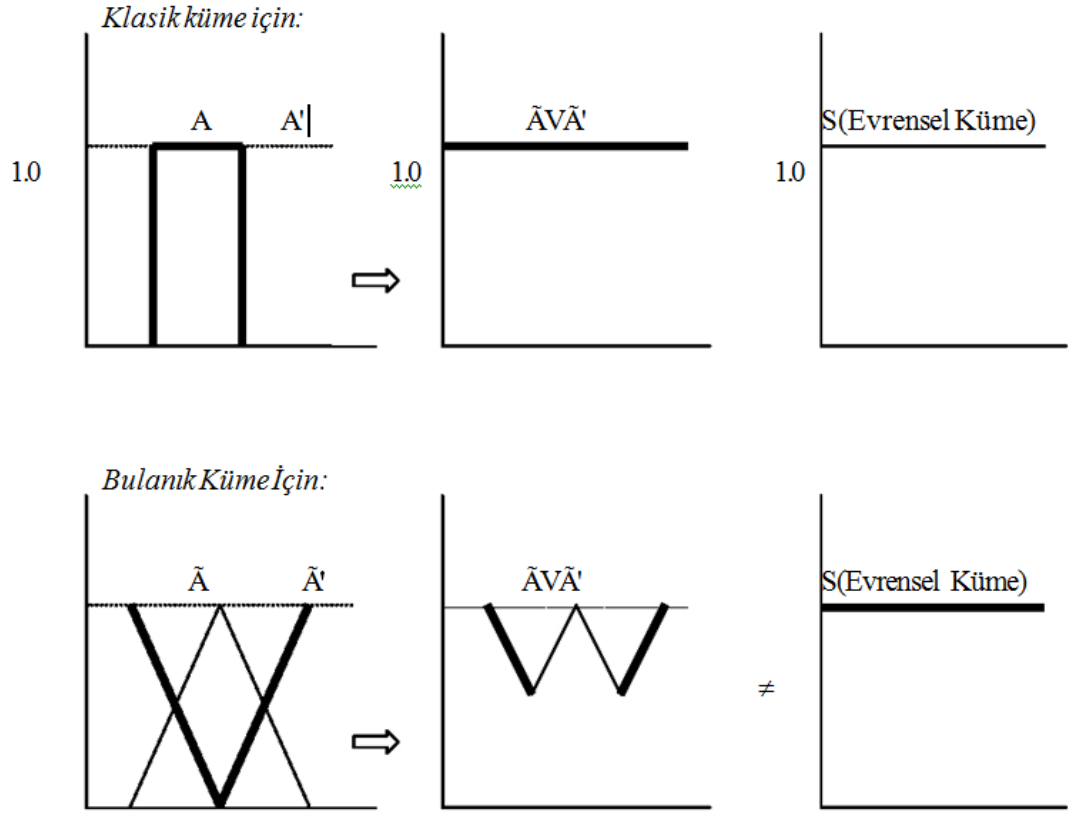
\tilde{A} 'nın herhangi bir elemanı belli bir üyelik derecesi ile tümleyeninin de elemanı olabilir. Bu nedenle \tilde{A} 'nın tümleyeni ile kesişimi boş küme değildir.

2.3.3.2. Üçüncünün Olmazlığı İlkesi

$$\tilde{A} \vee \tilde{A}' \neq S$$

Burada \tilde{A}' bulanık kümesi, \tilde{A} 'nın tümleyenidir ve S de evrensel kümedir. Yani Bulanık bir kümenin kendisi ile tümleyeninin birleşimi evrensel kümeyi vermez. Çünkü \tilde{A} 'daki bir eleman belli bir derecede tümleyeninin de elemanı olabilir. Üçüncünün olmazlığı ilkesinin klasik ve bulanık kümeler için gösterimi aşağıdaki gibidir: (Aktürk, 2003: 27)

Şekil.1.6. Klasik ve Bulanık Küme İçin Üçüncünün Olmazlığı İlkesinin Gösterimi



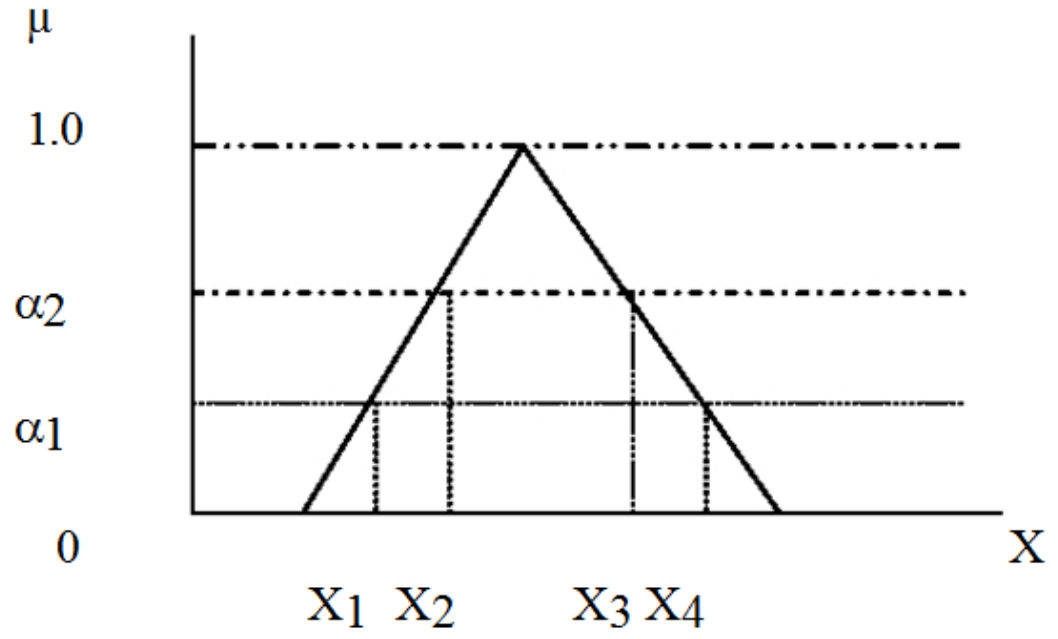
2.3.4. Bulanık Kümelerde α Kesim Kümeleri

Bulanık kümeyi α seviyesinde kestiğimiz zaman elde ettiğimiz küme keskin (klasik) bir kümedir. α sayısı, $\alpha \in (0, 1]$ koşuluyla tanımlanan gerçel bir sayıdır. (Aktürk, 2003: 30)

α_1 kesim kümesi $\{X \mid X_1 \leq X \leq X_4\}$ aralığındaki elemanları kapsayan keskin kümedir. α_2 kesim kümesi $\{X \mid X_2 \leq X \leq X_3\}$ aralığındaki elemanları kapsamaktadır.

Yapılan bu kesme işlemi, bir çeşit durulaştırma (*defuzzification*) işlemidir. (Şen, 2001: 115) Bulanık bir küme sonsuz sayıda α seviyesinde kesilebileceği için, bir bulanık kümeden sonsuz sayıda keskin (klasik) küme çıkabilmektedir.

Şekil.1.7. Bulanık Kümelerin Farklı α Düzeylerinden Kesilmesi



2.3.5. Bulanık Kümelerde Genişletme Prensibi

Genişleme kuralı, matematiksel kavram ve teorilerin bulanık ortamda kullanılmasını sağlar. Genişleme kuralı aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır: (Tanaka, 1997: 35.) A bulanık kümesi X'te tanımlı ve B bulanık kümesi Y'de tanımlı olmak üzere,

$f: X \rightarrow Y$
bir fonksiyon ise;

$$\mu_{f(\tilde{A})}(y) = \begin{cases} \text{Sup } \mu_{\tilde{A}}(X), & f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ y=f(X) \\ 0, & f^{-1}(y) = \emptyset \end{cases}$$

fonksiyonu bire-bir bir ilişkidir ve $\mu_{f(\tilde{A})}(y) = \mu_{\tilde{A}}(X)$ 'tir.

Daha açık olarak;

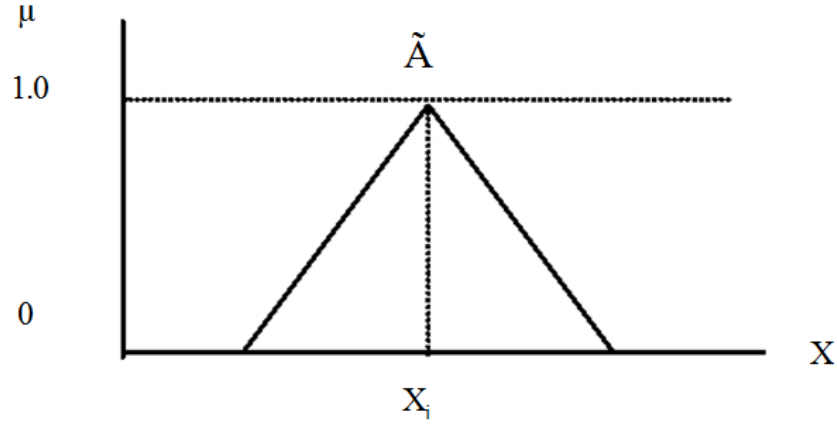
$B = f(\tilde{A}) = f(\mu_{\tilde{A}}(X_1) / X_1 + \mu_{\tilde{A}}(X_2) / X_2 + \dots + \mu_{\tilde{A}}(X_n) / X_n) = \mu_{\tilde{A}}(X_1) / f(X_1) + \mu_{\tilde{A}}(X_2) / f(X_2) + \dots + \mu_{\tilde{A}}(X_n) / f(X_n)$ 'dir. (Özkan, 2003: 51)

2.3.6. Bulanık Kümelerin Normallığı Ve Konveksliği

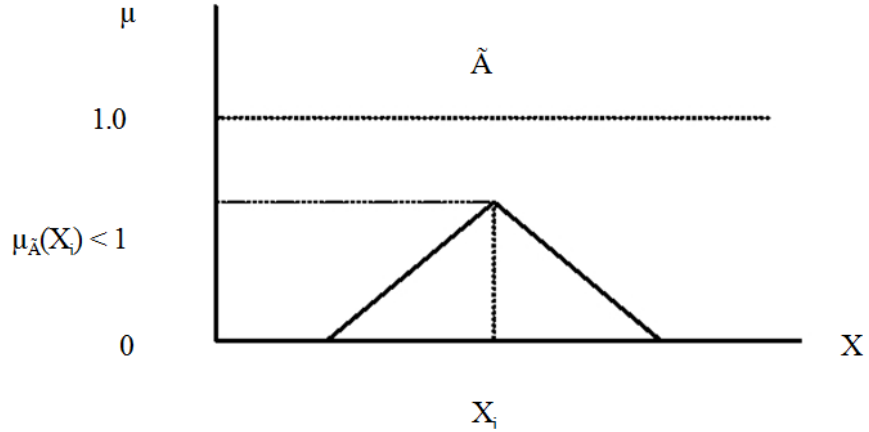
Bulanık kümenin normal olması demek, kümedeki en az bir noktanın üyelik derecesinin 1'e eşit olması demektir. $\max(\mu_{\tilde{A}}(X_i))$ üyelik fonksiyonunun yüksekliği olmak üzere, normallik koşulunun sağlanabilmesi için \tilde{A} 'nın yüksekliği 1'e eşit

olmalıdır. Alttaki şekillerde normal olan ve normal olmayan bulanık kümeler gösterilmektedir. (Şen, 2001: 34)

Şekil.1.8. Normal Bulanık Küme



Şekil.1.9. Normal Olmayan Bulanık Küme



İstatistikte olasılık fonksiyonu olma koşulu; tüm olasılıkların sıfırdan büyük eşit ve olasılıkların toplamlarının 1'e eşit olmasıdır. Üyelik fonksiyonu da aynı mantıkla $[0, 1]$ aralığını kapsamalı, yani mümkün tüm olasılıkları içermelidir. Bulanık küme normal olmadığı takdirde, üyelik fonksiyonunun $[0, 1]$ aralığında değer alması gerektiğini vurgulayan varsayım sağlanamaz. Normal olmayan üyelik fonksiyonları, her bir üyelik derecesi en büyük üyelik değerine (derecesine)

bölünerek normalleştirilebilirler.

Bulanık kümenin konveks(dışbükey) olma koşulu aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

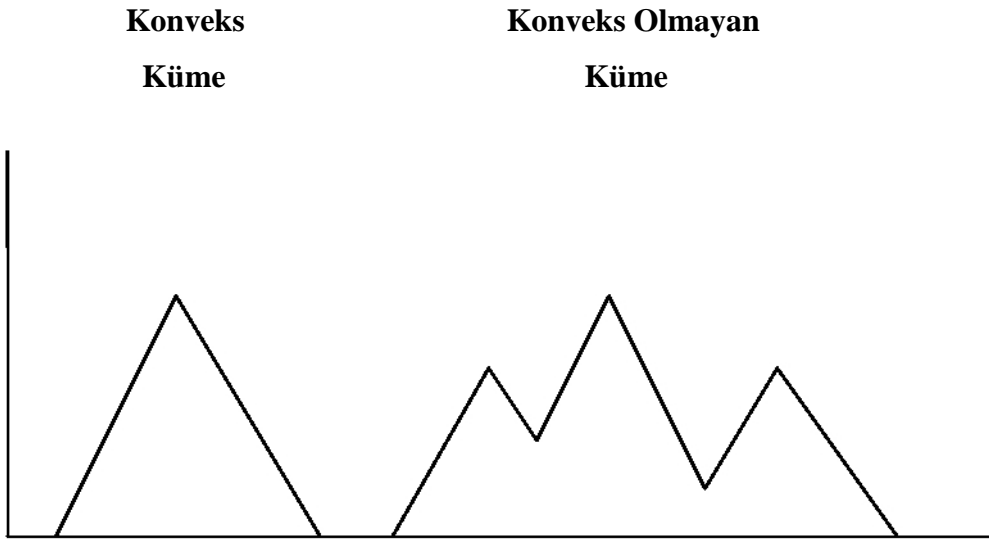
$$\mu_{\tilde{A}}(\lambda X_1 + (1 - \lambda)X_2) \geq \min(\mu_{\tilde{A}}(X_1), \mu_{\tilde{A}}(X_2))$$

$$X_1 \text{ ve } X_2 \in X$$

$$\lambda \in [0, 1] \text{ ise}$$

\tilde{A} bulanık kümesi konvekstir. (Kaufman, 1991: 21-22)

Şekil.1.10. Konveks ve Konveks Olmayan Kümelerin Gösterimi



2.4. BULANIK MANTIK YAKLAŞIMININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Bulanık mantık yaklaşımının avantajları:

- Bulanık mantığın insan düşünüş tarzına yakın olması, matematiksel modellere uyum sağlaması, uygulamalarının hızlı ve ucuz olması, insan davranışlarını formüle etmesi ve yeni olanaklara açık olması en önemli avantajlarından (Menteş, 2000: 28).

- Bulanık mantık yaklaşımı matematiksel modele ihtiyaç duymadığından, matematiksel modeli iyi tanımlanamamış, zamanla değişen ve doğrusal olmayan sistemler en başarılı uygulama alanlarıdır (Elmas, 2003a: 39). Ayrıca çok karmaşık, belirsizlik içeren sistemlerin oluşturulmasına olanak tanır.

- İnsan faktörünün içine girdiği, belirsizlik, kişisel önyargı, davranış ve amaçların kapsandığı durumlarda uygulama alanı bulduğundan gerçek hayat problemleri için klasik matematiksel modellemeden daha esnek ve güvenlidir (Tuş, 2006: 40).

Bulanık mantık yaklaşımının dezavantajları:

- Bulanık mantık uygulamalarında mutlaka kuralların uzman deneyimlerine dayanarak tanımlanması gerekir. Üyelik fonksiyonlarını ve bulanık mantık kurallarını tanımlamak her zaman kolay değildir.

- Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde kesin sonuç veren belirli bir yöntem ve öğrenme yeteneği yoktur. En uygun yöntem deneme yanılma yöntemidir, bu da çok uzun zaman alabilir. Uzun testler yapmadan gerçekten ne kadar üyelik işlevi gerektiğini kestirmek çok güçtür.

- Sistemlerin kararlılık, gözlemlenebilirlik ve denetlenebilirlik analizlerinin yapılmasında ispatlanmış kesin bir yöntemin olmayışı bulanık mantığın temel sorunudur. Günümüzde bu sadece pahalı deneyimlerle mümkün olmaktadır (Elmas, 2003a: 39-40).

- Belirli formal tasarımının olmaması ve iyi metriklere sahip bulunmaması, geleneksel yöntemlere göre ne kadar iyi sonuç vereceğinin ve ne zaman kullanılması gerektiğinin kestirilememesi de dezavantajları arasında sayılabilir (Menteş, 2000: 28).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

İlk kez Sengupta (1992), tarafından VZA' ya bulanıklık uygulanmıştır. VZA'da bulanık küme teorisini ilk kez kullanan Sengupta (1992), bulanık doğrusal programlamayı belirsiz (imprecise) veri koşullarında CCR modelinin kısıtlarını ve amaç fonksiyonunu bulanıklaştırmak için kullanmıştır.

VZA yaklaşımı, girdi ve çıktıya yönelik verilerin kesin olarak bilindiğini ve bütün KVB'lerin homojen olduğunu varsaymaktadır. Fakat çoğu uygulamada bu mümkün olmamaktadır. VZA bu kısıtları bulanıklık ile giderilmeye çalışılmaktadır. VZA modeli doğrusal bir program olduğu için, bulanık VZA problemlerine bulanık doğrusal programlama tekniklerinin uygulanması doğru olacaktır. VZA modelinin (BCC modelinin) bulanık versiyonları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bulanık CCR problemlerinin çözümü için durulaştırma yaklaşımı, α seviye kümesi yaklaşımı ve bulanık sıralama yaklaşımı gibi yaklaşımlar geliştirilmiştir.

3.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE BULANIK ETKİNLİK ÖLÇÜMLERİ

Kao ve Liu (2000) çalışmalarında, bulanık gözlemleri olan KVB' ler için bulanık etkinlik ölçümleri sağlayabilen bir yöntem geliştirmişlerdir. Temel düşünce, bulanık VZA modelini klasik kesin VZA modellerinin bir serisine dönüştürmek için α - kesmeler ve Zadeh (1965)' in genişletme prensibinin uygulanmasıdır.

Her bir KVB'nin s ($r = 1, \dots, s$) tane farklı çıktı üretmek için m ($i = 1, \dots, m$) tane farklı girdi kullandığı, n ($j = 1, \dots, n$) tane KVB'nin olduğu bir üretim sürecinin incelendiği varsayalım. KVB kümesinde, girdiler (\tilde{X}_{ij}) ve çıktılar (\tilde{Y}_{rj}) yaklaşık olarak biliniyor olsun ve sırasıyla $\mu_{\tilde{X}_{ij}}$ ve $\mu_{\tilde{Y}_{rj}}$ üyelik fonksiyonlu bulanık kümelerle gösterilebilsin. İstisnalar haricinde, kesin (crisp) değerler, yapılarında yalnızca bir değer bulanan bozulmuş (degenerated) üyelik fonksiyonları ile gösterilebildiği için tüm gözlemler bulanık kabul edilecektir. Buradan bulanık VZA modeli

$$\tilde{E}_k = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r \tilde{Y}_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i \tilde{X}_{ik}}$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r \tilde{Y}_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i \tilde{X}_{ij}} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0; j = 1, \dots, n$$

biçiminde yazılabilir (Kao and Liu,2000: 427-437 , Leon ve diğerleri, 2003: 407-419).

$S(\tilde{X}_{ij})$ ve $S(\tilde{Y}_{rj})$, \tilde{X}_{ij} ve \tilde{Y}_{rj} ' nın desteğini göstermek üzere, \tilde{X}_{ij} ve \tilde{Y}_{rj} ' nın α - kesmeleri,

$$(X_{ij})_{\alpha} = \left\{ x_{ij} \in S(\tilde{X}_{ij}) \mid \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha \right\} \quad \forall i, j$$

$$(Y_{rj})_{\alpha} = \left\{ y_{rj} \in S(\tilde{Y}_{rj}) \mid \mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha \right\} \quad \forall r, j$$

biçiminde tanımlanır.

$(\tilde{X}_{ij})_{\alpha}$ ve $(\tilde{Y}_{rj})_{\alpha}$ ' nın kesin kümeler olduğuna dikkat edilmelidir. Girdiler ve çıktılar, α -kesmeler (α -seviye kümeleri) kullanılarak, güven aralıklarının farklı seviyeleri ile gösterilebilirler. Buradan bulanık VZA modeli, farklı α -seviye kümeleri $\{(X_{ij})_{\alpha} : 0 < \alpha \leq 1\}$ ve $\{(Y_{rj})_{\alpha} : 0 < \alpha \leq 1\}$ ile kesin VZA modellerinin bir ailesine dönüştürülebilir. Bu kümeler hareketli sınırlar kümelerini gösterirler ve klasik kümeler ile bulanık kümeler arasındaki ilişkiyi anlatmak için iç içe geçmiş yapılar oluştururlar (Kao and Liu, 2000: 427-437).

Yukarıdaki şekilde tanımlanan α -seviye kümeleri kesin aralıklardır ve

$$(X_{ij})_\alpha = \left[\min_{x_{ij}} \left\{ x_{ij} \in S(\tilde{X}_{ij}) \mid \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha \right\}, \max_{x_{ij}} \left\{ x_{ij} \in S(\tilde{X}_{ij}) \mid \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha \right\} \right]$$

$$(Y_{rj})_\alpha = \left[\min_{y_{rj}} \left\{ y_{rj} \in S(\tilde{Y}_{rj}) \mid \mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha \right\}, \max_{y_{rj}} \left\{ y_{rj} \in S(\tilde{Y}_{rj}) \mid \mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha \right\} \right]$$

biçiminde yazılabilirler.

Zadeh (1978)' in genişletme prensibine göre KVB k' nın etkinliğinin üyelik fonksiyonu

$$\mu_{\tilde{E}_k}(z) = \sup_{x,y} \min \left\{ \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}), \mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj}), \forall i, j, r \mid z = E_k(x, y) \right\}$$

biçiminde tanımlanabilir (Zadeh 1978, Yager 1986, Zimmermann 1996) . Bu çalışmada üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{E}_k}$ 'nın kurulması için önerilen yaklaşım, $\mu_{\tilde{E}_k}$ 'nın

α - kesmelerinin çıkarılmasıdır. Üyelik fonksiyonuna göre $\mu_{\tilde{E}_k}$, $\forall i, j, r$ için

$\mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij})$ ve $\mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj})$ 'nin minimumudur. $\forall i, j, r$ için $z = E_k(x, y)$ 'nin

$\mu_{\tilde{E}_k}(z) = \alpha$ 'yı sağlaması için, $\mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha$, $\mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha$ ve en az bir

$\mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij})$ veya $\mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj})$ 'nin α 'ya eşit olmasına gerek duyulmaktadır. Üstelik

tüm α -kesmeler α 'ya göre içi içe geçmiş bir yapı oluşturdukları için, örneğin

$0 < \alpha_1 < \alpha_2 \leq 1$ verildiğinde $[(X_{ij})_{\alpha_1}^L, (X_{ij})_{\alpha_1}^U] \subseteq [(X_{ij})_{\alpha_2}^L, (X_{ij})_{\alpha_2}^U]$ ve

$[(Y_{rj})_{\alpha_1}^L, (Y_{rj})_{\alpha_1}^U] \subseteq [(Y_{rj})_{\alpha_2}^L, (Y_{rj})_{\alpha_2}^U]$ elde edilir (Zimmermann 1996). Bundan dolayı

$\mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha$, $\mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha$, $\mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) = \alpha$ ve $\mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj}) = \alpha$

sırasıyla aynı yapıya sahiptir, yani sırasıyla aynı en küçük ve en büyük elemanlara

sahiptir. Üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{E}_k}$ 'nin bulunması için \tilde{E}_k 'nin α -kesmesinin alt ve

üst sınırlarının bulunması yeterli olur,

$$(E_k)_\alpha^U = \max_{\substack{(X_{ij})_\alpha^L \leq x_{ij} \leq (X_{ij})_\alpha^U \\ (Y_{rj})_\alpha^L \leq y_{rj} \leq (Y_{rj})_\alpha^U \\ \forall i,j,r}} \left\{ \begin{array}{l} E_k = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \\ u_r, v_i \geq \varepsilon > 0 \end{array} \right.$$

$$(E_k)_\alpha^L = \min_{\substack{(X_{ij})_\alpha^L \leq x_{ij} \leq (X_{ij})_\alpha^U \\ (Y_{rj})_\alpha^L \leq y_{rj} \leq (Y_{rj})_\alpha^U \\ \forall i,j,r}} \left\{ \begin{array}{l} E_k = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \\ u_r, v_i \geq \varepsilon > 0 \end{array} \right.$$

biçiminde çözülebilir (Kao and Liu ,2003: 145).

KVB k' nın görelî etkinlik ölçümünde; KVB k'nın en küçük değeri, bu KVB'nin çıktı seviyesi ile diğer tüm KVB'lerin girdi seviyeleri olası en küçük değerlerine konularak ve bu KVB'nin girdi seviyesi ile diğer tüm KVB'lerin çıktı seviyeleri olası en büyük değerlerine konularak elde edilir. Tersine bir KVB' nin en yüksek görelî etkinliğinin bulunması için, bu KVB'nin çıktı seviyesi ile diğer tüm KVB'lerin girdi seviyeleri olası en yüksek değerlerine konulur ve bu KVB'nin girdi seviyesi ile diğer tüm KVB'lerin çıktı seviyeleri en küçük değerlerine konulur. Yapılan bu açıklamalar çerçevesinde, üyelik fonksiyonunun alt/sınırları için verilen denklemler, iki-seviyeli matematiksel model

$$\begin{aligned}
(E_k)_\alpha^U &= \max \sum_{r=1}^s u_r (Y_{rk})_\alpha^U / \sum_{i=1}^m v_i (X_{ik})_\alpha^L \\
&\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rk})_\alpha^U / \sum_{i=1}^m v_i (X_{ik})_\alpha^L \leq 1 \\
&\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rj})_\alpha^L / \sum_{i=1}^m v_j (X_{ij})_\alpha^U \leq 1 \quad j=1, \dots, n \quad i \neq j \\
&u_r, v_i \geq \varepsilon > 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
(E_k)_\alpha^L &= \max \sum_{r=1}^s u_r (Y_{rk})_\alpha^L / \sum_{i=1}^m v_i (X_{ik})_\alpha^U \\
&\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rk})_\alpha^L / \sum_{i=1}^m v_i (X_{ik})_\alpha^U \leq 1 \\
&\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rj})_\alpha^U / \sum_{i=1}^m v_j (X_{ij})_\alpha^L \leq 1 \quad j=1, \dots, n \quad i \neq j \\
&u_r, v_i \geq \varepsilon > 0
\end{aligned}$$

biçimindeki tek-seviyeli klasik modele indirgenebilir. İndirgenen bu model, klasik VZA modelidir ve doğrusal programlama modeline dönüştürülerek herhangi bir doğrusal programlama çözücüsüyle çözülebilir.

\tilde{E}_k 'nin α -seviye kümesi, klasik VZA modelinden $(E_k)_\alpha = \left[(E_k)_\alpha^L, (E_k)_\alpha^U \right]$ biçiminde kurulabilir ve \tilde{E}_k 'nin üyelik fonksiyonu farklı α -seviyelerinde $(E_k)_\alpha$ ' dan kurulur.

Eğer $(E_k)_\alpha^L$ ve $(E_k)_\alpha^U$ ' nin her ikisinin de α 'ya göre tersi alınabilirse, sol taraf fonksiyonu $L(z) = \left[(E_k)_\alpha^L \right]^{-1}$ ve sağ taraf fonksiyonu $R(z) = \left[(E_k)_\alpha^U \right]^{-1}$ elde edilebilir. Buradan üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{E}_k}$

$$\mu_{\tilde{E}_k}(z) = \begin{cases} L(z) & , \quad z_1 \leq z \leq z_2 \\ 1 & , \quad z_2 \leq z \leq z_3 \\ R(z) & , \quad z_3 \leq z \leq z_4 \end{cases}$$

biçiminde kurulabilir. Aksi takdirde, fonksiyonun kesin yapısı açıkça bilinmediği halde $\{[(E_k)_\alpha^L, (E_k)_\alpha^U] : \alpha \in (0,1)\}$ aralıklar kümesi $\mu_{\tilde{E}_k}$ 'nın şeklini gösterir (Kao and Liu, 2000: 427-437).

Bazı girdi ve çıktı verileri kesin belirli olmadığında etkinlik skorları da kesin değildir. α -kesme yaklaşımı uygulanarak, bir KVB'nin etkinlik skor dizisi farklı olabilirlik seviyelerinde elde edilebilir. Tüm KVB'lerin etkinlik skorları hesaplandıktan sonra, en iyilerinin belirlenebilmesi için KVB'ler, bulanık sayıları sıralama teknikleriyle sıralanır.

Cooper ve diğerleri. Belirsiz verilerle VZA çalışmaları yapan ilk bilim adamlarındandır ve elde ettikleri model Belirsiz VZA (Imprecise DEA-IDEA) olarak adlandırılmaktadır. IDEA modeli, ölçek dönüşümleri ve değişken değişimleri vasıtasıyla, doğrusal olmayan programlama problemini, doğrusal programlama problemine dönüştürmektedir

İstisnalar haricinde, tüm girdi ve çıktı verilerinin belirsizlik sebebiyle tam olarak elde edilemediği bir durumda, bu değerlerin yalnızca $x_{ij}^L > 0$ ve $y_{rj}^L > 0$ olmak üzere ve $[x_{ij}^L, x_{ij}^U]$ ve $[y_{rj}^L, y_{rj}^U]$ şeklindeki aralıklarla gösterilen alt ve üst sınırlar arasında oldukları biliniyor olsun. Kesinsizlik durumuna değinmek için, her bir KVB'nin aralık etkinliğinin alt ve üst sınırlarını oluşturmak amacıyla Kao ve Liu (2000, 2003)

$$\begin{aligned}
(E_k)_\alpha^U &= \max \sum_{r=1}^s u_r (Y_{rk})_\alpha^U \\
\sum_{i=1}^s v_i (X_{ik})_\alpha^L &= 1 \\
\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rk})_\alpha^U - \sum_{i=1}^m v_i (X_{ik})_\alpha^L &\leq 0 \\
\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rj})_\alpha^L - \sum_{i=1}^m v_i (X_{ij})_\alpha^U &\leq 0 \\
u_r, v_i &\geq \varepsilon > 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
(E_k)_\alpha^L &= \max \sum_{r=1}^s u_r (Y_{rk})_\alpha^L \\
&\sum_{i=1}^m v_i (X_{ik})_\alpha^U = 1 \\
&\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rk})_\alpha^L - \sum_{i=1}^m v_i (X_{ik})_\alpha^U \leq 0 \\
&\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rj})_\alpha^U - \sum_{i=1}^m v_i (X_{ij})_\alpha^L \leq 0 \\
&u_r, v_i \geq \varepsilon > 0
\end{aligned}$$

program çiftini geliştirmişlerdir. Kolaylık olması için, bu doğrusal programlama çifti sırasıyla üst ve alt sınır VZA modelleri olarak ifade edilecektir.

Entani ve diğeri (2002) de, bu üst sınır VZA modelinden her KVB'nin en iyi olası (the best possible) görelî etkinliğini ölçmek için yararlanmıştır.

Alt ve üst sınır VZA modellerine dikkatle bakıldığında, KVB'lerin etkinliklerini ölçmek için kullanılan kısıt kümelerinin her KVB için farklı olduğu görölmektedir. Hatta aynı KVB'nin alt ve üst sınır etkinlikleri ölçmek yararlanılan kısıt kümeleri de birbirinden farklıdır. Örneğin, KVB_k 'nin üst sınır etkinliğini ölçmek için kullanılan kısıt kümesi,

$$\left\{ (x_{ik}^L, y_{rk}^U), (x_{ij}^U, y_{rj}^L) (j = 1 \dots n; j \neq k; i = 1 \dots m; r = 1 \dots s) \right\}$$

veri kümesinden ve alt sınır etkinliğini ölçmek için kullanılan kısıt kümesi ise,

$$\left\{ (x_{ik}^U, y_{rk}^L), (x_{ij}^L, y_{rj}^U) (j = 1 \dots n; j \neq k; i = 1 \dots m; r = 1 \dots s) \right\}$$

veri kümesinden meydana gelir. Bu iki veri kümesinin birbirinden farklı olduğu açıkça görölmektedir.

KVB'lerin etkinliklerinin ölçülmesi için farklı kısıt kümelerinin kullanılması, etkinlikler arası karşılaştırma yapılamamasına sebep olmaktadır. Çünkü etkinlik ölçüm sürecinde farklı üretim süreçleri benimsenmiştir. Etkinlik, gerçek çıktının üretim sınırı üzerindeki maksimum çıktıya oranı şeklinde hesaplandığı için, üretim sınırı sabitleştirilmemiş (not fixed) ve birleştirilmemiş (not unified) ise etkinlikler arası karşılaştırmalar anlamsız olacaktır. Ek olarak, n KVB'nin yalnızca tek bir gerçek üretim sınırına sahip olabileceği beklenmektedir ve gerçek üretim sınırı her karar verme biriminin en iyi üretim faaliyeti temelinde verilmelidir.

Farklı KVB'lerin etkinliklerinin ölçülmesi için farklı üretim sınırlarının kullanılmasından kaçınmak için, tüm KVB'ler ve de alt-üst sınır etkinliklerinin tümü için, her zaman aynı kısıt kümesini (birleştirilmiş ve sabitleştirilmiş bir üretim sınırı oluşturan) kullanan aralık aritmetiğine dayalı bir Aralık Veri Zarf Analizi modeli çifti geliştirilecektir. KVB_j 'nin etkinliği,

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

olsun. Aralık veri üzerinde işlem kurallarına göre,

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r [y_{rj}^L, y_{rj}^U]}{\sum_{i=1}^m v_i [x_{ij}^L, x_{ij}^U]} = \frac{\left[\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L, \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U \right]}{\left[\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L, \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U \right]} = \left[\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L}, \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U} \right], \quad j = 1, \dots, n$$

$$\theta_j = [\theta_j^L, \theta_j^U] = \left[\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U}, \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L} \right] \subseteq (0, 1] \quad j=1, \dots, n$$

olsun. Bu durumda

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

$$\theta_j^L = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U} > 0 \quad j=1, \dots, n$$

biçiminde yazılabilir.

KVB_k 'nın alt ve üst sınır etkinliklerinin ölçülmesinde, KVB_k için

$$Max \theta_k^U = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}^U}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^L}$$

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

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad \forall r, i$$

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

$$\begin{aligned}
Max \theta_k^L &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}^L}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^U} \\
\theta_j^U &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L} \leq 1 \quad j=1, \dots, n \\
u_r, v_i &\geq \varepsilon, \quad \forall r, i
\end{aligned}$$

biçimindeki kesirsel programlama çifti kurulur. Charnes-Cooper dönüşümü kullanılarak, bu kesirsel programlama model çifti,

$$\begin{aligned}
Max \theta_k^U &= \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}^U \\
\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^L &= 1 \\
\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L &\leq 0 \quad j=1, \dots, n \\
u_r, v_i &\geq \varepsilon \quad \forall r, i
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Max \theta_k^L &= \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}^L \\
\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}^U &= 1 \\
\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L &\leq 0 \quad j=1, \dots, n \\
u_r, v_i &\geq \varepsilon \quad \forall r, i
\end{aligned}$$

biçimindeki doğrusal programlama modellerine indirgenebilir. Burada, tüm KVB' ler

en iyi üretim sınırı içinde olduğu zaman, θ_k^L en iyi olası alt sınır görelî etkinliği

olası en iyi görelî etkinlik aralığını $[\theta_k^L, \theta_k^U]$ oluşturur.

Dikkat edilirse, en son verilen model çiftinin tüm KVB' ler için üretim sınırını saptamaktadır ve üretim sınırını her KVB'nin alt sınır etkinliğini ölçmek için bir referans olarak kullanır. Bu nedenle θ_k^U ve θ_k^L ' ın anlamları, E_k^U ve E_k^L 'ın anlamlarından farklıdır. (Saati and Memariani, 2005: 611-622)

Herhangi bir KVB'nin KVB_k , en iyi olası üst sınırı etkinliği $\theta_k^U = 1$ ise bu KVB VZA etkindir denilir; aksi takdirde eğer $\theta_k^U < 1$ ise bu KVB'ye VZA etkinsizdir denilir.

3.2. ARALIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİNE BULANIK VERİNİN DAHİL EDİLMESİ

Gerçek dünya problemlerinde ve karar süreçlerinde, bulanık verilerle sık sık karşılaşmaktadır. Bu bölümde, bulanık verilerin aralık veriye nasıl dönüştürülebileceğinden bahsedilecektir.

Bulanık veri dönüşümü:

Girdi ve çıktı verilerinin bir kısmı ya da tamamı üçgensel ve yamuksal bulanık sayılarla ifade edilen bulanık veriler olduğu zaman, Sengupta (1992) amaç fonksiyonu ve kısıt ihlallerinin her ikisinde tolerans seviyeleri tanımlayarak bulanıklığın VZA modeli içinde kapsandığı bulanık matematiksel programlama yaklaşımını önermiştir. Triantis ve Girod (1998), bulanık girdi ve çıktı verilerini, üyelik fonksiyonu değerlerinin kullanarak kesin verilere dönüştürerek bir matematiksel programlama yaklaşımı önermişlerdir. Etkinlik skorları, üyelik fonksiyonlarının farklı değerleri için hesaplayıp, sonra da ortalamasını almışlardır. Guo ve Tanaka (2001), bir olasılık seviyesi tanımlayarak ve bulanık sayılar için karşılaştırma kuralını kullanarak, bulanık eşitlikler ve eşitsizlikler içeren bulanık kısıtların tamamının, kesin kısıtlara dönüştürüldüğü bulanık bir CCR modeli önermişlerdir. Aynı düşünceye dayalı olarak, Leon ve diğerleri (2003) bulanık bir BCC modeli önermişlerdir. Lertworasirikul ve diğerleri (2003), bulanık kısıtların

bulanık olaylar gibi işleminden geçirildiği ve bulanık olayların üzerinde olasılıksal ölçümleri kullanarak bulanık VZA modelinin olasılıksal VZA modeline dönüştürüldüğü olasılıksal bir yaklaşım önermişlerdir. Kao ve Liu (2000,2003), α -seviye kümelerini uygulayarak bulanık verileri aralık verilere dönüştürmeyi önermişler, böylelikle klasik kesin VZA modellerinin bir ailesinden yararlanabildikleri bir sonuç ortaya koymuşlardır. Kullandıkları VZA modelleri model daha önce analiz edilmiştir. α -kesme yaklaşımı, Saati ve diğerleri (2002) tarafından da benimsenmiştir ve bulanık CCR modelini bir possibilistic-programlama problemi gibi tanımlamış ve α -kesmeleri kullanarak bu modeli bir aralık programlamaya dönüştürmüştür. Bu aralık programlama modeli, kesin bir doğrusal programlama modeli gibi çözülebilir ve verilen her α -kesme ile her KVB için bir etkinlik skoru üretilebilir.

Belirsiz veriler olduğunda aralık VZA modellerinin kabiliyetinin artırılması için, bulanık veriler α -seviye kümeleri kullanılarak aralık verilere dönüştürülecektir. Girdiler \tilde{x}_{ij} ve çıktılar \tilde{y}_{rj} , sırasıyla $\mu_{\tilde{x}_{ij}}$ ve $\mu_{\tilde{y}_{rj}}$ üyelik fonksiyonlarına sahip bulanık veriler olsun. Buradan x_{ij} ve y_{rj} 'nin α - seviye kümeleri $0 < \alpha \leq 1$ olmak üzere,

$$\begin{aligned} (x_{ij})_{\alpha} &= \{x_{ij} \in S(\tilde{x}_{ij}) \mid \mu_{\tilde{x}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\} \\ &= \left[\min_{x_{ij}} \{x_{ij} \in S(\tilde{x}_{ij}) \mid \mu_{\tilde{x}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\}, \max_{x_{ij}} \{x_{ij} \in S(\tilde{x}_{ij}) \mid \mu_{\tilde{x}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\} \right] \quad \forall i, j \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (y_{rj})_{\alpha} &= \{y_{rj} \in S(\tilde{y}_{rj}) \mid \mu_{\tilde{y}_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha\} \\ &= \left[\min_{y_{rj}} \{y_{rj} \in S(\tilde{y}_{rj}) \mid \mu_{\tilde{y}_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha\}, \max_{y_{rj}} \{y_{rj} \in S(\tilde{y}_{rj}) \mid \mu_{\tilde{y}_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha\} \right] \quad \forall i, j \end{aligned}$$

biçiminde tanımlanabilir.

Farklı güven seviyeleri kurularak, yani $(1-\alpha)$, bulanık veriler, tümü aralıklar olan farklı α -seviye kümelerine

$\{(x_{ij})_\alpha | 0 < \alpha \leq 1\}$ ve $\{(y_{rj})_\alpha | 0 < \alpha \leq 1\}$ dönüştürülür.

Bulanık girdi ve çıktı verileri için aralık VZA modelleri ;

$$Max (\theta_k)_\alpha^L = \sum_{r=1}^s u_r (y_{rk})_\alpha^L$$

$$\sum_{i=1}^m v_i (x_{ik})_\alpha^U = 1$$

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

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad \forall r, i.$$

$$Max (\theta_k)_\alpha^U = \sum_{r=1}^s u_r (y_{rk})_\alpha^U$$

$$\sum_{i=1}^m v_i (x_{ik})_\alpha^L = 1$$

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

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad \forall r, i.$$

biçiminde olacaktır. Model'deki $(\theta_k)_\alpha^U$ ve $(\theta_k)_\alpha^L$ sırasıyla, verilen α -seviye kümeleri altında, KVB_k için en iyi olası göreceli etkinliğin alt ve üst sınırlarıdır ve

$(\theta_k)_\alpha = [(\theta_k)_\alpha^L, (\theta_k)_\alpha^U]$ şeklinde tanımlanan bir etkinlik aralığı oluştururlar.

Farklı α -seviye kümeleri için farklı üretim sınırları değil, her α -seviye için tek bir üretim sınırının kullanıldığına dikkat edilmelidir. Eğer farklı α -seviyeleri için farklı üretim sınırları kullanılsaydı, farklı α -seviyeleri altındaki etkinlikler karşılaştırılmaz hale gelirdi (Chiang, 2001: 61-68)

3.3 ARALIK ETKİNLİKLERİNİ SIRALAMAK VE KARŞILAŞTIRMAK İÇİN PİŞMANLIK YAKLAŞIMI

Aralık etkinlik değerlendirmesinde, her KVB için final etkinlik skorları bir aralık ile karakterize edildiği için, farklı KVB'lerin etkinliklerinin sıralanması ve karşılaştırılması için basit ve pratik bir yaklaşıma ihtiyaç duyulur. Aralık sayıları sıralamak için şimdiye kadar birkaç yaklaşım geliştirilmiştir, ama hepsinin bazı kusurları vardır. Özellikle aralık sayılar aynı merkeze fakat farklı genişliklere sahip oldukları zaman, birini diğerinden ayırmada başarısız olurlar.

Burada Wang ve diğerleri (2005) tarafından geliştirilen minimax regret yaklaşımından bahsedilecektir. Yaklaşımın bazı güzel özellikleri vardır ve KVB'ler eş merkezli fakat farklı genişlikte olsalar dahi bu KVB'lerin etkinlik aralıklarını sıralamak ve karşılaştırmak için kullanılabilirler.

$A_i = [a_i^L, a_i^U] = \langle m(A_i), w(A_i) \rangle$ ($i = 1, \dots, n$), n tane KVB'nin etkinlik aralıkları olsun. Burada

$$m(A_i) = \frac{1}{2}(a_i^U + a_i^L) : \text{KVB'lerin orta noktaları (merkezleri)}$$

$$w(A_i) = \frac{1}{2}(a_i^U - a_i^L) : \text{KVB'lerin genişlikleri}$$

olmak üzere, istisnalar haricinde $A_i = [a^L, a^U]$ 'ın en iyi etkinlik aralığı olarak seçildiği varsayalım ve $b = \max_{j \neq i} \{a_j^U\}$ olsun. Bu durumda

i) Eğer $a_i^L < b$ ise, karar verici etkinlik kaybı zorluğu çekecek (veya bi başka deyişle fırsat kaybına uğrayacak) ve pişmanlık duyacaktır. Maksimum etkinlik kaybı

$$\max(r_i) = b - a_i^L = \max_{j \neq i} \{ a_j^U \} - a_i^L$$

ii) Eğer $a_i^L \geq b$ ise, karar verici kesinlikle etkinlik kaybı zorluğu çekmeyecek ve pişmanlık duymayacaktır. Bu durumda, karar vericinin pişmanlığı sıfır olarak tanımlanır, yani $r_i = 0$ 'dır

biçimindedir. Bu iki durum bağlamında,

$$\max(r_i) = \max_{j \neq i} \left[(a_j^U) - a_i^L, 0 \right]$$

elde edilir.

$A_i = [a_i^L, a_i^U] = \langle m(A_i), w(A_i) \rangle$ ($i = 1, \dots, n$) bir etkinlik aralıkları kümesi olsun.

Her etkinlik aralığı A_j 'nin maksimum etkinlik kaybı (ayrıca maksimum pişmanlık olarak da tanımlanır),

$$\begin{aligned} R(A_i) &= \max_{j \neq i} [\max(a_j^U) - a_i^L, 0] \\ &= \max_{j \neq i} [m(A_j) + w(A_j) - (m(A_i) - w(A_i)), 0] \end{aligned}$$

biçiminde tanımlanabilir. Açıktır ki, maksimum etkinlik kaybı en küçük olan etkinlik aralığı, en cazip etkinlik aralığıdır.

Maksimum etkinlik kayıpları görelî (relative) sayılar olduğundan, bunlar diğer tüm etkinlik kayıpları arasındaki maksimum etkinliğe göre hesaplanırlar. Buradan, etkinlik aralıklarının bir kümesi arasından yalnızca en cazip etkinlik aralığının seçilmesi için kullanılabilirler. Ancak onları sıralamak için direkt olarak kullanılamazlar. Maksimum etkinlik kayıpları kullanılarak, bir etkinlik aralıkları kümesi için bir sıralama üretilebilmesi için, aşağıdaki eliminasyon adımları önerilmiştir:

Adım 1: Her etkinlik aralığı için maksimum etkinlik kaybı hesaplanır ve maksimum etkinlik kaybı (yani pişmanlık) en küçük olan en cazip etkinlik seçilir

$1 \leq i_1 \leq n$ olmak üzere, A_{i_1} 'in seçildiği varsayılınsın,

Adım 2 : Göz önüne alınanlardan, A_{i_1} elenir, her etkinlik aralığının maksimum etkinlik kaybı tekrar hesaplanır ve kalan (n-1) etkinlik aralığından en cazip etkinlik aralığı belirlenir.

A_{i_2} 'nin seçildiği varsayılınsın, burada $1 \leq i_2 \leq n$, $i_2 \neq i_1$ ' dir,

Adım 3 : A_{i_2} elenir, her etkinlik aralığı için maksimum etkinlik kaybı tekrar hesaplanır ve geriye kalan (n-2) etkinlik aralığından en cazip etkinlik aralığı A_{i_3} belirlenir,

Adım 4: Sadece bir etkinlik aralığı A_{i_n} kalana kadar, yukarıdaki eliminasyon süreci tekrarlanır. Final sıralama $A_{i_1} \succ A_{i_2} \succ A_{i_3} \succ \dots \succ A_{i_n}$ 'dir. Burada " \succ " daha üstün, daha iyi anlamındadır.

Yukarıdaki sıralama yaklaşımı MRA olarak gösterilir. Minimax pişmanlık yaklaşımı (MRA) hakkında, aşağıdaki özellikler mevcuttur:

Özellik 1 : $A = [a_L, a_U]$ ve $B = [b_L, b_U]$ iki etkinlik aralığı olsun.

Eğer $a_L \leq b_L$ ve $a_U \leq b_U$ ise $R(A) \geq R(B)$ 'dir.

Özellik 2 : $A = [a_L, a_U] = \langle m(A), w(A) \rangle$ ve $B = [b_L, b_U] = \langle m(B), w(B) \rangle$

iki etkinlik aralığı olsun. Eğer B, A'yı kapsıyorsa, yani $a_L \geq b_L$ ama $a_U \leq b_U$ ise

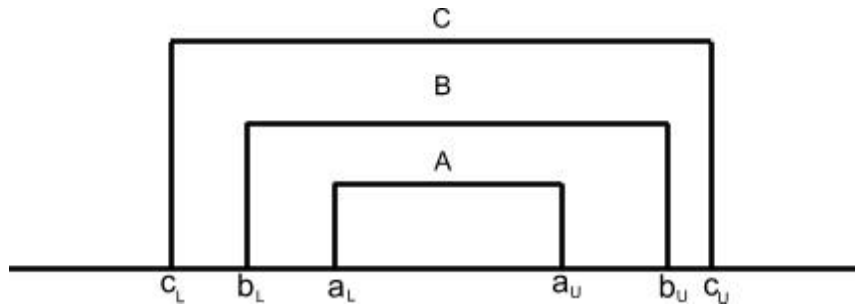
- 1) $m(A) < m(B)$ ise $R(A) > R(B)$,
- 2) $m(A) = m(B)$ ise $R(A) = R(B)$,
- 3) $m(A) > m(B)$ ise $R(A) < R(B)$.

Özellik3 : $A = [a_L, a_U] = \langle m(A), w(A) \rangle$, $B = [b_L, b_U] = \langle m(B), w(B) \rangle$ ve

$C = [c_L, c_U] = \langle m(C), w(C) \rangle$

üç eş-merkezli etkinlik aralıkları olsun. Eğer $w(A) < w(B) < w(C)$ ise $R(A) < R(B)$ ve $R(A) < R(C)$ 'dir. Bu özellik Şekil 3.6' da görülmektedir.

Şekil 1.11. Üç eş-merkezli etkinlik aralıkları



Özellik 1; iç içe geçmemiş iki etkinlik aralığı için, daha büyük alt ve üst sınırlara sahip olanın tercih edileceğini gösterir. Özellik 2; bir etkinlik aralığı bir diğeri tarafından kapsanıyorsa, MRA'nın iki etkinlik aralığını nasıl karşılaştırdığını ve sıraladığını göstermektedir. Bu durumda, eğer merkezleri aynı değilse, MRA kullanılarak üretilen sıralı ilişki yalnızca merkezlerine bağlıdır. Ama eş-merkezli iseler, MRA etkinlikleri sıralamak ve karşılaştırmak için Özellik 3'e de gerek duyar. Özellik 3; eş merkezli etkinlik aralıklarından en küçük genişliğe sahip olanın en çok istenilen aralık olduğunu göstermektedir (Wang ve diğeri, 2005: 363).

3.4. BULANIK VERİ ZARFLAMA UYGULAMALARI

Amaç bakımından bulanık VZA ile ilgili çalışmalar 10 grupta değerlendirilebilir. Bunlar aşağıda verilmiştir: (Şafak, 2009: 60)

- Tolerans yaklaşımları: Sengupta (1992),
- Bulanık aralık yaklaşımları: Hougaard (1999), Despotis ve Smirlis (2002), Entani (2002), Wang ve diğerleri (2005), Saati ve diğerleri (2002)
- Aynı düzeyde (α kesme yaklaşımı) bulanık verileri aralık verilere dönüştüren yaklaşımlar: Kao ve Liu (2000), Lertworasirikul ve diğerleri (2003b), Jahanshahloo ve diğerleri (2007),
- α düzeyinde olasılık programlama ve aralık programlama kullanan yaklaşım Saati ve diğerleri (2002),
- Toplamsal model yaklaşımı: Hougaard (1999), Lee ve diğerleri (2002), Damaneh (2008).
- Olasılık seviyesinde bulanık dereceleme yaklaşımı: Guo ve Tanaka (2001), León ve diğerleri (2003), Kim ve diğerleri (1999), Zhu (2003)
- Bulanık olaylarla olasılık ölçümleri kullanan olasılıklı VZA yaklaşımı (olasılık temelindeki iyimserlik yaklaşımı): Saati ve diğerleri (2001b), Lertworasirikul ve diğerleri (2003a), Jahanshahloo ve diğerleri (2004),
- Eksik verilere dayanan yaklaşımlar: Maragos ve Despotis (2004), Kao ve Liu (2000b), Kao ve Liu (2007),
- Bulanık tercihlere dayanan yaklaşımlar: (Ma ve Li 2008),
- Ortalama değer kavramına dayanan yaklaşımlar: Gonzales, (1990), Maleki ve diğerleri (2000),
- Ağırlıkları bulanıklaştıran yaklaşımlar: Saati ve diğerleri (2001a ve 2005)
- Üyelik fonksiyonu temelinde bulanık verileri kesin verilere dönüştüren matematik programlama yaklaşımı: Triantis ve Girod (1998)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

FİNANSAL KRİZ

4.1. FİNANSAL KRİZ TANIMLARI

Finansal krizlerin önemli etkilerinin bulunması ve bu etkilerin de ülkeleri ekonomik, sosyal siyasi yönden etkilemesi krizlerin tanımlanmasını ve nedenlerinin açıklanmasını gerekli kılmıştır. Finansal krizler için çeşitli tanımlar bulunmaktadır. Bunlardan (Mishkin, 1996: 1-2) göre, “Finansal kriz, verimli yatırım olanaklarına sahip finansal piyasaların ahlaki tehlike ve ters seçim problemlerinin gittikçe kötüleşmesi nedenleriyle, fonları etkili biçimde kanalize edememesi sonucu ortaya çıkan doğrusal olmayan bozulmadır.”

4.2. FİNANSAL KRİZLERE NEDEN OLAN FAKTÖRLER

4.2.1. Aşırı Borçlanma

Gelişmekte olan ülkelerde uygulanan kamu harcamalarına dayalı genişletici maliye politikaları finansal krizin en önemli nedenlerinden birisidir. Kamu kesimi borçlanma gereğinde ortaya çıkan aşırılık ülkelerde yatırım yapan kişi ve kurumlar için geleceğe yönelik belirsizlik riskini artırmaktadır (Arıcan, 2002: 25).

4.2.2. Uluslararası Sermaye Hareketleri

Finansal küreselleşmenin hızlanması ve özellikle 1990’lı yıllardan sonra uluslar arası sermayenin dünya ölçeğinde serbestçe dolaşma imkanını bulması nedeniyle, dünyada ekonomik krizlerin arttığı gözlenmektedir. Dolayısıyla, uluslararası sermaye hareketlerinin artmasıyla ekonomik krizler arasında çok yakın bir korelasyon bulunmaktadır. (Şimşek, 2004: 64).

4.2.3. Enflasyon

Güçlü bir para birimine sahip olmayan ekonomilerde enflasyon ortaya çıkabilir. Enflasyon ekonominin temel değişkenlerine zarar vererek geriye dönük beklentileri güçlendirmekte dolayısıyla ekonomiyi enflasyon sarmalına sokarak enflasyonun giderek kronik bir hal almasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, diğer ülkelere kıyasla yüksek enflasyon oranına sahip ülkelerde sabit kur sisteminin uygulanması, paranın dış değerini reel olarak yükselterek, cari işlemler bilançosunu olumsuz biçimde etkilemektedir (Çağlar, 2003: 149).

Enflasyonu kontrol altına almak için çeşitli mekanizmalar bulunmaktadır. Bu mekanizmalardan biri olan borçlanma; enflasyonu baskı altına almak ve büyümeyi sağlamak konusunda kısa vadede işe yarasa da, reel üretime katkıda bulunmadığı zaman uzun vadede ülkeyi krize açık hale getirmektedir. Bu nedenle, enflasyonu sermaye hareketleri ile baskı altına almak yerine ekonomik dengeleri birbiri ile uyumlu hale getirecek ve bu dengeleri sağlayacak tedbirler uygulamak önem kazanmaktadır (Çağlar, 2003:151).

4.2.4. Döviz Kuru Politikası

Döviz kurlarında ortaya çıkabilecek istikrarsızlıklarla krizler arasında yakın bir ilişki söz konusudur. Döviz kurunun belli bir çapaya bağlanarak sabitlenmesi ya da reel değerinin altında baskıda tutulması, finansal sektörü krizlere karşı daha kırılgan hale getirmektedir. Bununla birlikte krizlerinden korunma mekanizmalarından Merkez Bankasının son durak borç mercii işlevini yerine getirmesi ve döviz kurunun baskı altında tutulması, bankaların açık pozisyonlarının artmasını teşvik edici bir unsur oluşturarak döviz risklerini artırmaktadır (Duman, 2002: 46).

4.3. KÜRESEL MALİ KRİZ

Mortgage sistemi, gelişmiş ülkelerin en önemli gayrimenkul finansman sistemi olarak yıllardır uygulanmaktadır. Kira öder gibi konut sahibi olmayı amaçlayan mortgage, belirli bir gayrimenkulün ipotek gösterilmesi suretiyle kredi alınması yöntemidir. Mortgage, konut sahibi olmak isteyenlerin uzun vadeli ve düşük faiz oranları ile konut sahibi olmasını amaçlayan bir sistemdir. Mortgage sisteminde, gayrimenkulüne ipotek konulmak suretiyle borçlanan taraf borcunu önceden belirlenen vadelerde ödemeyi taahhüt etmektedir. Borçlu borcunu belirlenen vadelerde ödemez ise, kredi veren taraf ipotek konulan gayrimenkulü satma ve alacağını bu tutardan tahsil etme hakkına sahip olmaktadır (Ateş, 2005: 50).

Amerika Birleşik Devletleri'nde başlayan küresel krizin temelinde mortgage piyasasına ilişkin sorunlar bulunmaktadır. ABD'de, para hacminin yüksek olması nedeniyle, bazı finansal kuruluşlar 6 yıl önce, kredibilitesi zayıf olan kişilere de mortgage kredisi vererek, mali yapılarını güçsüzleştirdiler. Sadece dar gelirli olanların kullandığı ve subprime olarak adlandırılan 'yüksek riskli krediler' in boyutu 1.5 trilyon doları bulmaktaydı (<http://arsiv.ntvmsnbc.com/news/460082.asp>). Altı yıl öncesine kadar ABD'de faizler son derece düşük olduğu için özellikle orta ve alt gelir grubundaki kişiler değişken faizli kredileri kullanmayı tercih ettiler. Fakat, ABD Merkez Bankası'nın (FED) son iki yılda faiz oranlarını artırması, konut sektörünün durgunluğa girmesine neden oldu. Konut satış fiyatları ile kira gelirlerinin de piyasa düzeyinin altına inmesiyle, bu krediyi kullanan düşük gelirli gruplar, kredilerini düzenli olarak ödeyemez hale geldiler. ABD'de bankalar konut kredileri için gereken parayı yatırım bankalarında ihraç ettikleri tahviller ile borçlanarak sağlıyorlardı. Ancak kredilerin geri dönüşümü zora girince yatırım bankaları ve ABD mortgage piyasası için de tehlike alarmları çalmaya başladı (<http://arsiv.ntvmsnbc.com/news/460082.asp>).

4.4. MORTGAGE KRİZİNİN NEDENLERİ

2008 Mortgage krizinin başlıca nedenleri arasında mortgage kredilerinin yapısının bozulması, faiz yapısının uyumsuzlaşması, konut fiyatlarındaki şişmeler, menkul kıymetlerin fonlanmasında yaşanan sıkışıklık, kredi türev piyasaları alanının büyümesi ve kredi derecelendirme sürecindeki sorunlar yer almaktadır.

Mortgage krizi olarak ortaya çıkan durum takip eden süreçte bir likidite krizine dönüşmüştür. ABD’de 2007 yılında, finans ve sigorta, gayrimenkul, inşaat ve madencilik sektörü başta olmak üzere toplam dört sektörün büyüme hızının yavaşlamasıyla genel ekonominin büyüme hızı da yavaşladı. Yatırımcıların risk almadan kazanç elde etme isteği maliyeti düşük, kolay kredi imkânlarına bağlı olarak tüketicilerin aşırı borçlanmasına ve kontrolsüz kredi genişlemesine neden olarak sistemin risk durumunu artırdı (<http://arsiv.ntvmsnbc.com/news/460082.asp>).

Finansal kriz gelişmiş ülkelerde başlamış olmakla birlikte Kasım 2008 ortalarından itibaren gelişmekte olan ülkeleri de etkilemeye başlamıştır. Birçok gelişmekte olan ülke borsalarında ciddi değer kayıpları olmuş, ülke paraları değer yitirmiş, ülke tahvilleri ve ticari bonolarda risk primleri artmış, aynı zamanda bu ülkelere olan yabancı sermaye akımları ve banka borçlanmaları önemli oranda düşmüştür.

Kredi derecelendirme kuruluşları ardı ardına ipotekli konut kredilerine dayalı tahvillerin notunu indirirken paralarını fonlardan çekmek isteyen yatırımcı sayısındaki artışla birlikte bu ürünlerin nakde çevirmek de zorlaşmıştır. Aynı kredi derecelendirme kurumları, bu tahvillere yakın tarihlerde olumlu notlar verirken, bir anda not indirimlerine gitmeleri sistemin sorgulanmasını da beraberinde getirmiştir. İkincil piyasalarda ani satış baskısıyla birlikte bu yatırım araçlarının fiyatları oldukça düşmüş ve milyarlarca dolarlık fonlar değerini kaybetmiş, bu durum likidite krizinin daha da derinleşmesine yol açmıştır.

4.5. FİNANSAL KRİZLERİN BANKACILIK SEKTÖRÜNE ETKİLERİ

Bankacılık krizleri, adına sistemik kriz dediğimiz kuvvetli bir mekanizma ile yayılmaktadır. Bu şekilde bir kriz yaşadıktan sonra ülkeler, bankacılık sisteminin eksiklikleri ile yüzleşmek durumunda kalmaktadırlar. Bu noktada bankacılık sistemlerindeki eksiklikler belirlenerek yeniden yapılandırma çalışması ile birlikte bankacılık sistemlerini daha güçlü hale getirmeye çalışılmaktadır. Bu yapılandırma da kimi bankalara sermaye verilmesi ile sektörde tutulması, kimi bankaların ise sistemden tavsiye edilmesi ile sonuçlanmaktadır (Erdoğan, Bülent, 2006: 61).

Ülkemizin yaşadığı 2000–2001 krizlerinde de en büyük etki bankacılık sisteminde olmuştur. 1994 krizinin etkilerini bertaraf etmek amacı ile o zamanki hükümet tarafından getirilen mevduat güvencesi nedeni ile bankalar piyasa kuralına aykırı davranmışlardır. Bunun neticesinde birçok banka devletin bünyesine alınmış, kimisine sermaye eklenerek sistem içerisinde kalması sağlanmış, kimisi de sistemin dışarısında bırakılmıştır. Bankacılık sisteminde var olan bozuklukların giderilmesi için bankacılık yeniden yapılandırma programı ortaya çıkarılmıştır. Bu programla; bankaların sermaye yapısı güçlendirilmeye çalışılmış, etkin bir gözetim sistemi ortaya çıkarılmış, sistemde şeffaflık sağlanmış ve buna benzer çalışmalar yapılmıştır (Erdoğan, Bülent, 2006: 61).

Bir ekonomide bankaların iflası diğer ekonomik birimlerin iflasından daha çok olumsuz etki yaratmaktadır. Çünkü böyle bir durumda krediyi veren, krediyi alan ve mevduat sahipleri olumsuz etkilenmektedir. Krediyi verenlere borçlarının ödenmemesi ya da kredi alanlardan borçların istenmesi piyasada likidite ile ilgili bir sorun olduğu sinyalini yayarak sadece o bankadan değil yapısı son derece sağlam olan bankalardan da paraların çekilmesine neden olabilmektedir. Bu durum, bankacılık sisteminin kırılganlığını artırarak sistemik riski ortaya çıkarmakta ve banka iflasları kredi akımını ciddi şekilde etkileyeceğinden, sistemde kredi sıkışıklığına (credit crunch) ve ekonomik faaliyetlerin çökmesine neden olmaktadır (Erdönmez, 2001: 3-4).

4.6. KRİZLERİN BANKACILIK SİSTEMİNİ ETKİLEME MEKANİZMASI

Krizlerin bankacılık üzerine etkileri adına müşteri tahakkümü denilen (bailout) mevduat çekişleri ile başlamaktadır. Bankalar bu talepleri karşılamak için varlıklarını satmak durumunda kalır. Ancak ortamdaki kargaşa nedeniyle ve bankaların likidite ihtiyacının yüksek olması sebebiyle bankaların varlıkları değerlerinin daha altında bir fiyattan satın alınır. Bu arada bankalardan çekilen kaynaklar daha güvenli başka bankalar ya da sisteme güven tamamen ortadan kalkmışsa nakite, dövize ya da kamu varlıklarına yönelebilmektedir. Merkez Bankası duruma önceden müdahale edip bir bankacılık krizinin önüne geçebilir. Ancak çoğunlukla böyle bir krizde mali yapısı sağlam olan ayakta kalmaktadır. Diğer bankalar iflas ederek sistemin dışına çıkmaktadır (Karabıyık, 2004: 37).

Eğer tasarruflar güvence altında ise; yani banka mevduatlarına bir sigorta getirilmişse, sadece sigorta kapsamında olmayan mevduat diğer yatırım araçları ya da bankalara yönelecektir. Söz konusu bankaların tamamı güvence altında ise banka tahakkümü dediğimiz olay söz konusu olmaz. Böyle bir durumda ancak sistemin içerisinden gelen temel problemlerin sistemin tamamını etkilemesi şeklinde bir bankacılık krizi meydana gelebilir (Karabıyık, 2004: 38).

4.7. FİNANSAL KRİZ KARŞISINDA TÜRKİYE'DE ALINAN ÖNLEMLER (18 Şubat 2009 - 15 Haziran 2009)

Türkiye'nin yaşanan krizdeki en önemli avantajlarından biri Kasım 2000 ve Şubat 2001 krizleri ardından gelen bankacılık sektöründeki düzenlemeler ile bankacılık sisteminin daha güçlü bir sermaye yapısına kavuşturulmuş olmasıdır. Bu sebeple, sermaye yeterliliği açısından oldukça güçlü bir yapıya sahip olan Türk bankacılık sektörünün krizden ABD ve Avrupa bankaları kadar etkilenmemiştir. Türkiye'nin avantajlarından bir diğeri ise, Türkiye'de Amerika'daki gibi işleyen bir mortgage sektörünün bulunmamasıdır. Böyle bir sektör bulunmadığı için bu sektördeki türev ürünlere bankalar tarafından yatırım yapılmamış, böylece bankalar

risk almamış ve krizden çok uzun bir süre etkilenmemiştir. Bu etkilenmeme süresinin uzamasının ardında gerek hükümet gerekse merkez bankası tarafından alınan önlemlerin payı göz ardı edilemez. Alınan önlemlere bakacak olursak;

Hükümet

- Hükümetin kriz ortamında şirketleri, çalışanları ve emeklilere yönelik uygulamaları içeren "mini önlem paket"i TBMM Genel Kurulu'ndan geçerek yasalaşmıştır. Yasayla; İşsizlik Fonu üzerinden uygulanan "kısa çalışma ödeneği"nde süre 3 aydan 6 aya çıkmış, ödeme miktarı da yüzde 50 artırılmıştır. Emeklilerin aylıkların hiçbir şekilde haciz edilememesi hükmü getirilmiştir. 49 tane ile dönük uygulanan teşviklerin süresi ise 1 yıl uzamıştır. Böylelikle sektörel-bölgesel teşvik sistemine de geçişin yolu açılmıştır.
- Hükümet 13 Mart 2009 tarihinde yeni ekonomi paketi açıklamıştır. Bu çerçevede;
 - Beyaz eşyada ÖTV 3 ay süreyle indirilmesi,
 - Otomotivdeki ÖTV 3 ay süre ile indirilmesi,
 - Konutlarda 3 ay süre ile KDV yüzde 18'den yüzde 8'e indirilmesi
 - Kobi'lere 75 milyon TL ek ödenek verilmesi,
 - Kaynak kullanım destek fonu (KKDF) oranı 5 puan azalması,
 - Eximbank'ın sermayesi 500 milyon TL artırılması amaçlanmıştır,
 - Sanayide uygulanan indirimli gece tarifesi hafta sonları ve diğer resmi tatil günlerini kapsayacak şekilde yaygınlaştırılması öngörülmüştür.
- Hükümet Ziraat Bankası tarım kredilerinde vadesini uzattıklarını açıklamıştır. Buna göre işletme kredilerinde vade 18 aydan 24 aya, yatırım kredilerinde ise beş yıldan yedi yıla çıkmıştır.
- Hükümet tarafından 25 Mart 2009 tarihinde 5'nci önlem paketi açıklanmıştır. Üç ay süre ile geçerli olacak tedbirler şöyledir:
 - İşyerlerinin satışından alınan KDV yüzde 8'e,
 - Gayrimenkul alımında tapu harcı binde 15'ten binde 5'e,

- Mobilyada alınan KDV yüzde 18'den yüzde 8'e,
 - KOBİ'lerin kullandığı bazı sanayi ve iş makinalarından alınan KDV yüzde 18'den yüzde 8'e,
 - Bilişim ve büro mobilyalarından alınan KDV yüzde 18'den yüzde 8'e düşürülmüştür.
- Başbakan Tayyip Erdoğan tarafından 4 Haziran 2009 tarihinde yeni teşvik sistemi açıklanmıştır. Söz konusu yeni teşvik sistemiyle; 12 sektörde büyük yatırımların desteklenmesi ve Türkiye'yi 4 bölgeye ayırıp sektörel ve bölgesel teşvikler verilmesi öngörülmektedir. Yeni teşvik sistemiyle Türkiye dört bölgeye ayrılacaktır. Büyük yatırımları desteklenecek sektörler arasında kimyasal madde ve ürünlerin imalatı, rafine edilmiş petrol ürünleri imalatı, transit boru hattıyla taşımacılık hizmetleri, motorlu kara taşıtları imalatı, demiryolu ve tramvay lokomotifleri veya vagon imalatı, liman ve liman hizmetleri imalatı, elektronik sanayi imalatı, tıbbi aletler, hassas ve optik aletler imalatı, ilaç imalatı, hava ve uzay taşıtları imalatı, makine imalatı yatırımları ve madencilik yatırımları bulunmaktadır.

Büyük proje yatırımlarında ile bölgesel ve sektörel destek kapsamında yüzde 20 olan kurumlar vergisi oranı, ağırlıklı olarak Doğu ve Güneydoğu Anadolu illerinin içinde bulunduğu 4'üncü bölgede yüzde 2'ye, 3'üncü bölgede yüzde 4'e, 2'inci bölgede yüzde 8'e, 1'inci bölgede yüzde 10'a düşecek. Büyük yatırım projelerinde yatırım katkı oranları 4'üncü bölgede yüzde 60, 3'üncü bölgede yüzde 40, 2'inci bölgede yüzde 30, 1'inci bölgede yüzde 20 olacaktır. Bölgesel ve sektörel bazdaki teşviklerde bu oranlar sırasıyla 4'üncü, 3'üncü, 2'inci ve 1'inci bölgelerde yüzde 70, yüzde 50, yüzde 40, yüzde 30 olacaktır.

Yeni teşvik paketi kapsamında; Bakanlar Kurulu tarafından 18 Mayıs 2009 tarihinde kararlaştırılan ve Türkiye Büyük Millet Meclisi Komisyonu'nda kabul edilen "Kamu Finansmanı ve Borç Yönetiminin Düzenlenmesi Hakkında Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Tasarısı"yla; firmaların küresel mali kriz ile daralan finansman imkânlarının artırılması ve kredi sisteminin etkin bir şekilde

işlemesine katkı sağlaması amaçlanmakta ve bu doğrultuda Bakanlar Kurulu tarafından tespit edilecek kredi garanti kurumlarına, firmalara kredi garantisi sağlamak üzere 1 milyar Türk Lirasına kadar nakit kaynak aktarılması ve/veya özel tertip Devlet iç borçlanma senedi ihraç edilmesi öngörüldüğü açıklandı. Hazine desteğiyle Kredi Garanti Kurumu'nca kredinin yüzde 65'ine kefalet sağlanması, kredi riskinin yüzde 35'inin ise bankalar tarafından üstlenileceği açıklanmıştır. Kredi garanti kurumlarına ilk etapta aktarılması öngörülen 1 milyar TL kaynakla en az 10 milyar Türk Liralık krediye kefalet sağlanmasına imkan verileceği belirtilmektedir. Kredi Garanti Desteğinden yıllık cirosu 25 milyon TL'nin altında ve en fazla 250 çalışanı olan işletmelerin yararlanması, bu işletmelerde 30 Haziran 2008 tarihinden önceki iki yıl içinde takibe düşmüş borcu olmayan ve kamuya vadesi geçmiş borcu bulunmayan işletmelerin olması şartı aranması öngörülmektedir. Kredi Garanti Fonu desteklerinden yeni sağlanacak krediler kadar ilave sağlanacak krediler ve mevcut kredilerin yenilenen bölümlerinde yararlanılacaktır. Türk Lirası ya da döviz cinsinden kredilere asgari 1 yıl azami 4 yıl vadeye sahip kredilere destek verilecektir. Kanunun yasallaşmasından sonra çıkacak Bakanlar Kurulu Kararı'nın yayımlanmasını takiben iki yıl içinde kullanılacak krediler bu destekten yararlanacaktır.

Hükümet tarafından açıklanan yeni istihdam paketinde ise toplum yararına işler için getirilen desteklerin, işsizlik sigortası fonundan finanse edilmesi ve kapsamında 120 bin işsize doğrudan istihdam sağlanması öngörülmektedir. Mesleki eğitimlerle ise 200 bin işsize eğitim verilecek ve program kapsamında ulaşılabilecek işsiz sayısının 500 bin olması amaçlanmaktadır.

Hükümet tarafından istihdam paketinin maliyetinin 1 milyar lira, teşvik paketinin ise maliyetinin tam olarak belli olmadığı, ancak iki paketin toplam maliyetinin en az 3 milyar TL olacağı açıklanmıştır.

Hükümet tarafından hazırlanan Taslak düzenleme ile kredi kartı borçlarına yeniden yapılandırma olanağı getirilmiştir. Bu kapsamda 31 Mayıs 2009 itibariyle ödeme ihtarı çekilmiş, icra takibi başlatılmış ya da banka tarafından takip olunan krediler için yeni bir ödeme planına bağlama imkanı getirilmiştir. Borçluların,

Kanunun yayımlanmasından itibaren 60 gün içinde bankalara, banka avukatlarına ya da varlık yönetim şirketlerine veya temsilcilerine başvurarak bu imkandan yararlanabilmeleri öngörülmüştür. Ayrıca, kredi kartlarının yıllık kart kullanım bedeli de yeniden düzenlenmiştir. Buna göre, kullanım limiti 3 bin 500 liraya kadar olan kredi kartları için 35 liraya kadar, 3 bin 500 ve üstü için limitin yüzde 1'ini geçmemesi öngörülmüştür.

Diğer yandan, Bakanlar Kurulu tarafından 15 Haziran 2009 tarihinde kararlaştırılan "Türk Parası Kıymetini Koruma" hakkında 32 Sayılı Kararda Değişiklik Yapılmasına Dair Karar'la getirilen düzenlemelerle gerçek kişilerin yurtiçinden ve yurtdışından döviz veya dövize endeksli kredi kullanmaları sınırlandırılırken, döviz geliri olmayan firmalara vadesi 1 yıldan fazla ve tutarı 5 milyon ABD dolarının üzerinde olmak üzere yurtiçi bankalardan döviz kredisi kullanım olanağı getirilmiştir.

Merkez Bankası

- TC Merkez Bankası 2 Nisan 2009 tarihinde döviz alım ihalelerine ara vermiştir.
- Merkez Bankası, finans piyasalarında oluşabilecek olası döviz sıkışıklığını aşmak ve bankaları rahatlatmak amacıyla yeni kararlar almıştır. Merkez Bankası, döviz depo piyasasında hem faiz oranlarını düşürmüştür, hem de vadeyi uzatmıştır. Merkez Bankası faiz indirimi sonrasında döviz piyasasına ilişkin yeni önlemleri devreye sokmuştur. Döviz depo piyasasında borç verme faiz oranı dolar için yüzde 7'den yüzde 5.5'e, euro için yüzde 9'dan yüzde 6.5'a düşürülmüştür. Döviz depo piyasasında bankaların kendi aralarındaki işlemlerin vadesi 1 aydan 3 aya uzatılmıştır.

Sermaye Piyasası Kurulu

- Sermaye Piyasası Kurulu fon çıkışı gerektirmeyen sermaye azaltımlarına ilişkin ilkeleri belirlemiştir. Yapılan açıklamada uluslararası kriz nedeniyle şirketlerin halka arz suretiyle nakit sermaye artırımı yapmaları imkanı ekonomik olarak ortadan kalktığı için bu durumun nakit sermaye ihtiyacı olan şirketleri zorunlu olarak sermaye artırımına yönlendirdiği belirtilmiştir. Daha önce yapılan düzenlemelere ilave olarak payları nominal değer altında işlem gören şirketlerin nakit sermaye artırımlarına imkan sağlamak amacıyla halka açık anonim ortaklıklar için fon çıkışı gerektirmeyen sermaye artırım sürecine ilişkin ilke esasların Kurulca belirlendiği ifade edilmiştir. (Bankacılar Dergisi, 2009: 90-92)

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

5.1. BANKACILIK SEKTÖRÜNÜN 2007 – 2008 KRİZ DÖNEMİNDE BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Çalışmada, sektörde faaliyetine devam eden bankaların etkinliklerinin kriz dönemi süresince Bulanık VZA tekniği ile ölçülmesi ve performanslarına göre bu bankaların sıralanması amaçlanmıştır. Ele alınan 17 adet bankadan hangileri gerçekten krizden etkilenmiş, hangileri krizden büyüyerek çıkmış hangileri minimum zararlarla bu dönemi atlattmış incelenerek yorum yapılacak ve önerilerde bulunulacaktır.

Finans sektöründe bankaların temel görevleri olan üretim yaklaşımı ve aracılık yaklaşımı karma olarak ele alınacaktır. Veri setinde girdi olarak: personel sayısı, şube sayısı, toplam aktifler; çıktı olarak: net dönem karı, toplam krediler, toplam mevduat, net ücret ve komisyon gelirleri ele alınacaktır. Bulanık VZA tekniği olarak aralık veriler ile belirtilmiş veriler için önerilen yöntem kullanılarak veriler aralıklı hale getirilecektir. Daha sonra VZA modellerinin çözümlenmesi bir paket program kullanılarak banka etkinlikleri bulunacaktır. Elde edilen etkinlik değerleri minimax pişmanlık yaklaşımı ile sıralanarak uygulama tamamlanacaktır.

5.1.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırma için 2007 ve 2008 yıllarında Türk Bankacılık Sisteminde yer alan Mevduat Bankalarından (Kamu sermayeli, Özel Sermayeli) 17 banka seçilmiştir. Bu bankalar şunlardır;

KAMU BANKALARI

1. Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası A.Ş.
2. Türkiye Halk Bankası A.Ş
3. Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O.

ÖZEL BANKALAR

1. Akbank T.A.Ş
2. Alternatif Bank A.Ş
3. Anadolubank A.Ş
4. Denizbank A.Ş
5. Finans Bank A.Ş.
6. Yapı ve Kredi Bankası A.Ş
7. ING Bank A.Ş
8. Şekerbank T.A.Ş
9. Tekstil Bankası A.Ş
10. Türk Ekonomi Bankası A.Ş
11. Türkiye Garanti Bankası A.Ş
12. Türkiye İş Bankası A.Ş
13. HSBC Bank
14. Fortisbank

Bankacılık sektöründe girdi ve çıktılarının nelerden oluşacağı hakkında bir fikir birliği bulunmamaktadır. Araştırmada personel sayısı, şube sayısı, toplam aktifler girdi, net dönem kar, toplam krediler, toplam mevduat, net ücret ve komisyon gelirleri çıktı olarak kabul edilerek karma yaklaşım kullanılmıştır.

Araştırmanın amacı, seçilen bankaların 2007 ve 2008 yılları verilerinin (girdi ve çıktı) Bulanık Veri Zarflama Analizi ile değerlendirilerek görelî etkinliklerinin tespit edilmesidir. Veri Zarflama Analizi yöntemlerinden Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFP) endeksi kullanılmıştır. Bu yöntemin seçilme nedeni ise, Veri Zarflama Analizi yöntemiyle karar biriminin etkinliği belirli bir an için ölçerken Malmquist TFP endeksi etkinliği istenilen bir zaman aralığı için değerlendirmektedir.

5.1.2. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada kullanılan girdi ve çıktılara ait veriler, Türkiye Bankalar Birliği tarafından her yıl hazırlanan Bankalarımız 2007 ve Bankalarımız 2008 kitaplarından alınmıştır. Etkinliği hesaplanmak istenen verilere ait modeller DEAP 1.2 programı kullanılarak çözümlenmiştir.

5.1.3. Araştırmada Kullanılan Değişkenler

Araştırmada karma yaklaşım benimsenmiş olup, aşağıda belirtilen girdi ve çıktıların araştırmaya dahil edilmesine karar verilmiştir.

Personel sayısı: Teknolojik gelişmelerin günbegün hızla bir şekilde artmasına rağmen bankacılık sektörü emek-yoğun bir çalışmayı gerektirmektedir. Personel harcamaları önemli bir maliyet kalemidir.

Şube sayısı: Teknolojik gelişmelerle beraber elektronik bankacılık hızlı bir gelişme gösterse dahi, bankacılık işlemlerinin bankalarda yapılması hem alışkanlıktan hem de bazı işlemler için bir zorunluluktan kaynaklanmaktadır.

Toplam aktifler: Bilançolarda aktif sahip olunan varlıkları gösterirken, pasif bu varlıkların sağlandığı kaynakları bünyesinde toplar. Toplam aktif büyüklüğü banka büyüklüğünün en önemli göstergelerindendir.

Net kar: Ticari bankaların temel amacı kar elde etmektir. Önemli bir çıktı kalemidir.

Toplam Krediler: Bankaların amacı topladıkları mevduatı kredi olarak vermek ve bundan kazanç elde etmektir.

Toplam Mevduat: Tasarruf sahiplerinden toplanan mevduat bankalar aracılığıyla sisteme aktarılmaktadır.

Net Ücret ve Komisyon Gelirleri: Alınan ücret ve komisyonlar ile verilen ücret ve komisyonlar arasındaki fark net ücret ve komisyon gelirlerini belirlemekte olup önemli bir gelir kalemidir.

5.1.4. Araştırmaya Tabi Tutulan Bankalar

Araştırmaya tabi tutulan bankalar, 2007 ve 2008 yılında Türk Bankacılık Sisteminde faaliyet gösteren ve seçilen girdi ve çıktı değerlerine sahip olan mevduat bankalarıdır. Araştırmada 2007 ve 2008 yıllarının verilerinin alınmasının nedeni, 2008 yılında yaşanan Global Ekonomik Kriz dolayısıyla Türk bankacılık sisteminde yer alan bankaların etkinliklerinin bir önceki yıla göre karşılaştırılmasıdır. Bankalar ve girdi çıktı değerleri 2007 yılı için Tablo 1.3. 'de ve 2008 yılı için Tablo 1.4. 'de verilmiştir.

Tablo 1.3. 2007 Yılı Mevduat Bankaları Verileri

BANKA ADI	PERSONEL SAYISI	ŞUBE SAYISI	TOPLAM AKTİFLER (MİLYON YTL)	NET DÖNEM KARI (MİLYON YTL)	TOPLAM KREDİLER (MİLYON YTL)	TOPLAM MEVDUAT (MİLYON YTL)	NET ÜCRET VE KOMİSYON GELİRLERİ (MİLYON YTL)
	GİRDİ	GİRDİ	GİRDİ	ÇIKTI	ÇIKTI	ÇIKTI	ÇIKTI
T.C.ZİRAAT BANKASI A.Ş.	20872	1251	80942	2351	21604	68250	728
TÜRKİYE İŞ BANKASI A.Ş.	19414	939	80181	1702	33980	48533	1075
TÜRKİYE GARANTİ BANKASI A.Ş.	14517	588	67578	2316	37218	39098	1198
AKBANK T.A.Ş.	13513	716	68205	1994	37016	41044	946
YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş.	14249	676	50353	709	28509	32167	974
TÜRKİYE VAKIFLAR BANKASI T.A.O.	8700	362	42408	1031	23470	28863	360
TÜRKİYE HALK BANKASI A.Ş.	11484	590	40234	1131	18121	30841	296
FİNANSBANK A.Ş.	9061	411	20882	553	14174	12958	501
DENİZBANK A.Ş.	6634	320	14912	211	10415	9217	102
ING BANK A.Ş. (OYAKBANK)	5922	365	12541	135	8511	8904	146
TÜRK EKONOMİ BANKASI A.Ş.	5141	273	11801	130	6864	7083	107
HSBC BANK A.Ş.	5733	237	13432	364	9345	7663	272
FORTİS BANK A.Ş.	5041	268	9891	150	5528	5647	150
ŞEKERBANK T.A.Ş.	3824	235	6088	123	3614	4155	91
ALTERNATİF BANK A.Ş.	868	40	2597	63	1864	1704	18
ANADOLUBANK A.Ş.	1724	76	3030	73	1764	1856	41
TEKSTİL BANK A.Ş.	1547	59	2902	42	2083	1514	27

Tablo 1.4. 2008 Yılı Mevduat Bankaları Verileri

BANKA ADI	PERSONEL SAYISI		ŞUBE SAYISI	TOPLAM AKTİFLER (MİLYON YTL)		NET DÖNEM KARI (MİLYON YTL)		TOPLAM KREDİLER (MİLYON YTL)		TOPLAM MEVDUAT (MİLYON YTL)		NET ÜCRET VE KOMİSYON GELİRLERİ (MİLYON YTL)	
	GİRDİ	SAYISI		GİRDİ	(MİLYON YTL)	ÇIKTI	(MİLYON YTL)	ÇIKTI	(MİLYON YTL)	ÇIKTI	(MİLYON YTL)	ÇIKTI	(MİLYON YTL)
T.C.ZİRAAT BANKASI A.Ş.	21299		1269	104412	2134	30836	83883	572					
TÜRKİYE İŞ BANKASI A.Ş.	20924		1039	97552	1509	47610	63539	1204					
TÜRKİYE GARANTİ BANKASI A.Ş.	16350		726	88941	1750	49907	52715	1441					
AKBANK T.A.Ş.	15127		868	85655	1705	44374	52182	1092					
YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş.	14795		861	63723	1043	38673	41705	1263					
TÜRKİYE VAKIFLAR BANKASI T.A.O.	9567		525	52193	753	30502	37120	466					
TÜRKİYE HALK BANKASI A.Ş.	12467		622	51096	1018	25836	40271	370					
FİNANSBANK A.Ş.	9986		458	26573	363	17878	15939	575					
DENİZBANK A.Ş.	7376		400	19225	278	12759	9999	195					
ING BANK A.Ş.	6357		366	16503	140	11044	9998	171					
TÜRK EKONOMİ BANKASI A.Ş.	6400		336	14736	164	8505	9272	192					
HSBC BANK A.Ş.	6853		335	14696	250	9724	9183	348					
FORTIS BANK A.Ş.	5378		300	11915	145	7238	5461	170					
ŞEKERBANK T.A.Ş.	4089		250	8041	144	4800	5932	94					
ALTERNATİF BANK A.Ş.	1006		46	3745	12	2371	2654	20					
ANADOLUBANK A.Ş.	1718		77	3384	87	1958	2087	51					
TEKSTİL BANK A.Ş.	1410		60	2953	13	1606	1434	26					

5.1.5. Verilerin Aralık Verilere Dönüştürülmesi

Çalışmada kullanılan veriler resmi kurumlarından temin edilmiştir. Ancak bunlar kesin veriler gibi görünmekle birlikte bu göstergelerin tespitinde çeşitli hatalar, eksikler ve değişiklikler olması söz konusudur.

Veri Zarflama Analizi veriye duyarlı bir tekniktir. Verilerde oluşabilecek çeşitli hatalar çok farklı sonuçların elde edilmesine sebep olmaktadır. Bu hataların önüne geçilmesi amacıyla Bulanık Teori'den yararlanılarak Veri Zarflama Analizi tekniğinin uygulanmasının daha başarılı sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Bu amaçla önerilen Bulanık Veri Zarflama Analizi teknikleri arasından “Aralık Veriler” ile uygulanabilen Bulanık Veri Zarflama Analizi yönteminden yararlanılacaktır. Bu amaçla veriler, aralık verilere dönüştürülmek suretiyle analiz yapılacaktır.

Verilerin aralık veriler şeklinde ifade edilebilmesi için 7 değişkenin standart hatalarından yararlanılmıştır. Her bir değişkenin verilerine standart hata eklenerek ve çıkarılarak

$$(\text{Üst Sınır Verisi}) = (\text{Mevcut Veri}) + (\text{Standart Hata})$$

$$(\text{Alt Sınır Verisi}) = (\text{Mevcut Veri}) - (\text{Standart Hata})$$

biçiminde üst sınır ve alt sınır verisi hesaplanmış, böylelikle her bir veri aralık veri haline gelmiştir. Girdi ve çıktı değişkenlerine ait, oluşturulan bu aralık veriler Tablo 1.6., Tablo 1.7, Tablo 1.8 ve Tablo 1.9. 'da görülmektedir.

Tablo 1.5. Girdi ve Çıktı Bilgilerine Ait İstatistiksel Veriler

DEĞİŞKENLER	STANDART HATA	
	YILLAR	
	2007	2008
PERSONEL SAYISI (GİRDİ)	1473,29	1558,67
ŞUBE SAYISI (GİRDİ)	78,77	85,30
TOPLAM AKTİF (GİRDİ)	6926,33	8795,68
NET DÖNEM KARI (ÇIKTI)	202,14	172,23
TOPLAM KREDİLER (ÇIKTI)	3054,20	4113,66
TOPLAM MEVDUAT (ÇIKTI)	4835,29	6199,36
NET ÜCRET VE KOMİSYON GELİRLERİ (ÇIKTI)	99,16	114,86

Tablo 1.6. 2007 Yılı Girdi Değişkenlerine Ait Aralık Verileri

BANKA ADI		PERSONEL SAYISI	ŞUBE SAYISI	TOPLAM AKTİFLER (MİLYON YTL)
		GİRDİ	GİRDİ	GİRDİ
T.C.ZİRAAT BANKASI A.Ş.	L	19399	1173	74016
	U	22345	1329	87868
TÜRKİYE İŞ BANKASI A.Ş.	L	17941	861	73255
	U	20887	1017	87107
TÜRKİYE GARANTİ BANKASI A.Ş.	L	13044	510	60652
	U	15990	666	74504
AKBANK T.A.Ş.	L	12040	638	61279
	U	14986	794	75131
YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş.	L	12776	598	43427
	U	15722	754	57279
TÜRKİYE VAKIFLAR BANKASI T.A.O.	L	7227	284	35482
	U	10173	440	49334
TÜRKİYE HALK BANKASI A.Ş.	L	10011	512	33308
	U	12957	668	47160
FİNANSBANK A.Ş.	L	7588	333	13956
	U	10534	489	27808
DENİZBANK A.Ş.	L	5161	242	7986
	U	8107	398	21838
ING BANK A.Ş. (OYAKBANK)	L	4449	287	5615
	U	7395	443	19467
TÜRK EKONOMİ BANKASI A.Ş.	L	3668	195	4875
	U	6614	351	18727
HSBC BANK A.Ş.	L	4260	159	6506
	U	7206	315	20358
FORTİS BANK A.Ş.	L	3568	190	2965
	U	6514	346	16817
ŞEKERBANK T.A.Ş.	L	2351	157	0
	U	5297	313	13014
ALTERNATİF BANK A.Ş.	L	0	0	0
	U	2341	118	9523
ANADOLUBANK A.Ş.	L	251	0	0
	U	3197	154	9956
TEKSTİL BANK A.Ş.	L	74	0	0
	U	3020	137	9828

L: Alt Sınır Verisi
U: Üst Sınır Verisi

Tablo 1.7. 2008 Yılı Girdi Değişkenlerine Ait Aralık Verileri

BANKA ADI		PERSONEL	ŞUBE	TOPLAM AKTİFLER
		SAYISI	SAYISI	(MİLYON YTL)
		GİRDİ	GİRDİ	GİRDİ
T.C.ZİRAAT BANKASI A.Ş.	L	19741	1184	95617
	U	22857	1354	113207
TÜRKİYE İŞ BANKASI A.Ş.	L	19366	954	88757
	U	22482	1124	106347
TÜRKİYE GARANTİ BANKASI A.Ş.	L	14792	641	80146
	U	17908	811	97736
AKBANK T.A.Ş.	L	13569	783	76860
	U	16685	953	94450
YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş.	L	13237	776	54928
	U	16353	946	72518
TÜRKİYE VAKIFLAR BANKASI T.A.O.	L	8009	440	43398
	U	11125	610	60988
TÜRKİYE HALK BANKASI A.Ş.	L	10909	537	42301
	U	14025	707	59891
FİNANSBANK A.Ş.	L	8428	373	17778
	U	11544	543	35368
DENİZBANK A.Ş.	L	5818	315	10430
	U	8934	485	28020
ING BANK A.Ş. (OYAKBANK)	L	4799	281	7708
	U	7915	451	25298
TÜRK EKONOMİ BANKASI A.Ş.	L	4842	251	5941
	U	7958	421	23531
HSBC BANK A.Ş.	L	5295	250	5901
	U	8411	420	23491
FORTİS BANK A.Ş.	L	3820	215	3120
	U	6936	385	20710
ŞEKERBANK T.A.Ş.	L	2531	165	0
	U	5647	335	16836
ALTERNATİF BANK A.Ş.	L	0	0	0
	U	2564	131	12540
ANADOLUBANK A.Ş.	L	160	0	0
	U	3276	162	12179
TEKSTİL BANK A.Ş.	L	0	0	0
	U	2968	145	11748

L: Alt Sınır Verisi
U: Üst Sınır Verisi

Tablo 1.8. 2007 Yılı Çıktı Değişkenlerine Ait Aralık Verileri

BANKA ADI		NET DÖNEM KARI (MİLYON YTL)	TOPLAM KREDİLER (MİLYON YTL)	TOPLAM MEVDUAT (MİLYON YTL)	NET ÜCRET VE KOMİSYON GELİRLERİ (MİLYON YTL)
		ÇIKTI	ÇIKTI	ÇIKTI	ÇIKTI
T.C.ZİRAAT BANKASI A.Ş.	L	2149	18550	63415	629
	U	2553	24658	73085	827
TÜRKİYE İŞ BANKASI A.Ş.	L	1500	30926	43698	976
	U	1904	37034	53368	1174
TÜRKİYE GARANTİ BANKASI A.Ş.	L	2114	33264	34263	1099
	U	2518	41172	43933	1297
AKBANK T.A.Ş.	L	1792	33962	36209	847
	U	2196	40070	45879	1045
YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş.	L	507	25455	27332	875
	U	911	31563	27332	1073
TÜRKİYE VAKIFLAR BANKASI T.A.O.	L	829	20416	24028	261
	U	1233	26524	33698	459
TÜRKİYE HALK BANKASI A.Ş.	L	929	15067	26006	197
	U	1333	21175	35676	395
FİNANSBANK A.Ş.	L	351	11120	8123	402
	U	755	17228	17793	600
DENİZBANK A.Ş.	L	9	7361	4382	3
	U	413	13469	14052	201
ING BANK A.Ş. (OYAKBANK)	L	0	5457	4069	47
	U	337	11565	13739	245
TÜRK EKONOMİ BANKASI A.Ş.	L	0	3810	2248	8
	U	332	9918	11918	206
HSBC BANK A.Ş.	L	162	6291	2828	173
	U	566	12399	12498	371
FORTİS BANK A.Ş.	L	0	2474	812	51
	U	352	8582	10482	249
ŞEKERBANK T.A.Ş.	L	0	560	0	0
	U	325	6668	8990	190
ALTERNATİF BANK A.Ş.	L	0	0	0	0
	U	265	4918	6539	117
ANADOLUBANK A.Ş.	L	0	0	0	0
	U	275	4818	6691	140
TEKSTİL BANK A.Ş.	L	0	0	0	0
	U	244	5137	6349	126

L: Alt Sınır Verisi
U: Üst Sınır Verisi

Tablo 1.9. 2008 Yılı Çıktı Değişkenlerine Ait Aralık Verileri

BANKA ADI		NET DÖNEM KARI (MİLYON YTL)	TOPLAM KREDİLER (MİLYON YTL)	TOPLAM MEVDUAT (MİLYON YTL)	NET ÜCRET VE KOMİSYON GELİRLERİ (MİLYON YTL)
		ÇIKTI	ÇIKTI	ÇIKTI	ÇIKTI
T.C.ZİRAAT BANKASI A.Ş.	L	1962	26723	77684	458
	U	2306	34949	90082	686
TÜRKİYE İŞ BANKASI A.Ş.	L	1337	43497	57340	1090
	U	1681	51723	69738	1318
TÜRKİYE GARANTİ BANKASI A.Ş.	L	1578	45794	46516	1327
	U	1922	54020	58914	1555
AKBANK T.A.Ş.	L	1533	40261	45983	978
	U	1877	48487	58381	1206
YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş.	L	871	34560	35506	1149
	U	1215	42786	47904	1377
TÜRKİYE VAKIFLAR BANKASI T.A.O.	L	581	26389	30921	352
	U	925	34615	43319	580
TÜRKİYE HALK BANKASI A.Ş.	L	846	21723	34072	256
	U	1190	29949	46470	484
FİNANSBANK A.Ş.	L	191	13765	9740	461
	U	535	21991	22138	689
DENİZBANK A.Ş.	L	106	8646	3800	81
	U	450	16872	16198	309
ING BANK A.Ş. (OYAKBANK)	L	0	6931	3799	57
	U	312	15157	16197	285
TÜRK EKONOMİ BANKASI A.Ş.	L	0	4392	3073	78
	U	336	12618	15471	306
HSBC BANK A.Ş.	L	78	5611	2984	234
	U	422	13837	15382	462
FORTİS BANK A.Ş.	L	0	3125	0	56
	U	317	11351	11660	284
ŞEKERBANK T.A.Ş.	L	0	687	0	0
	U	316	8913	12131	208
ALTERNATİF BANK A.Ş.	L	0	0	0	0
	U	184	6484	8853	134
ANADOLUBANK A.Ş.	L	0	0	0	0
	U	259	6071	8286	165
TEKSTİL BANK A.Ş.	L	0	0	0	0
	U	185	5719	7633	140

L: Alt Sınır Verisi
U: Üst Sınır Verisi

5.1.6. Veri Zarflama Analizi Sonuçları

Girdi yönlü Sabit Getirili Malmquist TFP endeksi ile etkinlik ölçümü yapılabilmesi için gerekli olan aralık veriler Tablo 1.6, Tablo 1.7, Tablo 1.8 ve Tablo 1.9 yardımıyla belirlenir ve ele alınan yıllar için her bir bankanın sırasıyla üst sınır ve alt sınır teknik etkinlik değerleri hesaplanır.

Üst sınır etkinlik değeri ölçülürken, çıktı verilerinin üst sınır değerleri ve girdi verilerinin alt sınır değerleri kullanılır. Alt sınır etkinlik değerleri ölçülürken ise, çıktı verilerinin alt sınır değerleri ve girdi verilerinin üst sınır değerleri kullanılır.

Üst sınır ve Alt sınır etkinlik değerlerinin hesaplanması DEAP 2.1 programı aracılığıyla yapılarak 2007 ve 2008 yılları için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

ALT SINIR TEKNİK ETKİNLİK DEĞERLERİ

Results from DEAP Version 2.1

Input orientated Malmquist DEA

DISTANCES SUMMARY

year = 1 (2007)

firm	crs	te	rel to tech	in yr	vrs
no.	*****				te
	t-1	t	t+1		
1	0.000	1.000	1.421	1.000	
2	0.000	0.940	1.044	1.000	
3	0.000	1.000	1.735	1.000	
4	0.000	1.000	1.416	1.000	
5	0.000	1.000	0.971	1.000	
6	0.000	1.000	1.028	1.000	
7	0.000	0.950	1.151	1.000	
8	0.000	0.954	0.953	1.000	
9	0.000	0.746	0.707	0.990	

10	0.000	0.620	0.588	0.953
11	0.000	0.450	0.427	0.843
12	0.000	0.686	0.649	0.990
13	0.000	0.325	0.309	0.808
14	0.000	0.095	0.090	0.803
15	0.000	0.000	0.000	1.000
16	0.000	0.000	0.000	0.957
17	0.000	0.000	0.000	0.969

mean 0.000 0.633 0.735 0.960

year = 2 (2008)

firm	crs	te	rel to	tech	in yr	vrs	
no.	*****						te
	t-1	t	t+1				
1	1.251	1.000	0.000	1.000			
2	1.057	1.000	0.000	1.000			
3	1.195	1.000	0.000	1.000			
4	1.129	1.000	0.000	1.000			
5	1.068	1.000	0.000	1.000			
6	1.134	1.000	0.000	1.000			
7	1.020	0.990	0.000	1.000			
8	0.873	0.823	0.000	1.000			
9	0.683	0.647	0.000	0.949			
10	0.606	0.575	0.000	0.935			
11	0.413	0.392	0.000	0.820			
12	0.652	0.629	0.000	1.000			
13	0.334	0.317	0.000	0.826			
14	0.090	0.086	0.000	0.768			
15	0.000	0.000	0.000	1.000			
16	0.000	0.000	0.000	0.965			
17	0.000	0.000	0.000	1.000			
mean	0.677	0.615	0.000	0.957			

ÜST SINIR TEKNİK ETKİNLİK DEĞERLERİ

Results from DEAP Version 2.1

Input orientated Malmquist DEA

DISTANCES SUMMARY

year = 1 (2007)

firm no.	crs	te	rel to tech	in yr	vrs
	t-1	t	t+1		te
1	0.000	0.000	0.000	1.000	
2	0.000	0.000	0.000	1.000	
3	0.000	0.000	0.000	1.000	
4	0.000	0.000	0.000	1.000	
5	0.000	0.000	0.000	1.000	
6	0.000	0.000	0.000	1.000	
7	0.000	0.000	0.000	1.000	
8	0.000	0.000	0.000	1.000	
9	0.000	0.000	0.000	1.000	
10	0.000	0.000	0.000	1.000	
11	0.000	0.000	0.000	0.919	
12	0.000	0.000	0.000	1.000	
13	0.000	0.000	0.000	0.852	
14	0.000	0.000	0.000	1.000	
15	0.000	0.000	0.000	0.000	
16	0.000	1.000	1.062	1.000	
17	0.000	1.000	1.113	1.000	
mean	0.000	0.118	0.128	0.928	

year = 2 (2008)

firm	crs te rel to tech in yr			vrs
no.	*****			te
	t-1	t	t+1	
1	0.000	0.000	0.000	1.000
2	0.000	0.000	0.000	1.000
3	0.000	0.000	0.000	1.000
4	0.000	0.000	0.000	1.000
5	0.000	0.000	0.000	1.000
6	0.000	0.000	0.000	1.000
7	0.000	0.000	0.000	1.000
8	0.000	0.000	0.000	1.000
9	0.000	0.000	0.000	1.000
10	0.000	0.000	0.000	1.000
11	0.000	0.000	0.000	0.879
12	0.000	0.000	0.000	1.000
13	0.000	0.000	0.000	0.962
14	0.000	0.000	0.000	1.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000
16	1.252	1.000	0.000	1.000
17	0.000	0.000	0.000	0.000
mean	0.074	0.059	0.000	0.873

Tablo 1.10. Girdi Yönlü Malmquist TFP Endeksi Modeline Göre Elde Edilen 2007 Yılı
Alt ve Üst Sınır Teknik Etkinlik Skorları

BANKALAR		ALT SINIR ETKİNLİK SKORU	ÜST SINIR ETKİNLİK SKORU
1	T.C.ZİRAAT BANKASI A.Ş.	1,000	1,000
2	TÜRKİYE İŞ BANKASI A.Ş.	1,000	1,000
3	TÜRKİYE GARANTİ BANKASI A.Ş.	1,000	1,000
4	AKBANK T.A.Ş.	1,000	1,000
5	YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş.	1,000	1,000
6	TÜRKİYE VAKIFLAR BANKASI T.A.O.	1,000	1,000
7	TÜRKİYE HALK BANKASI A.Ş.	1,000	1,000
8	FİNANSBANK A.Ş.	1,000	1,000
9	DENİZBANK A.Ş.	0,990	1,000
10	ING BANK A.Ş. (OYAKBANK)	0,953	1,000
11	TÜRK EKONOMİ BANKASI A.Ş.	0,843	0,919
12	HSBC BANK A.Ş.	0,990	1,000
13	FORTİS BANK A.Ş.	0,808	0,852
14	ŞEKERBANK T.A.Ş.	0,803	1,000
15	ALTERNATİF BANK A.Ş.	1,000	0,000
16	ANADOLUBANK A.Ş.	0,957	1,000
17	TEKSTİL BANK A.Ş.	0,969	1,000

Buna göre 2007 yılı için değerlendirilen 17 bankadan 8 bankanın alt ve üst sınır etkinliklerinin her ikisi de 1 olduğu için tam teknik etkin bulunurken, 9 bankanın etkinlik skorları aralık sayılarla ifade edilen bulanık sayılar halinde ölçülmüştür. Bu 9 bankanın teknik etkinlik skorları,

Denizbank : [0.990 , 1.000]

ING Bank : [0.953 , 1.000]

TEB : [0.843 , 0.919]

HSBC : [0.990 , 1.000]

Fortisbank : [0.808 , 0.852]

Şekerbank : [0.803 , 1.000]

Alternatifbank : [1.000 , 0.000]

Anadolubank : [0.957 , 1.000]

Tekstilbank : [0.969 , 1.000]

biçimindedir. VZA, incelenen birimleri performanslarına göre sıralama olanağı da sunmaktadır. Ancak girdi yönlü Malmquist TFP modeline göre yapılan ölçüm sonucunda 9 bankanın teknik etkinlikleri aralık veriler halinde elde edilmiştir. Pişmanlık yaklaşımı kullanılarak, teknik etkinlik skorları aralık sayılarla elde edilen bu 9 bankanın teknik etkinlikleri sıralanabilir.

$$\begin{aligned}
R(\text{Denizbank}) &= \max [\max (1.000, 0.919, 1.000, 0.852, 1.000, 0.000, 1.000, 1.000) - \\
&\quad 0.990, 0] \\
&= 0.01
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{ING Bank}) &= \max [\max (1.000, 0.919, 1.000, 0.852, 1.000, 0.000, 1.000, 1.000) - \\
&\quad 0.953, 0] \\
&= 0.047
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{TEB}) &= \max [\max (1.000, 1.000, 1.000, 0.852, 1.000, 0.000, 1.000, 1.000) - \\
&\quad 0.843, 0] \\
&= 0.157
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{HSBC}) &= \max [\max (1.000, 1.000, 0.919, 0.852, 1.000, 0.000, 1.000, 1.000) - \\
&\quad 0.990, 0] \\
&= 0.01
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Fortisbank}) &= \max [\max (1.000, 1.000, 0.919, 1.000, 1.000, 0.000, 1.000, 1.000) \\
&\quad -0.808, 0] \\
&= 0.192
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Şekerbank}) &= \max [\max (1.000, 1.000, 0.919, 1.000, 0.852, 0.000, 1.000, 1.000) - \\
&\quad 0.803, 0] \\
&= 0.197
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Alternatif}) &= \max [\max (1.000, 1.000, 0.919, 1.000, 0.852, 1.000, 1.000, 1.000) - \\
&\quad 1.000, 0] \\
&= 0.000
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Anadolu}) &= \max [\max (1.000, 1.000, 0.919, 1.000, 0.852, 1.000, 0.000, 1.000) - \\
&\quad 0.957, 0] \\
&= 0.043
\end{aligned}$$

$$R(\text{Tekstil}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.919, 1.000, 0.852, 1.000, 0.000, 1.000,) - 0.969, 0]$$

$$= 0.031$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan banka Alternatifbank olduğu için, Alternatifbank 9 banka içinde en iyi teknik etkinliğe sahip banka olarak değerlendirilir ve sıralama işleminden elenerek geriye kalan 8 banka aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{Denizbank}) = \max [\max (1.000, 0.919, 1.000, 0.852, 1.000, 1.000, 1.000) - 0.990, 0]$$

$$= 0.01$$

$$R(\text{ING Bank}) = \max [\max (1.000, 0.919, 1.000, 0.852, 1.000, 1.000, 1.000) - 0.953, 0]$$

$$= 0.047$$

$$R(\text{TEB}) = \max [\max (1.000, 1.000, 1.000, 0.852, 1.000, 1.000, 1.000) - 0.843, 0]$$

$$= 0.157$$

$$R(\text{HSBC}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.919, 0.852, 1.000, 1.000, 1.000) - 0.990, 0]$$

$$= 0.01$$

$$R(\text{Fortisbank}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.919, 1.000, 1.000, 1.000, 1.000) - 0.808, 0]$$

$$= 0.192$$

$$R(\text{Şekerbank}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.919, 1.000, 0.852, 1.000, 1.000) - 0.803, 0]$$

$$= 0.197$$

$$\begin{aligned} R(\text{Anadolu}) &= \max [\max (1.000, 1.000, 0.919, 1.000, 0.852, 1.000, 1.000) - 0.957, 0] \\ &= 0.043 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Tekstil}) &= \max [\max (1.000, 1.000, 0.919, 1.000, 0.852, 1.000, 1.000,) - 0.969, 0] \\ &= 0.031 \end{aligned}$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan bankalar Denizbank ve HSBC Bank olduğu için, Denizbank ve HSBC Bank 8 banka içinde en iyi teknik etkinliğe sahip bankalar olarak değerlendirilir ve sıralama işleminden elenerek geriye kalan 6 banka aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$\begin{aligned} R(\text{ING Bank}) &= \max [\max (0.919, 0.852, 1.000, 1.000, 1.000) - 0.953, 0] \\ &= 0.047 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{TEB}) &= \max [\max (1.000, 0.852, 1.000, 1.000, 1.000) - 0.843, 0] \\ &= 0.157 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Fortisbank}) &= \max [\max (1.000, 0.919, 1.000, 1.000, 1.000) - 0.808, 0] \\ &= 0.192 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Şekerbank}) &= \max [\max (1.000, 0.919, 0.852, 1.000, 1.000) - 0.803, 0] \\ &= 0.197 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Anadolu}) &= \max [\max (1.000, 0.919, 0.852, 1.000, 1.000) - 0.957, 0] \\ &= 0.043 \end{aligned}$$

$$R(\text{Tekstil}) = \max [\max (1.000, 0.919, 0.852, 1.000, 1.000,) -0.969 , 0]$$

$$= 0.031$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan banka Tekstilbank olduğu için, Tekstilbank 6 banka içinde en iyi teknik etkinliğe sahip banka olarak değerlendirilir ve sıralama işleminden elenerek geriye kalan 5 banka aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{ING Bank}) = \max [\max (0.919, 0.852, 1.000, 1.000) -0.953 , 0]$$

$$= 0.047$$

$$R(\text{TEB}) = \max [\max (1.000, 0.852, 1.000, 1.000) -0.843 , 0]$$

$$= 0.157$$

$$R(\text{Fortisbank}) = \max [\max (1.000, 0.919, 1.000, 1.000) -0.808 , 0]$$

$$= 0.192$$

$$R(\text{Şekerbank}) = \max [\max (1.000, 0.919, 0.852, 1.000) -0.803 , 0]$$

$$= 0.197$$

$$R(\text{Anadolu}) = \max [\max (1.000, 0.919, 0.852, 1.000) -0.957 , 0]$$

$$= 0.043$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan banka Anadolubank olduğu için, Anadolubank 5 banka içinde en iyi teknik etkinliğe sahip banka olarak değerlendirilir

ve sıralama işleminden elenerek geriye kalan 4 banka aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$\begin{aligned} R(\text{ING Bank}) &= \max [\max (0.919, 0.852, 1.000,) -0.953 , 0] \\ &= 0.047 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{TEB}) &= \max [\max (1.000, 0.852, 1.000) -0.843 , 0] \\ &= 0.157 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Fortisbank}) &= \max [\max (1.000, 0.919, 1.000) -0.808 , 0] \\ &= 0.192 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Şekerbank}) &= \max [\max (1.000, 0.919, 0.852) -0.803 , 0] \\ &= 0.197 \end{aligned}$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan banka ING Bank olduğu için, ING Bank 4 banka içinde en iyi teknik etkinliğe sahip banka olarak değerlendirilir ve sıralama işleminden elenerek geriye kalan 3 banka aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$\begin{aligned} R(\text{TEB}) &= \max [\max (0.852, 1.000) -0.843 , 0] \\ &= 0.157 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Fortisbank}) &= \max [\max (0.919, 1.000) -0.808 , 0] \\ &= 0.192 \end{aligned}$$

$$R(\text{Şekerbank}) = \max [\max (0.919, 0.852) - 0.803 , 0]$$

$$= 0.116$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan banka Şekerbank olduğu için, Şekerbank 3 banka içinde en iyi teknik etkinliğe sahip banka olarak değerlendirilir ve sıralama işleminden elenerek geriye kalan 2 banka aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{TEB}) = \max [\max (0.852) - 0.843 , 0]$$

$$= 0.009$$

$$R(\text{Fortisbank}) = \max [\max (0.919) - 0.808 , 0]$$

$$= 0.111$$

Maksimum etkinlik kaybı küçük olan banka TEB olduğu için, TEB Fortisbank 'a göre daha iyi teknik etkinliğe sahip banka olarak değerlendirilir. Tüm bu işlemler neticesinde, girdi yönlü Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi modeline göre yapılan etkinlik ölçümü sonucunda, bahsedilen 9 bankanın teknik etkinlikleri;

Alternatifbank > Denizbank = HSBC Bank > Tekstilbank > Anadolubank > ING Bank > Şekerbank > TEB > Fortisbank

şeklinde sıralanır.

Bu duruma göre toplam 17 banka içerisinde 8 banka tam etkindir ve en kötü teknik etkinlik skoruna sahip banka ise Fortisbank 'dır.

Tablo 1.11. Girdi Yönlü Malmquist TFP Endeksi Modeline Göre Elde Edilen 2008 Yılı

Alt ve Üst Sınır Teknik Etkinlik Skorları

BANKALAR		ALT SINIR ETKİNLİK SKORU	ÜST SINIR ETKİNLİK SKORU
1	T.C.ZİRAAT BANKASI A.Ş.	1,000	1,000
2	TÜRKİYE İŞ BANKASI A.Ş.	1,000	1,000
3	TÜRKİYE GARANTİ BANKASI A.Ş.	1,000	1,000
4	AKBANK T.A.Ş.	1,000	1,000
5	YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş.	1,000	1,000
6	TÜRKİYE VAKIFLAR BANKASI T.A.O.	1,000	1,000
7	TÜRKİYE HALK BANKASI A.Ş.	1,000	1,000
8	FİNANSBANK A.Ş.	1,000	1,000
9	DENİZBANK A.Ş.	0,949	1,000
10	ING BANK A.Ş. (OYAKBANK)	0,935	1,000
11	TÜRK EKONOMİ BANKASI A.Ş.	0,820	0,879
12	HSBC BANK A.Ş.	1,000	1,000
13	FORTİS BANK A.Ş.	0,826	0,962
14	ŞEKERBANK T.A.Ş.	0,768	1,000
15	ALTERNATİF BANK A.Ş.	1,000	0,000
16	ANADOLUBANK A.Ş.	0,965	1,000
17	TEKSTİL BANK A.Ş.	1,000	0,000

Buna göre 2008 yılı için değerlendirilen 17 bankadan 9 bankanın alt ve üst sınır etkinliklerinin her ikisi de 1 olduğu için tam teknik etkin bulunurken, 8 bankanın etkinlik skorları aralık sayılarla ifade edilen bulanık sayılar halinde ölçülmüştür. Bu 8 bankanın teknik etkinlik skorları,

Denizbank : [0.949 , 1.000]

ING Bank : [0.935 , 1.000]

TEB : [0.820 , 0.879]

Fortisbank : [0.826 , 0.962]

Şekerbank : [0.768 , 1.000]

Alternatifbank : [1.000 , 0.000]

Anadolubank : [0.965 , 1.000]

Tekstilbank : [1.000 , 0.000]

biçimindedir. VZA, incelenen birimleri performanslarına göre sıralama olanağı da sunmaktadır. Ancak girdi yönlü malmquist TFP modeline göre yapılan ölçüm sonucunda 8 bankanın teknik etkinlikleri aralık veriler halinde elde edilmiştir. Pişmanlık yaklaşımı kullanılarak, teknik etkinlik skorları aralık sayılarla elde edilen bu 8 bankanın teknik etkinlikleri sıralanabilir.

$$R(\text{Denizbank}) = \max [\max (1.000, 0.879, 0.962, 1.000, 0.000, 1.000, 0.000) - 0.949, 0]$$

$$= 0.051$$

$$R(\text{ING Bank}) = \max [\max (1.000, 0.879, 0.962, 1.000, 0.000, 1.000, 0.000) - 0.935, 0]$$

$$= 0.065$$

$$R(\text{TEB}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.962, 1.000, 0.000, 1.000, 0.000) - 0.820, 0]$$

$$= 0.18$$

$$R(\text{Fortisbank}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.879, 1.000, 0.000, 1.000, 0.000) - 0.826, 0]$$

$$= 0.174$$

$$R(\text{Şekerbank}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.879, 0.962, 0.000, 1.000, 0.000) - 0.768, 0]$$

$$= 0.232$$

$$R(\text{Alternatif}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.879, 0.962, 1.000, 1.000, 0.000) - 1.000, 0]$$

$$= 0.000$$

$$R(\text{Anadolu}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.879, 0.962, 1.000, 0.000, 0.000) - 0.965, 0]$$

$$= 0.035$$

$$R(\text{Tekstil}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.879, 0.962, 1.000, 0.000, 1.000) - 1.000, 0]$$

$$= 0.000$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan bankalar Alternatifbank ve Tekstilbank olduğu için, Alternatifbank ve Tekstilbank 8 banka içinde en iyi teknik etkinliğe sahip bankalar olarak değerlendirilir ve sıralama işleminden elenerek geriye kalan 6 banka aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{Denizbank}) = \max [\max (1.000, 0.879, 0.962, 1.000, 1.000) - 0.949 , 0]$$

$$= 0.051$$

$$R(\text{ING Bank}) = \max [\max (1.000, 0.879, 0.962, 1.000, 1.000) - 0.935 , 0]$$

$$= 0.065$$

$$R(\text{TEB}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.962, 1.000, 1.000) - 0.820 , 0]$$

$$= 0.18$$

$$R(\text{Fortisbank}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.879, 1.000, 1.000) - 0.826 , 0]$$

$$= 0.174$$

$$R(\text{Şekerbank}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.879, 0.962, 1.000) - 0.768 , 0]$$

$$= 0.232$$

$$R(\text{Anadolu}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.879, 0.962, 1.000) - 0.965 , 0]$$

$$= 0.035$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan banka AnadoluBank olduğu için, AnadoluBank 6 banka içinde en iyi teknik etkinliğe sahip banka olarak değerlendirilir ve sıralama işleminden elenerek geriye kalan 5 banka aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{Denizbank}) = \max [\max (1.000, 0.879, 0.962, 1.000) - 0.949 , 0]$$

$$= 0.051$$

$$R(\text{ING Bank}) = \max [\max (1.000, 0.879, 0.962, 1.000) - 0.935 , 0]$$

$$= 0.065$$

$$R(\text{TEB}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.962, 1.000) - 0.820 , 0]$$

$$= 0.18$$

$$R(\text{Fortisbank}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.879, 1.000) - 0.826 , 0]$$

$$= 0.174$$

$$R(\text{Şekerbank}) = \max [\max (1.000, 1.000, 0.879, 0.962) - 0.768 , 0]$$

$$= 0.232$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan banka Denizbank olduğu için, Denizbank 5 banka içinde en iyi teknik etkinliğe sahip banka olarak değerlendirilir ve sıralama işleminden elenerek geriye kalan 4 banka aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$\begin{aligned} R(\text{ING Bank}) &= \max [\max (0.879, 0.962, 1.000) - 0.935 , 0] \\ &= 0.065 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{TEB}) &= \max [\max (1.000, 0.962, 1.000) - 0.820 , 0] \\ &= 0.18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Fortisbank}) &= \max [\max (1.000, 0.879, 1.000) - 0.826 , 0] \\ &= 0.174 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Şekerbank}) &= \max [\max (1.000, 0.879, 0.962) - 0.768 , 0] \\ &= 0.232 \end{aligned}$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan banka ING Bank olduğu için, ING Bank 4 banka içinde en iyi teknik etkinliğe sahip banka olarak değerlendirilir ve sıralama işleminden elenerek geriye kalan 3 banka aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$\begin{aligned} R(\text{TEB}) &= \max [\max (0.962, 1.000) - 0.820 , 0] \\ &= 0.18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Fortisbank}) &= \max [\max (0.879, 1.000) - 0.826 , 0] \\ &= 0.174 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Şekerbank}) &= \max [\max (0.879, 0.962) - 0.768 , 0] \\ &= 0.194 \end{aligned}$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan banka Fortisbank olduğu için, Fortisbank 3 banka içinde en iyi teknik etkinliğe sahip banka olarak değerlendirilir ve sıralama işleminden elenerek geriye kalan 2 banka aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{TEB}) = \max [\max (1.000) - 0.820 , 0]$$

$$= 0.18$$

$$R(\text{Şekerbank}) = \max [\max (0.879) - 0.768 , 0]$$

$$= 0.111$$

Maksimum etkinlik kaybı küçük olan banka Şekerbank olduğu için, Şekerbank TEB'e göre daha iyi teknik etkinliğe sahip banka olarak değerlendirilir. Tüm bu işlemler neticesinde, girdi yönlü Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi modeline göre yapılan etkinlik ölçümü sonucunda, bahsedilen 8 bankanın teknik etkinlikleri;

Alternatifbank = Tekstilbank > Anadolubank > Denizbank > ING Bank > Fortisbank

Şekerbank > TEB

şeklinde sıralanır.

Bu duruma göre toplam 17 banka içerisinde 9 banka tam etkindir ve en kötü teknik etkinlik skoruna sahip banka ise TEB 'dir.

Yapılan değerlendirme sonucunda 2007 yılında 8 banka tam etkin, 2008 yılında 9 banka tam etkindir.

SONUÇ

Bir ülkenin ekonomik gelişmesinde bankacılık sektörü çok önemli bir yer kaplamaktadır. Bankacılık sisteminin etkinliği ve verimliliği ancak tasarrufların verimli yatırımlara dönüştürülmesi ile artırılabilir. Diğer bir deyişle bankacılık sektörünün büyüme ortamına katkı sağlayabilmesi ve kaynak dağılımında üstlendiği rolü yerine getirebilmesi için etkinliğin sağlanması ve bunun sürdürülmesi çok önemlidir.

Bankacılık sektöründe yaşanan rekabet, bankaları kaynaklarını en etkin şekilde kullanmaya zorlamaktadır. Bunu sağlamak için bankaların rekabet ettikleri sektör içinde performanslarını değerlendirmeleri ve etkinliklerini arttırmak için referans almaları gereken bankaları belirlemeleri gerekir. Bu amaçla, bankaların istenilen çıktılarını elde etmek için girdilerinin hangi seviyeye kadar kullanıldığının belirlenmesinde etkinlik ve verimlilik analizleri çok önemli yönetim araçlarıdır.

Çalışmanın birinci bölümünde, etkinlik verimlilik ve bunların ölçümünde kullanılan yöntemler ve çoklu girdi ve çıktıya dayanan, çoklu karar verme oranlarının göreceli etkinliğini hesaplayan, matematiksel programlama tekniği olan Veri Zarflama Analizi anlatılmıştır. Bu yöntemin kavramsal, kuramsal, matematiksel yapısı, grafiksel gösterimi, modelleri, zayıf ve güçlü yönlerinden bahsedilmiştir. Ancak, özellikle gerçek dünya problemlerinde verilerin kesin ve eksiksiz olarak elde edilebilmesi çoğunlukla mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda bulanık teoriden yararlanılması çok daha doğru sonuçlar alınmasını sağlamaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, belirsizlik ve bulanık mantık kavramı ele alınmış olup tarihçesi, uygulama alanları, avantajları ve dezavantajları, matematiksel yapısı, modelleri incelenmiştir. Bulanık mantık, kesin olmayan ve “yaklaşık” durumlar için uygun bir çözüm sistemi oluşturma olanağı sunmakta ve belirsizlik altında akıl yürütmeyi sağlamaktadır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, bulanık veri zarflama konusuna değinilmiştir. Kesin olarak ölçülememiş veriler olduğunda, bir diğer ifadeyle bazı gözlemler bulanık olduğunda, klasik VZA tekniği ile yapılan etkinlik ölçümler doğru olmaz. Bu durumda VZA' ya bulanık bir yaklaşım getirilmesi, başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Veriler bulanık olduğunda, VZA modelinin amaç fonksiyonu ve kısıtları da bulanık hale gelmektedir. Bu nedenle klasik VZA metodu ile model çözülememektedir. Bu bölümde, bulanık verilerin olduğu durumlarda, bu veriler aralık sayılar ile ifade edilerek, yeni bir çift Aralık VZA modeli ile etkinlik ölçümü yapılmaktadır. VZA tekniği ile görelî etkinlikleri ölçülen birimlerin etkinlik skorları sıralanarak en etkin ve en az etkin birimler belirlenebilir. Aralık VZA metodu ile aralık sayılar halinde elde edilen etkinlik skorları, pişmanlık yaklaşımı ile sıralanabilir ve birimlerin performans karşılaştırmaları yapılabilir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, finansal kriz tanımı nedenleri bankacılık sektörüne etkileri etkileme mekanizması ele alınmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde, 2007 ve 2008 yılları Türk Bankacılık Sektöründe yer alan ve araştırma için seçilen mevduat bankalarının Bulanık VZA ile görelî etkinlik ölçümü yapılmıştır. Bu çalışma, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de finans sektörünün en önemli unsuru olarak kabul edilen bankalar için etkinlik kavramının yerinin açıklanmasını, literatürde bu konuda yapılan çalışmalara değinmeyi ve bankaların etkinliklerinin uygulama bölümünde örnek olarak ele alınan 2 yıllık süre zarfında, bulanık veri zarflama analizi yöntemi yardımıyla analiz edilmesini sağlamıştır. Çalışmada karma yaklaşım benimsenmiş olup girdi olarak personel sayısı, şube sayısı, toplam aktifler ve çıktı olarak net dönem karı, toplam krediler, toplam mevduat, net ücret ve komisyon gelirleri 17 bankanın 2007 ve 2008 yılları için verileri bulanık Veri zarflama analizi modelleri DEAP 1.2 programı aracılığıyla çözümlenmiştir.

Yapılan analiz sonucunda her iki yıl içinde girdi yönlü modeller incelendiğinde;

2007 yılı için 8 banka tam etkin olurken en kötü etkinliğe [0.808 , 0.852] skoru ile Fortisbank sahip olmuştur.

2008 yılı için 9 banka tam etkin olurken en kötü etkinliğe [0.820 , 0.879] skoru ile TEB sahip olmuştur.

2007 yılında HSBC, [0.990 , 1.000] skoru ile tam etkin değildir. 2008 yılında yaşanan ekonomik krize rağmen etkinlik skorunu yükselterek tam etkin hale gelmiştir. HSBC, 2008 yılında 2007 yılına oranla toplam mevduatlarının toplam kredilerini karşılama oranını ve bankacılık sonucunda elde etmiş olduğu faiz ve komisyon gelirlerini diğer 8 bankaya oranla daha fazla artırarak tam etkin duruma gelmiştir.

Tam etkinlik sağlayamayan bankalardan Tekstilbank, Anadolubank, ING bank ve Fortisbank bankacılık sektörünün girdi ve çıktı veriler bazında 2007 yılından 2008 yılına göstermiş olduğu artıştan daha fazla artış göstererek etkinlik skorlarını yükseltmişlerdir. Fakat etkinliklerindeki bu artış tam etkin hale gelmeleri için yeterli olmamıştır. Denizbank ise sektörün artış oranının altında kalarak etkinlik skorunun düşmesine neden olmuştur. Sektörün büyüme oranına paralel büyüme gösteren TEB ve Şekerbank ise etkinlik skorlarını korumuşlardır.

Tüm bu yapılan çalışmalar, sonucunda etkinlik sınırı altında kalan bankaların sektör içindeki etkinliklerini artırabilmeleri için toplam mevduatları ile toplam kredilerini fonlayabilir hale gelmeleri, net ücret ve komisyon gelirlerini artırmaları bunun yanı sıra personel ve şubelere ait maliyetlerinin minimuma indirgeyebilmeleri için konu ile ilgili çalışmaları stratejik olarak yönetmeleri gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Atan, M., Göksel, A., Karpat, G. (2002). Ankara'daki Anadolu Liselerin Toplam Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Saptanması. *XI. Eğitim Bilimleri Kongresi*. KKTC Yakın Doğu Üniversitesi. Kıbrıs , 23 – 26 Ekim
2. Atıkbay, T., 2001. *Türk Kara Kuvvetlerinde Veri Zarflama Analizi ile Performans Değerlendirmesi*. Yüksek Lisans Tezi: İstanbul .İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
3. Aydemir, Z. C. (2002). *Bölgesel Rekabet Edilebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması*. Uzmanlık Tezi. DPT Yayın No:2664. Ankara.192
4. Aydoğan, K. , Çapoğlu, G. (1989). Bankacılık Sisteminde Etkinlik ve Verimlilik Uluslararası Bir Karşılaştırma. *Milli Prodüktivite Merkezi yayınları, Yayın No : 397*.
5. Bastı, E. 2001 Finansal Krizinin Türkiye Ticari Bankacılık Sektörünün Toplam Faktör Verimliliğine Etkileri. *İktisat, İşletme ve Finans, Aralık 2005*. s.s. 63-80.
6. Baykal, N. , Beyan, T. (2004). *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*. Bıçakçılar Kitabevi: Ankara
7. Baykal, N. , Beyan, T. (2004). *Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler*. Bıçakçılar Kitabevi: Ankara
8. Berger, A. , Humprey, D. Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research. *Wharton School, Financial Institutions Center, Working Paper No:97-05,1997*
9. Boles, J. S. Donthu, N. and Lohtia, R. (1995). Salesperson Evaluation Using Relative Performance Efficiency: The Application of Data Envelopment Analysis. *Journal of Personal Selling and Sales Management* :ss 3-15

10. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E.. Measuring Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, Vol.2: 1978.
11. Çağlar, Ü. (2003). *Döviz Kurları Uluslararası Para Sistemi ve Ekonomik İstikrar*. İstanbul: Melisa Matbaacılık
12. Çingir S., Tarım, A. (2000). Türk bankacılık sisteminde performans ölçümü: DEA Malmquist TFP endeksi uygulaması. *H.Ü. İİBF Dergisi (18)*: ss. 17-34.
13. Çukur, S. (2005). Türk Ticari Bankacılık Sisteminde Etkinlik Analizi *İktisat İşletme ve Finans, İnceleme-Araştırma, Ağustos*: ss18
14. Ekren, N. Emiral, F. (2002). Türk bankacılık Sistemindeki Etkinlik Analizi (Veri Zarflama Analizi Uygulaması). *Active Bankacılık ve Finans Dergisi, Yıl : 4, Sayı : 24*: ss.6-27
15. Elmas, Ç. (2003). *Bulanık Mantık Denetleyiciler: Kuram, Uygulama, Sinirsel Bulanık Mantık*. Ankara: Seçkin Yayıncılık San. Ve Tic. A.Ş.
16. Farrell, M. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*. 120: 253-281.
17. Guo, P., Tanaka, H., Fuzzy DEA: A Perceptual Evaluation Method. *Fuzzy Sets and Systems, 2001*: ss. 149 -160.
18. <http://arsiv.ntvmsnbc.com/news/460082.asp> (05.03.2009)
19. <http://www.analiz.com/egitim/gazi001.html>. (02.02.2010)
20. <http://www.bddk.org.tr/turkce/yayinlar> (05.06.2009)
21. <http://www.mpm.org.tr/verimlilik/> (28.07.2009)
22. <http://www.tbb.org.tr> (27.05.2010)
23. İnan, E. A. Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik. *Bankacılar Dergisi, Sayı 34*. 2000

24. Kao, C., Liu, S. T. (2003). A mathematical programming approach to fuzzy efficiency ranking. *International Journal of Production Economics*, (86): ss. 145-154
25. Karakoç, İ. (2003). *Veri Zarflama Analizinde Tahminleyicilerin Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
26. Kaya, T. , E. Doğan. Dezenflasyon Sürecinde Türk Bankacılık Sektöründe Etkinliğin Gelişimi. *Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, ARD Çalışma Raporları 2005/10*, Araştırma Dairesi 2005.
27. Liu, C.C. (2003). Simulating weights restrictions in data envelopment analysis by the subjective and objective integrated approach. *Chinese Management Review*. 6.(1):68-78.
28. Mışkin, F. (1996). Lessons From the Asian Crisis, *NBER Working Papers*. 1-2
29. Öncü, S. ve Aktaş, R. (2007). Yeniden Yapılandırma Döneminde Türk Bankacılık Sektöründe Verimlilik Değişimi. *Celal Bayar Üniversitesi, Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Cilt 14, Sayı 1*.
30. Özkan, M.M. (2003). *Bulanık hedef programlama*. Ekin Kitabevi: Ankara
31. Saati, S. and Memariani, A. (2005). Reducing weight flexibility in fuzzy DEA. *Appl. Math. Comput.*, (161); ss. 611-622.
32. Seiford, L.M. and Thrall, R.M. (1990). Recent developments in DEA. *Journal of Econometrics*.
33. Şen Z. (2001). *Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri*. İstanbul: Bilge Kültür Sanat Kitabevi
34. Şen, Z. (2004). *Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Mantık ile Modelleme Prensipleri*. Su Vakfı Yayınları: İstanbul, 191

35. Şimşek, M. (2004). Finansal Küreselleşmenin Ekonomik Krizler Üzerindeki Etkileri ve Örnek Kriz Ekonomileri. *Finans-Politik&Ekonomik Yorumlar Dergisi*: ss.63-73.
36. Tarım, A. (2001). Veri Zarflama Analizi – Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi, Araştırma/inceleme/Çeviri Dizisi 15*: Ankara.
37. Tarım, A. (2001). Veri zarflama analizi. *Sayıştay Yayınları, Araştırma Serisi, No:15*: Ankara, 222s.
38. Yolalan, R., (1993). *İşletmelerde Görelî Etkinlik Ölçümü*. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No:483: Ankara, 96
39. Zadeh L.A. Fuzzy Logic = Computing With Words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 1996*. s. 103.
40. Zadeh, L. A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems, (1)* : ss. 3-28.
41. Zadeh, L.A. (1965). *Fuzzy sets, Information and Control*, 8(3): ss. 338-353.