



T. C.

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
SAYISAL YÖNTEMLER BİLİM DALI**

**İKİ AŞAMALI AĞ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE TÜRK
BANKACILIK SEKTÖRÜNÜN ETKİNLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ**

(DOKTORA TEZİ)

NAGİHAN MEMİŞ

BURSA-2023



T. C.

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
SAYISAL YÖNTEMLER BİLİM DALI**

**İKİ AŞAMALI AĞ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE TÜRK
BANKACILIK SEKTÖRÜNÜN ETKİNLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ**

(DOKTORA TEZİ)

NAGİHAN MEMİŞ

Danışman:

Doç. Dr. A. Gül EMEL

BURSA-2023

YEMİN METNİ

Doktora tezi olarak sunduğum “İki Aşamalı Ağ Veri Zarflama Analizi ile Türk Bankacılık Sektörünün Etkinliğinin Ölçülmesi” başlıklı çalışmanın bilimsel araştırma, yazma ve etik kurallarına uygun olarak tarafımdan yazıldığına ve tezde yapılan bütün alıntıların kaynaklarının usulüne uygun olarak gösterildiğine, tezimde intihal ürünü cümle veya paragraflar bulunmadığına şerefim üzerine yemin ederim.

09/02/2023

Adı Soyadı : Nagihan MEMİŞ

Öğrenci No : 711514014

Anabilimdalı : İşletme-Sayısal Yöntemler

Programı : Doktora

Tezin türü : Doktora



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tez Başlığı: “İki Aşamalı Ağ Veri Zarflama Analizi ile Türk Bankacılık Sektörünün Etkinliğinin Ölçülmesi”

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 128 sayfalık kısmına ilişkin, 25/01/2023 tarihinde şahsım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından (Turnitin) aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 9'dur.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç/ ~~dâhil~~
3. 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Uygulanma Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

25/01/2023

İmza

Adı Soyadı : Nagihan MEMİŞ
Öğrenci No : 711514014
Anabilim Dalı : İşletme-Sayısal Yöntemeler
Programı : Doktora
Statüsü : Doktora

Danışman:

Doç. Dr. A. Gül EMEL

25/01/2023

İmza

ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı	: Nagihan MEMİŞ
Üniversite	: Bursa Uludağ Üniversitesi
Enstitü	: Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilimdalı	: İşletme
Bilimdalı	: Sayısal Yöntemler
Tezin Niteliği	: Doktora
Sayfa Sayısı	: xii + 128
Mezuniyet Tarihi	:
Danışmanı	: Doç. Dr. A. Gül EMEL

İKİ AŞAMALI AĞ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE TÜRK BANKACILIK SEKTÖRÜNÜN ETKİNLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ

Bankalar, fonların tasarruf sahiplerinden ihtiyaç sahiplerine aktarılmasını sağlayarak aracılık görevini yerine getirirler ve ekonomik büyümeye katkıda sağlarlar. Bankaların artan önemine paralel olarak, yurtiçi alan yazınında Türk bankacılık sektörü üzerine etkinlik analizi çalışmaları yoğun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların çoğunluğunda bankaların dış girdilerin alınıp nihai çıktılarının üretildiği kara kutu yaklaşımıyla değerlendirildiği görülmektedir. Diğer taraftan alan yazınında bankalar üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda mevduatların girdi mi yoksa çıktı olarak mı ele alınacağı ile ilgili ortak bir görüş bulunmamaktadır. Mevduat ikilemi adı verilen bu probleme çözüm olarak yurtdışındaki çalışmalarda Ağ Veri Zarflama Analizi (AVZA)'nin kullanılması önerilmektedir. Yurtiçinde ise bankacılık sektöründe AVZA'nın kullanıldığı kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Diğer taraftan AVZA etkinlik skorları örneklem büyüklüğü ve aykırı değerlerin varlığı gibi faktörlere karşı duyarlı olmaktadır. Yurtiçi çalışmalar incelendiğinde bu problemin ele alınmadığı görülmüştür. Bu kapsamda bu çalışmada bankaların genel etkinlik süreci fon toplama ve fon kullanım olarak iki alt sürece ayrılmıştır. Bankaların kredi kalitesini gösteren takipteki krediler araştırma modeline eklenerek takipteki kredilerin etkinlik skoruna olan etkisi 2019 yılı için incelenmiştir. Etkinlik analizinde iki aşamalı Chu ve Zhu (2021)'nin Üretim Ölçeği Tabanlı AVZA modeli kullanılmıştır. Çalışmada örneklem büyüklüğünün tespit edilmesinde Wilson (1993)'un VZA uygulamaları için önerdiği Veri Bulutu Yaklaşımı benimsenmiştir. Veri Bulutu Yaklaşımı sonucunda potansiyel aykırı değer özelliğine sahip bankalar etkili gözlem olarak değerlendirilmiştir. Etkili Gözlem Analizi sonucunda üç kamu bankasının potansiyel etkili gözlem özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda çalışmada iki örneklem oluşturulmuş, etkinlik skorlarının duyarlılığının azaltılması amacı ile girdi uzayında boyut azaltımı gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda sistem etkinlik skoru 1 olan sahip banka tespit edilememiş, yabancı sermayeli bankaların özel sermayeli bankalara kıyasla hem fon toplamada hem de fon kullanımda daha etkin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ağ Veri Zarflama Analizi, Mevduat İkilemi, Etkili Gözlem Analizi, İstenmeyen Çıktılar

ABSTRACT

Name and Surname : Nagihan MEMİŞ
University : Bursa Uludag University
Institution : Social Science Institution
Field : Business Administration
Branch : Quantitative Methods
Degree Awarded : PhD
Page Number : xii + 128
Degree Date :
Supervisor : Assoc. Prof. A. Gül EMEL

MEASURING THE EFFICIENCY OF TURKISH BANKING SECTOR USING A TWO-STAGE NETWORK DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

By transferring funds from savers to those in need, banks fulfill their intermediary role and contribute to economic growth. In line with the increasing importance of banks, efficiency analysis studies on the Turkish banking sector have been carried out intensively in the domestic literature. When these studies are examined, it is seen that banks are evaluated with the black box approach, in which external inputs are taken and final outputs are produced in the majority of studies. On the other hand, there is no common view on whether deposits should be considered as inputs or outputs in studies on banks in the literature. As a solution to this problem called the deposit dilemma, it is suggested to use Network Data Envelopment Analysis (NDEA) in the studies. In the Turkish literature, there are a limited number of studies in which NDEA is used in the banking sector. On the other hand, NDEA efficiency scores are sensitive to factors such as sample size and the presence of outliers. When domestic studies were examined, it was seen that this problem was not handled. In this context, in this study, the general efficiency process of banks is divided into two sub-processes as fund collection and fund utilization. Non-performing loans, which show the credit quality of banks, were added to the research model and the effect of non-performing loans on the efficiency score was examined for 2019. The two-stage Chu and Zhu (2021) Production Scale Based NDEA model was used in the efficiency analysis. In the study, the Data Cloud Approach proposed by Wilson (1993) for DEA applications was adopted in determining the sample size. As a result of the Data Cloud Approach, banks with potential outliers were evaluated as influential observations. As a result of the Influential Observation Analysis, it was determined that three state banks have potential influential observation feature. In this context, two samples were created in the study, and a dimension reduction was carried out in the input space in order to reduce the sensitivity of the efficiency scores. As a result of the study, the bank having system efficiency score of 1 could not be determined, and it was found that foreign banks were more efficient in both fundraising and use of funds compared to privately owned banks.

Keywords: Network Data Envelopment Analysis, Deposit Dilemma, Influential Observation Analysis, Undesirable Outputs

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının arkasında şüphesiz bir çok kişinin yol göstericiliği, fedakarlığı, ışığı var. Ancak bu çalışmanın ortaya çıkmasındaki en büyük fedakarlık şüphesiz aileme aittir. Öncelikle benim ben olmamı sağlayan, her zaman yanımda olan sevgili annem Ayşe MEMİŞ’e, sevgili babam Mehmet MEMİŞ’e teşekkür ederim. Her şeyimi paylaştığım, sırtımı dayadığım en büyük arkadaşım ablam İmran MEMİŞ’e teşekkür ederim.

Lisansüstü hayatım boyunca benden desteğini esirgemeyen, gerek tecrübesiyle gerekse bilgisiyle bana destek olan, üzerimde emeği olan değerli danışmanım Doç. Dr. A. Gül EMEL’e teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte her zorlandığımda bana destek olan, durakladığımda bir an olsun elimi bırakmayan sevgili hayat arkadaşım Sait YAKAR’a teşekkür ederim. Bu çalışmanın ortaya çıkma sürecinin her anında problemlerime ortak olan, benimle zorlanan, benimle rahatlatan, beni motive eden Araş. Gör. Dr. Mine AYDEMİR DEV’e, Araş. Gör. Neşe ARAL’a, Araş. Gör. Dr. Ebru AYDOĞAN’a, Dr. Öğr. Üyesi Nurten DERİCİ TEMEL’e, Araş. Gör. Dr. Halime ALKAN’a ve Araş. Gör. Fadime AKSOY’a tüm destekleri için teşekkür ederim.

Gerek bu tez sürecinde gerekse lisansüstü hayatımda her zaman destek olan değerli hocam Prof. Dr. Çağatan TAŞKIN’a teşekkürü borç bilirim. Tez çalışmasını baştan sona okuyarak görüşlerini paylaşan ve yol gösteren değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Gülcan PETRİÇLİ’ye, Doç. Dr. Aysun KAPUCUGİL İKİZ’e, Dr. Öğr. Üyesi Ayça ÖZEKİN’e ve Doç. Dr. V. Sinem ARIKAN KARGI’ya çok teşekkür ederim.

Şüphesiz teşekkür edeceğim bir çok değerli insan var. Burada ismini saymadığım ve üzerimde emeği olan herkese çok teşekkür ederim.

Bursa, 2023

Nagihan MEMİŞ

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ.....	ii
DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER.....	xi
TABLolar	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TÜRK BANKACILIK SEKTÖRÜ

1.1. Türk Bankacılık Sektörü	5
1.2. Türk Bankacılık Sektörünün Gelişimi	6
1.2.1. Osmanlı Dönemi	7
1.2.2. 1923-1932 Dönemi	9
1.2.3. 1933-1944 Dönemi	10
1.2.4. 1945-1960 Dönemi	10
1.2.5. 1960-1980 – Planlı Dönem	11
1.2.6. Finansal Serbestleşme Dönemi	12
1.2.7. Yeniden Yapılandırma Dönemi	14
1.2.8. Küresel Finansal Kriz Sonrası Dönem	19

İKİNCİ BÖLÜM

AĞ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

2.1. Etkinlik Analizi ve Temel Kavramlar	25
2.1.1. Etkinlik Ölçümünde Sınır Yaklaşımı	27
2.1.2. Etkin Sınır Yaklaşımları.....	30
2.2. Ağ Veri Zarflama Analizi	32
2.2.1. Ağ Veri Zarflama Analizi'nin Gelişimi	32
2.2.2. Statik Ağ Yapısı ve Ağ Veri Zarflama Analizi.....	35
2.2.3. Ağ Veri Zarflama Analizi Yaklaşımları.....	39
2.2.3.1. Ağ Veri Zarflama Analizi'nde Kullanılan Üretim Sistemleri.....	39
2.2.3.2. Ağ Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Modeller	44
2.2.4. İki Aşamalı Ağ Veri Zarflama Analizi.....	49
2.2.4.1. Kesirli İki Aşamalı AVZA Modelleri	50
2.2.4.1.1. Çarpımsal Etkinlik Modelleri	50
2.2.4.1.2. Toplamsal Etkinlik Modelleri.....	57
2.2.4.2. Uzaklık Tabanlı İki Aşamalı AVZA Modelleri	60
2.2.4.3. Üretim Ölçeği Tabanlı İki Aşamalı AVZA Modeli	64

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BANKACILIK SEKTÖRÜNDE ETKİNLİK ANALİZİ VE AVZA UYGULAMALARI

3.1. Türk Bankacılık Sektöründe Etkinlik Analizi.....	67
3.2. Bankacılık Uygulamalarında İki Aşamalı Yaklaşım	69
3.3. Bankacılık Sektöründe İki Aşamalı AVZA Uygulamaları	71
3.3.1. Mevduat İkilemi	72
3.3.2. İstenmeyen Çıktılar	76

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

AĞ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE TÜRK BANKACILIK SEKTÖRÜ ETKİNLİĞİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

4.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı.....	80
4.2. Araştırma Modeli	81
4.2.1. Kavramsal Model	82
4.2.2. Ölçeğe Göre Getiri Seçimi	84
4.2.3. İstenmeyen Çıktılar	85
4.2.4. Örneklem Büyüklüğü	85
4.3. Boyut Azaltma	94
4.4. AVZA Bulguları	98
4.4.1. Birinci Örneklem Ait Genel Etkinlik Bulguları	98
4.4.2. İkinci Örneklem Ait Temel Etkinlik Bulguları	100
4.4.3. Boyut Azaltımı Öncesi ve Sonrası Etkinlik Bulguları	101
4.4.4. Alt Süreçlere Ait Etkinlik Bulguları	104
4.5. Genel Etkinlik Değerlendirmesi.....	108
SONUÇ VE ÖNERİLER	112
KAYNAKÇA.....	117

KISALTMALAR

TBB	Türkiye Bankalar Birliği
TCMB	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
GSMH	Gayri Safi Milli Hâsıla
BDDK	Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu
GEPG	Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı
TMSF	Tasarruf Mevduat Sigorta Fonu
IMF	Uluslararası Para Fonu
BIS	Uluslararası Ödemeler Bankası
BCBS	Basel Bankacılık Denetim Komitesi
KOBI	Küçük ve Orta Ölçekli İşletme
KGF	Kredi Garanti Fonu
AVZA	Ağ Veri Zarflama Analizi
VZA	Veri Zarflama Analizi
CRS	Ölçeğe Göre Sabit Getiri
VRS	Ölçeğe Göre Değişken Getiri
NIRS	Ölçeğe Göre Azalan Getiri
TFV	Toplam Faktör Verimlilik İndeksi
KVB	Karar Verme Birimi
TBA	Temel Bileşenler Analizi

ŞEKİLLER

Şekil 1.: 15 Mayıs 2001’de Açıklanan Yeniden Yapılandırma Programı	16
Şekil 2.: 2008-2021 Dönemi Özel Karşılık Öncesi Takipteki Krediler / Toplam Krediler (Yüzde).....	20
Şekil 3.: 2007-2021 Döneminde Toplam Mevduat/Toplam Pasif Oranı.....	21
Şekil 4.: 2020-2022 Ekim Dönemi Toplam Krediler Hacmi (Milyon TL)	22
Şekil 5.: Etkinlik ve Verimlilik.....	26
Şekil 6.: Sistem Yaklaşımı.....	28
Şekil 7.: Farrell Etkinlik Ölçüsü	29
Şekil 8.: Statik Kara Kutu Üretim Yapısı	35
Şekil 9.: Alt Üretim Teknolojilerinin (Süreçlerinin) Gösterimi	37
Şekil 10.: Ağ Üretim Sistemi.....	38
Şekil 11.: İki Aşamalı Olası Üretim Sistemleri	40
Şekil 12.: Paralel Alt Süreçlere Sahip Üretim Sistemi	41
Şekil 13.: Hiyerarşik Üretim Sisteminin Genel Yapısı.....	43
Şekil 14.: Karışık Üretim Sistemi.....	44
Şekil 15.: İstenmeyen Çıktılar İçin Üç Dönüşüm Uygulaması.....	77
Şekil 16.: Mevduat Bankaları’nın Girdi-Çıktı Değişkenlerine Yönelik Saçılım Grafiği	88
Şekil 17.: Mevduat Bankaları için Log-Oranı Grafiği	92
Şekil 18.: Bankaların Fon Toplama ve Fon Kullanım Etkinlikleri.....	109

TABLolar

Tablo 1.: Etkin Sınır Yaklaşımları	31
Tablo 2.: Etkinlik Ayrışımı Modelleri için Kullanılan Notasyon	50
Tablo 3.: Çalışmada Kullanılan Girdi-Çıktı Değişkenleri	83
Tablo 4: Tez çalışmasında girdi-ara girdi-çıktılar için verilen referanslar.....	83
Tablo 5: Türkiye’de Faaliyet Gösteren Mevduat Bankaları.....	86
Tablo 6.: Veri Setine Ait Tanımlayıcı İstatistikler.....	87
Tablo 7.: Çıkartılan Eşanlı Banka Sayısı ve Ona Karşılık Gelen Minimum $R^{(i)}$ değerleri	91
Tablo 8. : Değişkenler Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayıları	94
Tablo 9.: Girdi için R_x ve R_y Değerleri	97
Tablo 10.: $X^T X$ Matrisinin Özvektörleri	97
Tablo 11.: $X^T X$ Matrisinin Birinci Temel Bileşeni ile Girdiler Arasındaki Korelasyonu	98
Tablo 12.: Birinci Örneklem için Temel Etkinlik Bulguları	99
Tablo 13.: İkinci Örneklem için Temel Etkinlik Bulguları	100
Tablo 14.: Birinci Örneklem için Orijinal ve Boyut Azaltılmış Girdi-Çıktı Uzayındaki Etkinlik Tahmin Skorları.....	102
Tablo 15.: İkinci Örneklem için Orijinal ve Boyut Azaltılmış Girdi-Çıktı Uzayındaki Etkinlik Tahmin Skorları.....	103
Tablo 16: Birinci Örneklem için Genel Etkinlik ve Alt Süreç Etkinlik Skorları	106
Tablo 17: İkinci Örneklem için Genel Etkinlik ve Alt Etkinlik Skorları	107

GİRİŞ

Bankalar Türk finansal sisteminde ve ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. Fonların tasarruf sahiplerinden toplanıp ihtiyaç sahiplerine aktarılmasını sağlayarak ekonomide aracı rolünü üstlenmektedirler. Reel sektörün büyümesi için gerekli olan finansman ihtiyacını karşılayarak ekonominin gelişimine hizmet etmektedirler. Özellikle 1980 sonrası ekonomideki liberalleşme politikaları ile birlikte bankalar gerek kamu tüzel kişiliklerini gerekse özel kurum ve kuruluşlarını finanse eden finansal kuruluşlar olmuştur. Daha sonraki yıllarda yaşanan krizler ile birlikte çeşitli yapılandırma ve düzenlemelere tabi tutulmuşlardır.

Türkiye’de finansal kuruluşların toplam aktif büyüklüğü içerisinde bankacılık sektörünün payı 2019 yılı itibari ile %81 olarak gerçekleşmiştir. Bankaların ekonomideki ve finansal sistemdeki öneminin giderek artması ile birlikte bankacılık sektörü alan yazınında birçok etkinlik çalışması gerçekleştirilmiştir. Ancak sektör üzerine gerçekleştirilen etkinlik çalışmaları incelendiğinde, çalışmalarda bankaların etkinlik yapısının ortak girdi ve çıktılara sahip olan modeller olarak temsil edilmediği görülmektedir. Bu durumun nedeni çalışmalarda bankaların operasyon yapılarına teorik olarak farklı açılardan bakılmasıdır. Üretim yaklaşımını benimseyen çalışmalarda bankalar sermaye ve işgücü gibi girdileri alıp mevduat ve kredilere dönüştüren üretim birimleri olarak değerlendirilmektedir. Aracılık yaklaşımını benimseyen çalışmalarda ise bankalar toplamış oldukları mevduatları krediye dönüştüren aracı birimler olarak değerlendirilmektedir. Üretim yaklaşımında etkinlik sisteminin çıktısı olarak değerlendirilen mevduatlar, aracılık yaklaşımında girdi olarak değerlendirilmektedir. Bu durum çalışmalardan elde edilen bulguların farklı şekilde yorumlanmasına sebebiyet vermektedir. Üretim yaklaşımını benimseyen çalışmalarda etkin olarak çıkan bankalar aracılık yaklaşımını benimseyen çalışmalarda etkin olarak çıkmamaktadırlar. Bu durum ise çalışmayı gerçekleştiren araştırmacıların bankalara hangi işlevsel açıdan baktığına bağlı olarak farklılığa neden olacaktır. Holod ve Lewis (2011) mevduat ikilemi olarak geçen bu problemin çözümü olarak Ağ Veri Zarflama Analizi’nin kullanılmasını önermektedir.

Geleneksel Veri Zarflama Analizi modellerinde bir etkinlik sisteminin alt süreçleri dikkate alınmamaktadır. Etkinlik sistemi kara kutu (black box) olarak ele alınmakta ve sisteme giren dış girdiler nihai çıktılarına dönüştürülmektedir. Bu durum hem girdi hem de çıktı niteliğini barındıran ve ara ürün (intermediate product) olarak adlandırılan değişkenlerin matematiksel olarak modellenmemesine neden olmuştur. Veri Zarflama Analizi'nin bu eksikliği ilk olarak Charnes vd (1986) tarafından ele alınmıştır. Ancak, o dönemlerdeki alt süreçlere ayrıştırma işlemi yaklaşımın matematiksel yapısı üzerinde değil ele alınan araştırma problemindeki etkinlik sürecinin alt süreçlere ayrıştırılması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda Färe ve Grosskopf (1996)'un öncü çalışmaları ile geleneksel Veri Zarflama Analizi matematiksel olarak sistemin ağ yapısını temsil edecek bir biçimde geliştirilmiş ve Ağ Veri Zarflama Analizi (AVZA, Network Data Envelopment Analysis) ismini almıştır.

Ağ Veri Zarflama Analizi; bir üretim sürecinin o süreci oluşturan alt süreçlerinin dikkate alınması ile modellenmesini sağlayan model ailesinden oluşmaktadır. Geliştirilen modeller ele alınan üretim sürecinin ağ yapısına göre değişiklik arz etmektedir. Bu açıdan geleneksel Veri Zarflama Analizi'ndeki gibi kesin ve net bir model yapısı bulunmamaktadır. Ancak üzerinde en çok çalışılan ağ sistemleri iki aşamalı ağ sistemleri olmuştur. İki aşamalı AVZA modelleri yıllar içerisinde özellikle bankacılık, enerji, eğitim kurumları gibi alanlarda yurtdışında yoğun olarak kullanılmıştır. AVZA'nın bankacılık sektöründeki etkinlik ölçümüne olan en büyük katkısı, mevduatların ara ürün olarak ele alınıp üretim yaklaşımı ile aracılık yaklaşımı arasında bağlantı kurulmasına olanak sağlaması olmuştur. Böylelikle alan yazınındaki bulguların yorumlanmasında çelişkiye sebep olan mevduat ikilemi problemine çözüm önerisi getirilmiştir.

Yurtdışı alan yazınında bankacılık sektöründe AVZA çalışmaları yoğun olarak yer almaktadır. Ancak yurtiçi alan yazını incelendiğinde çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Yurtiçinde bankacılık sektöründe etkinlik analizinin AVZA ile gerçekleştirildiği çalışmalar incelendiğinde AVZA'nın etkinlik skorlarının ayırt ediciliğini etkileyen bazı problemlerin incelenmediği görülmüştür. Bu problemlerin ilki AVZA skorlarının örneklemdeki aykırı değerlerden etkilenmesi durumudur. İkincisi ise çok girdinin-çıktının olduğu örneklemelerde parametrik olmayan yöntemin tahmin

sonuçlarının gücünü etkileyen boyutsallığın laneti olarak da geçen durumdur. Bahsi geçen problemler bu tez çalışmasının motivasyonunu oluşturmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın amacı mevduat bankalarının etkinliklerinin alt üretim süreçlerini içeren bir ağ üretim sistemi olarak modellenmesi ve en az bilgi kaybı ile temsil edecek faktör yapısındaki girdi- ara ürün- çıktı ilişkisinin Ağ Veri Zarflama Analizi ile ölçülmesidir. Çalışma ile Türk bankacılık sektörünün fon toplama ve fon kullanım etkinliğine dair keşifsel bir araştırma sunulmaktadır. Bunun için mevduatlar hem girdi hem de çıktı olarak diğer bir ifade ile ara ürün olarak ele alınmakta ve bankaların etkinlik sistemi fon toplama ve fon kullanım olarak iki alt sürece ayrılmaktadır.

Yurtiçi bankacılık sektörü ile ilgili alan yazınında, parametrik olmayan yaklaşımlar ile yapılan etkinlik çalışmalarında istenmeyen çıktıların araştırma modeline dâhil edildiği çalışmaların sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Yurtdışı alan yazınında ise istenmeyen çıktıların araştırma modeline çıktı olarak dâhil edilmek istendiği durumlarda istenmeyen çıktıların doğrusal monoton dönüşümü ve doğrusal olmayan dönüşüm şeklinde ele alındığı görülmektedir. Kao (2017) ele alınan bu dönüşüm farklılığının etkinlik skorlarını değiştirebileceğini ifade etmiştir. Söz konusu dönüşümlerin etkinlik skorlarına olan etkisinin araştırılması amacı ile tez çalışmasında bankaların kredi kalitesini gösteren takipteki krediler üç senaryo altında araştırma modeline dâhil edilmekte ve etkinlik skoruna olan etkisi araştırılmaktadır.

Tez çalışmasının örneklemini Türkiye’de faaliyet gösteren 27 adet mevduat bankası oluşturmaktadır. Çalışmada incelenen dönem bankacılık sektöründe mevduatların toplam pasif içerisindeki payının önceki beş yıla nazaran en yüksek olduğu yıl olan 2019 yılıdır. 2019 yılı ekonomik olarak ticaret hacminin azaldığı ve durgunluğun yaşandığı bir sene olmuştur. Ekonomide yaşanan bu durgunluk bankacılık sektörünü etkilemiş, mevduatların kredilere dönüşümü bir önceki yıla kıyasla azalmıştır. Yüz bin kişiye düşen şube ve çalışan sayısı önceki beş yıla nazaran en düşük seyirde gerçekleşmiştir (TBB, 2020, p. 36). Bu bilgiler ışığında tez çalışmasında kamu sermayeli, yabancı sermayeli ve özel sermayeli bankaların 2019 yılı için fon toplama ve fon kullanma etkinlikleri ölçülmektedir. Çalışmada; Türk bankacılık sektöründe bankalar arasında gerek aktif büyüklüğü gerekse rekabet ortamında sahip olunan avantaj bakımından farklılık söz

konusu olduğundan, örneklem büyüklüğünün tespiti için Wilson (1993)'un Etkili Gözlem Analizi'ne yer verilmektedir. Çalışma sonucu elde edilen bulgular 2019 yılı için ve çalışmada ele alınan örneklem dâhilinde geçerli olmaktadır. Bu husus çalışmanın kısıtını oluşturmaktadır.

Çalışmanın; birinci bölümünde Türk bankacılık sektörünün gelişimine yer verilmektedir. İkinci bölümde temel etkinlik analizine değinilmekte, Ağ Veri Zarflama Analizi'nin iki aşamalı modelleri incelenmektedir. Üçüncü bölümde Türk bankacılık sektöründeki etkinlik çalışmalarına, yurtiçi ve yurtdışında bankacılık sektöründe gerçekleştirilen Ağ Veri Zarflama Analizi alan yazını bilgisine yer verilmektedir. Dördüncü bölümde ise Türk bankacılık sektöründe Ağ Veri Zarflama Analizi ile yapılan etkinlik ölçümü uygulaması yer almaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

TÜRK BANKACILIK SEKTÖRÜ

1.1. Türk Bankacılık Sektörü

Türkiye’de bankacılık sektörü Türk finansal sisteminin öncüsü olup, önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Türk finansal sistemindeki toplam aktiflerin %82’si bankacılık sektörüne aittir. Türk bankacılık sektöründe fonksiyonel ve yapısal anlamda farklılık arz eden banka çeşitleri bulunmaktadır. Bu farklılık sermaye yapısı ve mevduat toplamada yetkinlik açısından ayrılmaktadır (Eleren ve Özgür, 2006, s. 58; TBB, 2022, s. 31). Türk bankacılık sisteminde faaliyette bulunan bankalar mevduat bankaları, katılım bankaları ve kalkınma ve yatırım bankaları olarak yer almaktadır. Mevduat bankaları kendi içerisinde kamu sermayeli bankalar, özel sermayeli bankalar ve yabancı sermayeli bankalar olmak üzere üç grupta incelenmektedir. Bahsi geçen bankalar 5411 sayılı Bankacılık Kanunu’nda şu şekilde tanımlanmıştır:

“Mevduat Bankası: Bu kanuna göre kendi nam ve hesabına mevduat kabul etmek ve kredi kullandırmak esas olmak üzere faaliyet gösteren kuruluşlar ile yurt dışında kurulu bu nitelikteki kuruluşların Türkiye’deki şubelerini,

Katılım Bankası: Bu kanuna göre özel cari ve katılma hesapları yolu ile fon toplamak ve kredi kullandırmak esas olmak üzere faaliyet gösteren kuruluşlar ile yurt dışında kurulu bu nitelikteki kuruluşların Türkiye’deki şubelerini,

Kalkınma ve Yatırım bankası: Bu kanuna göre mevduat veya katılım fonu kabul etme dışında; kredi kullandırmak esas olmak üzere faaliyet gösteren ve/veya özel kanunlar ile kendilerine verilen görevleri yerine getiren kuruluşlar ile yurt dışında kurulu bu nitelikteki kuruluşların Türkiye’deki şubelerini ifade etmektedir” (Bankacılık Kanunu, birinci kısım, m.3).

Mevduat bankaları ticari banka olarak da adlandırılmaktadır. Bu bankalar, tasarruf sahiplerinden topladıkları mevduatları krediye dönüştürerek ekonomik gelişmeye katkıda

bulunurlar. Katılım bankaları ise kâr/zarar esasına göre topladıkları fonları ortaklık, ticaret gibi yöntemler ile reel sektörde değerlendirirler ve elde ettikleri kâr ve zarar tasarruf sahipleri ile paylaşırlar. Mevduat bankalarında mevduat toplamada bankanın borçlu olduğu ve fon kullandırmada ise ihtiyaç sahibinin borçlu olduğu bir ilişki vardır. Katılım bankalarında ise borçluluk durumu söz konusu değildir, sermaye ve emek ortaklığı yer alır. Mevduat bankalarında mevduat faiz ile toplanmaktadır, katılım bankalarında ise faiz yoktur ve dağıtılacak kâr önceden belli değildir. Kalkınma bankaları, gelişmekte olan ülkelerde fon ihtiyacı olan kurumlara ve endüstri işletmelerine genellikle orta ve uzun vadede olmak üzere yatırımları için fon sağlayan bankalardır. Yatırım bankaları ise gelişmiş ülkelerde atıl fonları değerlendirerek işletmelerin orta ve uzun vadeli fon ihtiyaçlarını aracılık ve danışmanlık hizmetleri ile karşılayan bankalardır. Kalkınma bankaları devlet desteği ile kurulurken yatırım bankaları özel sektör tarafından kurulmaktadır. Kalkınma bankaları doğrudan kredi verir ve imalat sektöründe çalışmaktadır, yatırım bankaları ise kredi yerine işletmeler için menkul kıymet ihraç ederek sermaye piyasalarından kaynak edinmelerini sağlar. Bu bankalar mevduat ve katılım bankaları gibi mevduat kabul etmezler (Arabacı, 2018, p. 30). Türkiye'deki bankalar sermaye sahipliğine göre üçe ayrılmaktadır: Birincisi sermayelerinin %50'sinden fazlasına devlet ya da kamu tüzel kişiliklerin sahip olduğu kamu bankalarıdır. İkincisi sermayelerine kamu kurum ve kuruluşlarının dâhil olmadığı özel kişi ve kuruluşlarının sahip olduğu özel bankalardır ve üçüncüsü ise sermayelerine yabancı uyruklu kişi ve kuruluşların sahip olduğu yabancı bankalardır (Delikanlı, 2018, p. 44).

Türkiye'de 2021 yılsonu itibari ile 57 bankanın faaliyet gösterdiği görülmektedir. Bunların 35 tanesi mevduat bankası, 16 tanesi kalkınma ve yatırım bankası, altı tanesi ise katılım bankasıdır. Mevduat bankalarının üç tanesi kamu sermayeli, sekiz tanesi ise özel sermayeli bankalardır. Yurtdışında yerleşik olan özel kurum ve kuruluşlarının sermayesine %51 ve daha fazla oranda paya sahip olduğu yabancı sermayeli mevduat bankaları ise 21 tanedir. Kalkınma ve yatırım bankalarının üç tanesi kamu sermayeli, dokuz tanesi özel sermayeli ve dört tanesi yabancı sermayelidir (TBB, 2022, p. 30).

1.2. Türk Bankacılık Sektörünün Gelişimi

Türkiye’deki bankacılık sektörü “Osmanlı Dönemi” ve “Cumhuriyet Dönemi” olmak üzere iki temel döneme ayrılmaktadır. Ancak ülkemizde iktisadi gelişmelerin kırılım dönemlerinden bankacılık sektörünün de büyük ölçüde etkilendiği görülmektedir. Alan yazınında Cumhuriyet dönemi ile başlayıp günümüze uzanan bankacılık sektörünün tarihi gelişimi aşağıda verilen dönemlere ayrılarak incelenmektedir (Coşkun vd., 2012, s. 3; E. Karabıyık, 2001, s. 13–16; Kaya ve Ataman, 2013, s. 62; Kaya ve Arslantürk Çöllü, 2020, s. 8; Keskin vd., 2008, s. 1; Yetiz, 2016, s. 110):

- 1923-1932 Dönemi
- 1933-1944 Dönemi
- 1945-1959 Dönemi
- 1960-1980 Dönemi (Planlı Dönem)
- 1980-2000 Dönemi (Finansal Serbestleşme Dönemi)
- 2001- 2007 Dönemi (Yeniden Yapılanma Dönemi)
- 2008 – Günümüz Dönemi (Küresel Kriz Sonrası Dönem)

Alan yazınında ilk üç döneme ait farklı adlandırmalar söz konusu olduğundan dönemlere ait başlıklar olarak ilgili dönemi kapsayan tarihler temel alınarak oluşturulmuştur.

1.2.1. Osmanlı Dönemi

Osmanlı devletinde bankacılığın temelleri İstanbul’un fethine dayandırılabilir. Fatih Sultan Mehmet, Galata’daki gayrimüslim bankerlerin mesleklerini icra etmelerine imkân sağlamış, bu topluluk 19.yy’ın ortalarına kadar oldukça güçlenmiş ve faaliyetlerini bankacılık faaliyetlerine dönüştürmüşlerdir. 19.yy’ın ortalarına kadar olan süreçte devlet para darlığını altın ve gümüş paraların ağırlık ve ayarını düşürmek sureti ile önlemiştir. Bu tarihlerde para miktarının ayarlanması, kredi hacminin düzenlenmesi, iç ve dış ödemelerin gerçekleştirilmesi gibi işlemler hazine, sarraflar, vakıflar ve loncalar gibi çeşitli oluşumlar tarafından yürütülmüştür. Tanzimat Fermanı’nın getirdiği giderlerin karşılanması amacı ile 1840’ta Osmanlı Devleti senyoraj¹ hakkını kullanarak ilk kâğıt

¹ Senyoraj: Paranın üretim maliyeti ile yazılı değeri arasındaki farktır. Söz konusu fark devletler için borçlanma ya da vergi toplanmaya gerek duyulmadan finansman sağlamaktadır (TCMB, 2011, p. 2).

parası olan “kaime”yi çıkartmıştır. Bu tarih öncesinde ise altın sikke kullanılmıştır. Kâğıt paranın değerini sabit tutma işi J. Alleen ve TH Baltazzi isimli iki galata bankerine verilmiş, 1847 yılında “Bank-ı Dersaadet – İstanbul Bankası” kurulmuştur. Ancak kâğıt para (kaime) o dönemde ithalat finansmanının sabit bir döviz kuru üzerinden dış mali piyasalara yazılacak faizli bir borç senedi ve hazine senedi olarak kullanılmıştır. İstanbul Bankası faaliyet alanının çok dar ve kısa süreli olması sebebi ile yaygın görüş Osmanlı Dönemi’ndeki bankacılığın esas yayılmasının 1856 yılında İngiliz sermayesi ile kurulan “Bank-ı Osmani – Ottoman Bank” ile olduğudur. Ottoman Bank’ın yetkileri küçük krediler vermek, hükümete avans sağlamak ve bazı hazine bonolarını iskonto etmek ile sınırlı olmuştur. Ottoman Bank daha sonra kendini feshederek “Bank-ı Osmanî-i Şahane – Osmanlı Bankası” adını almış ve Fransız sermayesi ortak edilmiştir. Bu dönemde, devlet ilk defa yurt dışından borçlanmıştır. Osmanlı Bankası’nın kurulmasının en önemli sebebi bu olup, Avrupa ülkelerine olan dış borçların ödenmesi hususunda aracılık görevi yapacak bir bankaya ihtiyaç duyulmasıdır (E. Karabıyık, 2001, s. 3; Keskin vd., 2008, s. 1; TCMB, 2011, s. 2).

Osmanlı Bankası’na Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) kurulana kadar banknot basma görevi verilmiştir. Banka devletin hazinedarı durumuna getirilmiş, devletin gelirlerini tahsil etmek, hazinenin ödemelerini yerine getirmek, iç ve dış borçlara yönelik faiz-anapara ödemelerini yapmakla görevlendirilmiştir. Bu dönemde Osmanlı Bankası’na borç vermek ve faiz geliri elde etmek amacı ile 11 adet yabancı banka kurulmuştur. Bu bankalar hazine için borç bulmak ve ödemek faaliyetlerini gerçekleştirdiğinden Osmanlı dönemindeki bankacılık “borçlanma bankacılığı” olarak yerini almıştır (E.Karabıyık, 2001, s. 5; Keskin vd., 2008, s. 2; Sümer, 2016, s. 488; TCMB, 2018, s. 5).

Milliyetçilik akımının etkisi ile 1863’te çiftçileri tefecilere karşı korumak ve uygun koşullarda kredi sağlamak için Memleket Sandıkları kurulmuştur. Daha sonra sermayenin toplanmasında sorun oluşması gibi nedenlerden üzerinde düzenleme yapılmış ve Menafi Sandıkları adını almış, zirai kredi teşkilatı olarak devam etmiştir. Menafi Sandıkları’nın yoğun olarak eleştirilmesi üzerine tarımsal kredinin devlet denetiminde yapılması için 1888’te Ziraat Bankası kurulmuştur. Diğer taraftan Osmanlı bankasının yabancı

sermayeli olması II. Meşrutiyet döneminde tepkilere yol açmış, ulusal bir merkez bankasının kurulması fikrinin zeminini oluşturmuştur. Bu doğrultuda 1917 yılında yerli sermayeye dayalı “Osmanlı İtibar-ı Millî Bankası” kurulmuştur. Ancak Osmanlı Devleti’nin I. Dünya Savaşı’ndaki yenilgisi bu bankanın ömrünün kısa olmasına neden olmuştur. Bu dönem ulusal bankacılığın öneminin anlaşılması ve tecrübe dönemi olması bakımından Cumhuriyet Dönemi için temel oluşturmuştur. (E. Karabıyık, 2001, s. 11; Keskin vd., 2008, s. 2; TCMB, 2018, s. 7).

1.2.2. 1923-1932 Dönemi

Alan yazınında bu dönem “Ulusal Bankalar Dönemi” ve “Kuruluş Dönemi” olarak da geçmektedir. Cumhuriyet dönemindeki ekonomi politikalarına 1923 yılındaki İzmir İktisat Kongresi’nde alınan kararlar öncülük etmiştir. Kongreye tüccar, sanayici ve çiftçiler katılmış, ulusal bankacılığın önemine değinilmiştir. Bunun için milli sermaye ile bir ticaret bankasının kurulması önerilmiştir. Bunun neticesinde özel kesim olarak 1924 yılında Türkiye İş bankası A.Ş. ve devlet bankası olarak 1925 yılında Sanayi ve Maadin Bankası kurulmuştur. Türkiye İş Bankası, Cumhuriyet’ten sonra kurulan ilk özel sermayeli bankadır. Görevi ise her türlü sınai ve ticari alandaki işletmelere kredi açmak olmuştur. Sanayi ve Maadin Bankası, ilk iştirak bankası olup görevi özel sanayi işletmelerine orta ve uzun vadeli krediler vermek ve çeşitli alanlarda destek sağlamak olmuştur. Ancak, bu banka amacını gerçekleştirememiş, 1933 yılında Sümerbank’a devredilmiştir. Yine bu dönemde ülke ekonomisinin temelini oluşturan tarım sektörüne destek olunması amacı ile Ziraat Bankası’nın sermayesi artırılmıştır. Bu dönemde kurulan ve etkin olan bir diğer banka ise inşaat sektörünü geliştirmek amacı ile kaynak sağlaması amacını taşıyan Emlak ve Eytam Bankası’dır. Bu dönemde bankacılık sektörü belirgin bir sayıya ulaşmıştır. 1927’ye gelindiğinde 18’i yabancı, üçü ticaret bankası, üçü özel yasa ile kurulan banka ve 18’i milli banka olmak üzere toplamda 42 banka mevcuttur (Coşkun vd., 2012, s. 5; Kaya ve Ataman, 2013, s. 62; Keskin vd., 2008, s. 3; Yetiz, 2016, s. 110).

Bu dönemin en önemli gelişmelerinden birisi de kuşkusuz 1930 yılında Merkez Bankası’nın kurulmasıdır. Daha önce bu amaçla kurulan Osmanlı İtibar-ı Milli

Bankası'nın amacını gerçekleştirememesi, bu görevi devralacak yeni bir merkez bankasının kurulmasını gündeme getirmiştir. Bu kapsamda, Türk parasının istikrarının sağlanması amacı ile bağımsız bir kurum sıfatı ile ve anonim bir şirket olarak Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası kurulmuştur. İsmindeki “Türkiye Cumhuriyet” ibaresi merkezi idareden bağımsız olması için özellikle “Türkiye Cumhuriyeti” olarak belirlenmemiştir. Kuruluş kanununa göre Merkez Bankası'nın temel amacı ülke ekonomisinin kalkınmasını desteklemek olmuştur (TCMB, 2011, p. 9).

1.2.3. 1933-1944 Dönemi

Bu dönemde 1929 yılındaki Dünya Ekonomik Krizi'nin ekonomiyi olumsuz yönde etkilemesi ve özel kesimdeki sermaye birikiminin yetersizliği, ekonomik kalkınmanın devlet öncülüğünde yapılmasını gündeme getirmiş, ekonomideki devletçilik stratejisi bankacılık sektörünü de etkilemiştir. Kamu İktisadi Teşebbüsleri aracılığı ile 1934 yılında temel tüketim mallarının üretilmesini içeren Beş Yıllık Sanayi Planı yürürlüğe girmiştir. Plan çerçevesinde çeşitli sektörlerin kalkınması amacı ile Belediyeler Bankası (1933), İller Bankası (1933), Sümerbank (1933), Halk Bankası (1933), Etibank (1935) ve Denizbank (1937) gibi özel amaçlı büyük ve önemli devlet bankaları kurulmuştur. Bu dönemde yapılan yatırımların devlet tarafından gerçekleşmesi, bazı zorunlu tasarrufların yapılması ile mümkün olmuştur. Bu neden ile düşük maliyetli finansman kaynağı sağlaması bakımından 1936 yılında 2999 sayılı Bankalar Kanunu yürürlüğe girmiştir (Coşkun vd., 2012, s. 7; Kaya ve Arslantürk Çöllü, 2020, s. 14; Keskin vd., 2008, s. 4; Yetiz, 2016, s. 111).

1.2.4. 1945-1960 Dönemi

Bu dönemde, bir önceki dönemde uygulanan kapalı ekonomi politikalarının yerini dışa açık ve özel sektörü destekleyen politikalar almıştır. Bu durum bankacılık sektörüne de yansımış, özel bankaların geliştiği dönem olmuştur. Garanti Bankası (1946), Akbank (1948), Pamukbank (1955) ve Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (1950) gibi özel bankalar ve Türkiye Sınai ve Kalkınma Bankası (TSKB) gibi finansman bankası kurulmuştur. Bu dönemde faiz oranlarının ve bankacılık işlemlerinden alınan komisyonların devletçe

belirlenmesi ve dövize dayalı işlem yapma yetkisinin sadece Merkez Bankası'na ait olması şube bankacılığına ve mevduat toplamaya dayalı bir rekabet ortamının önem kazanmasına neden olmuştur. 1945 yılında 405 adet olan banka şube sayısı, 1960 yılına gelindiğinde 1759'a kadar yükselmiştir (Kaya ve Ataman, 2013, s. 64; Keskin vd., 2008, s. 6).

1953'ten sonra yaşanan yüksek kamu açığı ve enflasyon, dolayısıyla artan dış borçlar 1958'de iktisadi bir krize neden olmuştur. Yaşanan bu kriz özellikle küçük ölçekli ve yerel bankaları olumsuz etkilemiştir. Bankalara olan mevduat girişi yavaşlamış ve iktisadi durgunluk nedeni ile kredilerde tahsilat güçlüğü yaşanmıştır. Bu durum birçok yerel ve zayıf yapıdaki bankanın iflas etmesine neden olmuştur (N. Coşkun et al., 2012, p. 10).

Bu dönemde yaşanan önemli gelişmelerden birisi de 1958 yılında

“Serbest piyasa ekonomisi ve tam rekabet ilkeleri çerçevesinde bankacılık düzenleme ilke ve kuralları doğrultusunda bankaların hak ve menfaatlerini savunmak, bankacılık sisteminin büyümesi, sağlıklı olarak çalışması ve bankacılık mesleğinin gelişmesi, rekabet gücünün artırılması amacı ile çalışmalar yapmak, rekabetçi bir ortam yaratılması ve haksız rekabetin de önlenmesi için gerekli kararları almak/ alınmasını sağlamak, uygulamak ve uygulanmasını talep etmek”

üzere Türkiye Bankalar Birliği (TBB)'nin kurulmasıdır (Ekrem Keskin et al., 2008, p. 7).

1.2.5. 1960-1980 – Planlı Dönem

Bu dönemde bankacılık faaliyetleri önemli ölçüde devlet kontrolünün altında gerçekleşmiştir. 1950'lerde yaşanan ekonomik dengesizlik, istikrar programına rağmen devam etmiştir. Bu durum uygulanan liberal ekonomi politikasının yerini kamunun ekonomik müdahalesinin arttığı bir karma ekonomi politikasına bırakmıştır. Bu dönemde bazı sektörlerin korunması amacı ile ekonomi dışı kapalı olarak sürdürülmüş, faiz oranları ve döviz kurları devlet tarafından belirlenmiştir. Belirlenen sektörlerde kalkınmanın gerçekleşmesi amacı ile negatif reel kredi faiz politikası ve TL'nin aşırı

değerlendirildiği bir döviz politikası uygulanmıştır. Kredi faiz oranları, komisyon oranları ve kredi limitleri belirlenmiş, yeni bankaların kurulması sınırlandırılmıştır. Sınırlı sayıdaki banka ile faiz ve kur riskinin olmadığı sınırlı bir rekabet ortamında, bankaların temel fonksiyonu yatırımların finansmanını sağlamak olmuştur. Bankalar topladıkları mevduatları artırmak için şube bankacılığına yönelmiş, özel bankaların çoğunluğu holding bankası² haline gelmiştir. Bu dönemde beş adet kalkınma (T.C. Turizm Bankası, Sınai Yatırım ve Kredi Bankası, Devlet Yatırım Bankası, Türkiye Maden Bankası, Devlet Sanayi ve İşçi Yatırım Bankası) ve iki adet ticari banka (Amerikan-Türk Dış Ticaret Bankası ve Arap-Türk Bankası) kurulmuştur (Coşkun vd., 2012, s. 12; Kaya ve Ataman, 2013, s. 65; Keskin vd., 2008, s. 12; Yetiz, 2016, s. 111).

1.2.6. Finansal Serbestleşme Dönemi

Türk bankacılık sistemi son kırk yılda çeşitli yasal ve yapısal değişikliklere uğramıştır. 1970'lerde ve 1980'lerin başında, Türk bankacılık sisteminin rekabetçi hale gelmesi, katı düzenlemeler ile engellenmiştir. 1980'lerdeki istikrar programının uygulanmasından önce yasal otorite tarafından yeni kuruluşların faaliyet göstermesinin kısıtlanması ve faiz oranlarının düzenlenmesi söz konusudur. Bu tür düzenleme ve politikalar, her ne kadar bankacılıkta istikrar sağlamak amacı ile tasarlanmış olsa da, Türk bankacılık sektörünün tamamında rekabet gücü ve etkin kredi dağılımının bozulmasına neden olmuştur. Bu dönemde gelişmekte olan ülkelerin dış kaynak bulma zorluğu ile birlikte artan dış borç krizi, finansal tasarrufların arttırılarak yurtiçi kaynakların harekete geçirilmesini gerekli kılmıştır. Türkiye ekonomisi de söz konusu koşullardan etkilenmiş, dış kaynak desteği olarak başvurduğu uluslararası kuruluşların serbestleşme ve reform şartı kısıtı ile karşı karşıya gelmiştir. Bu gereklilik sonucunda 24 Ocak 1980 yılında uygulamaya konulan istikrar programından itibaren serbest piyasa prensiplerine uygun olarak yabancı özel sermaye yatırımlarına önem verilmeye başlanmış ve yabancı özel sermayeyi özendirmeye yönelik adımlar atılmıştır. Finansal serbestleşme kapsamında yurtiçi rekabet ve tasarrufun arttırılması için mevduat ve kredi faizleri serbest bırakılmış, yurtdışından ve paralel piyasalardan bankacılık sistemine döviz transferinin arttırılması için ticari bankalara döviz alım satım ve bulundurma yetkisi verilmiştir. Bu dönemde faizlerin serbest bırakılması

² Holding bankası bir holdingin bir banka üzerindeki yönetim ve denetimine sahip olmasıdır.

ile rekabetin, etkinliğin ve yurtiçi tasarrufların artması beklenmiştir. 1980’lerde yürütülen politikaların temel amacı Türk bankacılık sektörünün rekabet gücünü, kredi tahsisini ve etkinliğini iyileştirmek ve artırmak olmuştur (Baltacı, 2016, s. 9; Kılınç Savrul vd., 2013, s. 230; Oktayer, 2009, s. 74; Partovi ve Matousek, 2019, s. 288).

Faiz oranları ve döviz hareketlerinin serbestleştirilmesinin yanı sıra bankacılık sistemine ilişkin de bazı gelişmeler olmuştur. Standart bir muhasebe ve raporlama sistemi geliştirilmiş, iç denetim standartları iyileştirilmiş, bağımsız dış denetim mekanizması kurularak sistemin sağlamlığı artırılmıştır. Diğer taraftan yabancı bankaların Türk bankaları ile aynı haklara sahip olmak kaydıyla şube açmalarına izin verilmiştir. Buna bağlı olarak yabancı bankaların sayısı önemli ölçüde artmıştır. Ayrıca uluslararası alandaki deneyimleri, kalifiye eleman istihdam etmeleri ve yenilikçi karakterleri bankacılık sisteminde şiddetli bir rekabeti beraberinde getirmiştir. 1984’te Merkez Bankası tarafından bankacılık sisteminin içindeki fon akışının etkinliğinin yanında bankacılık sisteminin de genel rezerv seviyesinin izlenebilmesi için güçlü bir araç olarak kısa vadeli krediler için bankalar arası para piyasası kurulmuştur. 1985’te devlet tahvillerinin haftalık olarak gerçekleştirilen ihaleler yolu ile satışı başlamıştır. Devlet tahvilleri vergiden muaf faiz sağlama ve risksiz enstrüman olmaları bakımından çekici hale gelmiş ve hem finansal hem de finansal olmayan kurumlarca alternatif bir yatırım aracı haline gelmiştir. Diğer bir gelişme olarak, 1986’da Merkez Bankası bankacılık sisteminin likiditesini kontrol edecek olan bir para politikası aracı olarak açık piyasa işlemlerini başlatmıştır. Son olarak 1988’de döviz kur rejiminin belirlenmesi için “Döviz ve Efektif Piyasaları” kurulmuştur. Bu piyasanın en önemli katılımcıları arasında ticari bankalar da yerini almıştır (Özer, 2015, p. 8; Uluyol, 2019, p. 81).

Serbestleşme döneminde artan rekabet, kaynak açısından bankacılık faaliyetlerinin artmasına neden olmuştur. Bankalar hazine bonosu ve devlet iç borçlanma senetleri satın alarak, döviz piyasalarında faaliyet göstererek sermaye piyasalarına katılmaya başlamış ve müşterilerine müşteri kredileri, döviz tevdiat hesapları, kredi kartı, leasing, faktöring, forfaiting, otomatik para çekme makineleri ve satış noktası terminalleri gibi yeni ürün ve hizmetler sunmuşlardır. Başlatılan reformlar yerli ve yabancı çok sayıda yeni bankanın bankacılık sektörüne girişine yol açmıştır. Bu durum, bankacılık sektöründeki rekabeti

artırmış, bankacılık faaliyetlerini geliştirmiştir. Ancak artan bu çeşitlilik beraberinde bankacılık denetimini gündeme getirmiştir. Finansal serbestleşme ile artan tasarrufların daha verimli alanlarda kullanılarak ekonomik büyümenin destekleneceği beklentisi varken kontrolsüz liberalleşme politikaları, makroekonomik ve mikroekonomik dengesizlikler, finansal derinliğin eksikliği ve buna bağlı olarak Türkiye'ye yönelik spekülasyon sermaye hareketlerinin artışı ekonomik kırılganlığı daha da artırmış, 1994, Kasım 2000 ve Şubat 2001'de gerçekleşen krizlerin temellerini atmıştır (Fukuyama ve Matousek, 2011, s. 77; Kılınç Savrul vd., 2013, s. 231; Partovi ve Matousek, 2019, s. 288; Yetiz, 2016, s. 112).

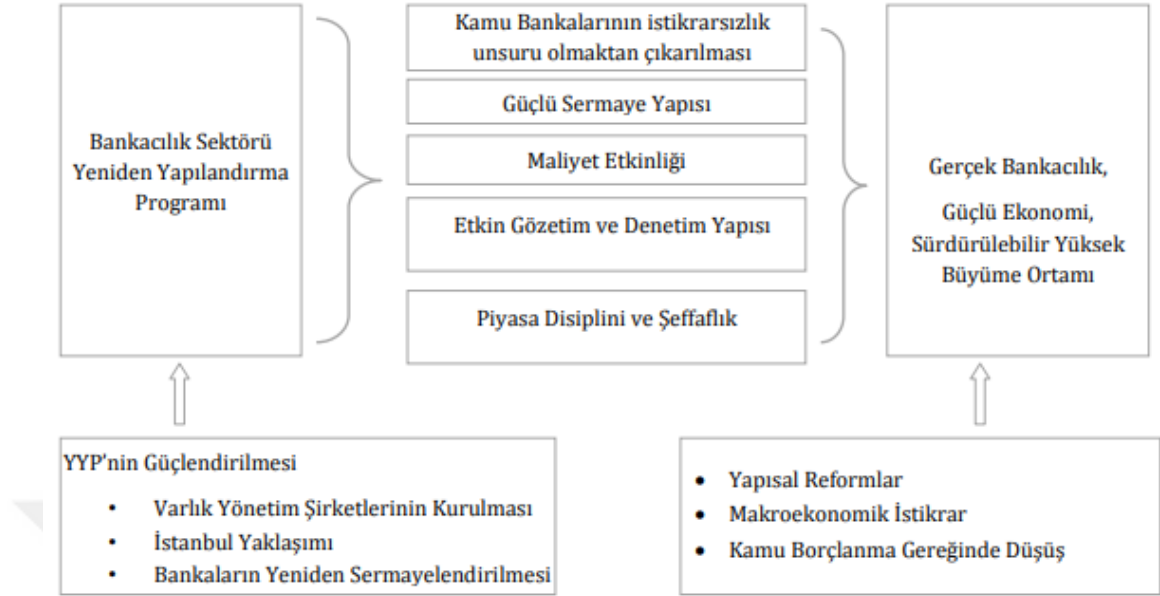
1990'lı yıllarda bankalardaki özkaynak yetersizliği, aktif kalitesinin zayıflığı, iç kontrolün yetersiz olması gibi yapısal sorunlar nedeni ile bankalar temel fonksiyonlarını yerine getirmekten uzaklaşmışlardır. Bankalar reel sektör yatırımlarını fonlama ve kaynakları uzun vadeli yatırımlara yönlendirme görevi yerine artan kamu borcunu karşıla işlevini yerine getirmiştir. Buna ek olarak; ortaya çıkan politik risk sermaye maliyetini artırmış, ülkeye olan sermaye akışının vadesini kısaltmıştır. Bankacılık lisansının verilmesinde denetim otoritesinin eksikliği, banka fonlarının ekonomik olarak etkin olmayan fonlara aktarılmasına yol açmıştır. Yaşanan sürekli yüksek enflasyona bağlı olarak; yerli paranın yabancı paralar ile ikamesi mantığı, bankaların döviz tevdiatlarında biriken mevduatlarının toplam mevduata oranını yükselmiştir. Döviz cinsinden mevduatın sınırsız olması, TL cinsinden finansal varlıklara olan talebin yüksek faizle ve kısa vadeli varlıklara dönük olması bankaların finansal yapılarını olumsuz etkilemiş, faiz ve kur riskini artırmıştır. Ekonomik ve siyasi dengesizliklerin devam etmesi ile birlikte bankaların mali yapılarının bozulması 1990'lı yılların ikinci yarısında alınan önlemleri yetersiz kılmış, 2000 ve 2001 krizinin gerçekleşmesi önlenememiştir (Çetin ve Oğuz, 2012, s. 9; Taşkın, 2016, s. 290; Uluyol, 2019, s. 83).

1.2.7. Yeniden Yapılandırma Dönemi

2000 yılı başından itibaren uygulanmaya başlanan enflasyonu düşürme programı ile enflasyonun %10'un altına düşürülmesi amaçlanmış olup bu kapsamda bütçe disiplini ve kamu kesimi açığına yönelik idari ve yasal düzenlemeler planlanmıştır. Bu kapsamda;

disiplinli kamu maliyesinin uygulanması, enflasyonun düşürülmesine odaklanmış kur ve para politikası ve enflasyon hedefi ile uyumlu bir gelirler politikasının yürütülmesine odaklanılmıştır. Ancak, kur artışlarının önceden belirlenerek ilan edilmesi ve kurdaki artışların bu düzeyde kalmasını sağlayacak şekilde para politikasının uygulanması, artan iç talep büyümesinin kontrol edilemediği bir dönemde baskı oluşturmuş ve program başarısızlıkla sonuçlanmıştır. 2000 yılının ikinci yarısında, Dünya Bankası tarafından verilecek kredinin kamu bankalarının yeniden yapılandırılmasına yönelik düzenlemelerin gecikmesine bağlı olarak askıya alınması, enflasyon düşüş hızının beklendiği gibi olmaması, iç talebin kontrol altına alınamaması sonucu Kasım 2000’de bankacılık sektörü krizi yaşanmıştır. Bu koşulların 2001 yılında daha da ağırlaşması sonucu Şubat 2001’de Türkiye Cumhuriyeti’nin en büyük krizlerinden birisi yaşanmıştır. 2001 Şubat krizi bankacılık sektörünü derinden sarsmış ve reel sektörü ciddi derecede etkilemiştir. Bankacılık sektörü bu tarihte ağır likidite, faiz ve kur riski ile karşı karşıya kalmıştır. 2001 yılında Gayri Safi Milli Hâsıla (GSMH) reel bazda %9,4 azalmış, tüketici fiyatları artış oranı %39’dan %69’a çıkmıştır. Döviz kurları ve faiz oranları hızla yükselmiştir. Ödemeler sistemi çökmüş, menkul kıymet ve para piyasaları işlemleri durmuştur. Türk lirasının değer kaybı ve ekonomik işlevlerin daralması sonucu bankacılık sektörünün aktif ve pasif yapısı önemli ölçüde bozulmuştur. Bankacılık sektörünün 2001 yılındaki toplam zararı özkaynaklarının %77’sine ulaşmıştır. Temelleri 1999 yılında atılmış olan adımları tamamlayıcı ve güçlendirici yapısal reformlar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda kriz sonrası ekonomideki yapısal sorunların giderilmesi ve mali yapının güçlendirilmesi için Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı (GEPG) uygulamaya konulmuş ve bankacılık sektöründe yeniden yapılandırma programı açıklanmıştır (Şekil 1)(Arabacı, 2018, s. 32; BDDK, 2010, s. 25–28; Keskin vd., 2019, s. 26–28).

Şekil 1.: 15 Mayıs 2001’de Açıklanan Yeniden Yapılandırma Programı



Kaynak: (BDDK, 2010, p. 39)

2001 krizi sonrası çok sayıda banka, Tasarruf Mevduat Sigorta Fonu (TMSF)³'na devredilmiş ya da kapatılmıştır. Yapısal reformlar kapsamında 1999 yılında yürürlüğe giren 4389 sayılı Bankalar Kanunu ile bankaların gözetim ve denetim işlevinin siyasi müdahalelerden arındırılması için bu işlevin bağımsız bir kurum tarafından yerine getirilmesi amacı ile Bankacılık Denetleme ve Düzenleme Kurumu (BDDK) kurulmuştur. Ağustos 2000'de bankacılık sektörünün düzenlenmesi, gözetimi ve denetimi görev ve yetkileri BDDK'ya devredilmiştir. BDDK ile bankacılık sektöründeki düzenlemelerin tek elden, bağımsız olarak uluslararası düzenlemelere uygun olacak şekilde gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaç ile 1999 yılında çıkarılmış olan Bankalar Kanunu yerine uluslararası bankacılık kriterlerine uygun olarak, 2005 yılında 5411 sayılı Bankacılık Kanunu yürürlüğe girmiş, gelişen finansal sektörün ihtiyacı doğrultusunda BDDK'nın görev alanı genişletilmiş ve bankacılık mevzuatı uluslararası düzenlemelere paralel hale getirilmeye çalışılmıştır. GEPG ile enflasyonun ortadan kaldırılması, kamu iç borç dinamiğinin kırılması ve yapısal problemlerin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. GEPG kapsamında BDDK Bankacılık Sektörü Yeniden

³ Tasarruf Mevduat Sigorta Fonu (TMSF), Mevduat sahiplerini banka krizlerinin olumsuz etkilerinden korumak ve kamu güvenini sağlamak amacı ile 1983 yılında kurulmuştur.

Yapılandırma Programı'nı duyurmuştur. Bu kapsamda bankacılık sektöründe önemli kararlar alınmış, yeni kurumlar oluşturulmuş ve yasal düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Söz konusu program; kamu bankalarının yeniden yapılandırılması, TMSF bünyesindeki bankaların çözümlenmesi, özel bankaların daha sağlıklı bir yapıya kavuşturulması ve denetimin güçlendirilmesi ile bankacılık sektörünün etkinliğinin artırılması hususlarını içermektedir (Arabacı, 2018, s. 32; Coşkun vd., 2012, s. 26; Keskin vd., 2019, s. 29; Oktayer, 2009, s. 81; Tiryaki, 2012, s. 76).

2002-2007 dönemi hem ekonomik hem de bankacılık sektörü açısından yeniden yapılandırma dönemi olmuştur. Bu dönemde Uluslararası Para Fonu (IMF) ile iki adet üçer yıllık Stand-by⁴ anlaşması (18. ve 19. Stand-by anlaşmaları) yapılmıştır. 18. stand-by anlaşması yeniden yapılanma sürecinin ilk ve en önemli adımların atıldığı bir dönem olmuştur. 18. Stand-by çerçevesinde

“bankacılık sektörünü reel sektörle sağlam bir ilişki kuracak şekilde yeniden yapılandırmak, kamu maliyesini gelecekte güçlü bir dengeye oturtmak ve yapısal reformlara imkân verecek yasal çerçeveyi oluşturmak” (TCMB, 2015, p. 25).

Amaçlanmıştır. 19. Stand-by dönemi (2005-2008) ise ekonominin yeniden yapılandırılmasında eksik kalan konuların tamamlanmasını içermektedir. Bu çerçevede büyümenin sürdürülebilirliği, yaşam standartlarının yükseltilmesi, işsizliğin azaltılması ve AB ülkeler standartlarına yaklaştırılması temel hedefler olmuştur. 18. Stand-by'dakilere paralel olarak enflasyon, mali disiplinin sağlanması, cari açığın %3'e düşürülmesi ve istikrarlı büyümenin (ortalama %5) sürdürülmesi hedefleri belirlenmiştir. Bankacılık mevzuatının uluslararası kurallarla uyumlaşma sürecinde özellikle 2001 krizi sonrasında bankacılık sektöründe geleneksel denetim anlayışından risk odaklı yaklaşıma geçilmesi benimsenmiştir. Bu çerçevede uluslararası gelişmelere uyumlu düzenlemeler yapılması amaçlanmış, Uluslararası Ödemeler Bankası (BIS) bünyesinde faaliyet gösteren Basel

⁴ Stand-by anlaşması ödemeler dengesinde bozukluk olan ülkelerin finansman ihtiyacının giderilmesi için belirli koşullar altında IMF ile yapmış olduğu fon sağlama anlaşmasıdır. Anlaşma koşulları, borç alma süresini, üyenin parasal ve bütçe hedefleri gibi performans kriterlerini karşılaması koşuluna bağlı olarak taksitleri içermektedir. Ayrıntılı bilgi için bakınız: (<https://www.imf.org/en/About/Factsheets/Sheets/2016/08/01/20/33/Stand-By-Arrangement>, Erişim Tarihi: 12.12.2022)

Bankacılık Denetim Komitesi (BCBS- Basel Committee on Banking Supervision) tarafından yayımlanmış olan Basel II kriterlerine uyum kapsamında gerekli alt yapı çalışmalarına başlanmıştır⁵. AB kurallarına uygun sermaye yeterliliği hesaplamasına geçilmiştir. 2006 yılında, bankaların maruz kaldıkları risklere karşı yeterli özkaynak bulundurmalarını sağlayacak usul ve esasların yer aldığı Bankaların “Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik” yayınlanmıştır. Söz konusu yönetmelik ile sermaye yeterlilik hesaplarına operasyonel risk kavramı dâhil edilmiştir⁶ (Arabacı, 2018, s. 34; Aslan Külâhi vd., 2014, s. 190; BDDK, 2010, s. 34; Çetin ve Oğuz, 2012, s. 57) .

Bankacılık sektöründe uluslararası standartlara uygun yasal düzenlemelerin çıkartılması ve ekonomik önlemler 2004 yılının sonundan itibaren bankacılık sektörüne olumlu olarak yansımıştır. 2004-2007 döneminde bankacılık sektörü bilançosundaki reel büyüme, GSYH'nin üzerinde gerçekleşmiştir. TL'nin yabancı paralar karşısında değer kazanması neticesinde bilançodaki yabancı para cinsinden büyüme sınırlı kalmıştır. Banka sayısı düşmesine rağmen, şube, personel ve bankacılık hizmetleri önemli sayıda artış göstermiştir. Yeniden yapılandırma sonrasında; bankacılık sektörünün sermaye yapısının güçlenmesi, sektöre yönelik mevzuat ve düzenlemelerin uluslararası düzenlemeler ile uyumlaştırılması, risk odaklı anlayışın gelişmesi, kamusal denetimin artması gerçekleşmiştir. Bunların yanı sıra, finansal hizmetlerdeki artan talebe bağlı olarak artan çeşitlilik, ekonomik istikrar ve büyümenin devam etmesi ve enflasyonda düşüşün devam etmesi gibi gelişmeler Türk finans sektörüne yabancı sermayenin ilgisini artırmıştır. Bunun çıktılarından birisi olarak, Türk bankacılık sektöründe bankaların sahiplik yapısında değişim yaşanmış, toplam özkaynaklar içerisinde yabancı sermayeli bankaların

⁵ Basel kriterleri, Uluslararası Ödemeler Bankası (BIS- The Bank for International Settlement) bünyesinde Basel Bankacılık Denetim Komitesince ilki 1988 yılında Basel I “Sermaye Yeterliliği Uzlaşısı” , ikincisi 2004 yılında Basel II Uzlaşısı ve üçüncüsü 2010 yılında Basel III Standartları “Bankalar için Uluslararası Düzenleme Çerçevesi” olarak ilan edilen kriterlerden oluşmaktadır. Komite'nin amacı “Düzenlemelerin birbiriyle uyumlu hale getirilmesi noktasında Komitenin yapmış olduğu çalışmaların altında iki temel amaç yatmaktadır: bunlardan ilki; yeni çerçevenin, uluslararası bankacılık sistemini daha istikrarlı ve sağlam bir hale getirmesini sağlamak, ikincisi ise çerçevenin, farklı ülkelerde tutarlı bir şekilde uygulanmasını sağlayarak şu anda uluslararası ortamda rekabet eden bankalar arasında var olan rekabet eşitsizliğini ortadan kaldırmaktır” şeklindedir. Basel I’de yer alan sermaye yeterlilik gereksinimleri Türkiye tarafından 1989 yılında benimsenmiştir. Ayrıntılı bilgi için bakınız: (BIS, 1988; Cangürel, 2012)

⁶ Operasyonel risk; “Bankaların sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik”’in 3.maddesinde “Yetersiz veya başarısız iç süreçler, insanlar ve sistemlerden ya da harici olaylardan kaynaklanan ve yasal riski de kapsayan zarar etme olasılığı” olarak tanımlanmıştır.

payı yükselmiştir. Diğer taraftan bankaların finansal aracılık işlevinin en önemli göstergelerinden olan mevduatın krediye dönüşme oranı Aralık 2001 itibari ile %35 iken 2007 yılı itibari ile %80 olmuştur. Bankaların özkaynak yapısı güçlenmiş, sermaye yeterliliği oranı uluslararası ölçüt olan %8 ve BDDK’ca belirlenmiş minimum eşik olan %12’den oldukça yüksek olarak seyretmiştir. Bu durum bankaların ekonomik kırılganlıklara karşı dayanıklılığını artırmış, 2008 küresel krizinden eski krizlere kıyasla daha az etkilenmesine olanak sağlamıştır. Bireysel ve Küçük ve Orta Boyutlu İşletme (KOBİ) kredilerinin oranı artmış, takipteki kredilerin toplam kredilere oranı 2008 yılına kadar düşüş göstermiştir. Bu açıklamalar ışığında Bankacılık Sektörü Yeniden Yapılandırma Programı’nın başarılı olduğu söylenebilir. (Coşkun vd., 2012, s. 30–34; Keskin vd., 2019, s. 40–47).

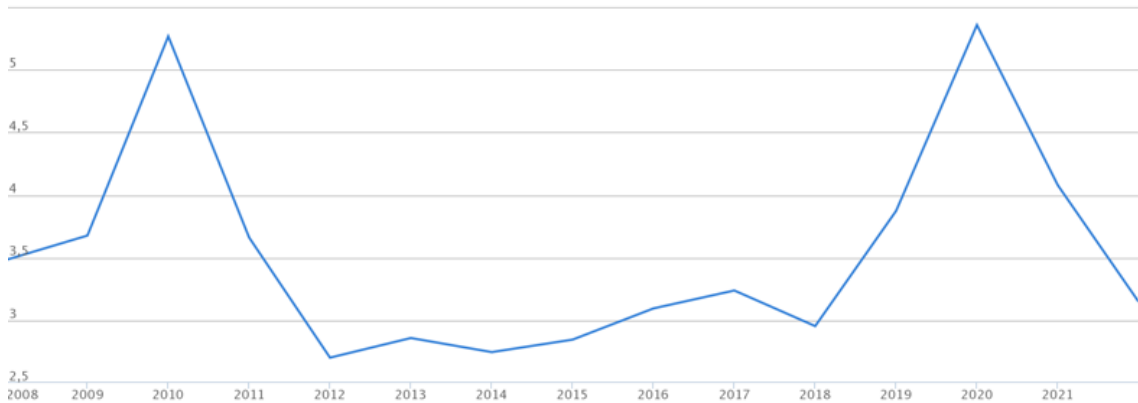
1.2.8. Küresel Finansal Kriz Sonrası Dönem

Amerika’da 2007 yılında başlayan, 2008 yılında küresel olarak yaşanan kriz sonrasında bankacılık sektörünün ekonomik faaliyetlere yapmış olduğu katkılar çeşitli düzenlemeler ile (örn. sermaye yeterliliğinin yükseltilmesi) azalmıştır. Ancak küresel ekonomik daralmaya rağmen Türk bankacılık sektörü daha önce arka arkaya yaşanmış olan iç krizler sonrasında uygulanan kapsamlı reformlar neticesinde en az etkilenen sektörlerden birisi olmuştur. Kriz sonrası büyümenin sürdürülebilmesi için süreçte ihtiyatlı bir yaklaşımla bankacılık politikasında düzenlemeler getirilmiş, kredi kartı ve bireysel kredilere yönelik alınan tedbirler ile büyüme hızının daha makul bir seviyeye çekilmesi hedeflenmiştir. 2002 yılından itibaren gerileyen enflasyon 2012 sonrası dalgalı seyir göstermiştir. 2013 yılından itibaren gelişmekte olan ülkelere olan sermaye akışının yavaşlamasına paralel olarak 2014-2018 yılları arasında Türkiye’ye gelen net sermaye girişleri de azalmıştır. 2008 krizinin yurtdışında yerleşik olan bankaları olumsuz etkilemesi sonucu Türkiye’de toplam öz kaynaklar içinde yurtdışında yerleşik olan bankaların payı düşüş eğilimi göstermiştir. Bu dönemde özellikle Körfez ülkelerindeki yerleşik bankaların Türk bankacılık sektöründeki yatırımlarını arttırdığı gözlenmektedir. Söz konusu dönemde Türk bankacılık sisteminde katılım bankalarının sektörteki payı artış göstermiş, mevduat bankalarının payı azalış eğilimi göstermiştir. 2007-2013 yılları arasında hızlı bir artışın yaşandığı şube ve çalışan sayısında 2014’ten sonrasında daha yatay bir seyir görülmüştür.

Sermaye yeterlilik oranı ise yasal düzenlemelerin üzerinde seyretmiştir (Arabacı, 2018, s. 36–38; Keskin vd., 2019, s. 72–80).

Krediler bankaların varlıklarının çoğunluğunu oluşturmakta ve aynı zamanda aktif kalitesini göstermektedir. Bankaların kredi yönetim politikaları aynı zamanda yüklenmiş oldukları kredi riskini de göstermektedir. 2008-2021 yılları arasında takipteki kredilerin toplam kredilere olan oranı önemli ölçüde dalgalanma göstermiştir (Şekil 2). Söz konusu oran 2007’de %3,32 olarak gerçekleşerek 2010’a kadar artış; 2010-2017 arası azalış trendi göstermiştir. Alan yazınındaki bulgular da bankaların bu dönemdeki aktif kalitelerinin dalgalı seyrettiğini destekler nitelikte olmuştur. 2016-2021 döneminde ikinci bir önemli artış eğilimi gözlenmiş 2019’da %5,36’yı bulmuştur (Karaca et al., 2019, p. 141; TBB, 2022, p. 40; Uslu et al., 2019, p. 130).

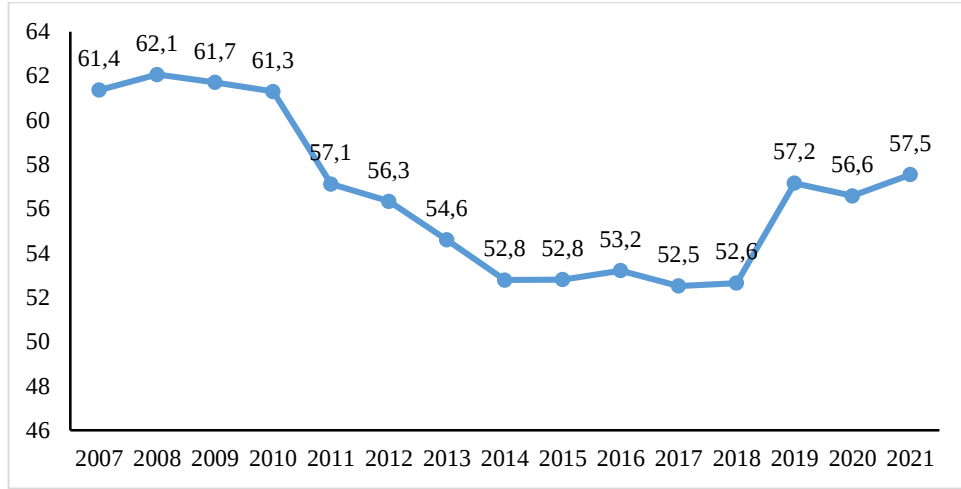
Şekil 2.: 2008-2021 Dönemi Özel Karşılık Öncesi Takipteki Krediler / Toplam Krediler (Yüzde)



Kaynak: BDDK verileri ile yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tük bankacılık sektöründe iki temel unsurdan birisi olan mevduatlara bakıldığında toplam sektör kaynakları içerisindeki payının 2007-2018 döneminde azalış gösterdiği, 2018-2021 döneminde tekrar artış eğilimi gösterdiği görülmektedir. Ancak TL’nin değer kaybetmesine paralel olarak toplam mevduatlar içerisindeki yabancı para mevduatlarının payı yükselmiştir. 2019 yılında Türk bankacılık sektöründe varlıkların %57’si mevduat ile finanse edilmiştir. Bu oran Türk bankacılık sektörünün halen mevduata dayalı olarak büyüdüğünü göstermektedir (Demir Bingöl et al., 2022, p. 30; Emre Keskin et al., 2019, p. 79; TBB, 2020, p. 38, 2022, p. 41).

Şekil 3.: 2007-2021 Döneminde Toplam Mevduat/Toplam Pasif Oranı

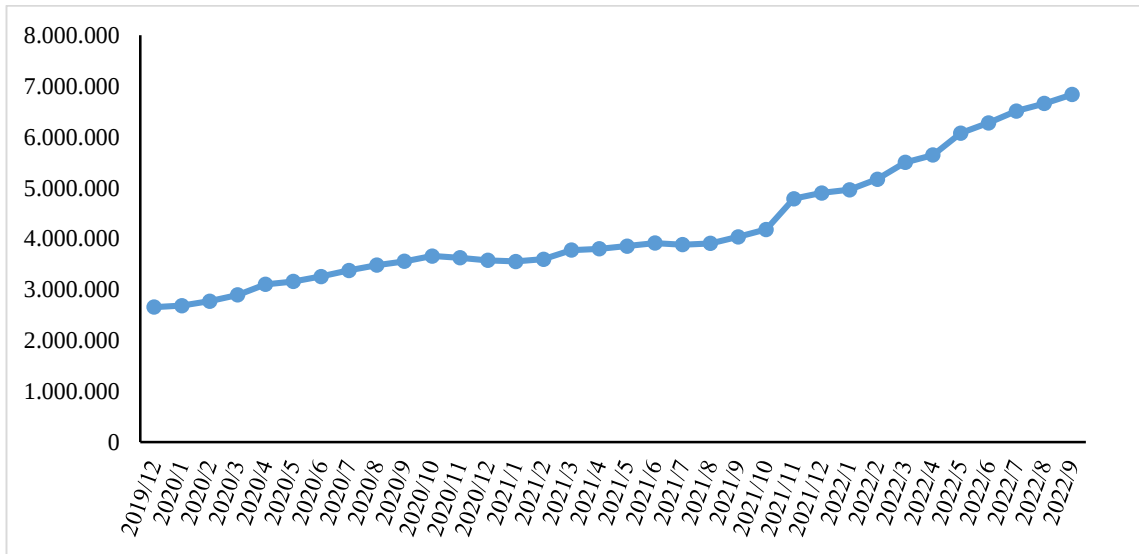


Kaynak: BDDK verileri ile yazar tarafından oluşturulmuştur.

2019'un sonunda başlayıp tüm dünyaya yayılan Covid-19 pandemisi bütün ekonomik ve ticari faaliyetleri etkilemiş, küresel bir krize yol açmıştır. Bu dönemde dünya ekonomisi %3,2 küçülmüştür. Türkiye'de finans sektöründe bankalar en önemli finans kuruluşlarıdır. Bu nedenle, pandemi döneminde reel sektörün desteklenmesi için mali paketlerin uygulanmasında bankaların rolü yüksek olmuştur. Daha önceki krizlerde bankalar sorunun kaynağını teşkil ederken, Covid-19 krizinde çözüm tarafında yer almışlardır (Şenol ve Başer, 2022, s. 29). Pandemi döneminde ekonomik faaliyetlerin desteklenmesi kapsamında hem bireysel hem de kurumsal müşterilere yönelik çeşitli destek uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu çerçevede Çek Ödeme Destek Kredisi ve Ekonomik İstikrar Kalkanı Kredi Desteği paketleri duyurulmuştur. Ekonomik faaliyetlerin desteklenmesi amacı ile kredi alamayan başta küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ) olmak üzere kurumsal ve ticari işletmeler için hazine destekli Kredi Garanti Fonu (KGF) kefaleti bankacılık sektörü tarafından uygulanmıştır. Bu uygulama, bankacılık sektörünün mevduat payının pandemi dönemi içerisinde artış nedenlerinden biri olarak görülebilmektedir. Şekil 2'de de görüldüğü üzere, söz konusu dönemde takipteki kredilerin toplam kredilerdeki payı düşüş göstermiş ve bankaların aktif kalitesi artmıştır (Gülcemal ve Doğan, 2022, s. 734). Bu düşüşte krediler için ayrılacak olan karşılıklar için izleme süresinin 90 günden 180 güne uzatılmasının etkisinin olduğu tahmin edilmektedir (Koç et al., 2021, p. 99; TBB, 2021, p. 30). 2021 Aralık ayı itibari

ile TL'nin yabancı para karşısındaki değer kaybı nedeni ile TL'nin desteklenmesi yönünde, tasarruflarını TL mevduat olarak değerlendiren kişilerin kur artışına karşı korunması amacı ile Kur Korumalı TL Vadeli Mevduat uygulanmıştır. Ayrıca, tasarruflarını yabancı para mevduat hesabında ya da altın hesabında değerlendiren kişilerin TL mevduat/vadeli hesaplara dönüştürmeleri halinde Türk Lirası Vadeli Mevduata Dönüşümün Desteklenmesi kapsamında destek sağlanmasına karar verilmiştir (TBB, 2022, p. 29). Yine bu dönemde kredi arzını destekleyen düzenlemeler kapsamında BDDK tarafından Mayıs 2020'de aktif rasyosu uygulamasına geçilmiştir. Bu rasyo ile bankaların kaynaklarının etkin kullanılması amacı ile kredi arzının artırılması amaçlanmıştır. Bu uygulama ile mevduat ve katılım bankalarına eşik değerler atanmış, bankaların bu rasyoyu belirlenen eşik değerler üzerinde tutmaları zorunlu olmuştur. Aktif rasyosu uygulamasına 31.12.2020 tarihinde son verilmiştir (TBB, 2022, p. 48). Aktif rasyosunun uygulanması ile pandemi döneminde bankacılık sektöründe kredi hacmi önemli ölçüde artmıştır. 2019 Aralık ayı itibari ile 2,65 milyar TL olan kredi hacmi rasyo uygulamasından sonra 2020 Aralık ayında 3,57 milyar TL'ye ulaşmıştır (Şekil 4.). Ancak alan yazınında bu dönemde yapılan çalışmalarda kamu bankalarının performansının düştüğüne yönelik bulgular da elde edilmiştir. Kredi desteklerinin büyük bir kısmının kamu bankaları aracılığı ile gerçekleşmesinin bunun en önemli sebebi olabileceği ifade edilmiştir (Coşkun vd., 2022, s. 823; Ekim Kocaman, 2021, s. 395; Işık ve Akdoğan, 2021, s. 137).

Şekil 4: 2020-2022 Ekim Dönemi Toplam Krediler Hacmi (Milyon TL)



Kaynak: BDDK verileri ile yazar tarafından oluşturulmuştur.

Mevduatların krediye dönüşüm oranı bankaların en önemli etkinlik ve kârlılık göstergelerinden birisi olmaktadır. Bu oranın düşük olması bankaların kredilerden sağlanan gelirlerinin mevduattan kaynaklanan giderlerini karşılayamamasını göstermektedir. 2019 yılı itibariyle mevduatların krediye dönüşüm oranı %100'ün üzerinde kalmakla birlikte bir önceki beş yılın en düşük seviyesinde kalmıştır (Aydemir vd., 2018, s. 496; Demirel ve Hazar, 2020, s. 44; TBB, 2020, s. 39). Covid-19 sonrası dönemde ise önceki döneme göre kredi/mevduat oranındaki değişimin alan yazınındaki çalışmalarda ele alınan örnekleme bağlı olarak değişiklik gösterdiği görülmektedir. Çalışmalarda ele alınan örnekleme dâhil edilen kamu banka sayısının artması ile kredi/mevduat oranının artış sergilediği görülmektedir (Gülcemal ve Doğan, 2022, s. 734; Işık ve Akdoğan, 2021, s. 137).

Türk bankacılık sektörü 2001 yılı sonrası yeniden yapılandırma programının bir uzantısı olarak deregülasyon, serbestleşme, bilgi teknolojisindeki iyileşme ve IMF'den gelen geri besleme gibi faktörler nedeni ile yapısal değişikliğe uğramıştır. Özellikle birtakım bankaların yabancı bankalar tarafından satın alınması ya da onlarla birleşmesi sonucunda deregülasyon sürecinde oluşan değişiklikler ve gelişmeler rekabette önemli bir artışa neden olmuştur. Bu durum, Türk bankalarının performanslarını ve kredi riskini önemli boyutta etkilemiştir. Bu bakımdan Türk bankacılık sektöründe performans ölçümü yatırımcıların, borç verenlerin, hissedarların ve özellikle yöneticilerin faaliyetlerini planlarken ilgi odağı haline gelmiştir. Performans ölçümünün çeşitli ölçüleri bulunmakla birlikte en temel ölçüleri etkinlik ve verimlilik (Altunbaş vd., 2009, s. 112; Bogetoft ve Otto, 2011, s. 5; T. J. Coelli vd., 2005, s. 2). Buradaki performans kavramı görelidir, sahip olunan üretim teknolojisinin yapısı, performansa temel alınan kriterlerin türü, ihtiyaç duyulan veri ve karar vericinin ekonomik davranışına ilişkin yapmış olduğu varsayım bakımından değişiklik göstermektedir. Göreli performans ölçümü ya da günümüzdeki daha modern ismi ile benchmarking işletmelerin performanslarının diğer işletmelerin performansları ile kıyaslanmasını içermektedir. Bu yönü ile göreli performans ölçümü işletmelerin diğer işletmelere kıyasla ne kadar iyi olduklarını ve gelişimini sürdürmeleri için hangi işletmelerden neyi öğrenmeleri gerektiğini içerdiği gibi merkezi yönetimin

kaynak tahsisini alt birimlere nasıl gerçekleştireceğini öğrenmesini içermektedir. Benchmarkingın öneminin artmasıyla birlikte görelî performans ölçümüne yönelik yaklaşımlar da çeşitlenmiş, matematik programlamaya dayalı yaklaşımların kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu yaklaşımlar arasından ise Veri Zarflama Analizi (VZA) öne çıkmaktadır.

Çalışmanın ilerleyen kısımlarında etkinlik ve verimlilik kavramları, etkinlik sınır yaklaşımları, ayrıntılı olarak Ağ Veri Zarflama Analizi yaklaşımları ve bankacılık sektöründe uygulamaları ele alınacaktır.



İKİNCİ BÖLÜM

AĞ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Bu bölümde, Ağ Veri Zarflama Analizi kavramları, gelişimleri, yaklaşımları ve modelleri incelenmektedir. Öncelikle, konunun temeli olan etkinlik ve etkinlik ölçümü kavramlarına yer verilmiştir.

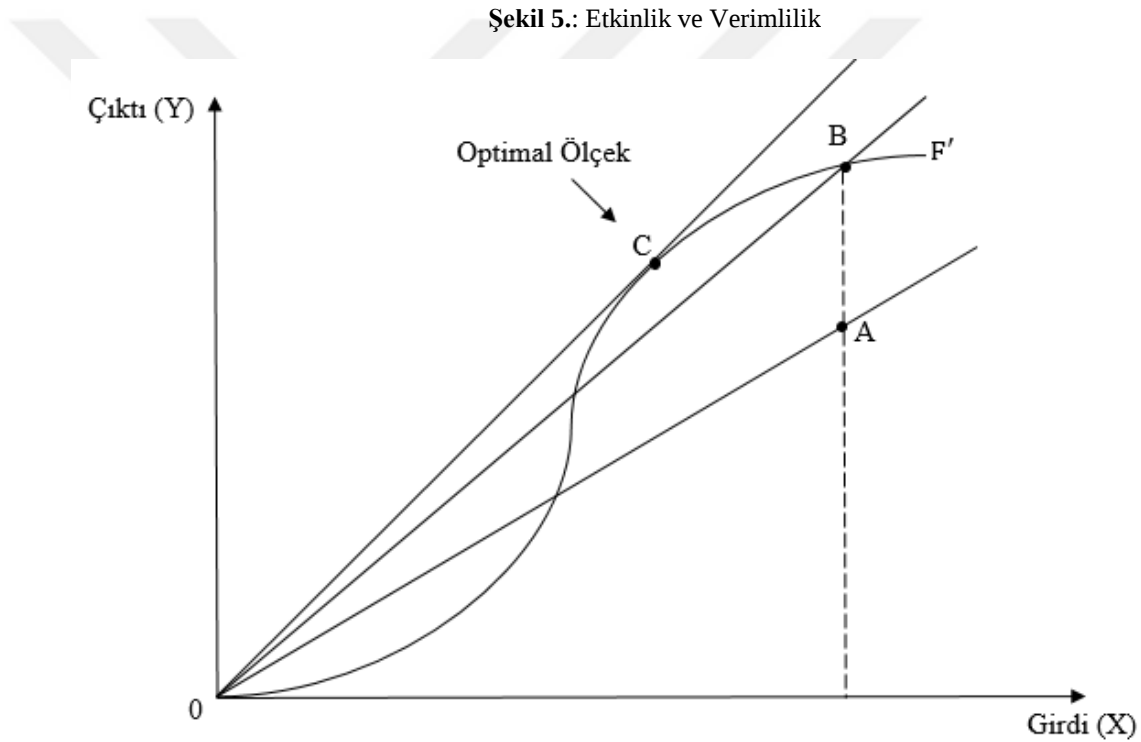
2.1. Etkinlik Analizi ve Temel Kavramlar

Performans ölçümünün temel düşüncesi üretim fonksiyonlarına dayanmaktadır. Üretim fonksiyonları, üretim faktörlerinin ilişkisinin formüle edilmesi ile ilgilidir. Buradaki en temel varsayım, girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkinin kesinlikle bilindiğidir. Çıktılar ile girdiler arasındaki ilişkinin matematiksel olarak ifade edilmesi ile üretim fonksiyonu belirli bir girdi vektörü için maksimum çıktıyı belirleyebilmektedir. Üretim fonksiyonu; özellikle mevcut faktör yapısı ve teknoloji durumu için tüm girdi kombinasyonları ile birim zaman başında üretilebilecek maksimum olası çıktı miktarını gösterir. Bütün üretim teknolojileri için benzersiz üretim fonksiyonları oluşturulabilir ve genellikle en iyi teknolojiyi (sınırı) bulmada kullanılır (Altunbaş et al., 2009, p. 112).

Performansın en temel ölçüsü, çıktıların girdilere olan oranı olarak ifade edilen verimlilik oranıdır. Tek bir girdi ve çıktı olduğunda bu oranın hesaplanması kolaydır. Ancak, işletmeler genellikle birden fazla girdi ile birden fazla çıktı üretmektedirler. Bu durumda verimlilik oranının elde edilmesi için girdileri paydada ve çıktıları payda ekonomik olarak makul olacak şekilde birer indekste toplamak gerekmektedir. Verimlilik ölçümü üretimdeki tüm faktörlerin hesaba katılması ile gerçekleşiyorsa Toplam Faktör Verimlilik İndeksi (TFV) kullanılır. Verimlilik; üretim teknolojisindeki değişiklikler, üretim sürecinin etkinliğindeki değişiklikler ve üretimin gerçekleştiği ortamdaki değişiklikler bakımından çeşitlilik arz etmektedir. Bununla birlikte alan yazınındaki verimlilik çalışmalarında genellikle verimliliğin etkinlik bileşenine vurgu yapılmaktadır. Etkinlik; minimum girdi seviyesinin kullanılarak maksimum çıktının üretilmesidir. Etkinlik kavramı (alan yazınında bazen verimlilik yerine kullanılır) verimlilikle yakından ilişkili

olmakla birlikte bazı araştırmacılar tarafından aynı şeyi ifade etmediği vurgulanmaktadır (Altunbaş et al., 2009, p. 114; T. J. Coelli et al., 2005, p. 3; Lovell, 1993, p. 3).

Söz konusu ayırımı Coelli vd (2005) tek bir girdinin (X) kullanılıp ve tek bir çıktının (Y) üretildiği basit bir üretim süreci üzerinden açıklamıştır. Şekil 5'te OF^l eğrisi her bir girdi seviyesinden elde edilecek olan maksimum çıktıyı ifade eden ve girdi-çıkıtı ilişkisini tanımlamada kullanılan üretim sınırını (production frontier) ifade etmektedir.



Kaynak: (T. J. Coelli et al., 2005, p. 5)

Üretim sınırı (üretim fonksiyonu) sektördeki mevcut teknolojiyi yansıtmaktadır ve aynı zamanda olanaklı bütün girdi-çıkıtı bileşimini ifade eden (OF^l eğrisi ile X eksenini arasındaki –bu noktalar da dâhil- tüm noktaları içeren) üretim olanakları kümesini (feasible production set) göstermektedir. Üretim sınırı üzerindeki işletmeler teknik olarak etkindirler (technically efficient), sınırın altındaki işletmeler ise teknik olarak etkin değildirler. Şekil 5'te B ve C işletmeleri üretim sınırı üzerinde yer alması bakımından

teknik olarak etkindir. Ancak A işletmesi etkin değildir, çünkü aynı girdi miktarını kullanarak çıktılarını B işletmesindeki düzeye çıkarabilir. Verimliliği ölçmek için her işletme için orijinden geçen ışın kullanılır (Şekil 5.) ve eğimi y/x 'tir (çıkıtı/girdi). A noktasındaki işletme B noktasına hareket ettiğinde ışının eğimi yükselmekte ve B noktasında daha yüksek bir verimliliği göstermektedir. C noktasına hareket ettiğinde ise ışın üretim sınırına teğet olmakta ve mümkün olan maksimum verimlilik noktasını göstermektedir. Coelli vd. (2005) verimlilikteki bu değişimi C'nin ölçek ekonomisinden faydalanması olarak açıklamaktadır (T. J. Coelli et al., 2005, p. 4). B ve C işletmesi etkin sınırdan olmakla birlikte C işletmesi maksimum verimlilik bileşimindedir. Buradan şu sonuç çıkmaktadır: bir işletme teknik olarak etkin olabilir ancak verimli olmayabilir.

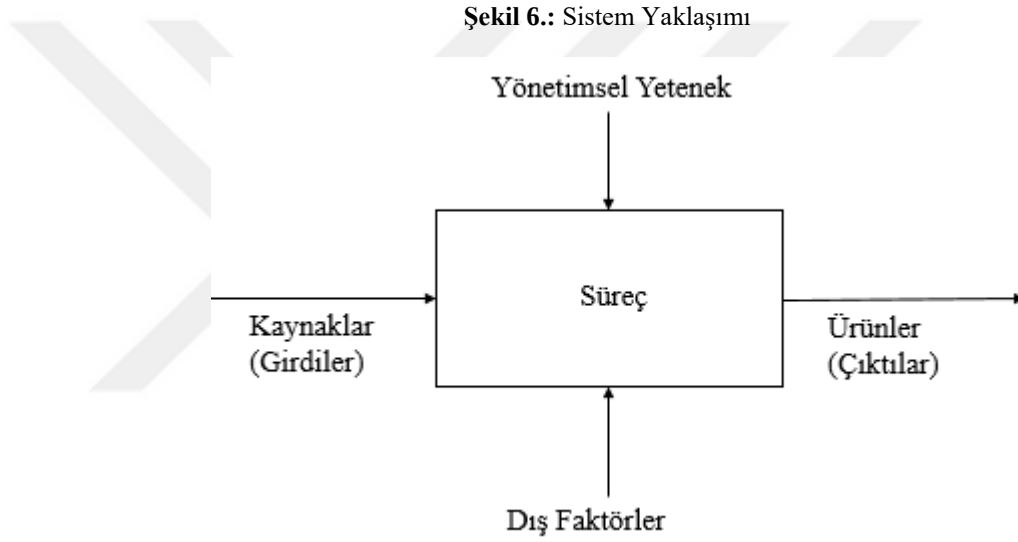
Teknik etkinlik girdi ve çıktıların fiyat bilgisine gerek duyulmadan miktar cinsinden hesaplanmaktadır. Karar verici girdi ve çıktıların fiyat bilgisine sahip ise ve maliyet minimizasyonu ya da gelir maksimizasyonu gibi davranışsal varsayım söz konusu ise bu bilgileri içeren tahsis etkinliği dikkate alınmaktadır. Tahsis etkinliği minimum maliyet ile belirli bir çıktı düzeyini veren girdi karışımının seçilmesini içermektedir. Teknik etkinlik ve tahsis etkinliği bileşimi ekonomik etkinlik ölçüsü sağlamaktadır⁷ (T. J. Coelli vd., 2005, s. 3–6).

2.1.1. Etkinlik Ölçümünde Sınır Yaklaşımı

Çok sayıda girdi kullanarak çok sayıda çıktı üreten işletmelerde girdiler maliyet unsuru olarak çıktılar ise gelir unsuru olarak ele alınıp toplanabilmektedir. Bu durumda kullanacağımız ölçüt belirlidir ve etkinliğin bu ölçüte göre yorumlanması kolay olmaktadır. Ancak gerçek hayatta durum böyle olmamaktadır. Birçok işletmede girdi niteliği barındıran ancak belirli bir ekonomik davranış altında toplanamayan unsurlar yer almaktadır. Diğer taraftan tek tek girdileri ve çıktıları değerlendirmek anlam karmaşıklığına yol açabilmektedir. Bir kritere göre etkin olan işletme diğer kritere göre etkin olmayabilmektedir. Ayrıca girdiler ve çıktılar kendi aralarında etkileşim halinde olabilir, birbirinin yerine geçebilir. Bu nedenle, göreceli etkinlik ölçümünde sistem odaklı

⁷ Etkinliğin çeşitli tanımı ve analizi üzerine ayrıntılı alan yazın bilgisi için bakınız: (Daraio ve Simar, 2007, s. 14,15)

yaklaşım benimsenmektedir. Bu yaklaşımda, işletmeler kaynaklarını ürün ve hizmetlere dönüştüren sistemler olarak ele alınmaktadır (Şekil 6.). Dönüşüm süreci; işletmenin gözlemlenemeyen yeteneğinden, davranışından ve kontrol edilemeyen değişkenlerden etkilenmektedir. İşletmeler değerlendirilirken, işletmenin tüm girdileri ve çıktıları ile birlikte dışsal faktörler hesaba katılmalıdır. Ancak bu yaklaşım çok boyutlu bir analiz gerektirdiğinden kıyaslamayı karmaşık hale getirmektedir. Modern anlamda göreceli etkinlik analizi, Farrell (1957)'in ölçümünü benimsemiştir. Farrell (1957)'in etkinlik ölçümü; girdilerdeki oransal azalma ya da çıktılardaki oransal artışın aynı olduğu bir oransal değişime dayanmaktadır (Bogetoft ve Otto, 2011, s. 13; Farrell, 1957, s. 255).



Kaynak: (Bogetoft ve Otto, 2011, s. 14)

Farrell (1957); daha önce Koopmans ve Debreu tarafından tanımlı verilen ve radyal⁸ olarak ölçülen teknik etkinlik kavramının, referans kümesi ve karşılaştırma grubunun da dâhil edildiği bir göreceli etkinlik ölçümü içermesini önermiştir. Farrell (1957) teknik etkinliği, üretim birimlerinin teknik olarak doğru girdi-çıktı bileşimi seçme yeteneğini yansıtan bir bileşen olarak genel etkinliğe eklemiş, genel etkinliği teknik ve tahsis etkinliği olarak ikiye ayırmıştır (Farrell, 1957, p. 261). Böylelikle fiyatlardan arındırılmış bir etkinlik türü ortaya çıkmış olup, önsel olarak fiyat bilgisinin istenmediği bir etkinlik

⁸ Radyal ölçü ile tüm girdi değişkenlerindeki maksimum eş orantılı (equiproportionate) azalma ya da tüm çıktılardaki maksimum eş orantılı artma kastedilmektedir (Daraio ve Simar, 2007, s. 14)

analizine imkân tanınmıştır. Farrell etkinliğindeki girdi etkinliği; mevcut çıktının üretilmesi için girdilerin oransal olarak ne kadar azaltılacağını (E) ölçer. Daha genel bir ifade ile Farrell girdi etkinliği Eşitlik (1.1)'deki gibi gösterilir (Bogetoft ve Otto, 2011, s. 15):

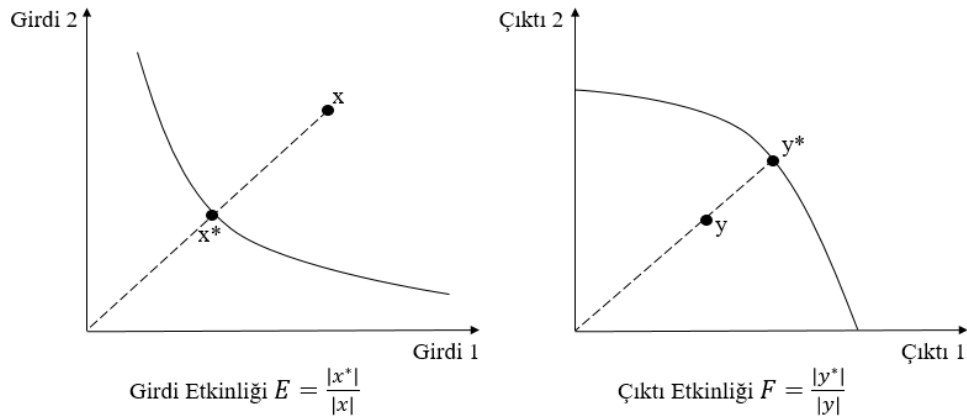
$$\text{Farrell girdi etkinliği} = E = \min \{e \mid ex, y' \text{yi üretebilir} \} = \frac{|x^*|}{|x|}. \quad (1.1)$$

x^* girdi eş ürün eğrisi (girdi sınırı) ile kesikli çizgi kesişimi olmak üzere (Şekil 7.), E , $x^* = Ex$ eşitliğini sağlayan minimum girdi etkinliğini, $|x^*|$ x^* vektörünün uzunluğunu gösterir. Benzer şekilde belirli girdi seviyesindeki maksimum çıktıyı ölçen (F) çıktı etkinliği ise Eşitlik (1.2)'deki gibidir:

$$\text{Farrell çıktı etkinliği} = F = \max \{f \mid x, fy' \text{yi üretebilir} \} = \frac{|y^*|}{|y|}. \quad (1.2)$$

Burada y^* çıktı eş ürün eğrisi (çıkıtı sınırı) ile kesikli çizgi kesişimi olmak üzere (Şekil 7.), $y^* = Fy$ eşitliğini sağlayan maksimum çıktı etkinliğini, $|y^*|$ y^* vektörünün uzunluğunu gösterir.

Şekil 7.: Farrell Etkinlik Ölçüsü



Kaynak: (Bogetoft ve Otto, 2011, s. 14)

Şekil 7.'de girdi eş ürün eğrisinin üzerindeki girdilerde $E \leq 1$; çıktı eş ürün eğrisinin üzerindeki çıktılarda $F \geq 1$ olmaktadır. E değeri küçüldükçe ya da F değeri büyüdükçe işletmenin etkinsizlik derecesi artmaktadır. Görelî etkinlik ölçümünde, işletmelerin

girdilerini (çıktılarını) ne kadar azaltacağı (artıracağı), mevcut diğer işletmelerin etkinliklerinin hesaplanması ile elde edilen etkinlik sınırına göre hesaplanmaktadır. Burada, mevcut teknoloji (T) tam olarak bilinemeyeceğinden gözlemlenen birimler tarafından tespit edilerek (T*) mevcut teknolojiye yaklaşıldığı varsayımı ile tahmin edilmektedir. Bu nedenle, elde edilen etkinlik mutlak etkinlik değil göreceli etkinlik ismini almaktadır (Bogetoft ve Otto, 2011, s. 16).

2.1.2. Etkin Sınır Yaklaşımları

İşletmelerin göreceli performanslarının teknik etkinlik bağlamında değerlendirilmesi onların tahmin edilen etkinlik sınırına olan yakınlığı ile ölçülmektedir. Burada temel fikir bir örneklem için üretim olanakları kümesinin mevcut girdi-çıktılarla tahmin edilmesi ve her bir gözlem biriminin bu üretim kümesinin sınırına olan uzaklığının ölçülmesidir. Farrell (1957)'in çalışmasından sonra alan yazınında etkinlik sınırının tahmininde birçok yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlar, genel hatları ile etkin sınırın fonksiyonel yapısına dair belirleyici olup olmamasına, örneklem verisindeki gürültünün varlığının hesaba katılıp katılmamasına ve analiz edilen verinin yapısına göre sınıflandırılmaktadır. Etkinlik sınırının fonksiyonel yapısına göre etkin sınır yaklaşımları ikiye ayrılmaktadır (Bogetoft ve Otto, 2011; Daraio ve Simar, 2007; Holod ve Lewis, 2011):

- Parametrik Modeller: Bu modellerde maliyet, kâr veya üretim fonksiyonlarının (etkin sınır) belirli bir fonksiyonel biçime sahip olduğu varsayılmaktadır. Bu yaklaşımların temel avantajı tahmine dair istatistiksel bir çıkarım yapılabilmesine imkân tanınmasıdır.
- Parametrik Olmayan (Nonparametrik) Modeller: Bu modellerde üretim kümesi ve fonksiyonlara yönelik varsayımların olması ile birlikte etkin sınır için belirli bir fonksiyonel biçim varsayılmamaktadır. Bu modellerin temel avantajları çoklu girdi-çıktıları ele almada kolaylık sağlamaları ve modellemede esnek olmalarıdır.

Gürültünün dikkate alınmasına göre etkin sınır yaklaşımları ikiye ayrılmaktadır (Bogetoft ve Otto, 2011, s. 17; Daraio ve Simar, 2007, s. 28):

- **Deterministik Modeller:** Bu modellerde tüm gözlemlerin gerçekleşme olasılığı 1'dir ve modeller gözlem verilerindeki herhangi bir rassal değişime karşı hassas değildir. Bu yaklaşımların dezavantajı “süper etkin” olarak gözüken uç değerlerden etkilenmeleridir. Bunun için bu kategorideki modeller için sağlam tahminçiler” (robust estimators) önerilmiştir.
- **Stokastik Modeller:** Bu modellerde gözlem verilerinin rassal bir gürültüden etkilendiği kabul edilir ve rassal gürültüden arındırılmış temel ortalama veri yapısı belirlenmeye çalışılır.

Analize dâhil edilen verinin yapısına göre etkin sınır yaklaşımları ikiye ayrılmaktadır (Daraio ve Simar, 2007, s. 28):

- **Yatay Kesit Verisi Modelleri (Cross-sectional models):** Bu modellerde gözlem birimlerinden (karar verme birimleri) toplanan veriler zamanın belirli bir anında gerçekleşmektedir. Bu modellerde zaman sabittir.
- **Panel Veri Modelleri (Panel data models):** Bu modellerde gözlem birimlerinden toplanan veriler belirli bir zaman aralığında gerçekleşmektedir. Panel veri zaman içerisindeki teknoloji ya da verimlilik değişimi analizine imkân tanımaktadır.

Alan yazınında öne çıkan etkin sınır yaklaşımları, yukarıdaki sınıflandırmaya dayalı olarak Tablo 1.'deki gibi gösterilebilmektedir.

Tablo 1.: Etkin Sınır Yaklaşımları

	Deterministik	Stokastik
Parametrik	Düzeltilmiş Sıradan En Küçük Kareler (Corrected Ordinary Least Squares – COLS)	Stokastik Sınır Analizi (Stochastic Frontier Analysis – SFA)
Parametrik Olmayan	Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis – DEA)	Stokastik Veri Zarflama Analizi (Stochastic Data Envelopment Analysis – SDEA)

Kaynak: (Bogetoft ve Otto, 2011, s. 18)

Tablo 1.'de gösterilen yaklaşımlar için finansal kurumlarda hangi yaklaşımın benimsenmesi gerektiği ile ilgili araştırmacılar arasında görüş birliği olmamakla birlikte genellikle Veri Zarflama Analizi ve Stokastik Sınır Analizi kullanılmaktadır. Stokastik

Sınır Analizi verideki gürültüyü dikkate almakta ve istatistiksel çıkarıma olanak sağlamaktadır, ancak uygun olmayan ve iyi tanımlanmamış bir üretim fonksiyonunun kullanılması ya da verinin dağılımının uygun olmaması risklerini barındırmaktadır. Veri Zarflama Analizi ise özellikle iyi tanımlanmış bir üretim fonksiyonuna sahip olmayan finansal kurumların etkinliğinin tahmin edilmesinde başarılı bir yöntemdir ancak verideki gürültüyü dikkate almaması ve istatistiksel bir çıkarıma sahip olmayışı en temel dezavantajlarıdır (Holod ve Lewis, 2011; Paradi vd., 2011).

2.2. Ağ Veri Zarflama Analizi

Çalışmanın bu kısmında AVZA'nın tarihsel gelişimi, AVZA'da ele alınan üretim sistemleri ve etkinlik ayrışım modelleri, modellerin gelişimi ile birlikte ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

2.2.1. Ağ Veri Zarflama Analizi'nin Gelişimi

Etkinlik ölçümü ile ilgili ilk çalışma Farrell (1957)'in ABD'deki 48 eyaletin tarımsal üretim etkinliğinin ölçüldüğü çalışmasıdır. Çalışmada eş ürün eğrisi diyagramı sabit getiri varsayımı ile tüm girdilerin dikkate alındığı bir üretim etkinlik ölçüsü olarak tanıtılmıştır. Çalışmanın esasını, bir dizi bireysel üretim biriminin girdi ve çıktı gözlemlerinin uzayda noktalar olarak çizilmesi, bu noktalar kümesinin dış bükey zarfının (convex closure) oluşturulması ve bu dışbükey zarf yüzeyinin etkin üretim fonksiyonunun tahmini olarak ele alınması oluşturmuştur (Farrell ve Fieldhouse, 1962, s. 252). Farrell ve Fieldhouse (1962)'in çalışmalarında ise bu yaklaşım genişletilmiş, bir üretim fonksiyonunun matematiksel biçiminin tanımlanmasına gerek duyulmadan parametrik olmayan bir yapı sunulmuştur. Daha sonra Charnes vd. (1978)'nin çalışmalarında girdiler toplanarak sanal bir girdiye, çıktılar toplanarak sanal bir çıktıya dönüştürülmüş ve bu toplamaların birbirine olan oranı hesaplanarak “Karar Verme Birimi” olarak adlandırılan üretim birimlerinin göreceli etkinliklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Charnes et al., 1978). Göreceli etkinlik ölçümü kesirli programlama olarak modellenmiş, modelin dual formunda ise gözlemler üretim fonksiyonu tarafından kuşatılmış başka bir ifade ile zarflanmıştır. Bu teknik, “Veri Zarflama Analizi” (Data Envelopment Analysis) olarak adlandırılmıştır. Çalışmada

ölçeğe göre sabit getiri (Constant Returns to Scale – CRS) benimsenmiştir. Banker vd. (1984)'nin çalışmalarında ölçeğe göre sabit getiri varsayımındaki VZA modeli (CCR) ölçeğe göre değişken getiri varsayımı (Variable Returns to Scale, VRS) altında olarak geliştirilmiş ve BBC model olarak adlandırılmıştır (R D Banker et al., 1984, p. 1078). Charnes vd. (1978)'nin bu çalışmasından sonra alan yazında VZA'ya ait sayısız ampirik ya da teorik çalışma yer almıştır. Ancak, bu çalışmalar girdilerin çıktılara doğrudan dönüştürülmesi bakımından karar verme birimlerinin etkinlik sisteminin bütün olarak ele alınmasına yoğunlaşmıştır.

Gerçek hayatta ekonomik birimler birden fazla fonksiyonel bölümden oluşmakta ve her bir bölüm birbiri ile karmaşık bir ilişkiye sahip olmaktadır. Örneğin; bankaların temelde mevduat toplama ve finansal varlık yatırımı yapma olmak üzere iki sürece sahip olduğu varsayılmaktadır. Bilgi teknolojilerinin bankanın toplam gelirlerine olan etkisini ölçmek isteyen bir araştırmacı bu etkinin doğrudan gözlemlenmediğini görecektir. Çünkü bilgi teknolojileri mevduat toplama sürecinde etkilidir. Bankanın bunu kâra dönüştürüp dönüştürmediği ise doğru yatırım kararının verilir verilmeyeceğine bağlı olmaktadır. Bu nedenle, banka etkinliğinin ölçülmesi için alt süreçlerinin incelenmesi gerekmektedir. Charnes vd. (1986) bu durumu ABD askeri kuvvetlerinde işe alım süreci üzerine çalışırken fark etmiş ve çalışmalarında iki alt sürece ayrılmış bir genel etkinlik ölçüm işlemi gerçekleştirmişlerdir. Büyük operasyonları parçalara ayırarak detaylandırmanın girdi faktörlerinin gerçek etkisini belirlemeye yardımcı olduğunu saptamışlardır. Alan yazınında, bir üretim sisteminin alt bölümlerinin dikkate alınarak etkinlik ölçümünün yapılması gerekliliği dikkat çekmiş ve bu durum 1980 ve 1990'larda gerçekleştirilen bir takım çalışmalarla ele alınmıştır. Ancak bu çalışmaların çoğunluğunda bir üretim sistemi (genelde) iki alt sürece ayrılmış, alt süreçlerin her birinin etkinliği geleneksel Veri Zarflama Analizi ile ayrı ayrı elde edilmiş ve buradan hareket ile sistemin genel etkinlik değeri elde edilmiştir. Alt süreçlerin birbiri ile olan ilişkilerinin matematiksel olarak modellendiği “Ağ Veri Zarflama Analizi” (AVZA, Network Data Envelopment Analysis) kavramı ilk olarak Färe ve Grosskopf (2000)'un çalışmasında yer almıştır (Färe ve Grosskopf, 2000, s. 35; Kao, 2014a, s. 117, 2017, s. 3).

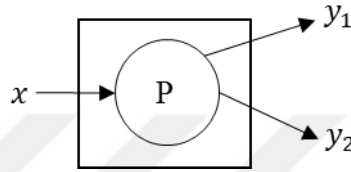
Färe ve Grosskopf (2000), Ağ Veri Zarflama Analizi'ne dair matematiksel ve teknik alt yapıyı esasen daha önceki çalışmalarında sunmuştur. Söz konusu çalışmalarında ara girdilerin (intermediate inputs) faaliyet analizi (activity analysis) çerçevesinde ağ yapısı ile nasıl temsil edileceğini göstermişlerdir. Bu ağ temsiline, “kara kutu” olarak tanımlanan geleneksel girdi-çıktı yaklaşımından daha iyi bir temsil olduğu vurgulanmıştır. Sabit dış girdilerin alt süreçlere olan optimum tahsisi problemi, ağ üretim sisteminin uzaklık fonksiyonu ile ifade edildiği girdi ve çıktı odaklı Veri Zarflama Analizi ile gerçekleştirilmiştir (Färe vd., 1997; Färe ve Grosskopf, 1996). Daha sonra dinamik tabanlı üretim sisteminin de modellere eklenmesi ile statik ve dinamik üretim sistemlerinin modellendiği “Ağ Veri Zarflama Analizi” model ailesi tanıtılmıştır. Kuşkusuz ki ekonomik birimlerin ağ üretim sistem yapıları birbirinden farklılaşmaktadır. Bu bakımdan Ağ Veri Zarflama Analizi genel geçer tek bir modeli barındırmamakta olup, doğrusal kısıtlara sahip olma bakımından ortak özelliğe sahip bir model ailesi özelliğini göstermektedir (Färe ve Grosskopf, 2000, s. 36). Bu çerçeveden hareketle, zaman içerisinde ele alınan ağ yapısına özel olarak birçok Ağ Veri Zarflama Analizi modeli geliştirilmiş ve isimlendirilmiştir. Bu durum beraberinde AVZA modellerinin sınıflandırılmasının zor olmasına neden olmuştur. Zira, halen alan yazınında, AVZA modellerine yönelik sınıflandırma bakımından birden fazla bakış açısı söz konusudur. Genel etkinliğin alt etkinliklere toplamsal ya da çarpımsal olarak ayrıştırıldığı AVZA modelleri; ağ yapısının hiyerarşik, paralel ya da seri olmasına yönelik AVZA modelleri; etkinliğin radyal olarak ölçülüp ölçülmediğine bağlı olarak üretim fonksiyonu tabanlı ya da aylak tabanlı AVZA modelleri bu çeşitlenmeye örnek olarak verilebilir.

Erken dönem uygulamalar genellikle iki aşamalı seri sistemlere yönelik olmuştur. Dolayısı ile en çok geliştirilen modeller, iki aşamalı seri üretim sistemleri üzerinedir. İki aşamalı seri sistemler de kendi içerisinde ağ yapısının niteliğine göre değişiklik göstermektedir. Bu konuya çalışmanın ilerleyen kısımlarında yer verilecektir. Son yıllarda ise Aylak Tabanlı Modeller ile karışık yapıdaki ağ üretim sistemlerine yönelik modeller üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Diğer taraftan geleneksel Veri Zarflama Analizi'nde araştırılan teorik hususlar AVZA için de halen araştırılmaktadır. Bunlara örnek olarak ele alınan verinin yapısı, istenmeyen çıktıların varlığı, negatif girdi ve çıktıların olması verilebilir.

2.2.2. Statik Ağ Yapısı ve Ağ Veri Zarflama Analizi

Alan yazınındaki AVZA yaklaşımlarına yer verilmeden önce ağ üretim yapısının çıkış noktası hakkında bilgi verilmesi faydalı olacaktır. Kara kutu olarak adlandırılan klasik etkinlik ölçüm modeli Şekil 8.'deki gibi olmaktadır (Färe ve Grosskopf, 2000, s. 37)⁹.

Şekil 8.: Statik Kara Kutu Üretim Yapısı



Kaynak: Färe ve Grosskopf (2007, p. 308)

Burada, P üretim teknolojisi ile ilgili ek bir bilgi yer almamakta, sadece x girdi vektörünün y çıktı vektörlerine olan dönüşümü ($x \rightarrow y$) gösterilmektedir. Üretim teknolojisi ve girdiler ve çıktılar kümeleri (2.1 a,b,c,)'deki gibi tanımlanabilmektedir (Rolf Färe et al., 2014, p. 308)

$$\text{Üretim Teknolojisi} \quad T = \{(x,y) : x, y' \text{yi üretir}\}, \quad (2.1a)$$

$$\text{Girdi kümesi} \quad L(y) = \{x : (x,y) \in T\}, (L(y) = \{x: x, y' \text{yi üretir}\}) \quad (2.1b)$$

$$\text{Çıktı kümesi} \quad P(x) = \{y : (x,y) \in T\} \quad x \in \mathfrak{R}_+^N, (P(x) = \{y: x \text{ ile } y \text{ üretilebilir}\}) \quad (2.1c)$$

ve (2.2)'deki önermeyi sağlamaktadır:

$$y \in P(x) \Leftrightarrow (x, y) \in T \Leftrightarrow x \in L(y). \quad (2.2)$$

$k=1, \dots, K$ faaliyetlerin (karar verme birimlerinin) girdi ve çıktı gözlemlerini göstermek üzere ($x^k \in \mathfrak{R}_+^N$ dış girdi; $y^k \in \mathfrak{R}_+^M$ nihai çıktı) VZA çıktı kümesi Model 2.3'teki gibi gösterilmektedir (Rolf Färe et al., 2007, p. 5, 2014, p. 309):

⁹ Bu kısımda (Rolf Färe et al., 2007)'nin notasyonu benimsenmiştir.

$$\begin{aligned}
T = \{ (x, y): & \sum_{k=1}^K z_k y_{km} \geq y_m, & m = 1, \dots, M \\
& \sum_{k=1}^K z_k x_{kn} \leq x_n, & n = 1, \dots, N \\
& z_k \geq 0, & k = 1, \dots, K \}
\end{aligned} \tag{2.3}$$

Ya da;

$$\begin{aligned}
P(x) = \{ y: & \sum_{k=1}^K z_k y_{km} \geq y_m, & m = 1, \dots, M \\
& \sum_{k=1}^K z_k x_{kn} \leq x_n, & n = 1, \dots, N \\
& z_k \geq 0, & k = 1, \dots, K \}
\end{aligned}$$

Ya da;

$$\begin{aligned}
L(y) = \{ x: & \sum_{k=1}^K z_k y_{km} \geq y_m, & m = 1, \dots, M \\
& \sum_{k=1}^K z_k x_{kn} \leq x_n, & n = 1, \dots, N \\
& z_k \geq 0, & k = 1, \dots, K \}
\end{aligned}$$

Burada z_k negatif olmayan bir ağırlık değişkenini temsil etmekte olup ölçeğe göre sabit getiriye (CRS, $P(\lambda x) = \lambda P(x), \lambda > 0$) ifade etmektedir. Eğer $\sum_k^K z_k = 1$ ise model ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımı altında çalışır. Benzer mantıkla $\sum_k^K z_k < 1$ ise model ölçeğe göre azalan getiri (NIRS) varsayımı altında çalışır. Faaliyetler (karar verme birimlerinin) ve onlara ait girdi ve çıktı gözlemleri üzerinde eşitsizlik (2.4 a, b, c, d,)’teki kısıtlamalar söz konusudur:

$$\sum_{k=1}^K y_{km} > 0 \quad m = 1, \dots, M \tag{2.4a}$$

$$\sum_{m=1}^M y_{km} > 0 \quad k = 1, \dots, K \tag{2.4b}$$

$$\sum_{k=1}^K x_{kn} > 0 \quad n = 1, \dots, N \tag{2.4c}$$

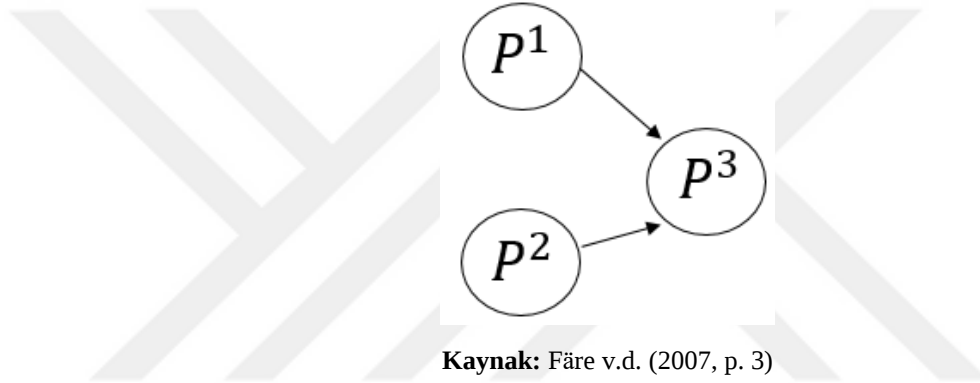
$$\sum_{n=1}^N x_{kn} > 0 \quad k = 1, \dots, K \tag{2.4d}$$

Eşitsizlik (2.4a) ve (2.4b)’deki çıktı kısıtlarında her bir çıktının bazı KVB’lerince üretildiği ve her KVB’nin bazı çıktıları ürettiği ifade edilirken (2.4c) ve (2.4d)’de girdilere ait kısıtlarda her girdinin bazı KVB’lerince kullanıldığı ve her KVB’nin en az bir girdiyi kullandığı ifade edilmektedir.

Färe ve Grosskopf (Färe ve Grosskopf, 1996) bazı girdilerin üretilip üretim sistemi içerisinde tüketildiği ve ağ faaliyet analizi olarak tanımladıkları (network activity

analysis) yaklaşımlarında üretim birimlerinin içsel olarak birbiri ile bağlantılı olduğu bir ağ teknolojisi (sistemi) tanımlamışlardır. Bu söz konusu dönüşüm sürecinin daha ayrıntılı incelenmesi fikri Shephard ve Färe (1975)'nin birçok üretim teknolojisi (sistemi) faaliyetler (activities) adı verilen sonlu sayıdaki üretim alt teknolojisinin (sisteminin) ortak etkileşimi olarak ifade edilebilir fikrine dayanmaktadır. (Rolf Färe et al., 2014, p. 317). Bu çerçevede üç alt üretim sürecinden oluşan P üretim teknolojisi Şekil 9.'da gösterilmiştir.

Şekil 9: Alt Üretim Teknolojilerinin (Süreçlerinin) Gösterimi

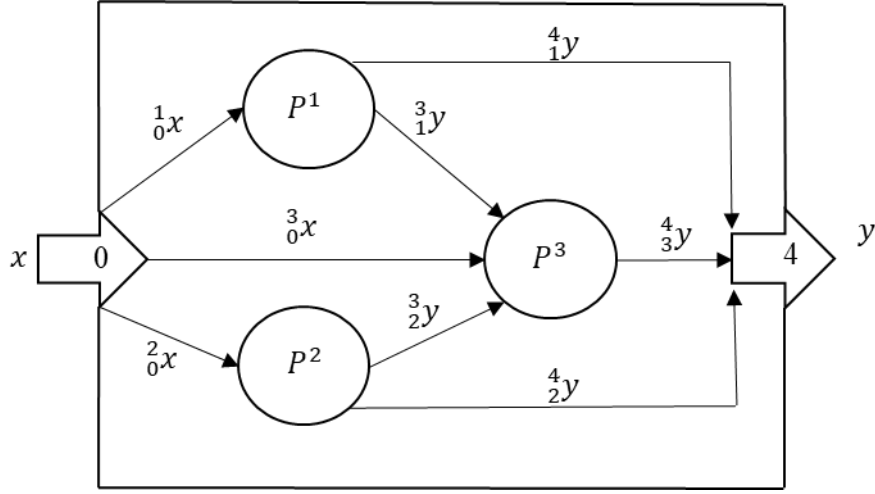


Girdiler $x = (x_1, x_2, \dots, x_N) \in \mathbb{R}_+^N$ ağ dış girdisi olarak ifade edilirse, üç alt üretim süreci tarafından kullanılan toplam dış girdi ${}^i_0x, i = 1, 2, 3 \dots$ olarak ifade edilebilir (Şekil 10). Burada “0” kaynağı ve “i” kullanımı ifade etmektedir. Her üç alt üretim sürecinde kullanılan toplam miktar mevcut verilen x dış girdi miktarını aşamaz:

$$x \geq \sum_{i=1}^3 {}^i_0x \text{ ya da } x_n \geq {}^1_0x + {}^2_0x + {}^3_0x, n=1, \dots, N. \quad (2.5)$$

Şekil 10.'da da görüldüğü gibi P^1 alt üretim süreci herhangi bir ara girdiyi kullanmamakta olup 1_0x dış girdisini kullanmakta ve ${}^4_1y + {}^3_1y$ çıktıları üretmektedir. 3_1y çıktısı P^3 alt üretim süreci için girdi olma niteliğini taşımaktayken 4_1y çıktısı ise P^1 'den üretilen nihai çıktı olma niteliğini taşımaktadır. P^3 alt üretim süreci 3_0x dış girdisini, 3_1y ve 3_2y ara girdilerinin almakta, 4_3y nihai çıktısını üretmektedir.

Şekil 10.: Ağ Üretim Sistemi



Kaynak: (Rolf Färe et al., 2014, p. 318)

Ağ üretim sisteminde üç alt süreçten üretilen toplam çıktı ise $\frac{4}{1}y + \frac{4}{2}y + \frac{4}{3}y$ olmaktadır. Bu tanımlamalar doğrultusunda genel ağ yapısı Model (2.6)'daki gibi olmaktadır:

$$P(x) = \{(\frac{4}{1}y + \frac{4}{2}y + \frac{4}{3}y) : \begin{aligned} &(\frac{4}{1}y + \frac{3}{1}y) \in P^1(\frac{1}{0}x) \\ &(\frac{4}{2}y + \frac{3}{2}y) \in P^2(\frac{2}{0}x) \\ &\frac{4}{3}y \in P^3(\frac{3}{0}x, \frac{3}{1}y + \frac{3}{2}y) \\ &\frac{1}{0}x + \frac{2}{0}x + \frac{3}{0}x \leq x \}, \end{aligned} \quad (2.6)$$

Burada $P^i(..)$ $i=1,2,3$ ifadesi çıktı kümesini ($P(x) = \{y: x \text{ ile } y \text{ üretilebilir}\}$) belirtmektedir. Böylelikle ağ üretim modeli $P(x)$ alt süreçleri ile beraber ifade edilmektedir. Şekil 10.'daki ağ üretim modeli VZA modeli olarak ifade edilmek istendiğinde Model (2.7)'deki gibi olmaktadır (Färe vd., 2014, s. 319; Färe ve Grosskopf, 2000, s. 41).

$$P(x) = \{(\frac{4}{1}y + \frac{4}{2}y + \frac{4}{3}y) : \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} (a) \quad &\frac{4}{3}y_m \leq \sum_{k=1}^K z_k^3 \frac{4}{3}y_{km}, & m = 1, \dots, M, \\ (b) \quad &\sum_{k=1}^K z_k^3 \frac{3}{0}x_{kn} \leq \frac{3}{0}x_n, & n = 1, \dots, N, \\ (c) \quad &\sum_{k=1}^K z_k^3 \frac{3}{1}y_{km} \leq \frac{3}{1}y_m, & m = 1, \dots, M, \\ (d) \quad &\sum_{k=1}^K z_k^3 \frac{3}{2}y_{km} \leq \frac{3}{2}y_m, & m = 1, \dots, M, \\ (e) \quad &z_k^3 \geq 0, & k = 1, \dots, K, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
(f) \quad & ({}^3_1y_m + {}^4_1y_m) \leq \sum_{k=1}^K z_k^1 ({}^3_1y_{km} + {}^4_1y_{km}), \quad m = 1, \dots, M, \\
(g) \quad & \sum_{k=1}^K z_k^1 {}^1_0x_{kn} \leq {}^1_0x_n, \quad n = 1, \dots, N, \\
(h) \quad & z_k^1 \geq 0, \quad k = 1, \dots, K, \\
(i) \quad & ({}^3_2y_m + {}^4_2y_m) \leq \sum_{k=1}^K z_k^2 ({}^3_2y_{km} + {}^4_2y_{km}), \quad m = 1, \dots, M, \\
(j) \quad & \sum_{k=1}^K z_k^2 {}^2_0x_{kn} \leq {}^2_0x_n, \quad n = 1, \dots, N, \\
(k) \quad & z_k^2 \geq 0, \quad k = 1, \dots, K, \\
(l) \quad & {}^1_0x_n + {}^2_0x_n + {}^3_0x_n \leq x_n, \quad n = 1, \dots, N\}.
\end{aligned}$$

Model (2.7)'de P^1 alt sürecine ait kısıtlar (f)-(h)'de, P^2 alt sürecine ait kısıtlar (i)-(k)'da ve P^3 alt sürecine ait kısıtlar (a)-(e)'de yer almaktadır. (e), (h) ve (k) kısıtları yoğunluk vektörlerini (z_k^3 , z_k^2 ve z_k^1) içermekte olup her bir alt sürece ait ağırlıkları ifade etmektedir. (l) kısıtı ise her bir alt süreç girdilerinin toplamının mevcut toplam girdileri aşmayacağını göstermektedir. Model (2.7) ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında çalışmaktadır ve dış girdilerin alt süreçlerdeki dağılımı ile ara girdilere ait bilgiyi içermektedir.

2.2.3. Ağ Veri Zarflama Analizi Yaklaşımları

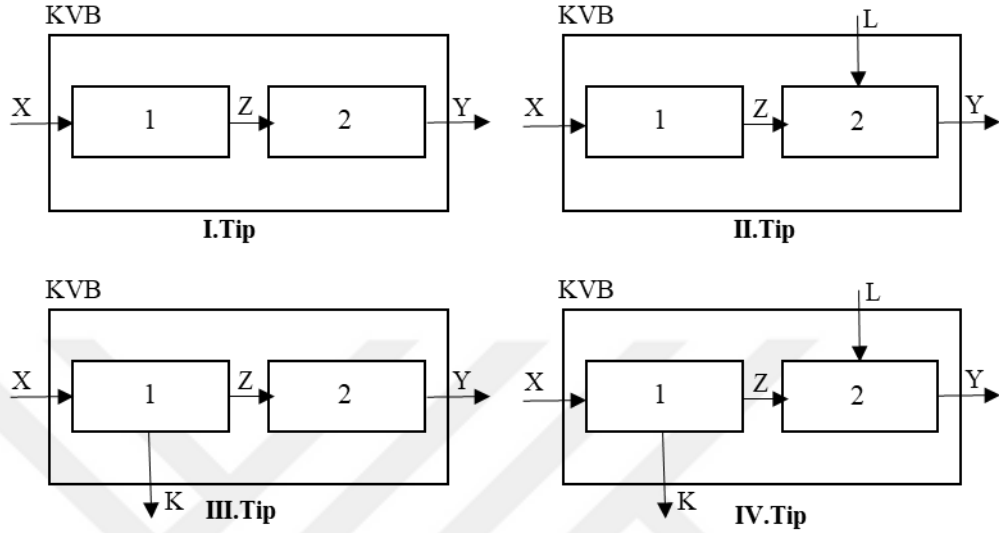
Ağ Veri Zarflama Analizi'nde yaklaşımlar ele alınan ağ üretim yapısına göre değişebilmektedir. Bu kapsamda bu kısımda AVZA yaklaşımlarına temel oluşturan ağ üretim sistemlerine yer verilmiştir.

2.2.3.1. Ağ Veri Zarflama Analizi'nde Kullanılan Üretim Sistemleri

Färe ve Grosskopf (2000) 'un çalışmaları ile birlikte alan yazınında AVZA'ya yönelik hem teori hem de uygulama bazlı çalışmalar gün geçtikçe artmıştır. Söz gelimi 2000 yılı öncesinde AVZA'ya yönelik çalışmalar yılda en fazla iki ya da üç tane iken 2000 yılı sonrasında bu sayı giderek artmıştır ve 2009-2013 yılları arasındaki çalışmaların yarısından fazlası bu alanla ilgili olmuştur (Kao, 2014b, p. 10). 2010 sonrasında ise çalışmalar artan ivme ile devam etmektedir. Çalışmaların bir kısmı var olan modellerin teorik gelişimine yönelik olurken bir kısmı da bu yaklaşımların banka, tedarik zinciri gibi gerçek hayat problemlerine uygulanması yönünde olmuştur. Yapılan uygulama çalışmalarında araştırma problemine özel ağ yapıları ele alınmakla birlikte genellikle iki

aşamalı seri ağ yapıları ağırlık kazanmıştır. Despotis vd. (2016), olası tüm iki aşamalı seri üretim sistemlerini dört yapıda ele almıştır (Şekil 11.).

Şekil 11.: İki Aşamalı Olası Üretim Sistemleri



Kaynak: (Despotis, Sotiros, et al., 2016, p. 36)

I. Tip sistemlerde birinci alt süreç dış girdi olarak sadece X girdisini kullanır ve Z ara girdisini üretir, sistemden nihai çıktı olarak sadece Y çıktısı üretilir. Bu temel sistem alan yazınında çalışmaların en çok yoğunlaştığı sistem olmuştur. I. Tip sistem üzerinde yapılan ilk çalışmalar Wang v.d. (1997) ve Seiford ve Zhu (1999)'nun çalışmaları olmuştur. Çalışmalarda etkinlik ölçümü her iki alt sürece ayrı ayrı VZA'nın uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

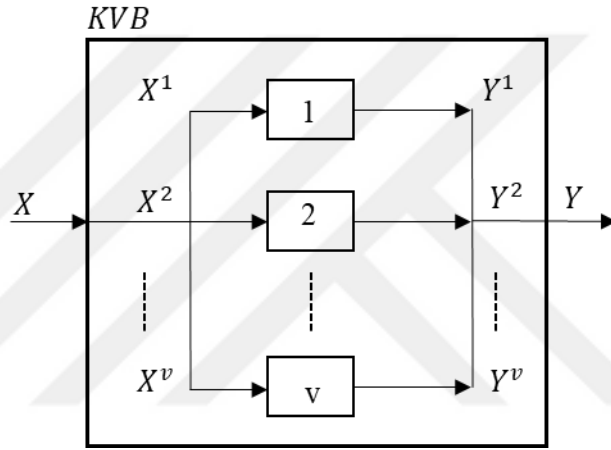
II. Tip sistemlerde birinci alt süreç X dış girdisini alıp Z ara girdisini üretmekte, ikinci alt süreç ek bir L dış girdisi ile beraber Z girdisini kullanarak nihai Y çıktısını üretmektedir. Liang vd. (2006) çalışmalarında işbirlikçi oyun teorisi altında, tedarik zinciri etkinlik ölçümü için alıcının ikinci alt süreçte birinci alt sürecin çıktısına ek olarak dış bir girdi daha aldığı II. Tip ağ yapısı benimsenmiştir.

III. Tip sistemlerde birinci alt süreç hem ara girdiyi (Z) hem de nihai bir çıktıyı (K) üretmektedir.

IV. Tip sistemlerde buna ek olarak ikinci alt süreç ara girdinin dışında ek bir dış girdi (L) almaktadır. Diğer bir ifadeyle, dış girdi ve çıktılar her iki alt süreçte de yer almaktadır. Fare ve Grosskopf (1996)'un çalışması bu tip sisteme örnektir.

Şekil 11.'de belirtilen ağ sistemleri ikiden fazla olacak şekilde çok aşamalı olarak genişletilebilmektedir. Kao (2014a) geliştirdiği ilişkisel AVZA modelini çok aşamalı genel sistemler için de genişleterek bu hususta kapsamlı bir çalışma sunmuştur.

Şekil 12.: Paralel Alt Süreçlere Sahip Üretim Sistemi

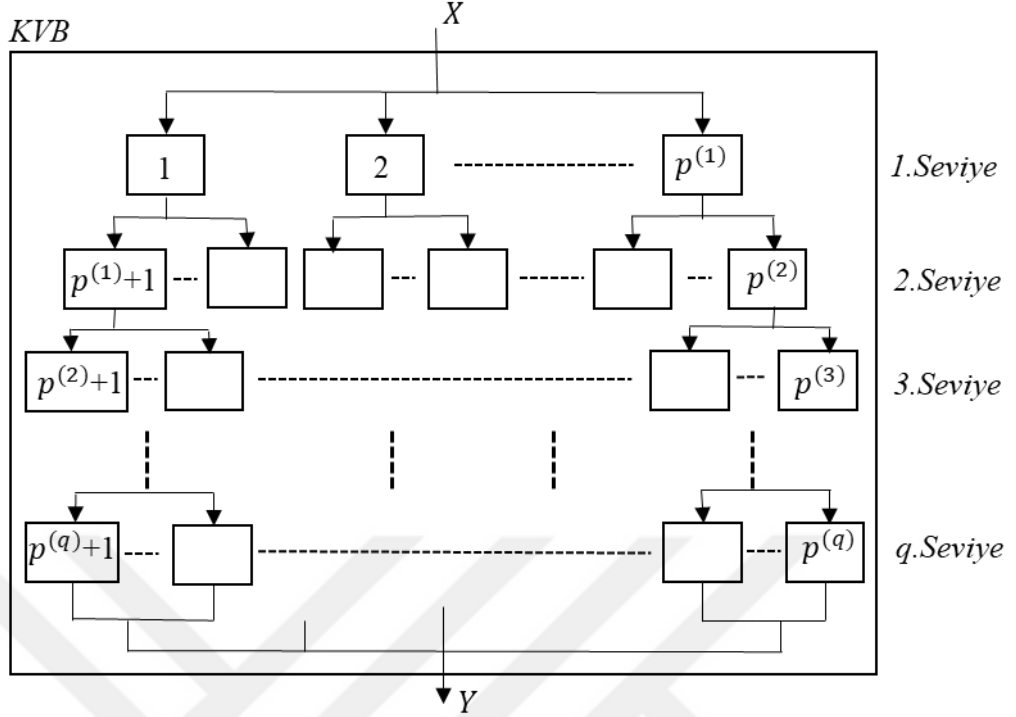


Kaynak: Koronakos (2019, p. 260); Kao (2009b, p. 1108)

Gerçek hayatta üretim sistemleri paralel olarak da yapılanmaktadır (Şekil 12.). Bu tip paralel üretim sisteminde her alt süreç dış girdiyi (X) alarak nihai çıktıyı (Y) üretmektedir. Bu üretim sistemine örnek olarak üniversiteler verilebilir. Üniversitelerin akademik ve öğretim alt süreçleri aynı kaynakları alıp farklı çıktılar üreten paralel yapılar olarak modellenebilir. Bu üretim yapısında paralel alt süreçler tek bir girdiyi paylaşabilir, bu durumda her bir alt süreç için ayrı etiketlenmiş girdi değil tek bir girdinin dağılımı söz konusu olmaktadır. Ağ Veri Zarflama Analizi'nin matematiksel alt yapısının sunulduğu çalışmalardan olan Färe vd.(1997)'nin çalışmasında esasen bu tür üretim sistemi ele alınmıştır. Beasley (1995) ve Molinero (1996)'un çalışmalarında üniversitelerdeki faaliyetler öğretim ve araştırma olmak üzere iki paralel alt sürece bölünmüş, alt süreçlerin kendi girdilerinin yanında ek olarak donanım harcamalarını ortak olarak paylaştıkları bir girdi (shared input) tanımlanmıştır.

AVZA’da sistematik bir şekilde analiz yapılabilmesi için probleme ait genel ağ üretim sisteminin yapısı tanımlanmaya ve sınıflandırılmaya çalışılır. Bu nedenle, her bir karar verme birimi aynı sayıda alt sürece sahip olmalı ve ilişkili her alt süreci kıyas analizine temel olması bakımından aynı işlevi gerçekleştirmelidir. Ancak ele alınan karar verme birimlerinin farklı alt süreç işlevlerine sahip birimlerinin etkinlikleri de aynı girdilerin girip aynı çıktıların üretilmesi şartı ile AVZA kapsamında ölçülebilir. Bu tür üretim yapıları paralel sistemlerin bir alt türü olup hiyerarşik modeller altında ele alınmaktadır. Örneğin büyük organizasyonların etkinlik yapısı genellikle üretim, fonksiyonel ya da bölgesel olarak bölümlendirilebilmektedir. Burada üretim bakımından alt süreçlere ayrılan bir üretim sistemi fonksiyonel ya da bölgesel bakımdan da alt süreçlere ayrılır ve bu alt süreçler aynı seviyede bölümlendirilebilir. Böylelikle, üç grubun birbiri ile aynı seviyede aynı girdi-çıkı yapılarını barındıran alt süreçleri hiyerarşik yapıda bütünsel olarak ele alınabilir. Genel hiyerarşik üretim sistemi yapısı Şekil 13.’te görülmektedir. Alan yazında örnek olarak Cook vd. (1998) ile Cook ve Green (2005) her biri ayrı ayrı çalışan 40 adet güç ünitesinden oluşan 10 adet elektrik santralini çeşitli seviyelerden oluşan hiyerarşik sistemde ele almışlardır. Bir seviyede her bir güç biriminin diğer güç birimlerine göreli olarak tüm santraller bazında etkinlik ölçümü yer alırken diğer seviyede her bir santralin birbirine göreli olarak etkinlik ölçümü yer almıştır.

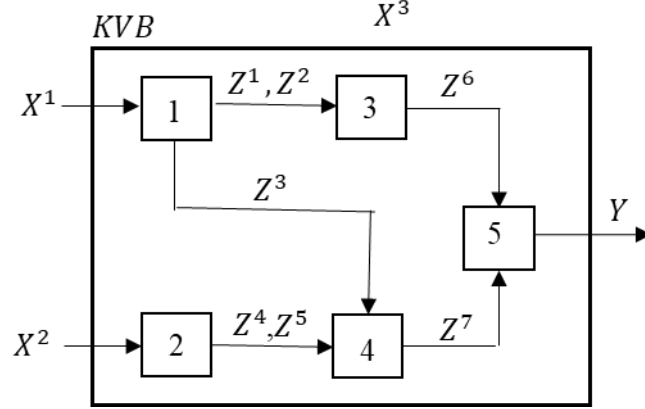
Şekil 13.: Hiyerarşik Üretim Sisteminin Genel Yapısı



Kaynak: Kao (2017). Ağda q adet seviye bulunmaktadır. 1.seviyede $p^{(1)}$ adet alt süreç bulunurken ikinci seviyede birinci seviyedeki alt süreçlere bağlı olarak $p^{(2)}-p^{(1)}$ adet alt süreç bulunmaktadır. Hiyerarşik yapı bu şekilde en aşağıdaki q . seviyeye kadar inmektedir. Tüm sistem X girdisini alıp Y çıktısını üretmektedir. Girdi sisteme yukarıdan aşağıya olacak şekilde dağılmaktadır.

Seri ve paralel üretim sistemleri bir üretim yapısını her zaman doğru olarak temsil etmeyebilir. Söz gelimi bir üretim yapısında hem paralel hem de seri olarak tanımlanabilecek karmaşık bir sistem söz konusu olabilir. Bu tür karışık üretim sistemlerine (mix network systems) örnek olarak Şekil 14.'de gösterilen üretim yapısı verilebilir. Alan yazınında bu tür sistemlere yönelik AVZA uygulamaları oldukça kısıtlıdır. Erken dönem AVZA çalışmalarında karışık üretim sistemine yönelik etkinlik ölçümüne örnek olarak Ulusal ve Amerikan Basketbol ligindeki toplam 30 takımın etkinliğinin beş alt süreçte değerlendirildiği Lewis ve Sexton (2004)'un çalışması örnek verilebilir. Çalışmada alt süreçlere dair etkinlik ölçüm işlemi bağımsız olarak gerçekleştirilmiştir. Kao (2017), karma yapıdaki sistemlerin etkinlik ölçümünü geliştirdiği ilişkisel AVZA modelini uyarlayarak gerçekleştirmiş ve genel bir AVZA modeli önermiştir (Kao, 2017).

Şekil 14.: Karışık Üretim Sistemi



Kaynak: (Kao, 2017, s. 388; Lewis ve Sexton, 2004, s. 1375)

2.2.3.2. Ağ Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Modeller

Bu kısımda, daha önce genel yapısı verilen ağ sistemlerinin etkinlik ölçümünde kullanılan AVZA modellerine yer verilmiştir. Geleneksel VZA’da çarpan modelin (primal) duali zarflamalı modeldir ve her iki modelin sağladığı bilgiler farklı olmakla birlikte optimum çözüm değerleri aynıdır. Etkin olmayan birimlerin etkin olabilmeleri için girdilerini/çıktılarını ne kadar artıracaklarına /azaltacaklarına dual model çözülerek ulaşılmaktadır. Ancak bu durum AVZA modelleri için geçerli değildir. Yazında yapılan çalışmalar genel sistem etkinliğini ve alt süreç etkinliklerine ait bilgiyi sağlayan her AVZA çarpan modelinin dualinin (zarflamalı model) faktörlere (girdiler, ara ürünler ve çıktılar) ait hedef değer bilgisini vermediğini göstermiştir. Bu kapsamda faktörlere ait hedef değerlerin (yansıtma değerleri) bilgisine ulaşılabilmesi için modelde bazı modifikasyonların yapılması gerekmektedir (Y. Chen et al., 2013, p. 510). Bu durum geliştirilen AVZA modellerinin aynı etkinlik skorunu verseler dahi farklı bilgiler sağlamasına yol açmış, geleneksel VZA modellerindeki kategorileştirmenin AVZA için yetersiz kaldığını göstermiştir. Alan yazınında tek bir sınıflandırma bulunmamakla birlikte öne çıkan çalışmalar şu şekildedir:

Chen vd. (2013) alan yazınındaki modelleri çarpan AVZA modelleri ve zarflamalı yapıya benzeyen AVZA modelleri olarak ikiye ayırmışlardır. Birinci kategoride bir ağdaki alt

süreçlerin geometrik ya da aritmetik ortalamalarının alınarak oransal etkinliklerinin elde edilip bunun genel ağ etkinliğine dâhil edilmesi ile elde edilen etkinlik ölçüm modelleri yer almıştır. İkinci kategoride ise ağdaki her alt süreç için oluşturulan üretim olanakları kümesinin kullanılması elde edilen ve görünüm olarak zarflamalı modele benzeyen AVZA modelleri yer almıştır. Bu bakımdan değerlendirildiğinde Model (2.7)'de yer alan Färe vd. (2000)'nin AVZA modelinin ikinci kategoride yer aldığı söylenebilir.

Kao (2014b), AVZA için geliştirilen modelleri şu başlıklar altında incelemiştir (Kao, 2014b, p. 3):

- Bağımsız Model (Independent model): Sistem ve bileşenlerinin¹⁰ etkinliklerinin her birine ayrı ayrı geleneksel VZA'nın uygulanması ile elde edildiği çalışmaları içerir. Burada sistemin alt süreçleri arasındaki bağlantı dikkate alınmamıştır. En erken dönemdeki uygulamalar bağımsız model üzerine olmuştur (Seiford ve Zhu, 1999).
- Sistem Uzaklık Ölçüsü Modeli (System distance measure model): Burada sistem etkinliğinin minimum girdi ile gerçekleşen girdi arasındaki bağıl uzaklığı veren (minimum girdi uzaklık ölçüsü) θ ile elde edildiği veya maksimum çıktı ile gerçekleşen çıktı arasındaki bağıl uzaklığı veren (maksimum çıktı uzaklık ölçüsü) ϕ kullanılarak elde edildiği çalışmalar yer almaktadır.
- Proses Uzaklık Ölçüsü Modeli (Process distance measure model): Sistem uzaklık ölçüsü modelinde her bir alt süreç aynı uzaklık θ parametresine sahiptir. Alt süreçlerin her birinin etkinlik değerini temsil eden bir farklı bir parametreye sahip olması ve toplam sistem etkinliğinin bu alt süreç etkinliklerinin ağırlıklı ortalamasını temsil ettiği düşüncesi bu yaklaşımın temelini oluşturur. Ayrıca istenmeyen çıktıların varlığında geliştirilmiş olan

¹⁰ Sistem bileşenleri alan yazınında “aşama, alt aşama, alt birim, bölüm (kısım), alt-KVB, alt sistem, alt süreç, proses, fonksiyon ve bileşen” olarak geçmektedir. Tez çalışmasının bütünlüğü açısından bir sisteme ait alt bileşenler “alt süreç” olarak benimsenmiştir.

Yönlü Uzaklık Fonksiyonu Tabanlı Modeller (Directional distance measure models) de bu kategoride değerlendirilebilir.

- Faktör Uzaklık Ölçüsü Modeli (Factor distance measure model): Bu yaklaşım esasen uzaklık ölçüsü modellerinin, girdiler ve çıktıların ayrı parametrelere sahip olmasıyla, daha genel hale getirilmiş halidir. Girdi ve çıktı parametrelerinin birbiri ile karşılaştırılabilir olması için çıktı parametrelerinin tersi alınır. Genelde benzer yapıdaki girdi ve çıktılara aynı parametre atanır.
- Aylak Tabanlı Modeller (Slack-based measure model): Çarpan ve zarflamalı modeller temel olarak primal-dual ilişkisini taşıyan, farklı biçimlerde ifade edilen ancak temelde aynı olan yaklaşımlardır. Burada temel düşünce, bir KVB ile onun etkin üretim sınırındaki (orijinden geçen ışın boyunca) iz düşümü arasındaki göreceli mesafesini ölçmektir. Bu nedenle ölçülen etkinlik oransal uzaklıktır (radyal uzaklık). Etkinliğin radyal olarak ölçülmediği modeller ise Aylak Tabanlı Modeller olarak adlandırılır. Aylak Tabanlı Modeller herhangi bir yönelime sahip değildir, yani etkinlik ölçülürken girdiler ya da çıktılar sabit tutulmaz, dolayısıyla etkinlik tek bir açıdan ölçülmez bunun yerine sistemdeki etkinsizliğe odaklanılır (Kao, 2017, p. 65)
- Kesirli Sistem Etkinliği Modeli (Ratio-form system efficiency model): Bu yaklaşımda sistem etkinliği amaç fonksiyonunda nihai çıktıların dış girdilere oranı şeklinde ifade edilir. Model çözüldüğünde öncelikle sistem etkinliği elde edilmektedir. Alt süreçlere ait etkinlik değerleri daha sonra hesaplanmaktadır. Yazında Kao ve Hwang (2009a)'ın ilişkisel AVZA modeli bu yaklaşıma öncülük etmiştir. Bu modellerin dual formu sistem uzaklık ölçüsü modellerini vermektedir. Kao (2017) daha sonra bu modelleri kesirli biçimdeki etkinlik ölçümünün altında Etkinlik Ayırımı (Efficiency decomposition) başlığı altında ele almıştır.
- Kesirli Proses Etkinliği Modeli (Ratio-form process efficiency model): Bu yaklaşımda kesirli sistem etkinliği modelinin tersine amaç fonksiyonunda

sistem etkinliği alt süreç etkinliklerinin ağırlıklı ortalaması olarak ifade edilir. Model çözüldüğünde hem sistem hem de alt süreç etkinlikleri eşanlı olarak çözülmüş olmaktadır. Kao (2017) daha sonra bu modelleri kesirli biçimdeki etkinlik ölçümünün altında Etkinlik Toplamı (efficiency aggregation) başlığı altında ele almıştır.

- Değer Tabanlı Model (Value- based model): Bir ađ sisteminde çıktı ve girdilere yönelik maliyet ve fiyat bilgisi mevcut olduğunda, kâr ya da maliyet etkinliğinin ölçüldüğü modeller bu yaklaşım kapsamında değerlendirilmektedir.

Bir diğer kapsamlı çalışma olarak Koronakos (2019)'un çalışması gösterilebilir. Koronakos (2019) AVZA çalışmalarını ölçülen etkinlik kapsamında temelde ikiye ayırmıştır. Birincisinde, her bir alt süreç etkinliklerinin birbirinden bağımsız ölçüldüğü bağımsız değerlendirme yer almaktadır. İkincisinde, alt süreçler arası ve genel etkinlik arasındaki ilişkinin dikkate alındığı birleşik değerlendirme (joint assessment) yer almaktadır. Burada Sistem Merkezli Yaklaşım (System-centric approach), Aylak Tabanlı Yaklaşım, Birleştirme Yaklaşımı (Composition approach) ve Etkinlik Ayrışımı Yaklaşımı (Efficiency decomposition approach) vardır. Bu yaklaşımlar sistem ve alt süreç etkinliklerinin ölçülme ve modellerin sağladıkları bilgi bakımından kategorize edilmiştir (Koronakos, 2019, pp. 264–294):

- Sistem Merkezli Yaklaşım (System-centric approach): Bu yaklaşımdaki modellerde alt süreçler dikkate alınmakla birlikte amaç fonksiyonunda sadece genel sistemin etkinlik değerine yer verilmektedir. Genellikle zarflamalı modellerin yer aldığı bu modelleri Kao (2014b) sistem uzaklık ölçüsü modelleri olarak tanımlamıştır. Fare (1996;1995)'nin çalışmaları bu grupta yer almaktadır.
- Aylak Tabanlı Yaklaşım (Slack- based measure approach): Bu yaklaşımdaki modellerde genel sistem etkinliği ve alt süreç etkinlikleri eşanlı olarak hesaplanır. Kao (2014b) ile aynı başlıktaki modelleri içermektedir. AVZA için aylak tabanlı model ilk olarak Tone ve Tsutsui (2009) tarafından önerilmiştir. Çalışmada karar

vericinin alt süreçlere dair önem ağırlıklarını atadığı Ağırlıklı Aylak Tabanlı AVZA (Weighted NDEA) modeli sunulmuş, alt süreçlerin aylak değişkenlerine dayalı etkinlik ölçüsünün kullanılması önerilmiştir. Modeller amaç fonksiyonunda girdilerin çıktılarının ya da her ikisinin aylak değişkenlerinin yer almasına göre isim almaktadır. Bu modeller alan yazınında etkinlik ölçüsü olarak aylak değişkenleri aldığı için etkinlik tanımı açısından eleştirilmektedir. Ayrıca Tone ve Tsutsui (2009)'nin modelinin I. Tip ağ sistemlerine uygulandığında modelin sadece genel sistem etkinlik bilgisini verdiği, alt süreç etkinlik değerlerine ulaşılabilmesi için modelin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Y. Chen et al., 2013, p. 515).

- Birleştirme Yaklaşımı (Composition approach): Bu yaklaşım kapsamına giren modellere Despotis vd. (2016)'nin I. Tip ağ sistemleri için önerdikleri modeller öncülük etmiştir. Buradaki modellerde önce alt süreçlerin etkinliği daha sonra genel sistem etkinliği hesaplanmaktadır. Birden fazla sayıdaki alt sürecin etkinlik değerlerinin eşanlı olarak hesaplanması işlemi çok amaçlı optimizasyon problemi olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda birinci alt sürecin etkinliği girdi odaklı, ikinci alt sürecin etkinliği ise çıktı odaklı olarak modellenmiş, her iki modelin ortak kısıtlara sahip olmasıyla modeller birleştirilmiş ve sonuç itibarı ile iki amaçlı optimizasyon problemi elde edilmiştir. İdeal çözüme her zaman ulaşamayacağından, amaç fonksiyonunda Tchebycheff uzaklığı (L_{∞}) kullanılarak ideal çözümden olan maksimum sapmaların minimizasyonunu içeren bir uzaklık ölçüsü tanımlanmış, model tek amaçlı doğrusal programlama modeline dönüştürülmüştür. Daha sonra alt süreç etkinlik değerlerinin aritmetik ortalaması ya da çarpımı alınarak genel sistem etkinliğine ulaşılmıştır. Modelin alan yazınında yoğun olarak kullanılan diğer AVZA modellerine olan avantajı, benzersiz bir çözüm sunması olmuştur (Despotis, Koronakos, et al., 2016).
- Etkinlik Ayırışımı Yaklaşımı (Efficiency decomposition approach): Bu yaklaşımdaki modellerde ise önce genel sistem etkinliği daha sonra alt süreç etkinlikleri hesaplanmaktadır. Genel sistem etkinliğinin alt süreç etkinliğine nasıl ayrışması gerektiği ile ilgili iki yaklaşım vardır: Çarpımsal Etkinlik Ayırışımı

(Multiplicative Efficiency Decomposition) ve Toplamsal Etkinlik Ayırışımı (Additive Efficiency Decomposition). Çarpımsal etkinlik yaklaşımında genel sistem etkinliği alt süreç etkinliklerinin çarpımı şeklinde yer alırken toplamsal etkinlik ayırışımında genel sistem etkinliği alt süreç etkinliklerinin toplamı şeklinde yer almaktadır. Kao ve Hwang (2008) ve Kao (2009a)'nın çalışmaları çarpımsal etkinlik ayırışımında, Chen vd. (2009)'nin çalışması toplamsal etkinlik ayırışımında öne çıkan çalışmalar olmuştur. Bu yaklaşımlara tez çalışmasının ilerleyen kısmında ayrıntılı olarak yer verilecektir.

2.2.4. İki Aşamalı Ağ Veri Zarflama Analizi

Buraya kadar verilen ağ sistemlerinde kullanılan AVZA çalışmaları esasen iki aşamalı ağ sistemleri modellerine dayanmaktadır. AVZA'nın yazında dikkat çekmesi ile birlikte yaklaşımın daha kapsamlı, sistemli ve tutarlı bir yapıya sahip olması için basit iki aşamalı sistemler üzerinde model geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Şekil 11.'de verilen iki aşamalı sistemler arasında ise en yoğun olarak I. Tip ağ sistemleri üzerinde durulmuş, bu tip sistemler için geliştirilen modeller daha sonra genel yapıdaki (II. Tip, III. Tip ve IV. Tip) iki aşamalı sistemlere genişletilmiştir. I. Tip iki aşamalı sistemlere yönelik çalışmalarda etkinliğin nasıl ifade edilmesi bakımından en fazla etkinlik ayırışımı modelleri benimsenmiştir. Geliştirilen modeller arasında ise kesirli sistem etkinliği modeli (çarpan model) ve uzaklık tabanlı model (zarflamalı model) ön plana çıkmıştır. Kesirli modellerde alt süreç etkinliklerinin genel sistem etkinliğine dâhil edilmesi ve modellerin doğrusal hale getirilmesi ile geleneksel çarpan formundaki VZA modellerine benzeyen modeller elde edilmektedir. Uzaklık tabanlı modellerde ise alt süreçler için üretim olanakları kümesi oluşturulmakta, geleneksel zarflamalı formdaki VZA modellerine benzeyen modeller elde edilmektedir (Y. Chen et al., 2013, p. 507). Burada temel teşkil etmesi bakımından I. Tip ağ sistemleri için geliştirilmiş etkinlik ayırışımı yaklaşımlarına yer verilmiştir. Bu kısımda Kao (2009a) ile Koronakos (2019)'un notasyonu benimsenmiştir (Tablo 2.).

Tablo 2.: Etkinlik Ayrışımı Modelleri için Kullanılan Notasyon

Notasyon	Açıklama
$j \in J = \{1, \dots, n\}$	N tane KVB için indeks kümesi
$j_0 \in J$	Değerlendirilen KVB
$X_j = (X_{ij}, i=1, \dots, m)$	KVB _j tarafından kullanılan dış girdi vektörü
$Z_j = (Z_{pj}, p=1, \dots, q)$	KVB _j için ara ürün (ara girdi) vektörü
$Z_j = (Z_{dj}, d=1, \dots, D)$	KVB _j için ara ürün (ara girdi) vektörü (Uzaklık Tabanlı Model)
$Y_j = (Y_{rj}, r=1, \dots, s)$	KVB _j tarafından üretilen nihai çıktı vektörü
$v = (v_i, v_1, \dots, v_m)$	Dış girdiler için ağırlık vektörü
$w = (w_p, p=1, \dots, q)$	Ara ürünler için ağırlık vektörü
$p = (p^n, n=1, 2)$	Üretim ölçeği tabanlı modelde ara ürünler için ağırlık vektörü
$u = (u_r, r=1, \dots, s)$	Nihai çıktılar için ağırlık vektörü
λ	Birinci alt süreç için yoğunluk vektörü
μ	İkinci alt süreç için yoğunluk vektörü
E_j^0	KVB _j 'nin genel sistem etkinliği
E_j^1	KVB _j 'nin birinci alt süreç etkinliği
E_j^2	KVB _j 'nin ikinci alt süreç etkinliği

Kaynak: (Kao, 2009a; Koronakos, 2019)

2.2.4.1. Kesirli İki Aşamalı AVZA Modelleri

Bu kısımda kesirli biçimdeki çarpımsal etkinlik modelleri ve toplamsal etkinlik modellerine yer verilecektir.

2.2.4.1.1. Çarpımsal Etkinlik Modelleri

Genel sistem etkinliğinin alt süreçlerin çarpımı olarak ayrıştırılması yaklaşımına Kao ve Hwang (2008) ile Liang vd (2008)'nin çalışmaları öncülük etmiştir. Liang vd (2008) genel sistem etkinliğini oyun teorisi bağlamında alarak ayrıştırmış, Kao ve Hwang (2008) etkinsizliğin kaynağının teşhisi bağlamında ele alarak ayrıştırmıştır. KVB_j'nin genel etkinliğini veren ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altındaki (CRS) geleneksel VZA yaklaşımı Model (2.8)'deki gibidir (Charnes et al., 1978, p. 431):

$$E_{j0} = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ij0}} \quad (2.8)$$

Kısıtlar

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

$$u_r, v_i \geq \varepsilon^{11}, \quad r=1, \dots, s, \quad i=1, \dots, m$$

Model (2.8)'de, bir karar verme biriminin dış girdileri (X_{ij}) alıp nihai çıktıları (Y_{rj}) üreten bir üretim sistemi olarak ele alınması ile göreceli bir teknik etkinlik değeri (E_{j0}) elde edilir. Burada üretim sistemi tek bir süreçten oluşmaktadır. KVB'nin I. Tip ağ üretim sistemine sahip olması durumunda Model (2.8) kullanılarak KVB'nin genel etkinliği alt süreçlerin etkinliklerinin birbirinden bağımsız olarak hesaplanması ile elde edilebilir. Bağımsız yaklaşım olarak adlandırılan bu yaklaşımda girdiye yönelik alt süreç etkinlikleri Model (2.9 a,b)'deki gibidir (Kao ve Hwang, 2008; Liang vd., 2008):

$$E_{j0}^1 = \max \frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij0}} \quad (2.9a)$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1, \quad j=1, \dots, n,$$

$$w_p, v_i \geq \varepsilon, \quad p=1, \dots, q, \quad i=1, \dots, m$$

$$E_{j0}^2 = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj0}}{\sum_{p=1}^q \hat{w}_p Z_{pj0}} \quad (2.9b)$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{p=1}^q \hat{w}_p Z_{pj}} \leq 1, \quad j=1, \dots, n,$$

$$u_r, \hat{w}_p \geq \varepsilon, \quad r=1, \dots, s, \quad p=1, \dots, q$$

Model (2.9 a,b)'de alt süreç etkinliklerinin ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı altındaki geleneksel kesirli programlama VZA modeli ile elde edildiği görülmektedir. Ancak bu bağımsız yaklaşımın sakıncası vardır; birinci alt süreçte maksimize edilmek istenen ara ürünler ikinci alt süreçte minimize edilmektedir. Söz gelimi birinci alt sürecin tam etkin çıkması ve ikinci alt sürecin tam etkin çıkmaması durumunda, ikinci alt sürecin girdilerinde, yani birinci alt süreç çıktılarında (Z_{pj}), azaltıma gidilmesi gerekecektir, bu

¹¹ KVB'nin en az bir girdiyi kullanıp en az bir çıktıyı üretmesini sağlamak amacıyla genellikle 10^{-6} olarak epsilon kısıtı eklenmektedir. Ancak bu durum bazen problemin uygun çözüme sahip olmamasına yol açabilmektedir. Karar vericinin problemi çözmeden bu durumu dikkate alması gereklidir (Zhu, 2014, p. 49).

da birinci alt sürecin tam etkin durumundan çıkmasına neden olacaktır. Bu durumda genel etkinliğin alt süreçler ve genel sistem etkinliği arasındaki ilişkinin tanımlanması ile söz konusu çatışmanın dikkate alınarak hesaplanması gerekmektedir. (Liang et al., 2008, p. 645). KVB_{j0}'nin genel sistem etkinliğinin (E_j^0) ve alt süreç etkinliklerinin hesaplanmasında kullanılan ağırlık çözüm vektörü u_r^* , v_i^* ve w_p^* olarak tanımlansın. Bu durumda genel ve alt süreç etkinlik değerleri (2.10 a.b.c)'daki gibi olmaktadır:

$$E_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ij0}} \leq 1, \quad (2.10a)$$

$$E_{j0}^1 = \frac{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ij0}} \leq 1, \quad (2.10b)$$

$$E_{j0}^2 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rj0}}{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj0}} \leq 1, \quad (2.10c)$$

Burada Model (2.10) ile Model (2.9) arasındaki fark birinci alt sürece atanan ağırlık değerleri ile ikinci alt sürece atanan ağırlık değerlerinin Model (2.10)'da aynı olmasıdır ($w_p = \hat{w}_p$). Genel sistem etkinliği alt süreç etkinliklerinin çarpımı olarak ele alınırsa genel sistem ile alt süreç arasındaki ilişki tanımlanmış olmaktadır:

$$E_{j0} = E_{j0}^1 \times E_{j0}^2 \quad (2.11)$$

$$E_{j0} = \frac{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ij0}} \times \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rj0}}{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj0}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ij0}}.$$

Bu etkinlik ilişkisi Model (2.8)'e kısıt olarak eklenirse genel etkinlik modeli aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$E_{j0} = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ij0}} \quad (2.12)$$

Kısıtlar

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

$$\frac{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ij}} \leq 1, \quad j=1, \dots, n,$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rj}}{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj}} \leq 1, \quad j=1, \dots, n,$$

$$u_r, w_p, v_i \geq \varepsilon, \quad p=1, \dots, q, \quad i=1, \dots, m, \quad r=1, \dots, s.$$

Model (2.12) Charnes-Cooper dönüşümü uygulanarak doğrusal hale getirilebilmektedir:

$$E_{j0} = \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj0} \quad (2.13)$$

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ij0} = 1$$

Sistem Kısıtı

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

Alt Süreç Kısıtı

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j=1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} \leq 0 \quad j=1, \dots, n$$

$$u_r, w_p, v_i \geq \varepsilon, \quad p=1, \dots, q, \quad i=1, \dots, m, \quad r=1, \dots, s.$$

Model (2.13) İlişkisel AVZA modeli (relational model) olarak adlandırılmaktadır. Optimum ağırlıklar (u_r^* , v_i^* ve w_p^*) hesaplandıktan sonra genel ve alt süreç etkinlikleri Model (2.10)'daki gibi hesaplanır. Burada bir KVB'nin alt süreç etkinlik kısıtlarının toplamı genel sistem etkinlik kısıtını vereceğinden sistem kısıtı kaldırılabilir (Kao, 2017). Liang vd (2008)'ın geliştirdikleri ve merkezileştirilmiş model (centralized model) ismini verdikleri işbirlikçi model de ilişkisel modeli ile eşdeğer niteliği taşımaktadır. Her iki modelde de alt süreç etkinlikleri eşanlı olarak hesaplanmaktadır. Liang vd (2008) Stackelberg modelini referans alarak alt süreçler arasında lider-takipçi ilişkisi kapsamında bir model önerisi de sunmuş ve modeli lider-takipçi modeli (leader-follower model) olarak adlandırmıştır. Buna göre modelde öncelikle daha önemli olduğu düşünülen alt sürecin etkinliği CCR modeliyle çözülür. Daha sonra bu model çözülerek elde edilen ara ürünlere ait optimum ağırlıklar diğer alt sürecin sabit tek bir girdisi olarak kabul edilerek diğer alt sürecin etkinliği hesaplanır. Böylece daha önemli olan alt sürecin etkinlik değeri korunmuş olur. Örneğin birinci alt sürecin lider olması durumunda birinci alt sürecin mevcut etkinlik değeri amaç fonksiyonunda ara ürünlerin yer almasıyla optimize edilir. Daha sonra bu sürecin etkinlik değerinin (E_{j0}^{1*}) korunarak ikinci alt sürecin etkinlik değeri Model (2.14) ile hesaplanmaktadır (Liang et al., 2008, p. 645):

$$E_{j0}^2 = \max \sum_{r=1}^s \frac{u_r Y_{rj0}}{E_{j0}^1} \quad (2.14)$$

Kısıtlar

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} \leq 0 \quad j=1, \dots, n$$

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j=1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ij0} = 1$$

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0} = E_{j0}^{1*}$$

$$w_p \geq 0, p=1, \dots, q; v_i \geq 0, i=1, \dots, m; u_r \geq 0, r=1, \dots, s.$$

Model (2.13)'te verilen ilişkisel model (merkezileştirilmiş model) bazı dezavantajlara sahiptir. Bunlardan birisi alt süreç etkinliklerinin genel etkinlik değerinin elde edilmesinden sonra ($E_j = E_{j0}^1 \times E_{j0}^2$) hesaplanmasıdır. Bu durumda aynı etkinlik sonucunu veren birden fazla alt süreç etkinlik kombinasyonu bulunabilir. Amaç fonksiyonu optimum değerinde kalsa dahi amaç fonksiyonunda ara ürünlerin (wZ_{j0}) yer almaması, bunların değerlerinin değişebileceğini göstermektedir. Optimum genel etkinlik değerini veren alternatif alt süreç etkinlik ikililerinin varlığının testi için Kao ve Hwang (2008) ile Liang vd (2008) iki aşamalı post optimalite yaklaşımını önermişlerdir. Buna göre genel etkinlik Model (2.13) ile hesaplandıktan sonra, genel etkinlik değeri korunarak, hangi alt süreç daha önemli ise o alt sürecin maksimum etkinliği ya Model (2.15a) ile ya da Model (2.15b) ile hesaplanmaktadır (Kao ve Hwang, 2008; Liang vd., 2008):

$$E_{j0}^{1+} = \frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij0}} \quad (2.15a)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ij0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj0} = E_{j0}$$

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j=1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} \leq 0 \quad j=1, \dots, n$$

$$u_r, w_p, v_i \geq \varepsilon, p=1, \dots, q, i=1, \dots, m, r=1, \dots, s.$$

$$E_{j0}^{2+} = \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj0} \quad (2.15b)$$

$$\begin{aligned}
\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0} &= 1 \\
\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj0} - E_{j0} \sum_{i=1}^m v_i X_{ij0} &= 0 \\
\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} &\leq 0 \quad j=1, \dots, n \\
\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} &\leq 0 \quad j=1, \dots, n \\
u_r, w_p, v_i &\geq \varepsilon, \quad p=1, \dots, q, \quad i=1, \dots, m, \quad r=1, \dots, s.
\end{aligned}$$

Burada her iki modeldeki ikinci kısıt ile daha önce elde edilen genel sistem etkinlik değeri korunmaktadır. Model (1.14) ile optimum çözüm u_r^*, v_i^*, w_p^* elde edildikten sonra ikinci alt süreç etkinliği $E_{j0}^{2-} = E_{j0} / E_{j0}^{1+}$ ile elde edilir. Alternatif olarak önce ikinci alt sürecin etkinliği Model (2.15) ile maksimize edilmek istenirse birinci alt sürecin etkinliği $E_{j0}^{1-} = E_{j0} / E_{j0}^{2+}$ ile elde edilir. Eğer $E_{j0}^{1-} \neq E_{j0}^{1+}$ ya da $E_{j0}^{2-} \neq E_{j0}^{2+}$ ise ilişkisel model ile elde edilen etkinlik ayrışımı tek bir çözümü vermemektedir, aynı sistem genel etkinliğini veren alternatif alt süreç etkinlik kombinasyonu söz konusudur¹².

Çarpımsal modellerin sahip olduğu dezavantajlarından bir diğeri bu modellerin doğrudan olarak ölçeğe göre değişken getiri varsayımına (VRS) uyarlanamıyor olmasıdır. Çünkü serbest değişkenlerin varlığından dolayı alt süreç etkinliklerinin çarpımı genel sistem etkinliğini vermemekte, model doğrusal olmamaktadır. Bunun için Kao ve Hwang (2011) alt süreçlerin teknik ve ölçek etkinliklerine ayrışmasına dayanan bir yaklaşım önermişlerdir. Yaklaşımlarında birinci alt süreç için girdiye yönelik VRS modeli ve ikinci alt süreç için çıktıya yönelik VRS modeli oluşturulmuş, her iki alt süreç için ölçek etkinliği elde edilmiştir. Oluşturulan modellerde ara ürünlere ait ağırlıklar sabit kalmıştır. Buna göre birinci alt sürecin genel etkinliği girdi teknik ve ölçek etkinlik çarpımları iken ikinci alt sürecin genel etkinliği çıktı teknik ve ölçek etkinliğinin çarpımı olmuştur. İki aşamalı genel sistem etkinliği Model (2.13) ile elde edildikten sonra, ilk alt sürecin genel etkinliği (E_{j0}^1) sabit tutularak bu alt sürecin girdi teknik etkinliği (T_{j0}^1) Model (2.16)'daki gibi hesaplanır (Kao, 2017; Kao ve Hwang, 2011):

¹² Diğer bir ifadeyle önce birinci alt sürecin maksimize edilmesiyle elde edilen ikinci alt süreç etkinlik değeriyle (E_{j0}^{2-}), önce ikinci alt sürecin maksimize edildiği değeri (E_{j0}^{2+}) birbirine eşit değilse optimum genel sistem etkinlik değerini veren tek bir kombinasyon söz konusu değildir.

$$T_{j0}^1 = \max \sum_{p=1}^q \tilde{w}_p Z_{pj0} - \tilde{w}_{j0} \quad (2.16)$$

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m \tilde{v}_i X_{ij0} = 1$$

Ölçeğe göre sabit getiri kısıtları

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0} = E_{j0}^1 \sum_{i=1}^m v_i X_{ij0}$$

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} \leq 0, \quad j=1, \dots, n$$

Ölçeğe göre değişken getiri kısıtları

$$\sum_{p=1}^q \tilde{w}_p Z_{pj} - \tilde{w}_{j0} - \sum_{i=1}^m \tilde{v}_i X_{ij} \leq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$u_r, \tilde{v}_i, w_p, \tilde{w}_p, v_i \geq 0, \quad p=1, \dots, q, \quad i=1, \dots, m, \quad r=1, \dots, s.$$

Birinci alt süreçte ait ölçek etkinliği (S_{j0}^1), Eşitlik (2.17)'deki gibi hesaplanır:

$$S_{j0}^1 = \frac{E_{j0}^1}{T_{j0}^1}. \quad (2.17)$$

İkinci alt süreç için çıktı teknik etkinliği (T_{j0}^2), Model (2.18) ile hesaplanır:

$$1/T_{j0}^2 = \max \sum_{p=1}^q \tilde{w}_p Z_{pj0} + \tilde{w}_{j0} \quad (2.18)$$

Kısıtlar

$$\sum_{r=1}^s \tilde{u}_r Y_{rj0} = 1$$

Ölçeğe göre sabit getiri kısıtları

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj0} = E_{j0}^2 \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0}$$

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} \leq 0, \quad j=1, \dots, n$$

Ölçeğe göre değişken getiri kısıtları

$$\sum_{r=1}^s \tilde{u}_r Y_{rj} - \left(\sum_{p=1}^q \tilde{w}_p Z_{pj} + \tilde{w}_{j0} \right) \leq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$u_r, \tilde{u}_r, w_p, \tilde{w}_p, v_i \geq 0, \quad p=1, \dots, q, \quad i=1, \dots, m, \quad r=1, \dots, s.$$

Teknik etkinliği hesaplandıktan sonra ikinci alt süreçte ait ölçek etkinliği Eşitlik (2.19)'daki gibi hesaplanır:

$$S_{j0}^2 = \frac{E_{j0}^2}{T_{j0}^2} \quad (2.19)$$

Karar verme biriminin genel etkinliğinin alt süreçlerin etkinliklerinin çarpımıyla elde edildiği bilindiğine göre genel sistem etkinliği Eşitlik (2.20 a,b)'deki gibi hesaplanır:

$$E_{j0} = E_{j0}^1 \times E_{j0}^2 = (T_{j0}^1 \times S_{j0}^1) \times (T_{j0}^2 \times S_{j0}^2) \quad (2.20a)$$

$$E_{j0} = T_{j0} \times S_{j0} = (T_{j0}^1 \times T_{j0}^2) \times (S_{j0}^1 \times S_{j0}^2) \quad (2.20b)$$

Kao ve Hwang (2011)'in alt süreçlerin teknik etkinliklerinin ayrı ayrı hesaplandıktan sonra genel etkinlik bağlamında birleştirmesi yani etkinlik ayrışımına dayalı ölçek etkinlik ölçümü yaklaşımı eleştiri almıştır. Öncelikle modelde alt süreçler arasındaki ilişkinin teknik etkinlik ölçümünde iyi tanımlanmamış olması ve yaklaşımın sadece I. Tip ağ sistemine yönelik olması yaklaşımın en büyük zayıflığı olarak görülmüştür. Model (2.16)'da ve Model (2.18)'de ara ürünlere ait ağırlıkların sabit kılındığı görülmektedir. Ancak her iki model bağımsız olarak ayrı ayrı çözülmekte olduğundan ara ürünlerin optimum ağırlık değerleri farklı olabilmektedir. Diğer bir ifade ile, optimum ara ürün ağırlıklarının aynı olacağının garantisi yoktur (K. Chen ve Zhu, 2019, s. 104). Bu durumda elde edilen genel etkinlik ayrışımında, alt süreçlerin birbiriyle olan ilişkisinin dikkate alındığı her zaman söylenemez. Bunun için Chen ve Zhu (2019), Kao ve Hwang (2011)'in yaklaşımından yola çıkarak ölçek etkinliğini ölçmek için doğrusal olmayan yapıya sahip bir yaklaşım sunmuştur. Önerdikleri model genel iki aşamalı ağ sistemlerine uyarlanabilir nitelikte olmakla birlikte doğrusal değildir. Sonuç itibari ile çarpımsal etkinlik ayrışımında ölçeğe göre değişken getiri konusu hala muğlaklığını sürdürmekte birlikte, geliştirilmesi gereken konulardan biri haline gelmiştir.

2.2.4.1.2. Toplamsal Etkinlik Modelleri

Bilindiği gibi Kao ve Hwang (2009)'ın ilişkisel modelinde ara ürünlere ait ağırlıklar sabittir. Diğer bir ifadeyle birinci alt süreç çıktısının ikinci alt süreçte de olduğu gibi kullanıldığı varsayılmaktadır. Bu varsayımla alt süreç etkinlikleri çarpılırken ara ürünler

birbirini yok eder ve model doğrusallaştırılabilir. Bu varsayımın kaldırılması, aslında alt süreçlere ayrı ayrı geleneksel VZA'nın uygulanarak elde edilen etkinliklerin geometrik ortalamalarının alınması ile genel sistem etkinliğinin elde edildiği anlamını taşımaktadır. Genel sistem etkinliğinin alt süreç etkinliklerine çarpımsal olarak ayrıştırılmasına alternatif olarak Chen v.d. (2009) toplamsal ayrıştırmayı önermişlerdir. Bu yaklaşımda genel sistem etkinliği (E_{j0}) alt süreç etkinliklerinin ağırlıklı toplamıyla ifade edilmekte ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımına uyarlanabilmektedir. Chen vd (2009)'nin önerdiği genel sistem etkinliği Eşitlik (2.20)'deki gibidir (Y. Chen, Cook, et al., 2009, p. 1171):

$$E^0 = t_1 \frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij0}} + t_2 \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj0}}{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0}} \quad (2.20)$$

Kısıtlarla birlikte genel sistem etkinliğini veren optimizasyon modeli, Model (2.21)'deki gibi olmaktadır:

$$\text{Max} \left[t_1 \frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ij0}} + t_2 \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj0}}{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj0}} \right] \quad (2.21)$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1, \quad j=1, \dots, n,$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj}} \leq 1, \quad j=1, \dots, n,$$

$$u_r, w_p, v_i \geq 0, \quad p=1, \dots, q, \quad i=1, \dots, m, \quad r=1, \dots, s.$$

Burada t_1 ve t_2 ağırlıkları $t_1 + t_2 = 1$ eşitliğini sağlar, karar verici tarafından harici olarak önceden belirlenebilir ya da problemin kendisinden dâhili olarak oluşturulabilir. Ağırlıkların değeri, alt süreçlere verilen önemle ilişkilendirilir. Örnek olarak yazında bu ağırlıklara eşit önem atayıp harici olarak $t_1=t_2=0,5$ olarak alan çalışmalar vardır (Bichou, 2011, p. 14; Liang et al., 2006, p. 41). Chen vd (2009) ağırlıkları içsel olarak atamak yolu ile Model (2.21)'in uygun bir biçimde doğrusal hale getirilmesi için t_1 ve t_2 'yi alt süreçlerin genel performansa olan katkısının (ya da öneminin) temsili olarak düşünmüştür. Bu düşünceye argüman olarak alt süreçlerin büyüklüklerinin onların

önemini ifade ettiği düşüncesini sunmuştur. Alt süreç büyüklüklerini temsil etmenin yollarından birisi ise onu her iki alt süreç tarafından kullanılan toplam kaynağın oranı cinsinden ifade etmektir. Bu argümandan hareketle, t_1 ve t_2 Eşitlik (2.22)'deki gibi olmaktadır:

$$t_1 = \frac{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij0}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij0} + \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0}} \quad (2.22a)$$

$$t_2 = \frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij0} + \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0}} \quad (2.22b)$$

Burada t_1 ve t_2 ağırlıklarının karar değişkeni değil karar değişkenlerinin birer fonksiyonları olduğu ve değerlendirilen karar verme birimine göre değiştiği söylenebilir. Ağırlıkların, Model (2.21)'de yerine koyulması ile optimizasyon problemi Model (2.23)'teki kesirli programlamaya dönüşmektedir:

$$E_{j0} = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj0} + \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ij0} + \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0}} \quad (2.23)$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1, \quad j=1, \dots, n,$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj}} \leq 1, \quad j=1, \dots, n,$$

$$u_r, w_p, v_i \geq 0, \quad p=1, \dots, q, \quad i=1, \dots, m, \quad r=1, \dots, s.$$

Burada ara ürünlerin amaç fonksiyonundaki kesirli ifadenin her iki kısmında da yer aldığı görülmektedir. Bu da onların eşanlı biçimde hem girdi hem de çıktı olarak kabul edildiği anlamına gelmektedir. Model (2.23)'ün Charnes-Cooper dönüşümü ile doğrusal hale getirilmesi ile toplamsal model, Model (2.24)'teki gibi olmaktadır (Y. Chen, Cook, et al., 2009, p. 1172):

$$E_{j0} = \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj0} + \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0} \quad (2.24)$$

Kısıtlar

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^m v_i X_{ij0} + \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj0} &= 1 \\
\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} &\leq 0 \quad j=1, \dots, n \\
\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} &\leq 0 \quad j=1, \dots, n \\
u_r, w_p, v_i &\geq 0, \quad p=1, \dots, q, \quad i=1, \dots, m, \quad r=1, \dots, s.
\end{aligned}$$

Model (2.24) ile optimum ağırlıklar (u_r^* , v_i^* ve w_p^*) hesaplandıktan sonra genel ve alt süreç etkinlikleri Eşitlik (2.25 a,b,c,d)'teki gibi hesaplanır.

$$E_{j0} = \sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rj0} + \sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj0} \quad (2.25a)$$

$$E_{j0}^1 = \frac{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ij0}} = \frac{t_{j0}^2}{t_{j0}^1} \quad (2.25b)$$

$$t_{j0}^1 = \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ij0}, \quad t_{j0}^2 = \sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj0} \quad (2.25c)$$

$$E_{j0}^2 = \frac{E_{j0} - t_{j0}^1 E_{j0}^1}{t_{j0}^2} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rj0}}{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj0}} \quad (2.25d)$$

İlişkisel modelde olduğu gibi toplamsal modelde de aynı genel sistem etkinliğini veren birden fazla alternatif alt süreç etkinlik kombinasyonu bulunabilir. Bunun için Chen vd (2009) de Kao ve Hwang (2008) ve Liang vd (2008)'in iki aşamalı post optimalite yaklaşımını önermiştir. Diğer taraftan toplamsal model (additive model) de bir takım dezavantajlara sahiptir. Model (2.25)'teki t_2 ve t_1 ilişkisine bakıldığında $t_{j0}^2 \leq t_{j0}^1$ olduğu görülmektedir ($\frac{t_{j0}^2}{t_{j0}^1} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rj0}}{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj0}} = E_{j0}^1 \leq 1$). Burada t_{j0}^2 ağırlığının maksimum alabileceği değer 0,5'tir ve onun değeri azaldıkça ikinci alt süreç etkinlik değeri (E_{j0}^2) yükselmektedir (birinci alt süreç etkinliği (E_{j0}^1) azalmaktadır). Bu da modelin etkinlik değerlendirme sisteminin ikinci alt süreç lehine yanlılığa sahip olduğunu göstermektedir (Despotis, Koronakos, vd., 2016, s. 75; Despotis ve Koronakos, 2014, s. 303). Bu model I. Tip ağ sistemlerine uygulandığında bahsi geçen yanlılık çıktı odaklı modellerde de geçerli olmaktadır. Ancak diğer ağ sistemlerine örneğin III. Tip ağ sistemlerine uygulandığında bu yanlılık sadece girdi odaklı modelde oluşmaktadır.

2.2.4.2. Uzaklık Tabanlı İki Aşamalı AVZA Modelleri

Bu modeller geleneksel VZA'daki zarflamalı modellere benzemektedirler. Bilindiği üzere geleneksel VZA'da çarpan modelinin duali zarflamalı modeldir ve her ikisinin sağladığı bilgi farklılık arz etmektedir. Etkin olmayan birimlerin etkin olabilmeleri için girdilerini / çıktılarını ne kadar artıracaklarına /azaltacaklarına dual model çözülerek ulaşılmaktadır. Ancak bu durum AVZA modelleri için geçerli değildir. Yazında yapılan çalışmalar ilişkisel çarpan modelinin genel sistem etkinliğine ve alt süreç etkinliklerine ait bilgiyi sağladığını ancak dualinin faktörlere (girdiler, ara ürünler ve çıktılar) ait hedef değer bilgisini (frontier projection) vermediğini göstermiştir. Bu kapsamda faktörlere ait hedef değerlerin (yansıtma değerleri) bilgisine ulaşılabilmesi için modelde bazı modifikasyonların yapılması gerekmektedir (Y. Chen et al., 2013, p. 510). Model (2.13)'te verilen ilişkisel (ya da merkezileşmiş) modelin duali Model (2.26)'daki gibidir:

$$\text{Min}\theta \quad (2.26)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} \geq y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n (\lambda_j - \mu_j) z_{dj} \geq 0 \quad d = 1, 2, \dots, D$$

$$\lambda_j, \mu_j \geq 0, \theta \leq 1$$

Chen vd (2010) etkin olmayan KVB'ne ait hedef değerlerini yansıtması için dual modeldeki 3.kısıtı iki yeni kısıta ayırmış ve bu yeni modelin dual modele eşdeğer olduğunu göstermiştir. Chen vd (2010)'nin önerdikleri zarflamalı (uzaklık tabanlı) AVZA yaklaşımı Model (2.27)'deki gibidir (Y. Chen et al., 2010, p. 141):

$$\text{Min}\tilde{\theta} \quad (2.27)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \tilde{\theta} x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} \geq y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j z_{dj} \geq \tilde{z}_{d0} \quad d = 1, 2, \dots, D$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j z_{dj} \leq \tilde{z}_{d0} \quad d = 1, 2, \dots, D$$

$$\tilde{z}_{d0} \geq 0, \quad d = 1, \dots, D$$

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

$$\mu_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n.$$

$$\theta \leq 1$$

Model (2.27) dual model ile aynı etkinlik değerini vermektedir. Dual modeldeki 3.kısıt Model (2.27)'de iki alt kısıta ayrılmış, ara ürün ağırlığı ($\tilde{z}_{d0}$) üçüncü kısıtta çıktı olarak dördüncü kısıtta girdi olarak yer almıştır. Böylelikle, etkin olmayan KVB'nin dış girdi, ara ürün ve nihai çıktılar için hedef değerlerine Model (2.27)'nin optimum çözüm takımı ($\tilde{\theta}^*, \tilde{z}^*$) kullanılarak elde edilebilmektedir ($\tilde{\theta}^* x_{ij}, \tilde{z}_{j0}^*, y_{j0}$). Daha önce başlık 2.2 altında gösterilen Färe ve Grosskopf'un AVZA modeli, Şekil 10.'daki ağ yapısı için modellenmişti. Şekil 11. 'deki I.Tip ağ sistemi Färe ve Grosskopf (Färe ve Grosskopf, 1996)'un AVZA yaklaşımı ile modellendiğinde Model (2.28) elde edilmektedir:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda_j, \mu_j, \tilde{z}} \theta \tag{2.28}$$

$$(a) \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$(a) \sum_{j=1}^n \lambda_j z_{dj} \geq \tilde{z}_{d0} \quad d = 1, 2, \dots, D$$

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

$$(b) \sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} \geq y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$(b) \sum_{j=1}^n \mu_j z_{dj} \leq \tilde{z}_{d0} \quad d = 1, 2, \dots, D$$

$$(b) \mu_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n.$$

Model (2.28)'de (a) kısıtları 1.alt süreç ve (b) kısıtları 2.alt sürece ait kısıtlardır¹³. Cook vd. (2010) çalışmalarında, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında (VRS), zarflamalı Model (2.27) ile Fare ve Grosskopf'un modelinin Model (2.28) eşdeğer olduğunu ifade etmiştir (Cook et al., 2010, p. 429).

Alan yazınındaki çalışmalar, zarflamalı model ile hedef değerlerin elde edilmesi ile birlikte bu modellerle alt süreçlere ait etkinlik değerlerinin elde edilemediğini

¹³ Buradaki modelle 1.2'deki model notasyon farklılığının nedeni Färe ve Grosskopf (2000) ve Färe ve Grosskopf (2014) ile Färe ve Grosskopf (1996) çalışmalarındaki notasyon farklılığından kaynaklanmaktadır. Burada yazarların çalışmalarındaki orijinal notasyona sadık kalınmıştır.

göstermiştir. Buna göre, karar vericinin genel sistem etkinliği ve alt süreç etkinlik değerlerini elde etmede kesirli AVZA modellerini kullanması; faktörlere ait hedef değerlerini elde etmede zarflamalı AVZA modellerini kullanmasını gerektirmektedir. Diğer taraftan burada gösterilen dual modeller geleneksel anlamdaki primal-dual ilişkisini taşımadığından bu modeller alan yazınında Zarflamalı Modeller (Envelopment models) ya da Uzaklık Tabanlı Modeller (Distance function efficiency models) başlığı altında değerlendirilmiştir.

Uzaklık tabanlı AVZA model yaklaşımların öne çıkanlarından bir tanesi de Chen ve Zhu (2003)'nın VRS varsayımı altındaki yaklaşımıdır. Chen ve Zhu (2003), bilgi teknolojisi yatırımlarının firma performansına olan aracılık etkisini incelediği çalışmalarında Model (2.29)'daki AVZA modelini önermişlerdir (Y. Chen, Liang, et al., 2009, p. 602)¹⁴:

$$\text{Min } \theta - \varphi \quad (2.29)$$

Kısıtlar

(1.alt süreç)

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{(1)} x_{ij} \leq \theta x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{(1)} z_{dj} \geq \tilde{z}_{dj0} \quad d = 1, 2, \dots, D$$

$$\lambda_j^{(1)} \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad \theta \leq 1$$

(2.alt süreç)

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{(2)} z_{dj} \leq \tilde{z}_{dj0} \quad d = 1, 2, \dots, D$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{(2)} y_{rj} \geq \varphi y_{rj0} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j^{(2)} \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \quad \varphi \geq 1$$

Bu modelde amaç fonksiyonu sadece girdi minimizasyonu ya da çıktı maksimizasyonu olarak değil, hem girdi daralmasını hem de çıktı genişlemesini birleştiren bir yapı olarak ifade edilmiştir. Modelde problem optimum çözümü elde edildiğinde $(\theta^*, \varphi^*, \lambda_j^{(1)*}, \lambda_j^{(2)*}, \tilde{z}_{dj0})$ θ^* ve φ^* 'nın sırası ile birinci ve ikinci alt sürece ait etkinlik

¹⁴ Chen ve Zhu (2003)'nın çalışmalarında model ölçeğe göre getiri varsayımı altında (VRS) olmaktadır. Bu başlık altında sunulan modellerin makul bir kıyaslamaya oturtulması için modelin ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımındaki versiyonuna yer verilmiştir.

değerlerinin olması beklenmektedir. Ancak Chen ve Zhu (2009), bu modelin CRS varsayımı altında ilişkisel model Model (2.13) ile eşdeğer olduğunu, θ^* 'nin her zaman 1'e eşit olduğunu ve φ^* 'nin ise genel sistem etkinliğine eşit olduğunu göstermiştir (Y. Chen, Liang, et al., 2009, p. 603; Kao, 2017, p. 228).

2.2.4.3. Üretim Ölçeği Tabanlı İki Aşamalı AVZA Modeli

Ara ürünlerin hem girdi (ikinci alt süreç için) hem çıktı (birinci alt süreç için) niteliğini taşıması, onların hedef değerlerinin belirlenmesinde zorluk oluşturmaktadır. Bu nedenle, alan yazınında hedef değerlerini veren Uzaklık Tabanlı Modellerde Model (2.27), $\tilde{z}_{j0}^*$ değerinin pratik açıklaması net bir şekilde getirilememiştir. Bilindiği gibi geleneksel VZA'da çıktıları ait hedef değerler belirlenirken (frontier projection) onların artırılması ya da sabit tutulması önerilmektedir. AVZA'da bu durum biraz daha bulanıklaşmaktadır. Örneğin bir ara ürünün hedef değerleri uzaklık tabanlı model kullanılarak elde edildiğinde o değer azaltılmasını gerektirebilir. Bu durum ikinci alt süreç için uygundur ancak ara ürünün çıktı olarak konumlandığı birinci alt süreç için durum nasıl yorumlanmalıdır? Chu ve Zhu (2021a) çalışmalarında bu hususa değinmiş, durumsallık teorisi çerçevesinde açıklama getirmiştir. Çalışmada, örgütlerin örgütsel özelliklerinin örgüt çevresini yansıtan durumlara uyumlanarak yüksek performansla erişeceği fikrinden hareketle, tüm genel üretim sisteminin koordine edilmesi için, alt süreçlerin ara ürün üretim-tüketim miktarlarının birbiri ile uyumlanması gerektiği üzerine vurgu yapılmıştır. Bu nedenle, ara ürünlere dair hedef değerleri belirlenirken iki alt sürecin üretim ölçekleri ile ara ürün miktarları arasında bir eşleşmenin (production scale matching) dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre girdi yönelimli modelde hedef değer tespiti (hedef sınırın yansıtılması) üç adımda gerçekleşir. Birinci adımda nihai çıktıların üretildiği ikinci alt süreç için mevcut çıktının korunarak tüketilmesi gereken minimum ara ürün miktarı saptanır. İkinci adımda birinci alt sürecin üretim ölçeği ilk adımda belirlenen ara ürün miktarına uyarlanır. Üçüncü adımda ise uyarlanan ara ürünlerin üretilmesi için dış girdilerin azaltılıp azaltılmayacağına yönelik hedef değer tespiti gerçekleştirilir (Chu ve Zhu, 2021a, s. 286).

Chu ve Zhu (2021), ikinci adımda birinci alt sürecin üretim ölçeğindeki değişimin yaklaşımlarındaki genelliği bozmaması için üretim ölçeği değişikliği yapılırken üretim teknik etkinliğinin bozulmadığı varsayımını takip etmişlerdir. Bu varsayım bir alt sürecin girdi ve çıktı seviyelerini orantılı olarak azaltabileceğini ya da artırabileceğini ifade eder. Bu bilgiler ışığında Chu ve Zhu (2021)'nin üretim ölçeği tabanlı AVZA yaklaşımının zarflamalı modeli Model (2.30)'daki gibidir:

$$\text{Min } \theta_0 \quad (2.30)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{(1)} X_j \leq \theta_0 X_0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{(1)} Z_j \geq \theta_0^2 Z_0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{(2)} Z_j \leq \theta_0^2 Z_0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{(2)} Y_j \geq Y_0$$

$$\lambda_j^{(1)} > 0, \forall j \in N$$

$$\lambda_j^{(2)} > 0, \forall j \in N$$

Bu modelin Model (2.27)'de verilen Chen vd (2010)'nin modelinden farkı ara ürünlere atanan sağ taraf değerlerinden gelmektedir. Chen vd (2010)'nin modelinde ara ürünlerin sağ taraf değerleri ($\tilde{z}_{dj0}$) ele alınan KVB için serbest olarak atanır. Üretim ölçeği tabanlı modelde ise bu değerler nihai çıktıları sabit kılan minimum ara ürün miktarlarına uyarlanır (2., 3. ve 4. kısıt). Yaklaşım genel sistem etkinliğini çarpımsal olarak ayrıştırır ($\theta_0 = \theta_0^1 \times \theta_0^2$). Etkin olmayan KVB₀ için girdi-ara girdi-çıkıtlara yönelik hedef değerleri (X_0, Y_0, Z_0) ise sırası ile $\theta_0^* X_0, \theta_0^{2*} Z_0, Y_0$ olarak elde edilir.

Üretim tabanlı modelin duali (çarpan modeli) ise genel sistem etkinliği ve alt süreç etkinliklerinin optimum değerlerini vermektedir. Burada ilişkisel modelin alternatif alt süreç etkinlik ikililerinden optimum olanını vermeyebileceği göz önüne alınırsa üretim tabanlı modelin bu eksikliği giderdiği söylenebilir. Model (2.30)'da verilen Üretim Tabanlı Modelin duali Model (2.31)'deki gibidir (Chu ve Zhu, 2021a, s. 288):

$$\text{Max } u Y_0 \quad (2.31)$$

Kısıtlar

$$w^1 Z_j - v X_j \leq 0 \quad \forall j \in N$$

$$u Y_j - w^2 Z_j \leq 0 \quad \forall j \in N$$

$$v X_0 = 1$$

$$w^1 Z_0 - w^2 Z_0 = 0$$

$$u \geq 0, w^1 \geq 0, w^2 \geq 0, v \geq 0$$

Model (2.31)'in ilişkisel AVZA modelinden farkı ara ürünlere atanan w^1 ve w^2 ağırlıklarının varlığıdır. İlişkisel modelde ara ürünlere aynı ağırlık (w_p) değeri atanmakta iken üretim ölçeği tabanlı modelde KVB'nin alt süreçlerinin aynı toplam ağırlıklı ara ürün ($w^1 Z_0, w^2 Z_0$) üretmeleri gerekmektedir. Burada üretim ölçeği tabanlı model ara ürünlere atanan ağırlıklarda daha fazla esneklik sağlar. Ancak ele alınan KVB'nin optimum ağırlıkları Model (2.31) ile elde edildiğinde $w^1 = w^2$ eşitliği sağlanır, böylelikle birinci alt süreçten elde edilen toplam değer akışı ikinci alt sürece eşit olur (Total value flow equivalence). Bu eşitlik Kao ve Hwang (2008) ve Liang vd (2008)'in modelleri ile üretim ölçeği tabanını eşdeğer kılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, Kao ve Hwang (2008) ve Liang vd (2008)'in modelleri Chu ve Zhu (2021)'nin üretim ölçeği tabanlı modelinin özel bir durumu haline gelmiş olmaktadır. Genel sistem ve alt süreç etkinlikleri ise Eşitlik (2.32 a,b,c,)'deki gibi elde edilir:

$$\theta_0^* = u^* Y_0 / (v^* X_0) \quad (2.32a)$$

$$\theta_0^{1*} = w^{1*} Z_0 / (v^* X_0) \quad (2.32b)$$

$$\theta_0^{2*} = u^* Y_0 / (w^{2*} Z_0) \quad (2.32c)$$

Chu ve Zhu (2021), üretim ölçeği tabanlı modelden elde edilen genel sistem ve alt süreç etkinlik değerlerinin ilişkisel AVZA modelinden elde edilen etkinlik değerlerine eşit ya da o değerlerden daha fazla olduğunu belirtmiştir. Ancak ele alınan problemdeki iki aşamalı sistemde tek bir ara ürün varsa her iki modelden elde edilen etkinlik değerleri birbirine eşit çıkmaktadır (Chu ve Zhu, 2021b, s. 288).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BANKACILIK SEKTÖRÜNDE ETKİNLİK ANALİZİ VE AVZA UYGULAMALARI

3.1. Türk Bankacılık Sektöründe Etkinlik Analizi

Türkiye’de merkezini bankacılık sektörünü oluşturduğu finansal krizlerle beraber sektörde uygulanan yapısal değişimler, getirilen yenilikler beraberinde bankacılık sektöründe ciddi değişimlere yol açmıştır. Bu durum araştırmacıları bankaların etkinliği, kârlılığı ve verimliliğini çeşitli boyutlarda incelemeye sevk etmiştir. Bu kapsamda parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerle farklı zaman aralıklarında deregülasyon, finansal kriz, birleşme ve satın almalar, ekonomik çevre ve yeni düzenleyici çerçeve gibi boyutlarda bankaların etkinliği araştırılmıştır.

Alan yazınında Türk bankacılık sektörüne yönelik çok sayıda etkinlik ve verimlilik çalışması mevcuttur. Türk bankalarına yönelik etkinlik ve verimlilik hususundaki ilk çalışmalar Aydoğan ve Çapoğlu (1989), Oral ve Yolalan (1990), Oral vd (1992) ve Zaim (1995)’in çalışmaları örnek verilebilir. Bu çalışmalarda Veri Zarflama Analizi kullanılarak Türk bankacılık sistemi diğer ülkelerdeki bankacılık sistemleri ile karşılaştırılmış (Aydoğan ve Çapoğlu, 1989, s. 67), banka şubelerinin hizmet etkinliği ve kârlılığı araştırılmış (Oral vd., 1992, s. 166; Oral ve Yolalan, 1990, s. 282) ve finansal serbestleşmenin Türk bankalarının etkinliği üzerindeki etkisi incelenmiştir (Zaim, 1995, p. 257).

Daha sonraki dönemdeki çalışmalar serbestleşmenin ve düzenlemelerin Türk bankaları üzerindeki etkisi üzerine gerçekleştirilmiştir. Çalışmaların çoğunluğunda serbestleşmenin Türk bankalarının etkinliği üzerinde olumlu etkisinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Ancak özellikle 1994 ve 2001 krizleri neticesinde bankaların etkinlikleri düşüş sergilemiştir. Etkinlikteki söz konusu düşüş sadece çevresel değişkenlerden değil yönetsel etkinsizliklerden de kaynaklanmaktadır (Denizer vd., 2007, s. 191; Fukuyama

ve Matousek, 2011, s. 89; Isik ve Kabir Hassan, 2003, s. 1483; Mercan vd., 2003, s. 199; Özkan ve Tektas, 2006, s. 430; Partovi ve Matousek, 2019, s. 290).

Çalışmaların bir kısmı bankalardaki sermaye sahipliğinin ve bankaların büyüklüklerinin bankaların etkinliğine olan etkisinin araştırılması üzerinedir. Parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerin kullanıldığı çalışmalarda Türk bankacılık sektöründe özel ve yabancı bankaların etkinlikleri daha yüksek çıkmıştır. Türk bankalarındaki büyük bankaların daha etkin olduğu bulgusuna ulaşan çalışmalar olsa da (Abbasoglu et al., 2007, p. 17) alan yazınında banka büyüklüğünün etkinliğe olan etkisinin önemli düzeyde olmadığına yönelik bulgular çoğunluktadır (George Assaf vd., 2013, s. 514; Isik ve Hassan, 2002, s. 762, 2003, s. 1413).

VZA'nın uygulanabilirliğinin kolaylığı ve ele alınan örneklem içerisinde göreceli olarak yönetsel açıdan etkinlik bilgisini içermesi, bankacılık sektöründe yoğun olarak kullanılmasına imkân sağlamıştır. Kıyaslamaya alınan ekonomik birimlerin üretim sistemlerine yönelik herhangi bir varsayıma gerek duyulmaması, yani girdileri ve çıktıları arasında parametrik bir fonksiyonun varlığını gerektirmemesi, hem bankaların genel performanslarının, hem de şube performanslarının ölçülmesinde VZA'yı çekici kılmıştır. Yazında yapılan çalışmalarda 1985-2016 arasında Web of Science'da yayınlanan ve finansal kurumlar üzerinde parametrik olmayan sınır yöntemleriyle etkinlik analizinin gerçekleştirildiği 620 etkinlik çalışmasının 514 tanesinin VZA'ya ait olduğu belirtilmiştir. Finansal kurumlarda özellikle de bankacılık sektöründe parametrik olmayan etkinlik yaklaşımlarından en fazla VZA'nın kullanıldığı söylenebilir. Bankacılık sektöründeki etkinlik çalışmalarının çoğunluğu bankaların genel düzeydeki etkinliklerinin ölçülmesi uygulamalarına dayanmaktadır. Paradi ve Zhu (2013), 1985-2011 yılları arasında bankacılık sektöründe VZA uygulamalarını içeren 275 adet etkinlik ölçümü çalışması tespit etmiştir. Banka şube verilerinin elde edilebilirliğinin güç olması, çalışmaların daha çok bankalar arasında gerçekleşmesine yol açmıştır. Alan yazınında Berger ve Humphrey (1997a), finansal kurumlardaki etkinlik analizi olarak parametrik ve parametrik olmayan sınır tahmin tekniklerinin kullanıldığı çalışmaları inceleyen ilk çalışmadır. Çalışmada 12 ülkeden 130 adet uygulama incelenmiş, beş sınır tahmin yönteminin arasından VZA'nın 62 adet çalışmada yer aldığı belirtilmiştir (Berger ve

Humphrey, 1997a, s. 180; Emrouznejad ve Yang, 2018, s. 7; Kaffash ve Marra, 2017, s. 339; Liu vd., 2013, s. 893).

Bankacılık sektöründeki etkinlik çalışmalarının dört ana başlıkta toplandığı söylenebilir (Paradi ve Zhu, 2013, s. 61):

- Bankacılık sektöründeki liberalleşme (liberalization), özerkleşme (deregulation), piyasa yapısı ve ekonomik çevre değişiklikleri nedeniyle zaman içerisinde bankalardaki etkinlik değişiminin incelenmesi.
- Banka türlerinin (mevduat, yatırım, kalkınma bankacılığı) ve sahipliğinin (kamu ve özel bankalar) banka etkinliği üzerindeki etkilerinin incelenmesi,
- Bankalar arası performans ve gelişimin incelenmesi.
- Uluslararası düzeyde gerçekleştirilen bankalararası etkinlik analizi.

Bankaların genel ya da şube özelinde gerçekleştirilen etkinlik analizleri temelde farklı yaklaşımlar olmaktadır. Çünkü ilkinde karar verme birimi bankalar iken diğerinde bir bankanın şubeleri olmaktadır. Bir diğer husus ise örneklem büyüklüğü ile alakalıdır. Gerek geleneksel VZA’da gerekse AVZA’da parametrik olmayan yaklaşımlar analize dâhil edilen örneklem büyüklüğünden oldukça etkilenmektedir. Aynı karar verme birimi farklı örneklem büyüklüklerinde farklı etkinlik değerlerine sahip olabilmektedir. Bu nedenle aynı faktör yapısı ele alınsa dahi sonuçlar yorumlanırken araştırmacının yaklaşımına benzer olan yaklaşımların dikkate alınması önerilmektedir.

3.2. Bankacılık Uygulamalarında İki Aşamalı Yaklaşım

Emrouznejad ve Yang (2018), 2015-2016 yıllarında yapılan VZA çalışmaları için anahtar kelimeler üzerindeki yaptıkları analizde “iki aşamalı VZA” ve “bankacılık” kavramlarının en popüler alanlardan olduğu bulgusuna ulaşmışlardır (Emrouznejad ve Yang, 2018, s. 7). Ancak buradaki “iki aşamalı VZA” kavramının biraz daha belirgin hale gelmesi gerekmektedir. Çünkü bankacılık sektöründe iki aşamalı etkinlik ölçümü gerçekleştiren çalışmalar incelendiğinde farklı modellerin ve yaklaşımların olduğu görülmektedir. Çalışmaların bir kısmında analizin ilk aşamasında geleneksel VZA’nın

ikinci aşamasında ise istatistiksel bir yöntemin uygulandığı iki aşamalı yaklaşım benimsenmişken diğer kısım çalışmalarda analizin iki aşamalı AVZA'nın uygulanarak gerçekleştirildiği yaklaşım görülmektedir. İlkinde uygulanan etkinlik modeli geleneksel VZA modeli olmaktadırken ikincisinde etkinlik sürecinin ağ yapısı olarak ele alındığı AVZA modelleri olmaktadır. Emrouznejad ve Yang (2018)'ın çalışmasında hangi tip iki aşamalı VZA çalışmalarının yer aldığına yer verilmemiştir. Bu eksikliğe binaen Henriques vd (2020) bankacılık sektöründeki iki aşamalı VZA çalışmalarını incelemiş ve kapsamlı bir sınıflandırma sunmuştur. Henriques vd (2020) etkinlik ölçümünün analizin birinci aşamada gerçekleştirilerek bu aşamanın çıktıların ikinci aşamadaki yaklaşımlar (örneğin regresyon, analitik hiyerarşi prosesi) için girdi oluşturduğu çalışmaları dışsal iki aşamalı VZA modeli (external two-stage dea model) olarak; analizde üretim sürecinin iki alt sürece ayrılarak bu iki alt süreci birbirine bağlayan ara ürünlerin kullanıldığı çalışmaları ise içsel iki aşamalı VZA modeli (internal two-stage dea model) olarak adlandırmıştır.

VZA iyileştirmelerinin yöneticilerin üzerinde kontrol sahibi olmadığı, organizasyon dışındaki çevresel faktörleri dikkate almayan modellerin üzerinden gerçekleşmesi etkinlik ölçümünün dışsal olarak iki aşamada uygulanmasının en önemli nedeni olmuştur. Diğer bir ifadeyle bankaların da içinde yer aldığı çevrenin çalışmaya dâhil edilmediği bir analizin sonucunun tutarlı olmasına rağmen yanlış olduğu göz ardı edilememektedir (Henriques et al., 2020, p. 2). Bu kısıtlılığın giderilmesine yönelik olarak birinci aşamada etkinliğin ölçümüne takiben genellikle regresyon (Tobit Regresyonu) içeren ikinci bir aşama gerçekleştirilmektedir. Söz konusu ikinci aşamada, ilk aşamadan elde edilen VZA skorları bağımlı değişken olarak alınmış, çalışmanın kapsamına göre araştırmacı tarafından belirlenen çevresel değişkenler ise bağımsız değişken olarak alınmıştır. Böylelikle VZA tahmininden edilen etkinlik skorlarında etkinsizlik ile dış değişkenler arasında ilişkinin kurulması amaçlanmıştır. Bir takım çalışmalarda ise en küçük kareler ve en yüksek olasılık tahminleri irdelenmiş, çevresel değişkenler ile girdiler arasındaki korelasyon incelenmiştir (Banker ve Natarajan, 2007, s. 49; McDonald, 2009, s. 797).

Diğer taraftan, Simar ve Wilson (2011) alan yazınında sıklıkla kullanılan ikinci aşama regresyon çalışmalarına ayrıntılı bir analiz ve eleştiri getirmiştir. Simar ve Wilson (2011), VZA'dan elde edilen etkinlik değerlerinin gerçek etkinlik değerleri olmayıp parametrik ve istatistiksel bir tabana sahip olmayan bir süreç sonucu tahminlenen değerler olduğunu ifade etmiştir. Buna göre etkinlik skorlarının ikinci aşamadaki parametrik regresyon denklemlerine bağımlı değişken olarak dâhil edilmeleri varsayım ihlâlinden (etkinlik skorları ile çevresel değişkenler arasındaki bilinmeyen ve karmaşık bir ilişki söz konusudur) dolayı tahmin skorlarında yanlılığa sebep olmaktadır. Bunun için VZA'dan elde edilen etkinlik değerlerinin gerçek etkinlik değerlerine yakınsanması amacı ile en fazla olabilirlik tahmincisinin kullanıldığı bootstrap ve kesikli regresyon içeren iki aşamalı algoritma önermişlerdir (algoritma 2) (Simar ve Wilson, 2007, s. 42). Algoritma kesikli regresyonu içermesine rağmen araştırmacılar algoritmayı diğer parametrik ve parametrik olmayan regresyon yöntemlerine adapte edebilir (Simar ve Wilson, 2011, s. 205). Ayrıca Simar ve Wilson (2011), yazında sıklıkla kullanılan Banker ve Natarajan (2007)'ın yaklaşımının aksine çevresel değişkenlerin etkinlik sınırına değil KVB'lerin etkinsizliğine etki ettiğini ifade etmişlerdir¹⁵.

Alan yazınında VZA sonrası post analiz ile ilgili halen ortak bir görüş bulunmamaktadır. Zira halen VZA sonrası regresyona dayalı tahmin çalışmaları yer almakla birlikte yeniden örnekleme dayalı tahmin çalışmaları da yoğun olarak yer almaktadır.

3.3. Bankacılık Sektöründe İki Aşamalı AVZA Uygulamaları

¹⁵ SW algoritmasının birinci varsayımı ayrılabilirlik (separability) varsayımdır. Buna göre Çevresel değişkenler ve girdi-çıktılar birbirinden bağımsızdır, bu nedenle çevresel değişkenler VZA ile elde edilen etkinlik sınırına etki etmemektedir. Ancak, KVB'lerinin etkinlikleri sadece VZA sonucuna bağlı değildir. Bu nedenle Simar ve Wilson (2011), çevresel değişkenlerin etkinlik sınırını değil KVB'lerinin etkinsizlik süreçlerini etkilediğini öne sürmektedir. Bu durum etkinlik değeri "1" olarak elde edilen KVB'leri için de geçerlidir. Örneğin VZA ile etkinlik değeri "1" olarak elde edilen KVB'lerinin performans iyileştirimi nasıl yapılmalıdır? İşte burada girdi, çıktı ve çevresel değişkenler için veri üretim süreci (DGP)'ni içeren kapsamlı ve iyi tanımlanmış bir istatistiksel bir çıkarım devreye girmektedir. Bu istatistiksel prosedür bu problemi ele alan diğer öne çıkan yaklaşımlarda yer almamaktadır. Yazarlar bu algoritmayı kullanacak araştırmacıların ayrılabilirlik varsayımını test etmelerini önermişlerdir. Ayrılabilirlik testini içeren algoritma için bakınız: (Daraio ve Simar, 2005, ss. 93–122)

Bu kısımda bankacılık sektöründe iki aşamalı etkinlik ölçüm sürecinin AVZA ile gerçekleştirildiği çalışmalarda mevduat ikilemi ve istenmeyen çıktılar ile ilgili alan yazın bilgisine yer verilmektedir.

3.3.1. Mevduat İkilemi

Bankacılık sektöründeki etkinlik çalışmaları uzun zamandır gerçekleştirilmesine rağmen etkinliği ölçmenin en doğru yolu üzerinde henüz birlik sağlanabilmiş değildir. Bunun en büyük sebeplerinden birisi bankaların üretim sürecine dair en uygun faktörlerin ne olması gerektiği ile ilgili ortak bir görüşün olmayışdır. Alan yazınında banka etkinlik analizi çalışmalarında girdi ve çıktı seçimi için benimsenen yaklaşımlar üç başlıkta toplanabilir (Berger ve Humphrey, 1997b, s. 197):

- Üretim Yaklaşımı (Production Approach.): Benston (1965)'un öncülüğünü üstlendiği bu yaklaşımda bankalar fiziksel sermaye ve işgücünü kullanarak müşterilerine mevduat ve kredi üreten üretim birimleri olarak ele alınır (Kumar ve Gulati, 2014, s. 155).
- Aracılık Yaklaşımı (Intermediation Approach): Sealey ve Lindley (1977) tarafından önerilen bu yaklaşım, bankanın iktisadi rolüne dikkat çekmektedir. Yaklaşımına göre bankalar müşterilerin tasarrufları (mevduat) ile yatırımları arasında finansal aracılık görevini üstlenmektedir. Bu nedenle banka etkinliğinde girdi olarak mevduat, sermaye ve işgücü kullanılırken çıktı olarak kredi ve diğer yatırımlar kullanılır. Kumar ve Gulati (2014)'e göre varlık (asset) yaklaşımı, maliyet (cost) yaklaşımı ve katma değer (value added) yaklaşımları da bu yaklaşım altında toplanmıştır (Kumar ve Gulati, 2014, s. 156).

- Kârlılık Yaklaşımı (Revenue Approach)¹⁶: Kârlılık yaklaşımında ise girdi olarak faiz dışı giderler, personel giderleri ve işletme giderleri; çıktı olarak net faiz geliri ve faiz dışı gelirler kullanılır.

Yukarıdaki yaklaşımların dışında alan yazınında girdi olarak gelir ve kâr, çıktı olarak piyasa değeri, hisse başına kâr ve hisse senedi fiyatının alındığı pazarlanabilirlik (marketability) yaklaşımı da yer almaktadır.

Çalışmalarda çalışan sayısı, personel giderleri, öz sermaye gibi faktörlerin girdi niteliğini ve krediler, menkul kıymetler, faiz gelirleri gibi faktörlerin ise çıktı niteliğini barındırdığı hususunda genel bir kabul söz konusu iken mevduatların ne olması gerektiği ile ilgili mutabık bir görüş bulunmamaktadır. Mevduatlar mevduat sahiplerine likidite sağlaması ve bankaya yatırım materyali olması bakımından hem girdi hem de çıktı niteliğini barındırmaktadır. Bu nedenle klasik anlamdaki girdi ve çıktı tanımı mevduat için geçerli olmamaktadır. Banka şubeleri gelirlerini maksimize etmek için kredi vermeli ya da menkul kıymet yatırımı yapmalıdırlar. Bu açıdan bakıldığında, mevduatların değeri ne kadar yüksekse o kadar iyidir, çünkü bu bankaya mevduat sahiplerini kazandırmadaki etkinliği gösterir. Ancak mevduatları girdi olarak almak bankaları müşterilerini artırmaları ve fonlarını almalarına karşılık cezalandırmak anlamını taşıyabilmektedir. Bankalar mevduatlardan önemli miktarda gelir elde ettikleri için bu durum adaletsiz olabilmektedir. Ayrıca bankalar mevduat karşılığında faiz ödemek zorunda oldukları için daha az mevduat bankaların daha ucuz fon kaynaklarına sahip olduğunu gösteriyor olabilir (Berger ve Humphrey, 1997a, s. 198; Fethi ve Pasiouras, 2010, s. 192; Paradi vd., 2011, s. 103; Paradi ve Zhu, 2013, s. 67).

Etkinliğin tahmininde hangi sınır tahmin yönteminin benimsenmesinden ayrı olarak, girdi ve çıktı seçimi analiz sonuçlarını güçlü bir şekilde etkilemektedir. Örneğin üretim yaklaşımını benimseyen çalışmalarda, mevduatların çıktı olarak alındığı düşünüldüğünde, diğer faktörlerin sabit tutulması kaydıyla daha fazla mevduatın daha fazla VZA etkinlik değeri göstereceği söylenebilir. Buna karşılık olarak aracılık

¹⁶ Bu yaklaşım Berger ve Humphrey (1997)'in kategorizasyonunda yer almamış olup alan yazında son yıllarda üçüncü yaklaşım olarak ayrılmaktadır. Bazı çalışmalarda ise aracılık yaklaşımı altında değerlendirilmiştir (Fethi ve Pasiouras, 2010, s. 191)

yaklaşımını benimseyen ve mevduatların girdi olarak alındığı çalışmalarda, daha az mevduata sahip olan bankaların daha düşük etkinlik skoruna sahip olacağı söylenebilir. Bu durumda farklı yaklaşımları benimseyen çalışmalarda aynı örneklem alınsa dahi bu çalışma sonuçları birbiriyle kıyaslanamamaktadır (Henriques et al., 2020, p. 5). Diğer taraftan bu durum Türk bankacılık sistemindeki gibi büyük ölçüde mevduata bağımlı olan bankacılık sistemleri söz konusu olduğunda daha ön plana çıkmaktadır. Alan yazınında Holod ve Lewis (2011)'in öncülüğünde söz konusu mevduat ikilemi (deposit dilemma) problemine çözüm olarak AVZA'nın kullanılması önerilmiştir. Bu kapsamda bankanın üretim süreci iki alt sürece ayrılmış, mevduatlar birinci alt süreci ikinci alt sürece bağlayan ara girdiler olarak ele alınmıştır. Böylelikle birinci alt süreçte çıktı olarak değerlendirilen mevduatlar ikinci alt süreçte girdi olarak değerlendirilmiştir (Alves vd., 2020; Dia vd., 2020; Fukuyama ve Matousek, 2011, 2017; Holod ve Lewis, 2011; J. Huang vd., 2014; Tan vd., 2021).

Bankalardaki etkinlik ölçümünün içsel olarak iki aşamada ele alındığı ilk çalışma Seiford ve Zhu (1999)'nun çalışması olarak kabul edilmektedir. Çalışmada bankaların etkinlik süreçleri kârlılık (profitability) ve pazarlanabilirlik (marketability) olarak iki alt sürece ayrılmıştır. Çalışmada çalışan sayısı, toplam varlıklar ve özsermaye birinci alt sürecin dış girdilerini oluşturmuş; piyasa değeri, hisse senedinin yatırımcıya fiyat artışı ve temettü gelirini içeren toplam getirisi ve hisse başına kâr ise ikinci alt sürecin nihai çıktıları oluşturmuştur. Toplam gelir ve kâr ise bu iki alt süreci birbirine bağlayan ara ürünü oluşturmuştur. Çalışma, bankacılık sektöründeki genel etkinlik sisteminin iki alt sürece bölünerek ara ürünlerin varlığına atıfta bulunan ilk çalışma olmakla birlikte çalışmada iki alt sürecin etkinlikleri bağımsız olarak geleneksel VZA ile ölçülerek elde edilmiştir.

Yurtiçi alan yazınında bankacılık sektöründeki AVZA uygulamaları oldukça kısıtlı sayıda olmuştur. Banka etkinlik sisteminin ağ formatında ele alındığı ilk çalışma olarak Denizler vd. (2007)'nin çalışması gösterilebilir. Finansal liberalizasyon öncesi ve sonrasında Türk bankalarının etkinliğinin ölçüldüğü çalışmada, bankanın etkinlik süreci üretim süreci ve aracılık süreci olarak iki alt sürece ayrılmıştır. Çalışmada üretim sürecinin girdileri olarak üretime yönelik bankanın özkaynakları, faaliyet giderleri ve bankalar tarafından ödenen faizler ve ücretler alınmıştır. İkinci süreç olan aracılık

sürecinin girdileri olarak ise aracılık faaliyetlerine yönelik öz kaynaklar, operasyon giderleri ve mevduat alınmıştır. İkinci sürecin nihai çıktıları olarak toplam krediler ve banka gelirleri alınmıştır. Çalışmanın alt süreçlerinin etkinlik değerlerine geleneksel VZA uygulanarak elde edilmiştir.

Dirik ve Göker (2022) çalışmalarında bankaların genel etkinliği üretim etkinliği ve aracılık etkinliği olarak iki alt sürece ayrılmıştır. Çalışmada üretim etkinliği alt sürecinin girdilerini şube sayısı, personel giderleri ve diğer faaliyet giderleri oluşturmaktayken aracılık etkinliği alt sürecinin girdisini aynı zamanda ara ürün olan toplam mevduat oluşturmaktadır. Aracılık alt sürecinin nihai çıktısını ise toplam kredi ve finansal varlık yatırımları oluşturmaktadır. Çalışmada VRS varsayımı altındaki AVZA modeli kullanılmıştır.

Aksoy vd. (2022) bankaların etkinlik ölçümünün AVZA ile yapıldığı diğer çalışmadır. Çalışmalarında bankaların alt süreci operasyonellik ve kârlılık olarak ikiye ayrılmış, birinci alt süreçte sabit varlıklar ve personel giderleri alınmıştır. Birinci süreci ikinci sürece bağlayan ara ürünler olarak ise sermaye yeterlilik oranı, finansal varlık yatırımları ve canlı krediler alınmıştır. Kârlılık sürecinin çıktılarını faiz gelirleri ve faiz dışı gelirler alınmıştır. Çalışmada VRS varsayımı altındaki AVZA modeli kullanılmıştır.

Yurtdışında ise Türk bankacılık sektöründe gerçekleştirilen iki tane AVZA uygulaması mevcuttur. Fukuyama ve Matousek (2011)'in çalışmasında Türkiye'deki 25 adet mevduat bankasının 2001 krizi öncesi ve sonrası etkinlikleri AVZA ile ölçülmüştür. Çalışmada birinci alt süreci üretim yaklaşımı, ikinci alt süreci aracılık yaklaşımı oluşturmuş, mevduatlar ara ürün olarak alınmıştır. Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır: birinci aşamada AVZA ile bankaların etkinlik ölçümü gerçekleştirilmiştir, ikinci aşamada ise bankaların etkinliklerine etki eden etmenler tespit edilmiştir.

Fukuyama vd. (2020)'nin çalışmasında aylak tabanlı ve yönlü uzaklık fonksiyonu tabanlı AVZA ile Türk bankacılık sektöründe maliyet etkinliği ölçülmüştür. Çalışmanın birinci alt sürecinde çalışan sayısı ve maddi duran varlıkların mevduata dönüştürüldüğü fon toplama etkinliği; ikinci alt sürecinde mevduat ve bu alt süreç için dış girdi niteliğini

taşıyan beşeri sermayenin kredi ve finansal varlık yatırımına dönüştürüldüğü gelir üretme alt süreç etkinliği ölçülmüştür.

3.3.2. İstenmeyen Çıktılar

Bankacılık sektöründeki etkinlik çalışmalarında önemli olan diğer bir husus takipteki kredilerdir. Takipteki krediler, krediler hesabı ile birlikte oluşan ancak istenmeyen bir çıktı konumundadır. Burada, VZA alan yazınında yer alan istenmeyen çıktıların nasıl ele alındığını kısaca incelemek yararlı olacaktır. VZA alan yazınında istenmeyen çıktılar (undesirable outputs) özel bir durumu yansıtmakta olup üç şekilde ele alınmaktadır (Kao, 2017, p. 126):

- Girdi- Çıktı Değişimi Yaklaşımı: Özellikle erken dönem uygulamalarda yoğun olarak karşılaşılan bu yöntemde istenmeyen çıktılar girdi olarak alınmıştır.
- Veri Dönüştürme Yaklaşımı: Bu yaklaşımda ise istenmeyen çıktıların tersi (1/çıktı değeri) alınmış ya da değerler -1 ile çarpılarak negatifleştirilmiştir.
- Zayıf Elden Çıkarılabilirlik Yaklaşımı (Weak Disposability): Bu yaklaşımla istenmeyen çıktılar, yönlü uzaklık modeli, aylak tabanlı model ya da hiperbolik modeli ile herhangi bir dönüşüm işlemine gerek duyulmadan modellenmiştir.

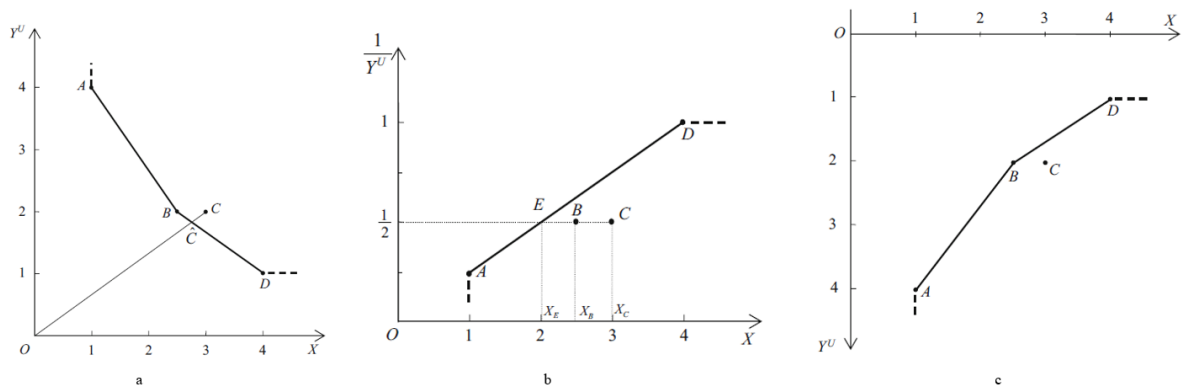
Girdi- Çıktı Değişimi Yaklaşımı, mevcut durumda çıktı pozisyonunda olan bir değişkenin (istenmeyen çıktının) girdi olarak ele alınmasının gerçek üretim yapısını yansıtmadığı gerekçesi ile eleştirilmiştir (Färe ve Grosskopf, 2003, s. 1070–1074; Li vd., 2020, s. 5).

Veri Dönüştürme Yaklaşımında; Koopmans (1951) tarafından önerilen negatif dönüşüm, doğrusal monoton azalan dönüşüm (linear monotone decreasing transformation) ve doğrusal olmayan monoton azalan dönüşüm (nonlinear monotone decreasing transformation) (ör. $1/b$) olmak üzere üç yöntem mevcuttur. Negatif dönüşümde istenmeyen çıktı değerleri (-1) ile çarpılarak istenen hale getirilir. Ancak dönüşüm

uğramış negatif değerler VZA modeline değerlerin pozitif olma kısıtı nedeni ile doğrudan uygulanamaz. Bunun için Ali ve Seiford (1990) negatif değerlere yeterince büyük bir β parametresi ekleyerek afin dönüşümü uygulamışlar ve bu dönüşümün etkinlik sınırı değiştirmedeğini ancak etkinlik değerlerini dolayısı ile KVB'lerinin sıralamasını değiştirebileceğini ifade etmişlerdir (Iqbal Ali ve Seiford, 1990, s. 405). Ayrıca, Scheel (2001) etkin olmayan KVB'lerinin etkinlik değerlerinin, β parametresine bağlı olarak artabileceğini göstermiştir (Scheel, 2001, p. 409). Dolayısıyla, etkin olan KVB'lerinin etkinlik değerleri değişmemekte ancak etkin olmayan KVB'lerin sıralamaları subjektif olarak seçilen β parametresinin büyüklüğüne bağlı olarak değişebilmektedir. β parametresinin büyüklüğü ile ilgili olarak Seiford ve Zhu (2002) istenmeyen çıktılardaki en büyük değere eşit ya da büyük olmasını önermişlerdir (Seiford ve Zhu, 2002, s. 19) .

Alan yazınında en sık kullanılan yaklaşım olan (Zanella et al., 2015) doğrusal monoton azalan dönüşümü ile ilgili ayrıntılı analiz Seiford ve Zhu (2002)'nin çalışmasında yer almaktadır. Doğrusal olmayan monoton azalan dönüşümünde değerlerin çarpmaya göre tersi alınması ile istenmeyen çıktılardaki büzülme istenen çıktılardaki genişleme ile eşit oranda gerçekleşir (Li et al., 2020, p. 4). Ancak Kao (2017) ve Scheel (2001) doğrusal olmayan dönüşümün konveks ilişkiyi bozduğunu, etkin KVB'lerini tespit etmede başarısız olabileceğini göstermişlerdir (Kao, 2017, p. 122; Scheel, 2001, p. 409).

Şekil 15.: İstenmeyen Çıktılar İçin Üç Dönüşüm Uygulaması



Kaynak: (Kao, 2017, pp. 123–125)

Şekil 15.'te üç farklı dönüşüm uygulanması sonucu oluşan etkin sınır görülmektedir. (a)'da istenmeyen çıktılar girdi olarak alınmış, (b)'de doğrusal olmayan monoton azalan

dönüşüm uygulanmış ve (c)'de negatif dönüşüm uygulanmıştır. KVB B'nin (a) ve (c) durumlarında etkin sınırdaki iken doğrusal olmayan dönüşümün uygulandığı (b) durumunda etkin sınırdaki olmadığı dikkat çekmektedir.

Üçüncü yaklaşım olan yönlü uzaklık fonksiyonu yaklaşımının temeli Fare v.d. (1989) ve Chung, Fare ve Grosskopf (1997) çalışmalarına dayanmaktadır. Fare vd. (1989) üretim indeksi kavramını Farrell (1957)'in teknik etkinlik ölçümü çerçevesinde yorumlamıştır. Bu bağlamda yazına “zayıf elden çıkarılabilirlik (weak disposability)” ve “güçlü elden çıkarılabilirlik (strong disposability)” kavramlarını tanıtmıştır. Bu yaklaşıma göre istenmeyen çıktılar istenen çıktılar ile birlikte ortaya çıktığından, istenen çıktılar azaltılmadan istenmeyen çıktılar azaltılması mümkün olmamaktadır. Diğer bir ifadeyle, istenmeyen çıktılar serbestçe ve maliyetsiz bir şekilde elden çıkarılamayacağı vurgulanmaktadır. Chung vd. (1997), istenmeyen çıktılar azaltılırken istenen çıktılar eşanlı olarak artırılması amacı ile yönlü uzaklık fonksiyonunu içeren bir yaklaşım sunmuşlardır. Bu yaklaşımda; belirli bir yön vektörüne göre istenen çıktılar artırılabilir ve istenmeyen çıktılarla girdiler eşanlı olarak azaltılabilmektedir.

Bu yaklaşımların dışında istenmeyen çıktılar analizinde aylak tabanlı modeller de kullanılmıştır. Ayrıca Cherchye vd (2011)'nin istenmeyen çıktılara yönelik normalizasyon prosedürüne dayalı ölçü biriminin dönüşümü yaklaşımı da mevcuttur. Ancak bu yaklaşım alan yazında nadiren kullanılmıştır (Halkos ve Petrou, 2019, s. 100)

Bankalarda istenmeyen çıktı olarak takipteki krediler kredi kalitesini düşüren bir faktördür. Yüksek derecedeki takipteki krediler, takipteki kredilerin azaltımı için daha fazla kaynak harcanmak zorunda kalınacağından bankaların etkinliğini etkilemektedir. Bankalardaki etkinlik ölçümlerinin AVZA ile gerçekleştirildiği alan yazınında, takipteki krediler hesabının istenmeyen çıktı olarak ele alınması ise son yıllarda artmaya başlamıştır. Chuo vd. (2020), Matthews (2013) çalışmalarında takipteki krediler hesabını girdi olarak almıştır. Dia vd. (2020), Chu vd (2020), Li vd. (2019), Wang vd.(2014) doğrusal monoton azalan dönüşüm uygulayan çalışmalardır. Liu vd.(2020), Fukuyama ve Matousek (2018), Fukuyama ve Matousek (2017) ve Fuji vd. (2014) ise yönlü uzaklık fonksiyonu yaklaşımını benimseyen çalışmalardır.

Takipteki kredilerin banka etkinliği üzerindeki etkisinin önemine Türk bankacılık sektöründe değinen çalışmalar ise Isik ve Hassan (2003) ve Assaf vd (2013)'a ait çalışmalardır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

AĞ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE TÜRK BANKACILIK SEKTÖRÜ ETKİNLİĞİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

4.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Geleneksel etkinlik ölçüm yaklaşımında, karar verme birimleri dış girdileri nihai çıktılara dönüştüren üretim birimleri olarak ele alınır ve bu dönüşüm sürecindeki ilişkinin bilinmemesi durumu “kara kutu yaklaşımı “ olarak adlandırılır. Ancak, gerçek hayatta karar verme birimleri birçok alt sürece sahiptir ve bu alt süreçler arasında oldukça karmaşık girdi – çıktı ilişkisi olabilmektedir. Son yıllarda, yurtdışı alan yazınında etkinlik hesaplamalarında söz konusu alt süreçler arası girdi-çıktı ilişkilerini dikkate alan çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Bankacılık sektörü etkinlik ölçümüne yönelik alan yazınında ise banka mevduatlarının girdi olarak mı yoksa çıktı olarak mı ele alınacağı hususunda halen ortak bir görüş sağlanmış değildir. Bu probleme çözüm olarak yurtdışında bankacılık sektörü etkinlik ölçümü çalışmalarının AVZA ağırlıklı olarak gerçekleştiği görülmektedir. Yurtiçi alan yazınında bankacılık sektöründeki AVZA çalışmaları incelendiğinde bu çalışmaların henüz çok yeni olduğu ve birkaç çalışma ile sınırlı kaldığı görülmektedir. Söz konusu çalışmalarda parametrik olmayan sınır tahmin yöntemlerinde örneklem büyüklüğü ve boyutsallığın lanetinin ele alınmadığı görülmektedir. Bu problem bu tez çalışmasının motivasyonunu oluşturmaktadır.

Bu çalışma Türkiye’de faaliyetini sürdüren kamu ve özel sermayeli mevduat bankalarının genel etkinliklerinin Ağ Veri Zarflama Analizi ile ölçülmesini içermektedir. Çalışma sonucunda, ağ üretim sistemi olarak modellenen bankaların etkinliğinin girdi-ara ürün-çıktı ilişkisinin en az bilgi kaybıyla AVZA ile ölçülmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın alt amaçları şu şekilde sıralanabilir:

- AVZA gibi parametrik olmayan sınır tahmin yöntemlerinde örneklem büyüklüğünün tespit edilmesinde etkili gözlem tespiti analizinin araştırılması.

- Girdi-çıktı uzayındaki boyut azaltımının AVZA model skorları üzerindeki etkisinin araştırılması.
- İstenmeyen çıktı olan takipteki kredilerin AVZA model skorları üzerindeki etkisinin araştırılması.
- AVZA çarpımsal etkinlik modellerinden üretim ölçeği tabanlı modeli kullanılarak Türk bankacılık sektöründeki genel etkinliğin araştırılması,
- Türk bankacılık sektöründeki mevduat bankalarının fon toplama etkinliği ve fon kullanım etkinliğinin araştırılması.

Bu amaçlar doğrultusunda bu tez çalışmasının alan yazına olan katkıları şu şekilde sıralanabilir:

- AVZA'nın ayırt edici gücünü etkileyen ve yazında boyutsallık laneti (The curse of dimensionality) olarak geçen olgu için alternatif bir boyut azaltımı önerisi sunulmuştur.
- Parametrik olmayan sınır tahmin yöntemleri için etkili gözlem tespiti analizi yaklaşımı önerisi sunulmuştur.
- Alan yazınında model gelişimi devam etmekte olan AVZA için güncel bir yaklaşım olan Chu ve Zhu (2021)'nin üretim ölçeği tabanlı iki aşamalı AVZA yaklaşımı kullanılarak Türk bankacılık sisteminden ampirik bir uygulama sunulmuştur.
- 2019 yılı için kredilerin kalitesini gösteren takipteki kredilerin Türk mevduat bankalarının etkinliğini nasıl etkilediğine yönelik bulgular sunulmuştur.
- Hem girdi hem de çıktı niteliği barındıran mevduatların aracılık rolü AVZA ile modellenmiş bankaların etkinlik süreci iki alt süreçte incelenmiştir.

4.2. Araştırma Modeli

Çalışmanın bu kısmında, girdi- çıktı seçimi, ölçeğe göre getiri varsayımı, istenmeyen çıktılar, örneklem büyüklüğünün oluşturulmasını içeren araştırma modelinin kurulması ve örneklemelerin tanımlayıcı istatistikleri yer almaktadır.

4.2.1. Kavramsal Model

Bankalar sahip oldukları kaynaklarını kullanarak mevduat toplarlar ve topladıkları mevduatları kredi ve yatırıma dönüştürürler. Burada fonların tasarruf sahiplerinden ihtiyaç sahiplerine olan aktarımı bankaların aracılık rolünü göstermektedir. Ne kadar mevduat toplayabildikleri ise kaynaklarını ne kadar etkin kullanabilme yetkinliklerine bağlı olmaktadır. Birbirine bağlı olarak gerçekleşen bu yapıda mevduatlar bu iki süreci birbirine bağlayan aracı rolüne sahip olmaktadır. Türkiye’de 2019 yılı itibari ile mevduat toplama yetkisine sahip olan mevduat bankalarının aktiflerinin sektör içerisindeki payı %87 olarak gerçekleşmiştir (TBB, 2020, p. 33). Bu oran, Türk bankacılık sektöründe mevduat bankalarının yeri ve önemini ortaya koyan önemli bir göstergedir. Kamu sermayeli bankalarının bu oran içerisindeki payı %34, özel sermayeli bankaların payı %31 ve yabancı sermayeli bankaların payı %22 olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl mevduat bankalarının kaynaklarının %57’sini mevduatlar oluşturmaktadır (TBB, 2020, p. 36).

Bilindiği üzere bankalara yönelik etkinlik çalışmalarında mevduatlar üretim yaklaşımında çıktı olarak, aracılık yaklaşımında ise girdi olarak ele alınmaktadır. Alan yazınında mevduatların hangi kategoride değerlendirileceği ile ilgili ortak bir görüş bulunmamaktadır. Bu duruma “mevduat ikilemi (deposit dilemma)” adı verilmektedir. Berger ve Humphrey (1992) mevduat ikilemini araştırmış ve mevduatın hem girdi hem de çıktı özelliği barındırdığını savunmuşlardır. Ayrıca üretim yaklaşımının banka şubelerinin etkinlik ölçümünde, aracılık yaklaşımının ise bankaların genel etkinlik ölçümünde kullanılmasının uygun olabileceğini belirtmişlerdir (Berger ve Humphrey, 1992). Bu tez çalışmasında ise Ağ Veri Zarflama Analizi ile mevduatlar hem girdi hem de çıktı şeklinde ele alınarak, dış girdilerin nihai çıktılara dönüşümünde rol oynayan bir ara ürün olarak ele alınacaktır. Alan yazınında banka etkinlik ölçümüne yönelik yaklaşımların çeşitliliği, üzerinde ortak görüş bulunan bir faktör yapısının oluşmasını engellemiştir. Bu amaçla yapılan çalışmalar incelenmiş, üretim yaklaşımında ve aracılık yaklaşımında sıklıkla kullanılan girdi ve çıktılar belirlenmiştir. Tespit edilen girdi ve çıktılar hem üretim hem de aracılık yaklaşımını kapsadığından genel anlamda karma yaklaşımı temsil etmektedir.

Tablo 3.: Çalışmada Kullanılan Girdi-Çıktı Değişkenleri

	Girdiler	Ara Ürünler	Çıktılar
KARMA YAKLAŞIM	Personel Giderleri Öz Sermaye Şube Sayısı	Mevduat	Toplam Krediler Takipteki Krediler (-) ¹⁷

Tablo 3.’te verilen karma yaklaşım ile birinci alt süreçte üretim yaklaşımı altında bankaların sahip oldukları kaynaklarını mevduata dönüştürme etkinliği; ikinci aşamada ise “aracılık yaklaşımı” altında bankaların toplamış oldukları mevduatı krediye dönüştürme etkinliğinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Banka yöneticilerinin girdiler üzerindeki kontrolünün çıktılarından daha fazla olması varsayımı ile yazındaki çalışmalar da göz önüne alınarak girdi yönelimi benimsenmiştir (Fethi ve Pasiouras, 2010, p. 191). Çalışmada girdi- ara ürün ve çıktılar için verilen AVZA yazın referansları Tablo 4.’te yer almaktadır.

Tablo 4: Tez çalışmasında girdi-ara girdi-çıktılar için verilen referanslar¹⁸

Değişken	Referans
Personel Giderleri	(Fukuyama ve Matousek, 2011) ; (J. Huang et al., 2014)
Özsermaye	(Fukuyama ve Matousek, 2017)
Şube Sayısı	(Wanke & Barros, 2014); (Alves et al., 2020)
Mevduat	(Tan et al., 2021); (Alves et al., 2020); (Fukuyama ve Matousek, 2011); (Holod ve Lewis, 2011); (Lin ve Chiu, 2013); (J. Huang et al., 2014); (Fukuyama ve Matousek, 2017); (Dia et al., 2020); (Fukuyama et al., 2020); (K. Wang et al., 2014); (Akther et al., 2013)
Toplam Krediler	(Fukuyama ve Matousek, 2011); (Holod ve Lewis, 2011); (T. H. Huang et al., 2018); (Fukuyama ve Matousek, 2017); (Fukuyama et al., 2020)
Takipteki Krediler	(J. Huang et al., 2014);(Fukuyama ve Matousek, 2017); (Fukuyama et al., 2020)

¹⁷ Kredilerin Sınıflandırılması Ve Bunlar İçin Ayrılacak Karşılıklara İlişkin Usul Ve Esaslar Hakkında Yönetmelik’te ayrıntılı olarak açıklanan Takipteki Krediler kavramıyla “Donuk Alacaklar” kalemi ifade edilmektedir. TFRS 9 uygulaması kapsamında standart nitelikteki bir kredi, kredi riskinin oluşması durumunda yakın takibe alınan krediler ile yeniden yapılandırılan krediler “canlı alacak” kaleminde, bunun dışında kalan 3. Ve 4.grup krediler ise “donuk alacak” kaleminde yer almıştır. Gruplar takibe alınan vadeye göre değişmektedir. Örneğin 1. ve 2.grup krediler ile 0-30 ve 31-60 gün takibe alınmış olduğu anlaşılmaktadır. Donuk alacaklar ise vadesi 90 günden fazla gecikmiş veya değer düşüklüğüne uğramış olan krediler için de kullanılmaktadır

¹⁸ Tablo 4’te yer alan çalışmalar bu değişkenleri AVZA yaklaşımı kapsamında inceleyen çalışmalardır. Söz gelimi mevduat satırında mevduatın ara ürün olarak değerlendirildiği AVZA çalışmaları yer almaktadır.

Personel Giderleri bankaların en temel faaliyet giderlerinden birisi olmaktadır. Özsermaye, bankaların borçlarını ödeme gücünü gösterme ve maruz kaldıkları risklere karşı güvence oluşturmaları bakımından büyük öneme sahiptir. Düşük maliyet ve yüksek özsermaye gücü ile çalışan bankalar şüphesiz rekabet ortamında güçlü bir bünyeye sahip olacaktır. Bankaların şubeleri ise özellikle yaygın bir coğrafyada yerel müşterilere ulaşmak ve müşteriler ile birebir iletişim kurmak açısından önem arz etmektedir. Bankalar sahip oldukları personel giderleri, şube sayısı ve özsermaye gibi kaynaklarını mevduata dönüştürme etkinlikleri üretim etkinliklerini yansıtmaktadır. Bankaların sahip oldukları mevduatlarını tasarruf sahiplerine kredi olarak tahsis etmeleri ise ekonomide aracılık rolüne tekabül etmektedir. 2019 yılında bankacılık sektörünün toplam mevduatının Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'ya oranı %60 olarak gerçekleşerek 2015-2019 yılları arasında en yüksek seviyeyi görmüştür (TBB, 2020, p. 39). Bu rakam Türk bankalarının ekonomide aracılık fonksiyonunun ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

4.2.2. Ölçeğe Göre Getiri Seçimi

Yazındaki çalışmalarda bankalardaki ölçeğe göre getiri varsayımına yönelik ortak bir görüş ve uygulamanın olmadığı görülmektedir. Ölçeğe göre sabit getiri yaklaşımında (CRS) üretim faktörlerinin aynı oranda artması ile çıktıların da aynı oranda arttığı kabul edilir. Ayrıca CRS yaklaşımına göre karar verme birimlerinin optimum ölçekte işlem görüyor olması gerekmektedir. Ancak alan yazınında da değinildiği gibi bankaların her birinin büyüklüğü aynı değildir ve piyasalar etkin piyasa özelliğini göstermemektedir (K. Wang et al., 2014, p. 8). Bu fikirden hareketle bankalar için ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile yaklaşmanın daha doğru olduğunu savunan görüşler mevcuttur (T. Coelli et al., 1998, p. 172). Diğer taraftan Paradi ve Zhu (2011) alan yazında CRS çalışmalarının yoğunlukta olduğunu ifade etmiştir (Paradi ve Zhu, 2013, s. 67). Ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımı altındaki modellerde daha dikkatli olunması gerektiğinden CRS varsayımının kullanıldığı çalışmaların da azımsanmayacak sayıda olduğu ifade edilmiştir (Fethi ve Pasiouras, 2010, s. 191). Ayrıca çalışmada kullanılan Chu ve Zhu (2021)'nin üretim-ölçeği tabanlı AVZA yaklaşımı henüz ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı altında çalışmaktadır. Bu nedenle çalışmada CRS varsayımı benimsenmiştir.

4.2.3. İstenmeyen Çıktılar

Yapılan çalışmalarda istenmeyen çıktıların analize nasıl dahil edileceği ile ilgili ortak bir yaklaşım bulunmamaktadır. Her bir yaklaşımın avantajı ve dezavantajı olmakla birlikte, araştırmacının söz konusu avantaj ve dezavantajları göz önüne alarak uygun olanı seçmesi önerilmektedir (Halkos ve Petrou, 2019, s. 102). Çalışmada istenmeyen çıktı niteliğinde olan takipteki krediler üç senaryo altında analiz edilmiştir:

- Birinci senaryoda takipteki krediler hesabı değerlerine doğrusal monoton azalan dönüşümü uygulanmıştır. β parametresi olarak Zhu ve Seiford (2002)'nin önerdiği şekilde takipteki kredilerin en büyük değerinin bir fazlası eklenmiştir.
- İkinci senaryoda takipteki krediler hesabı değerlerine doğrusal olmayan monoton azalan dönüşüm uygulanmıştır.
- Üçüncü senaryoda takipteki krediler hesabı analize dahil edilmemiştir.

4.2.4. Örneklem Büyüklüğü

Türkiye’de faaliyet gösteren 27 adet kamu sermayeli, özel sermayeli ve Türkiye’de kurulmuş olan yabancı sermayeli mevduat bankası mevcuttur. Bankalara ait girdi-ara girdi-çıkıtı değerleri Tablo 5.’te yer almaktadır.

Tablo 5: Türkiye’de Faaliyet Gösteren Mevduat Bankaları¹⁹

Bankalar	Özkaynaklar (x000 TL)	Personel Giderleri (x000 TL)	Şube Sayısı	Mevduat (x000 TL)	Krediler (x000 TL)	Takipteki Krediler (x000 TL)
Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası	70064542	3460423	1758	447250973	447982751	12,690,487
Türkiye İş Bankası	58873465	4283744	1271	295922002	289243558	18,883,474
Türkiye Halk Bankası	32196826	2854246	1006	297734176	309208101	15,920,081
Türkiye Vakıflar Bankası	33026273	2837255	943	251530899	292091050	17,314,228
Türkiye Garanti Bankası	53765666	3523682	912	248751091	251165373	17,298,981
Yapı ve Kredi Bankası	41187654	3149323	846	222790118	240463843	18,274,502
Akbank	54382427	2589571	771	224054527	203834175	14,857,080
QNB Finansbank	16685059	1716360	525	105625783	118972351	8,274,415
Denizbank	17719848	1610208	708	100298920	105800627	11,054,678
Türk Ekonomi Bankası	9720574	1445655	471	72194328	69218035	4,146,906
ING Bank	8230507	717368	210	39208007	34707049	2,944,615
HSBC Bank	3079668	482211	77	27801278	17568350	707,404
Odea Bank	3299581	252416	48	22097373	19308211	2,803,192
Şekerbank	1976583	497998	238	24547812	21821692	2,848,778
Alternatifbank	2345360	193679	48	16124382	18032893	940,367
Fibabanka	1655804	258683	63	13566698	14477408	920,338
Burgan Bank	1919275	195489	35	11563046	13816067	947,144
ICBC Turkey Bank	1259775	186471	43	10614031	9088109	167,891
Anadolubank	2776590	253274	113	13629088	12860575	1,368,062
Citibank	2522850	142542	376	9926652	4185474	140,631
MUFG Bank Turkey	1028510	36243	1	4408011	7106806	0
Arap Türk Bankası.	1052917	85314	7	2456166	1730243	86,192
Turkland Bank	112377	88689	17	3105091	2317862	966,707
Deutsche Bank	740625	60769	1	1532869	1041585	0
Rabobank	980843	19311	1	495	771304	0
Bank of China Turkey	1446435	18330	1	75685	568012	0
Turkish Bank	212178	29349	11	1027096	1095747	107,450

Tablo 5.’te yer alan veri setine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 6.’da yer almaktadır.

¹⁹ Türkiye’de kurulmamış olup şube açan yabancı sermayeli mevduat bankaları homojenliğin bozulmaması açısından dâhil edilmemiştir. Bankalar örneklem büyüklüğü hesaplamalarında yorumlamada kolaylık olması bakımından aktif büyüklüğüne göre sıralanmıştır.

Tablo 6.: Veri Setine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

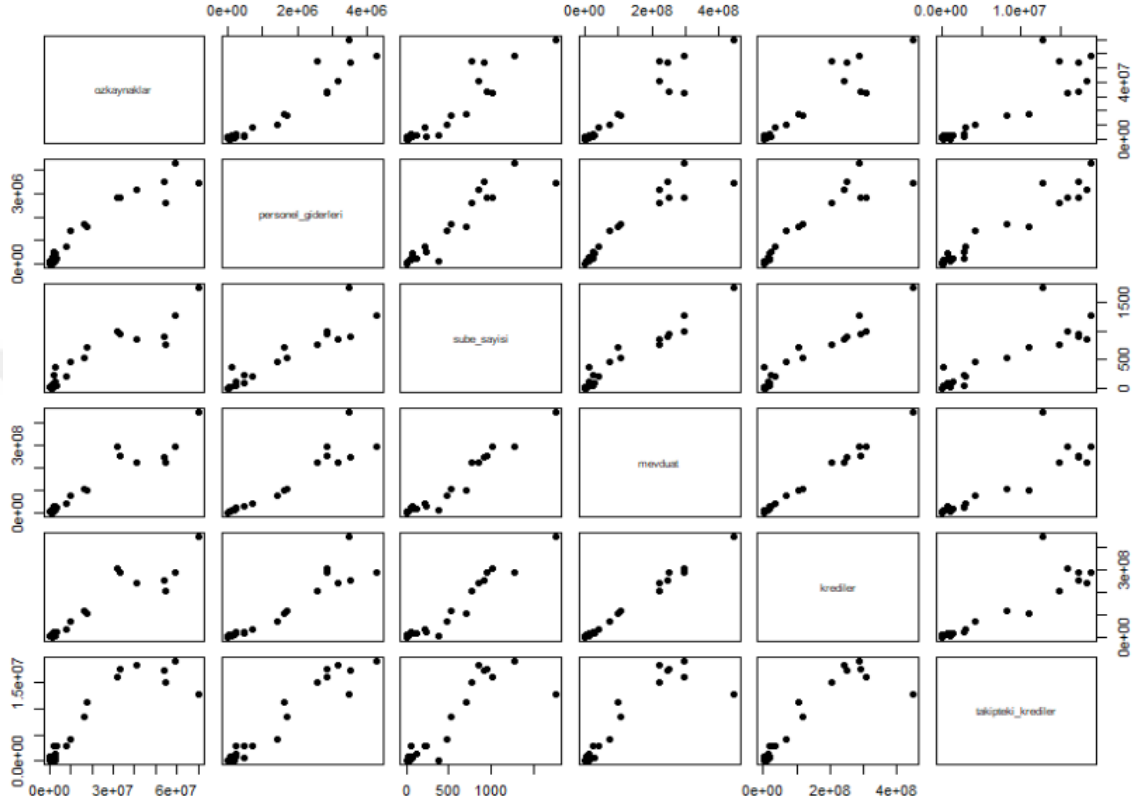
	Personel Giderleri	Öz kaynaklar	Şube Sayısı	Mevduat	Krediler	Takipteki Krediler
Ortalama	1,147,726	15,639,341	389	91,401,355	92,906,565	5,691,245
Medyan	258,683	2,776,590	113	22,097,373	18,032,893	1,368,062
Std. Sapma	1,372,348	21,710,967	477.85	125,039,847	128,337,488	7,040,509
Basıklık	-0.50	0.52	1.03	1.03	0.77	-0.93
Çarpıklık	1.00	1.37	1.27	1.40	1.36	0.91
Değişim Aralığı	4,265,414	69,952,165	1,757	447,250,478	447,414,739	18,883,474
1.Kartil (Q1)	115,616	1,353,105	26	7,167,332	5,646,140	154,261
3.Kartil (Q3)	2,152,966	24,958,337	740	164,207,950	161,403,263	11,872,582

Tablo 6. incelendiğinde tüm değişkenlerin dağılımının çarpıklık değerlerinin pozitif olduğu ve birinci ve ikinci kartillerin birbirine yakın konumlandığı görülmektedir. Tüm değişkenler sağa çarpık özellik sergilemektedir. Ancak özellikle özkaynaklar, mevduat ve kredilerdeki konumlanma yoğunluğu diğer değişkenlerden daha fazla olmuştur. Özkaynaklar, personel giderleri, mevduat, krediler ve şube sayısı dağılımlarında üçüncü kartilden sonra gelen bankalara bakıldığında T.C. Ziraat Bankası , Türkiye İş Bankası, Türkiye Halk Bankası, Türkiye Vakıflar Bankası, Türkiye Garanti Bankası, Yapı ve Kredi Bankası, Akbank'ın olduğu görülmektedir. Bu bankalar aktif büyüklüğü en büyük olan yedi bankadır. Yine tüm değişkenler için birinci kartilin altındaki bankalar Arap Türk Bankası, MUFG Bank (krediler hariç), Rabobank, Deutsche Bank, Turkish Bank, Turkland Bank ve Bank of China Turkey (özkaynaklar hariç) olmaktadır. Aktif sıralaması bakımından son sıralarda olan bu bankaların toplam içerisindeki payları incelendiğinde oldukça düşük olduğu görülmüştür (toplam aktif büyüklüğü içerisindeki payları % 0,65; toplam şube sayısındaki payları % 0,37; toplam krediler içerisindeki payları % 0,5; toplam özkaynaklar içerisindeki payları %1). Özellikle şube sayısının birinci kartil değeri olan 26'dan daha da az olması ve bu bankaların özel amaçlı bankacılık işlemlerine yoğunluk göstermeleri nedeni ile kıyaslama sonuç yorumlarının daha anlamlı olmasına istinaden bu bankalar veri setinden çıkartılmıştır.

Şekil 16'da girdi-ara girdi ve çıktılar için ikili saçılım grafikleri yer almaktadır. Şekil 16 incelendiğinde ikili değişken bazında bazı bankaların daha fazla girdi ve çıktı barındırdığı görülebilmektedir. Bazı ikili değişkenler arası bakıldığında (örn. mevduat-özkaynaklar,

mevduat-krediler gibi) üçüncü kartilin dışında kalan bankaların ayrıştığı görülebilmektedir.

Şekil 16: Mevduat Bankaları'nın Girdi-Çıktı Değişkenlerine Yönelik Saçılım Grafiği



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Görelî etkinlik ölçümünde bilindiği üzere değerlendirme işlemi örnekleme dâhil edilen birimlere göre değişiklik arz etmektedir. Bazı gözlemleri örneklemden çıkartmak diğer gözlemlerin etkinlik skorunu büyük ölçüde değiştirebileceği gibi bazı gözlemler için durum bu kadar hassas olmayabilmektedir. VZA'da tahmin için tüm girdi ve çıktılar hesaplamaya dahil edildiğinden bankaların çok değişkenli olarak eşanlı etkileşiminin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu durumda saçılım grafiği gibi tek değişkenli yaklaşımlar yetersiz kalmaktadır.

Diğer taraftan VZA alanyazını incelendiğinde, optimum karar verme birimi sayısının ne olması gerektiği ile ilgili ortak görüş bulunmamaktadır. Alan yazınında bu hususta

birbiriyle çelişen iki görüş hakimdir. Birinci görüşe göre karar verme birimi sayısı mümkün olduğunca fazla olmalıdır, çünkü daha büyük bir örneklem ile VZA'nın etkin sınırı oluşturma gücü artacaktır. Diğer görüşe göre ise örneklem hacmi büyüdükçe karar verme birimlerinin homojenliği bozulmakta, modele dahil edilmeyen dış değişkenlerin etkisi artmaktadır. Bu ise VZA'nın skorlarının güvenilirliğini etkilemektedir. Yine de çalışmalarda çeşitlilik göstermekle birlikte genel kural olarak karar verme birimi sayısının toplam girdi- çıktı sayısının iki katı olması gerektiğini ya da bu oranın en az üç olması gerektiğini savunan görüşler benimsenmektedir. Bu görüşlerin dışında karar verme birimi sayısının girdi ve çıktı sayısının çarpımının iki katı olması gerektiğini benimseyen çalışmalar da mevcuttur (Golany ve Roll, 1989; Sarkis, 2007, s. 307; Charles vd., 2019, s.929). Ele alınan örneklem büyüklüğünün yanında, örneklem içerisinde diğer gözlem birimlerinden farklı davranış sergileyen gözlemlerin varlığı aykırı değerlerden etkilenen parametrik olmayan sınır tahmin yöntemlerinin sonucunu etkilemektedir. Tahmin edilen etkinlik skorları arasındaki farkın çok yüksek olması ya da gözlem birimlerinin etkinlik değerlerinin çok düşük tahmin edilmesi kıyaslamada (benchmarking) aykırı değerlerin varlığına işaret etmektedir. Diğer taraftan en iyi gözlemleri temsil eden ve etkin sınırı oluşturan karar verme birimlerinin yapısına da önem verilmesi önerilmektedir. Etkin sınırın şeklini belirleyen bu birimler sınırı diğer birimler için ulaşılamaz seviyeye çekebilir, dolayısıyla diğer birimlerin etkinlik tahmin değerini etkileyebilirler. Bu birimlere yönelik aykırı değer tespiti genellikle etkin sınırı oluşturan birimlerin üzerinde “süper-etkin²⁰” davranışını sergileyen birimin analizden çıkartılmasıyla gerçekleşmektedir. Ancak süper etkinlik analizinde eşanlı olarak en fazla tek bir potansiyel aykırı değer tespiti yapılabilmektedir (Bogetoft ve Otto, 2011, s. 147; Thanassoulis vd., 2016, s. 388; Timmer, 1971, ss. 776–791).

Wilson (1993), belirli bir gözlemin gerçekleşme olasılığının düşük olmasının gözlemin aykırı ya da hatalı değer olduğu sonucunu garantilemediğini ancak bu gözlemler üzerinde araştırma yapmanın faydalı olacağını vurgulamıştır. Bunun için Andrews ve Pregibon (1978)'un yaklaşımını birden fazla çıktı için genişleterek parametrik olmayan sınır

²⁰ VZA'da süper etkinlik analizi etkin sınırı oluşturan KVB'nin analizden çıkartılarak tahmin edilen etkinlik sınırı ile çıkartılan KVB'nin göreceli uzaklığının ölçülmesiyle gerçekleştirilir. Bu işlem etkin sınırdaki tüm karar verme birimleri için gerçekleştirilir. Böylelikle etkin sınırdaki yer alan tüm KVB süper etkinlik skoru denilen etkinlik skoruna sahip olurlar. Süper etkinliği çok yüksek olan KVB potansiyel aykırı değer adayı olarak değerlendirilir. Ayrıntılı bilgi için bakınız: (Banker ve Chang, 2006, s. 1313)

tahmin yöntemleri için yazında Veri Bulutu Yöntemi (Data Cloud Method) olarak da geçen aykırı değer tespit yöntemi önermiştir. $K \times m$ boyutlu $X = (x^1, \dots, x^k)$ girdi matrisi ve $K \times n$ boyutlu $Y = (y^1, \dots, y^k)$ çıktı matrisi verilsin. $\mathbb{R}_+^m \times \mathbb{R}_+^n$ uzayında her bir satırdaki gözlem değerleri noktalar bulutu olarak görülebilmektedir. Bulutun hacmi birleşik $[XY]^T[XY]$ matrisinin determinantıyla orantılıdır:

$$\text{Veri bulutunun hacmi} \approx D(X, Y) \quad (3.1.)$$

Veri setinden bir gözlem biriminin çıkartılması durumunda veri bulutunun hacmindeki değişime bakılabilir. Veri bulutunun içerisindeki bir birimin veri setinden çıkartılması veri bulutunun hacminde önemli bir değişiklik sağlamayacaktır, ancak bulutun dışarısında kalan yani birleşik $[XY]^T[XY]$ matrisinin determinantı üzerinde büyük bir etkiye sahip olan bir gözlemin silinmesi veri bulutunun hacminin küçük olmasına neden olacaktır. Bu da bu gözlemin potansiyel bir aykırı değer niteliği taşıyabileceğini göstermektedir. Daha fazla sayıdaki aykırı değerlerin tespiti için bulutun hacmindeki değişime bakılabilir (Andrews ve Pregibon, 1978, s. 87; Bogetoft ve Otto, 2011, s. 150)

Veri setinden i.gözlem biriminin çıkartılması sonrası elde edilen determinanta $D^{(i)}$ denilsin. i.gözlem sonrası bulut hacmindeki göreceli değişimi belirten $R^{(i)}$ değeri Eşitlik (3.2.)’deki gibi hesaplanmaktadır (Andrews ve Pregibon, 1978, s. 88; Bogetoft ve Otto, 2011, s. 150; Wilson, 1993, s. 320):

$$R^{(i)} = \frac{D^{(i)}}{D} \quad (3.2.)$$

$R^{(i)}$ değerinin 1 e yakın olması i.gözlem biriminin çıkartılmasından önce ve sonraki determinantın çok değişmediği anlamına gelmektedir. Bu durumda i.gözlem birimi aykırı değer olmamaktadır. Diğer taraftan i.gözlem birimi aykırı bir değer ise $R^{(i)}$ değerleri 1’den oldukça küçük olacaktır. Burada tek bir gözlem birimi değil birden fazla gözlem biriminin aynı anda çıkartılması da dikkate alınmalıdır. Bu durumda veri setinden gözlem birimlerinden kaç tanesinin (ve hangilerinin) çıkartılması gerektiğine karar verilmesi için en küçük $R^{(i)}$ değerinin aranması gerekmektedir. Wilson (1993), i adet gözlem biriminin

çıkartılmasıyla elde edilen en küçük $R^{(i)}$ değerinin dağılımının incelenmesine gerek duyulmaksızın $(i, \log(\frac{R^{(i)}}{R_{min}^{(i)}}))$ sıralı ikililerini gösteren grafikte ayrık tepe değerlerine bakılmasını önermiştir. Grafiğin yatay ekseninde veri setinden i adet çıkartılacak gözlem birimi; dikey ekseninde $\log(\frac{R^{(i)}}{R_{min}^{(i)}})$ oran değerleri yer almaktadır. Grafikteki tepe noktaları potansiyel aykırı değer gruplarına işaret etmektedir. Burada aktif büyüklüğü en yüksek olan ilk yedi bankanın tüm gözlemler üzerindeki etkisinin geometrik olarak araştırılması için veri bulutu yaklaşımı benimsenmiştir.

Tablo 7.: Çıkarılan Eşanlı Banka Sayısı ve Ona Karşılık Gelen Minimum $R^{(i)}$ değerleri

i	Çıkarılan Bankalar	$R_{min}^{(i)}$
1	1	6,67E-02
2	3 1	7,50E-03
3	4 3 1	3,04E-04
4	4 7 3 1	6,56e-05
5	11 4 7 3 1	1,18E-05
6	11 2 4 7 3 1	1,12E-06
7	5 11 2 4 7 3 1	7,69E-08
8	6 5 11 2 4 7 3 1	6,21E-09
9	6 5 11 2 8 4 7 3 1	6,25E-10
10	9 6 5 11 2 8 4 7 3 1	4,31E-11

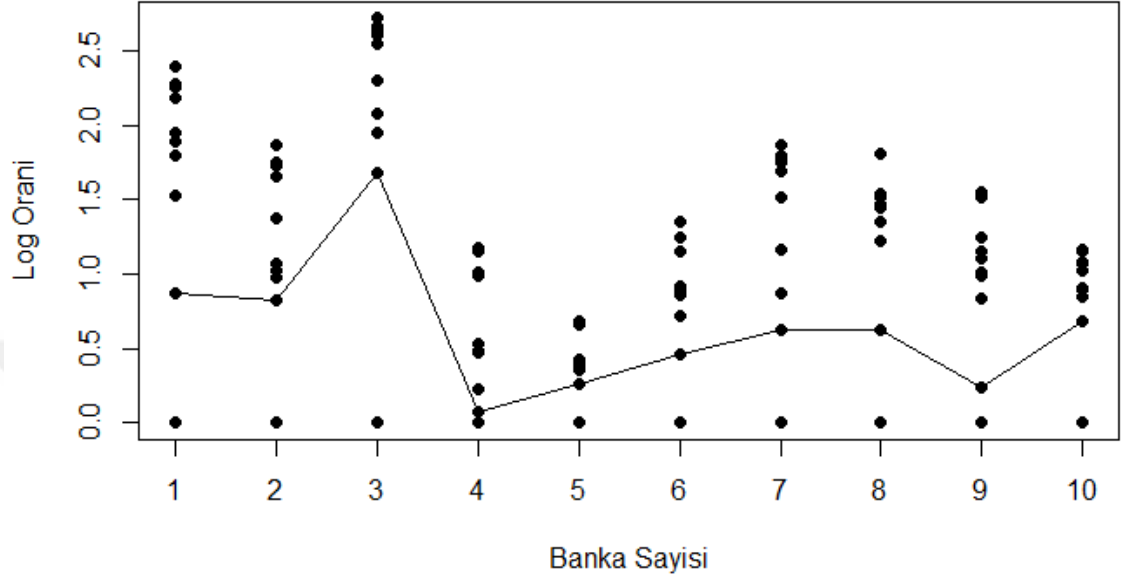
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.²¹

Tablo 7.'de her bir satır, o satırda yer alan ve numaralandırılmış bankaların çıkartılması ile elde edilen minimum R değerini vermektedir. Örneğin birinci satır şu şekilde yorumlanmaktadır: Veri setinden bir adet bankanın çıkartılmak istenmesi durumunda bu gözlem birinci banka (Ziraat Bankası) olmalıdır ve bu bankanın veri setinden çıkartılmasıyla minimum $R^{(1)}$ değeri 0,067 olmaktadır. İki adet banka eşanlı olarak çıkartılmak istenirse minimum R değerini veren bankalar birinci ve üçüncü bankalardır (Ziraat ve Halk Bankası) ve minimum $R^{(2)}$ değeri 0,0075 olmaktadır. R değerinin eşanlı olarak çıkartılan banka sayısından nasıl etkilendiğine dair daha net bir görüş elde etmek amacıyla $(i, \log(\frac{R^{(i)}}{R_{min}^{(i)}}))$ ikililerinin yer aldığı grafiği incelemek daha doğru olacaktır. Bu

²¹ FEAR (Wilson, 2008) paketinden yararlanılmıştır.

grafik eşanlı olarak çıkartılan banka sayısıyla $R_{\min}^{(i)}$ değişiminin daha net olarak görülmesini sağlamaktadır (Bogetoft ve Otto, 2011, s. 152).

Şekil 17: Mevduat Bankaları için Log-Oranı Grafiği



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 17'deki grafikte kesikli çizgi her bir i sayıdaki çıkartılacak banka için en küçük oranlar arasındaki ayırımı göstermek yoluyla ikinci en küçük oranları birleştirmektedir. Buna göre ayırımın en yüksek olduğu nokta (bu nokta aynı zamanda en küçük ikinci oranlar arasında daha izole olan bir orana tekabül etmektedir) potansiyel aykırı değerlerin yer aldığı öbek kabul edilmektedir (Wilson, 1993, p. 321). Grafik incelendiğinde $i=3$ için ayırımın görece olarak yüksek olduğu ve bu bankaların Tablo 7'den sıra numarası birinci (T.C. Ziraat Bankası), üçüncü (Türkiye Halk Bankası) ve dördüncü (Türkiye Vakıflar Bankası) bankalar olduğu görülmektedir. Çıkartılacak eşanlı banka sayısı artırıldığında en küçük oranlar arasındaki ayırımın önce azaldığı sonrasında yedi ve sekiz banka öbeğinin yer aldığı noktada yükseldiği görülmektedir. Buna göre eşanlı olarak yedi adet bankanın çıkartılmak istenmesi durumunda Tablo 7'deki 8.satırda yer alan bankaların (T.C. Ziraat Bankası, Türkiye İş Bankası, Türkiye Halk Bankası, Türkiye Vakıflar Bankası, Türkiye Garanti Bankası, Akbank, Citibank) ikinci grup potansiyel aykırı değer grubu olarak yer aldığı söylenebilmektedir. Yapı ve Kredi Bankası'nın da potansiyel ikinci grupta yer aldığı söylenebilir (Grafikte 7 ve 8 noktası). Bu bankalar aynı zamanda

aktif büyüklüğü en yüksek ilk olan yedi bankadır. Bu bankaların toplam aktiflerinin bankacılık sektörünün toplam aktifi içerisindeki payı incelenen dönem olan 2019 yılı için yaklaşık olarak %70 olarak gerçekleşmiştir. Diğer kalemler bazında sektör paylarına bakıldığında sektör toplam mevduat içerisindeki payları yaklaşık olarak %80; kredi payları %74 ve özkaynak payları %73'tür. Grafiğin $i=8$ noktasından sonraki kısmı incelendiğinde, 10 bankanın yer aldığı üçüncü bir potansiyel aykırı değer grubu daha olduğu görülmektedir²². Ancak birinci en küçük orana en yakın olan ikinci en küçük orana sahip olan (ya da Şekil 17'de birinci en küçük oranıyla ikinci en küçük oranı arasındaki mesafe en fazla olan) üç bankanın bulunduğu öbeğidir. Bu bankaların aynı zamanda mevduat toplamada ve kredi kullandırmada avantajlı konumda olan kamu bankalarının olduğu görülmektedir. Veri bulutu yaklaşımı yardımıyla veri setindeki potansiyel etkili (influential)²³ banka kümeleri 3 banka olarak tespit edilmiştir. Burada 20 adet bankadan oluşan veri setinde, sektördeki aktifin %70 'ini oluşturan bankalar da potansiyel etkili gözlem olarak (7.bankı öbeğı) görülebilmekle birlikte, etkilerinin kamu bankaları kadar olmadığı söylenebilmektedir. Bu kapsamda çalışmada iki farklı örneklem seti oluşturulmuştur. Birinci örnekleme belirlenen ilk 20 banka alınmış, ikinci örnekleme ise kamu bankaları çıkartılmıştır. Böylelikle kamu sermayeli bankaların kıyaslamaya dahil olması durumunda özel ve yabancı sermayeli bankaların etkinlik skorlarındaki değişim gözlenebilmektedir.

Ağ Veri Zarflama Analizi'nde yapılan analizin anlamlı olması için girdilerdeki artırımın çıktılarda daha büyük artırıma yol açması gerekmektedir. İzotoniklik (isotonicity) olarak da bilinen (Avkiran, 2006, p. 111) bu durumun test edilmesi için Pearson korelasyon matrisi Tablo 8.'de gösterilmiştir. Tüm girdi- ara girdi ve ara girdi-çıktılar arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif ve yüksek şiddette doğrusal ilişkinin olduğu söylenebilir.

²² Tablo 7'den eşanlı olarak çıkartılacak banka sayısı arttıkça $R_{min}^{(i)}$ oranının sıfıra çok yaklaşmakta olduğu görülmektedir. Bu nedenle yazılımda maksimum hesaplanacak eşanlı aykırı değer sayısı 10 olarak gerçekleştirilmiştir.

²³ Etkili gözlemler (influential observation), diğer gözlemler tarafından oluşturulan kalıpların dışında kalan, analizi etkileyen ancak aykırı değer niteliğinin taşıması net olmayan değerlerdir (Belsley et al., 2004, p. 3)

Tablo 8. : Değişkenler Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayıları

	Özkaynaklar	Personel Giderleri	Şube Sayısı	Mevduat	Krediler	Takipteki Krediler
Özkaynaklar	--					
Personel Giderleri	.946** .000	--				
Şube Sayısı	.927** .000	.924** .000	--			
Mevduat	.951** .000	.936** .000	.969** .000	--		
Krediler	.933** .000	.934** .000	.964** .000	.996** .000	--	
Takipteki Krediler	.886** .000	.961** .000	.853** .000	.877** .000	.888** .000	--

** p < 0.01

Bankalara ait girdi-ara girdi ve çıktı korelasyon değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Değişkenler arasındaki yüksek korelasyonun varlığı durumunda, değişkenler için vekillik (proxy) olduğu varsayılır (Partovi ve Matousek, 2019, s. 294). Alan yazınında, teorik olarak makul olmamakla birlikte, çoklu doğrusallık oluşması durumunda analize dahil edilecek değişkenlerin azaltılması işlemi yoğun uygulanan alternatif yaklaşımlardan birisi olmaktadır. Jerkins ve Anderson (2003) aralarında yüksek korelasyon bulunan değişkenlerin modelden çıkarılması durumunda oluşacak bilgi kaybını araştırmışlardır. Kısmi varyans ve kovaryans kullanarak sistematik bir istatistiksel yaklaşım sunmuşlar, koşullu varyansı değişkenlerin sakladığı bilgiyi ölçmek için kullanmışlardır. Sonuç olarak çok yüksek korelasyonlu değişkenlerin varlığında bile modelden değişken çıkartılmasının etkinlik ölçüm skorlarında majör etkiye sahip olabildiği bulgusuna ulaşmışlardır (Jenkins ve Anderson, 2003) . Diğer taraftan küçük hacimli örneklem boyutsallık lanetinden daha fazla etkilenmektedirler. Bu iki husus, girdi-çıkıtı uzayında boyut azaltımını işaret etmektedir. Boyut azaltımına ilerleyen kısımda ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

4.3. Boyut Azaltma

Girdi ve çıktılar arasındaki yüksek korelasyonun varlığı, değişken sayısının azaltılabilirliğinin araştırılmasına işaret etmektedir. Burada üç adet olan girdi sayısında

azaltım işleminden bahsedilebilir²⁴. Analizlerde veri setinde değişken sayısı arttığında veri uzayı giderek daha seyrek hale gelmekte ve sınıflandırma ve tahmin skorlarının kalitesi ve güvenilirliği azalmaktadır. Çünkü mevcut veri sayısı tüm değişkenler boyunca faydalı bir model sağlamak için yetersiz kalmaktadır. Boyutsallığın laneti (The curse of dimensionality) olarak geçen bu durum daha küçük boyutta çalışmanın daha iyi bir sınır tahminine imkan verdiğini vurgular (Daraio ve Simar, 2007, s. 5; Schmuely vd., 2018, s. 92). Söz konusu durum VZA gibi parametrik olmayan tahmin yöntemlerinde de geçerliliğini korumaktadır. Girdi-çıkıtlı sayısının gereksinim duyduğu gözlem sayısının yeterli olmadığı durumda VZA'nın etkin olan ve etkin olmayan karar verme birimlerini ayırt edici gücü düşmektedir²⁵. Girdi-çıkıtlı sayısının (m+n) veri sayısından fazla olması durumunda ya da girdi-çıkıtlı sayısının veri sayısından az sayıda olmasına rağmen daha fazla veri sayısına ihtiyacının olması durumunda, elde edilecek olan sonuçların güvenilirliği açısından girdi-çıkıtlı uzayında boyut azaltımına gidilmesi tavsiye edilmektedir. Son yıllarda yapılan simülasyon çalışmaları göstermiştir ki girdi-çıkıtlı sayısının üç ya da dört gibi nispeten küçük olduğu durumlarda bile büyük bir örnekleme sahip olunması gerekebilmektedir (Zelenyuk, 2020, p. 175). Bunun için Adler ve Golany (2001, 2007), Mouchart ve Simar (2002) ve Daraio ve Simar (2007) tarafından parametrik olmayan sınır tahmin sistemlerinde özdeğer ayrışımı temelli boyut azaltma teknikleri önerilmiştir. Burada amaç girdi ve çıktı sayısını mümkün olan en küçük bilgi kaybıyla minimum sayıya indirmektir. Adler ve Golany (2001) çalışmalarında, ele alınan VZA modelinin girdi ya da çıktı yönelimli olmasına bağlı olarak, girdi ya da çıktıların korelasyon matrislerinin özdeğer ayrışımını içeren temel bileşenler analizine dayalı bir VZA-TBA yaklaşımı önermişlerdir (Adler ve Golany, 2001). Mouchart ve Simar (2002) ile Daraio ve Simar (2007) ise hem veri matrisi üzerinde çalışarak, hem girdi hem de çıktı matrislerinin moment matrislerini ayırtmışlardır.

²⁴ Burada takipteki krediler değişkeni krediler hesabıyla birlikte oluşmakta ve istenmeyen çıktı niteliğini taşımaktadır. Dönüşüm işlemi uygulanmadığında krediler ile olan korelasyonu şüphesiz pozitif çıkacaktır. Ancak analizde doğrusal ya da doğrusal olmayan dönüşüm uygulandığından çıktılarda ham verilerdeki (standardize edilmiş) boyut azaltım işlemi anlamlı olmayacaktır.

²⁵ Adler ve Yazhensky (2010), VZA'nın ayırt edici gücünün azalmasının iki şekilde yansıdığını ifade etmiştir: Birinci durumda etkin olan karar verme birimleri etkinsiz gibi gözükülebilmektedir. İkinci durumda ise etkin olmayan karar verme birimleri etkin olarak gözükülebilmektedir. Yazarlar ikinci durumun özellikle ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altındaki küçük örneklemelerde daha çok hissettirdiğini belirtmişlerdir.

İki örneklem için girdi ve çıktılarının dağılımı incelendiğinde genel anlamda ortak bir dağılım şekli sergiledikleri söylenememektedir. Temel bileşenler analizindeki gibi varyans matrisi tabanlı özdeğer ayrışımında, veri setinin yüksek basıklık / çarpıklık sergilemesi durumunda, temel bileşenlerdeki ağırlıklar ve özdeğerler daha yüksek varyansa sahip olmakta ve asimptotik dağılımlarına daha yavaş yakınsamaktadır (Davis, 1977, s. 207; Kolenikov ve Angeles, 2004, s. 9). Wilson (2018) çok güçlü korelasyonun varlığında oluşan çoklu doğrusallık durumunda ve verinin normal dağılmadığı durumlarda gösterge olarak doğrusal korelasyonun kullanılmasının sakıncalı olabildiğini, bu nedenle boyut azaltımının korelasyon matrisi yerine ham veri matrisi üzerinden yapılmasının daha doğru olabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca korelasyon matrisinin özdeğer ayrışımından elde edilen birinci özvektörler negatif değerler de içerebilmektedir (Wilson, 2018, p. 355). Bu durum VZA analizi için istenmeyen bir durumdur. Bu açıklamalar ışığında, bu tez çalışmasında girdi uzayında boyut azaltımı için Daraio ve Simar (2007) ve Wilson (2018)'un çalışmalarına paralel olarak ham girdi ve çıktılarının moment matrislerinin özdeğer ayrışımına gidilmiştir. Yazında da önerildiği üzere, ayrışım işleminden önce girdi ve çıktı sütun vektörleri her bir verinin standart sapmasına bölünmesiyle standardize edilerek birimsiz hale getirilmiştir (Huuhka ve Oliveira, 2020, s. 27). Farrell- Debreu etkinlik değerleri radyal²⁶ ölçüler olup VZA tahminleri ölçüm birimlerinden bağımsızdır (scale-invariant), dolayısıyla verinin standardize edilmesi etkinlik analizini etkilememektedir (Daraio ve Simar, 2007, s. 148). Örneklemdeki bazı değişkenlerin sağa çarpık eğilimi göstermesi nedeniyle gözlem değerleri merkezileştirilmemiş, ortalamaya dayalı değil sifıra dayalı standardizasyon benimsenmiştir²⁷. Burada veriler aritmetik ortalamaları ile merkezileştirilmediğinden özdeğerler girdi-çıktıların varyanslarını temsil etmemektedir.

Negatif olmayan değerlere sahip girdi vektörleri sırasıyla birinci örneklem için personel giderleri, özkaynaklar ve şube sayısını içeren²⁸ (20x3) boyutlu bir X matrisiyle ifade edilsin. $X^T X$ matrisi kare, simetrik ve pozitif tanımlı moment matrisini ifade eder. $\lambda_{x1}, \dots, \lambda_{x3}$ değerleri $X^T X$ matrisinin azalan sırada yer alan özdeğerleri olmak üzere, Λ_x

²⁶ Radyal ölçü ile her bir karar verme biriminin etkin sınıra olan oransal uzaklığı kastedilmektedir.

²⁷ Bütünlük sağlaması bakımından her iki örneklemde de aynı standardizasyon benimsenmiştir.

²⁸ Burada değişkenlere ait ham değerler değil standardize edilmiş değerler kullanılmaktadır.

j. sütununun λ_{xj} 'e karşılık gelen özvektörünü içeren (3x3) boyutlu matrisi ifade eder (Tablo 10). R_x ise moment matrisinin rank 1'e ne kadar yakın olduğunu gösterir ve Eşitlik (3.3.)'teki gibi hesaplanmaktadır:

$$R_x = \frac{\lambda_{x1}}{\sum_{j=1}^3 \lambda_{xj}} \quad (3.3.)$$

$R_x \in [3^{-1}, 1]$ olduğu açıktır. Burada R_x birinci temel bileşen ($X\Lambda_{x1}$) tarafından açıklanan bilgi yüzdesini²⁹ gösterir. Bu oranın 1'e yakın olması birinci temel bileşenin üç boyutlu orijinal girdi matrisinde yer alan doğrusal bağımsız bilginin çoğunluğunu içerdiğini gösterir. Böylelikle personel giderleri, özkaynaklar ve şube sayısı değişkenleri tek bir girdi olarak toplanmış (aggregation of input) ve modeldeki girdi sayısı yeni durumda bire inmiştir.

Tablo 9.: Girdi için R_x ve R_y Değerleri

	Girdiler					
	1.Örneklem			2.Örneklem		
R_x %	0,98	0,01	0,01	0,978	0,018	0,004
Kümülatif %	0,98	0,99	1,00	0,978	0,996	1,00

Tablo 10.: $X^T X$ Matrisinin Özvektörleri³⁰

	1.Örneklem			2.Örneklem		
$X^T X$	0,541	-0,509		0,533	0,740	0,411
	0,599	-0,326		0,585	0,029	-0,811
	0,591	0,797		0,612	-0,672	0,417

²⁹ Daraio ve Simar (2007) , Wilson (2018) ve Nguyen ve Zelenyuk (2021) R_x için elde edilen bilgiyi “atalet, eylemsizlik (inertia)” olarak adlandırmıştır.

³⁰ Wilson (2018) burada bütün X ve Y değerleri sırasıyla $\mathbb{R}_+^3$ ve $\mathbb{R}_+^2$ 'de bulunduğundan girdi moment matrisinin birinci özvektör elemanları (Λ_{x1}) ile çıktı moment matrisinin birinci özvektör elemanlarının (Λ_{y1}) aynı işarete sahip olacağını ifade etmiştir. Özvektörlerin hesaplanmasında kullanılan yazılıma bağlı olarak bu değerlerin negatif olması durumunda bu değerlerin -1 ile çarpılarak tüm temel bileşenlerin ($X\Lambda_{x1}$ ve $Y\Lambda_{y1}$) sırasıyla $\mathbb{R}_+^1$ ve $\mathbb{R}_+^1$ 'de bulunması sağlanabilir.

Tablo 11.: $X^T X$ Matrisinin Birinci Temel Bileşeni ile Girdiler Arasındaki Korelasyonu³¹

1.Örneklem					2.Örneklem				
	X_1	X_2	X_3			X_1	X_2	X_3	
X_1	1,00				X_1	1,00			
X_2	0,98	1,00			X_2	0,98	1,00		
X_3	0,98	0,95	1,00		X_3	0,99	0,96	1,00	
	0,97	0,93	0,92	1,00		0,98	0,92	0,96	1,00

Her iki örneklem için de birinci temel bileşen tarafından açıklanan bilginin (birinci örneklem için girdilerde 0,98; ikinci örneklem için girdilerde 0,98) oranının oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 9). Böylelikle minimum bilgi kaybıyla girdi-çıkı uzayının toplamda 6 boyuttan 4'e indirilmesinin makul olduğu söylenebilir. Ayrıca temel bileşenler ve ilgili girdi-çıkıtlar arasındaki korelasyonların (birinci örneklem için 0,97'nin üzerinde; ikinci örneklem için 0,98'in üzerinde) oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 11). Değişken sayısının azaltılmasıyla birlikte bir girdi (birinci temel bileşen), bir ara ürün ve iki çıktılı iki adet örneklem için AVZA uygulanabilir.

4.4. AVZA Bulguları

Bu kısımda tüm örneklem için genel etkinlik bulgularına, boyut azaltımı öncesi ve sonrası etkinlik bulgularına ve alt süreçlere yönelik etkinlik bulgularına yer verilmiştir.

4.4.1. Birinci Örneklem Ait Genel Etkinlik Bulguları

Birinci örneklem için her bir senaryo için AVZA genel etkinlik skorları Tablo 12'de verilmiştir.

³¹ Burada X_1 Özkaynakları, X_2 Personel Giderlerini, X_3 Şube Sayısını ifade etmektedir.

Tablo 12.: Birinci Örneklem için Temel Etkinlik Bulguları

	1.Senaryo	2.Senaryo	3.Senaryo
	Chu ve Zhu (2021)	Chu ve Zhu (2021)	Chu ve Zhu (2021)
T.C. Ziraat Bankası	0.7658	0.7658	0.7658
Türkiye İş Bankası	0.5465	0.5465	0.5465
Türkiye Halk Bankası	0.8692	0.8692	0.8692
Türkiye Vakıflar Bankası	0.8379	0.8379	0.8379
Türkiye Garanti Bankası	0.5823	0.5823	0.5823
Yapı ve Kredi Bankası	0.6469	0.6469	0.6469
Akbank	0.5518	0.5518	0.5518
Denizbank	0.4842	0.4842	0.4842
QNB Finansbank	0.6066	0.6066	0.6066
Türk Ekonomi Bankası	0.4387	0.4387	0.4387
Citibank	0.1850	0.1850	0.0653
Şekerbank	0.3578	0.3578	0.3578
ING Bank	0.4132	0.4132	0.4132
Anadolubank	0.3845	0.3721	0.3721
HSBC Bank	0.4244	0.4256	0.4244
Fibabanka	0.5758	0.5758	0.5758
Odea Bank	0.7121	0.7121	0.7121
Alternatifbank	0.8262	0.8262	0.8262
ICBC Turkey Bank	0.7057	0.7057	0.5057
Burgan Bank	0.7255	0.7255	0.7255
ORTALAMA	0.5820	0.5814	0.5654

Bankaların etkinlik skorları tüm senaryolar için aynı çıkmıştır. Takipteki kredilere doğrusal monoton dönüşümünün uygulandığı 1.senaryo ile doğrusal olmayan dönüşümün uygulandığı 2.senaryonun etkinlik skorları arasında Anadolubank dışında diğer bankalarda belirgin bir değişiklik gözlenmemiştir³². Bu bakımdan alan yazında bahsi geçen dönüşümlerin etkin sınır tahminine olan etkisinin birinci örneklem için önemli düzeyde olmadığı söylenebilir. Diğer taraftan Anadolubank, Citibank ve ICBC Turkey Bank bankalarının takipteki kredilerin eklenmesi durumunda etkinlik skorunda artış gözlenmiştir. Birinci örneklemin Takipteki kredi/Toplam kredi oranı ortalaması 0,07 olmuştur. Örnekleme göre bu oranı yüksek olan Anadolubank (0,11) için ilginç bir bulgu niteliği taşımaktadır. Citibank ve ICBC Turkey Bank'ın Takipteki kredi/Toplam kredi

³² Örneklemin ortalaması arasındaki değişim %0,06 olarak gerçekleşmiştir.

oranları sırasıyla 0,03 ve 0,02 olmuştur. Takipteki kredilerin modele eklenmesinin en büyük etkisi ICBC Turkey Bank üzerinde olmuştur. Bankanın kredi kalitesinin dikkate alınmasıyla birlikte etkinlik skoru 0,20 birim artmıştır.

4.4.2. İkinci Örneklem Ait Temel Etkinlik Bulguları

İkinci örneklemin her bir senaryo için AVZA genel etkinlik skorları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13.: İkinci Örneklem için Temel Etkinlik Bulguları

	1.Senaryo	2.Senaryo	3.Senaryo	Birinci Örneklem Skoru ile Farkı
	Chu ve Zhu (2021)	Chu ve Zhu (2021)	Chu ve Zhu (2021)	
Türkiye İş Bankası	0.5492	0.5492	0.5492	0.0027
Türkiye Garanti Bankası	0.5902	0.5902	0.5902	0.0079
Yapı ve Kredi Bankası	0.6531	0.6531	0.6531	0.0062
Akbank	0.5580	0.5580	0.5580	0.0062
Denizbank	0.4741	0.4741	0.4741	-0.0101
QNB Finansbank	0.6056	0.6056	0.6056	-0.0007
Türk Ekonomi Bankası	0.4346	0.4346	0.4346	-0.0041
Citibank	0.1666	0.1666	0.0588	-0.0184
Şekerbank	0.3445	0.3445	0.3445	-0.0133
ING Bank	0.4145	0.4145	0.4145	0.0013
Anadolubank	0.3760	0.3640	0.3640	-0.0085
HSBC Bank	0.4374	0.4386	0.4374	0.013
Fibabanka	0.5801	0.5801	0.5801	0.0043
Odea Bank	0.7313	0.7313	0.7313	0.0192
Alternatifbank	0.8368	0.8368	0.8368	0.0106
ICBC Turkey Bank	0.7135	0.7135	0.5113	0.0078
Burgan Bank	0.7454	0.7454	0.7454	0.0199
ORTALAMA	0.5418	0.5412	0.5229	-0.0402

İkinci örneklem için de 1.senaryo ile 2.senaryo etkinlik skorları arasında bariz bir farklılaşma görülmemiştir. Bu durumda bu çalışmadaki örneklem için istenmeyen çıktıların dönüşümünün etkinlik değerlerini değiştirmesi bakımından bariz bir farklılığa yol açtığı söylenemez. Kamu bankalarının örneklemden çıkartılması sonucu Türkiye Garanti Bankası, Yapı ve Kredi Bankası, Akbank, HSBC, Odeabank, Alternatifbank, ICBC Turkey Bank ve Burganbank'ın etkinlik skorlarında artış gözlenmiştir. Aralarında

maksimum artış yaklaşık olarak 0,02 birimlik artış ile Burgan Bank’a ait olmuştur. Diğer taraftan Denizbank, Citibank, Şekerbank ve Anadolubank’ın etkinlik skorları kamu bankalarının örneklemden çıkartılmasıyla azalmıştır. Aralarındaki maksimum azalış yaklaşık olarak 0,02 birimlik azalış ile Citibank’a ait olmuştur. Takipteki kredilerin modele eklenmesiyle birlikte Citibank ve ICBC Turkey Bank’ın etkinlik skorlarında önemli düzeyde artış gerçekleşmiştir. Özellikle ICBC Turkey Bank’ın etkinlik skorundaki artışın her iki örneklem için de aynı olması bankanın kredi kalitesinin nispi olarak daha iyi olduğunu göstermektedir. Nitekim ICBC Bank’ın takipteki krediler/toplam krediler oranı incelenen 2019 yılı için yaklaşık olarak 0,02 olmuştur. Kredi kalitesinin modele eklenmesiyle birlikte kendisinden daha büyük aktif yapısına sahip olan Denizbank’ın bireysel etkinlik skorunun üzerinde bir başarıyı sergilemiş olduğu görülmektedir. Bu da pratik hayatta bünyesinde bulundukları bankaların etkinlik yapısını araştıran yöneticiler için hayati bir önem taşıyabilmektedir.

4.4.3. Boyut Azaltımı Öncesi ve Sonrası Etkinlik Bulguları

Boyut azaltımının etkinlik skorları üzerindeki etkisinin incelenmesi için bankaların orijinal girdi-çıkı uzayındaki etkinlik tahminleri ile azaltılmış uzaydaki AVZA etkinlik tahmin skorları Tablo 14.’te verilmiştir.

Tablo 14.: Birinci Örneklem için Orijinal ve Boyut Azaltılmış Girdi-Çıktı Uzayındaki Etkinlik Tahmin Skorları³³

	Orijinal Model			Azaltılmış Model			Değişim
	1.Senaryo	2.Senaryo	3.Senaryo	1.Senaryo	2.Senaryo	3.Senaryo	
T.C. Ziraat Bankası	0.8383	0.8383	0.8383	0.7658	0.7658	0.7658	0.0725
Türkiye İş Bankası	0.5646	0.5646	0.5646	0.5465	0.5465	0.5465	0.0181
Türkiye Halk Bankası	0.8692	0.8692	0.8692	0.8692	0.8692	0.8692	0
Türkiye Vakıflar Bankası	0.8418	0.8418	0.8418	0.8379	0.8379	0.8379	0.0039
Türkiye Garanti Bankası	0.6179	0.6179	0.6179	0.5823	0.5823	0.5823	0.0356
Yapı ve Kredi Bankası	0.6631	0.6631	0.6631	0.6469	0.6469	0.6469	0.0162
Akbank	0.6480	0.6480	0.6480	0.5518	0.5518	0.5518	0.0962
Denizbank	0.5379	0.5379	0.5379	0.4842	0.4842	0.4842	0.0537
QNB Finansbank	0.6448	0.6448	0.6448	0.6066	0.6066	0.6066	0.0382
Türk Ekonomi Bankası	0.6044	0.6044	0.6044	0.4387	0.4387	0.4387	0.1657
Citibank	0.5701	0.5701	0.2012	0.1850	0.1850	0.0653	0.3851
Şekerbank	0.7440	0.7440	0.7440	0.3578	0.3578	0.3578	0.3862
ING Bank	0.4202	0.4202	0.4202	0.4132	0.4132	0.4132	0.007
Anadolubank	0.4308	0.4308	0.4170	0.3845	0.3721	0.3721	0.0463
HSBC Bank	0.5289	0.5289	0.5289	0.4244	0.4256	0.4244	0.1045
Fibabanka	0.7710	0.7710	0.7710	0.5758	0.5758	0.5758	0.1952
Odea Bank	0.7313	0.7313	0.7313	0.7121	0.7121	0.7121	0.0192
Alternatifbank	0.8446	0.8446	0.8446	0.8262	0.8262	0.8262	0.0184
ICBC Turkey Bank	0.9010	0.9010	0.6456	0.7057	0.7057	0.5057	0.1953
Burgan Bank	0.8044	0.8044	0.8044	0.7255	0.7255	0.7255	0.0789
ORTALAMA	0.6788	0.6788	0.6469	0.5820	0.5814	0.5654	0.0968

Boyut azaltımı sonrası örneklemdeki bankaların etkinlik skorlarında değişim gözlenmiş, bankaların bireysel başarımlar oranları azaltılmış modelde Türkiye Halk Bankası hariç azalmıştır. Bankaların etkinlik skor ortalamalarında yaklaşık 0,10 birimlik düşüş gerçekleşmiştir. Bazı bankalardaki değişim çok küçük olmuşken (Türkiye Halk Bankası, Türkiye Vakıflar Bankası, Yapı ve Kredi Bankası, ING Bank, Odea Bank, Alternatifbank) bazı bankalarda yüksek olmuştur (Türkiye Ekonomi Bankası, Citibank, Şekerbank, Fibabanka, ICBC Turkey Bank). Değişimin en yüksek olduğu bankalar ise yaklaşık olarak 0,39 birimlik düşüş ile Citibank ve Şekerbank'ın skorunda gerçekleşmiştir. Bir diğer husus ise takipteki kredilerin eklenmesinin hem orijinal

³³ Değişim sütununda birinci senaryonun etkinlik skorlarındaki değişim yer almaktadır.

modelde hem de azaltılmış modelde aynı etkiye sahip olmasıdır. Ancak takipteki kredilerin etkisi orijinal modelde daha yüksek olmuştur. Citibank ve ICBC Turkey Bank’ın azaltılmış model ve orijinal modeldeki etkinlik skorlarındaki değişim oranı arasındaki fark incelendiğinde Citibank için 0,25’lik ICBC Turkey Bank için 0,06’lık sapma gerçekleşmiştir. Bu durumda boyut azaltımının modelin duyarlılığını düşürdüğü söylenebilir.

İkinci örneklem için orijinal girdi-çıktı uzayındaki etkinlik tahminleriyle azaltılmış uzaydaki etkinlik tahmin skorları Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15.: İkinci Örneklem için Orijinal ve Boyut Azaltılmış Girdi-Çıktı Uzayındaki Etkinlik Tahmin Skorları³⁴

	Orijinal Model			Azaltılmış Model			Değişim
	1. Senaryo	2. Senaryo	3. Senaryo	1. Senaryo	2. Senaryo	3. Senaryo	
Türkiye İş Bankası	0.6455	0.6455	0.6455	0.5492	0.5492	0.5492	0.0963
Türkiye Garanti Bankası	0.6814	0.6814	0.6814	0.5902	0.5902	0.5902	0.0912
Yapı ve Kredi Bankası	0.7300	0.7300	0.7300	0.6531	0.6531	0.6531	0.0769
Akbank	0.7525	0.7525	0.7525	0.5580	0.5580	0.5580	0.1945
Denizbank	0.6974	0.6974	0.6974	0.4741	0.4741	0.4741	0.2233
QNB Finansbank	0.7897	0.7897	0.7897	0.6056	0.6056	0.6056	0.1841
Türk Ekonomi Bankası	0.6636	0.6636	0.6636	0.4346	0.4346	0.4346	0.2290
Citibank	0.7955	0.7955	0.2807	0.1666	0.1666	0.0588	0.6289
Şekerbank	0.7440	0.7440	0.7440	0.3445	0.3445	0.3445	0.3995
ING Bank	0.5010	0.5010	0.5010	0.4145	0.4145	0.4145	0.0865
Anadolubank	0.5580	0.5401	0.5401	0.3760	0.3640	0.3640	0.1820
HSBC Bank	0.5289	0.5303	0.5289	0.4374	0.4386	0.4374	0.0915
Fibabanka	0.8029	0.8029	0.8029	0.5801	0.5801	0.5801	0.2228
Odea Bank	0.7313	0.7313	0.7313	0.7313	0.7313	0.7313	0
Alternatifbank	0.9332	0.9332	0.9332	0.8368	0.8368	0.8368	0.0964
ICBC Turkey Bank	0.9515	0.9515	0.6819	0.7135	0.7135	0.5113	0.2380
Burgan Bank	0.8100	0.8100	0.8100	0.7454	0.7454	0.7454	0.0646
ORTALAMA	0.7245	0.7235	0.6773	0.5418	0.5412	0.5229	0.1827

İkinci örnekleme de boyut azaltımı sonrası örnekleme bankalarının etkinlik skorlarında değişim gözlenmiş, bankaların bireysel başarımları Odeabank dışında azalış göstermiştir. Ancak düşüş oranı birinci örnekleme göre daha yüksek olmuştur. Birinci

³⁴ Değişim sütununda birinci senaryonun etkinlik skorlarındaki değişim yer almaktadır.

örnekleme boyut azaltımı sonrası maksimum etkinlik skor düşüşü 0,39 olarak gerçekleşmişken ikinci örnekleme 0,62 birimlik düşüşle Citibank üzerinde gerçekleşmiştir. Citibank'ın bireysel başarımı orijinal modelde ortalama olarak diğer bankaların bireysel başarımının üzerinde seyretmişken, boyut azaltımı sonrası altında kalmıştır. Örneklem ortalaması ise boyut azaltımı sonrası 0,1827 birimlik düşüş ile 0,5418'e gerilemiştir. Bu durumda boyut azaltımının örneklem büyüklüğünden etkilendiği söylenebilir. Bu durum küçük örneklemelerin boyut sayısına daha duyarlı ve hassas olmasıyla açıklanabilmektedir.

4.4.4. Alt Süreçlere Ait Etkinlik Bulguları

Tüm senaryolar bakımından her iki örnekleme de tam etkin bir banka bulgusuna ulaşılamamıştır. Bankalar genel olarak etkinliğe sahip olmayabilirler, ancak alt süreçlerinde kısmi olarak etkin olabilmektedirler. Tablo 16. ve Tablo 17.'de tüm örneklem için senaryolar bazında fon toplama (birinci alt süreç) ve fon kullanım (ikinci alt süreç) etkinlik değerlerine yer verilmiştir³⁵.

Tablo 16 incelendiğinde, her senaryo için Türkiye Halk Bankası fon toplamada tam etkinliğe sahiptir. Bu durumda Halk Bankası'nın mevduatlarını krediye dönüştürme etkinliğine yönelmesi gerekmektedir. Tüm senaryolar için Burganbank fon kullanımda tam olarak etkinliğe sahip olarak görülmektedir. Bankanın tam etkin olabilmesi için ise girdilerinde azaltıma gitmesi gerekmektedir. Kamu bankalarına bakıldığında T.C. Ziraat Bankası ve Türkiye Halk Bankası fon toplamada, Türkiye Vakıflar Bankası ise fon kullanımında daha etkindir. Ancak kamu bankalarının bireysel başarımının genel ortalamasının üzerinde seyrettiği söylenebilmektedir. T.C. Ziraat Bankası fon toplamada, Türkiye Vakıflar Bankası ise fon kullanımda tam etkinliğe çok yakın konumdadır. Ancak kamu bankaları arasında T.C. Ziraat Bankası'nın fon kullanım aşamasındaki etkinliğinin birinci alt sürece kıyasla oldukça düşük olması genel etkinliğini düşürmektedir. Bu durumda bankanın mevcut kredi seviyesini daha etkin oluşturabilmesi için mevduatlarında ve de dolayısıyla girdilerinde azaltıma gitmesi gerekmektedir.

³⁵ Alt süreç etkinlikleri Eşitlik (2.32 a,b,c) ile elde edilmiştir.

Özel sermayeli bankalar arasında bireysel etkinlik başarımı en yüksek olan banka Yapı ve Kredi bankası olmuştur. Alt süreçler bazında incelendiğinde özel sermayeli bankalar kredi kullandırımında mevduat oluşturmaktan daha etkin olduğu söylenebilir. Bireysel olarak fon kullanım başarısı en yüksek olan banka QNB Finansbank olmuştur. Aktif büyüklüğü yüksek olan Akbank'ın ise fon kullanımda ortalamanın altında bir etkinlik sergilediği görülmektedir.

Yabancı sermayeli bankaların HSBC Bank ve Odeabank haricinde fon kullanım etkinlikleri fon toplama etkinliklerinden daha yüksek çıktığı görülmektedir. Aktif büyüklükleri düşük olmasına karşın ICBC Turkey Bank ve Burgan Bank'ın aracılık faaliyetlerinin diğer bankalara göre daha etkin gerçekleştiği görülmektedir. Yine aktif büyüklüğü yüksek olmamasına karşın Odeabank'ın ve Alternatifbank'ın kaynaklarını etkin kullanma hususunda diğer bankalara göre bireysel olarak daha başarılı olduğu söylenebilir. Bu durum yabancı sermayeli bankaların düşük ölçekte çalışmalarına karşın girdilerini etkin kullanmada oldukça iyi olduklarını göstermektedir.

Tablo 16: Birinci Örneklem için Genel Etkinlik ve Alt Süreç Etkinlik Skorları

	1.Senaryo			2.Senaryo			3.Senaryo		
	Toplam Etkinlik	Fon Toplama	Fon Kullanım	Toplam Etkinlik	Fon Toplama	Fon Kullanım	Toplam Etkinlik	Fon Toplama	Fon Kullanım
T.C. Ziraat Bankası	0.7658	0.9135	0.8383	0.7658	0.9135	0.8383	0.7658	0.9135	0.8383
Türkiye İş Bankası	0.5465	0.6681	0.8180	0.5465	0.6681	0.8180	0.5465	0.6681	0.8180
Türkiye Halk Bankası	0.8692	1	0.8692	0.8692	1	0.8692	0.8692	1	0.8692
Türkiye Vakıflar Bankası	0.8379	0.8621	0.9719	0.8379	0.8621	0.9719	0.8379	0.8621	0.9719
Türkiye Garanti Bankası	0.5823	0.6891	0.8451	0.5823	0.6891	0.8451	0.5823	0.6891	0.8451
Yapı ve Kredi Bankası	0.6469	0.7162	0.9033	0.6469	0.7162	0.9033	0.6469	0.7162	0.9033
Akbank	0.5518	0.7247	0.7614	0.5518	0.7247	0.7614	0.5518	0.7247	0.7614
Denizbank	0.4842	0.5485	0.8828	0.4842	0.5485	0.8828	0.4842	0.5485	0.8828
QNB Finansbank	0.6066	0.6434	0.9427	0.6066	0.6434	0.9427	0.6066	0.6434	0.9427
Türk Ekonomi Bankası	0.4387	0.5468	0.8024	0.4387	0.5468	0.8024	0.4387	0.5468	0.8024
Citibank	0.1850	0.1850	1	0.1850	0.1850	1	0.0653	0.1850	0.3529
Şekerbank	0.3578	0.4810	0.7440	0.3578	0.4810	0.7440	0.3578	0.4810	0.7440
ING Bank	0.4132	0.5578	0.7409	0.4132	0.5578	0.7409	0.4132	0.5578	0.7409
Anadolubank	0.3845	0.4712	0.8159	0.3721	0.4712	0.7897	0.3721	0.4712	0.7897
HSBC Bank	0.4244	0.8025	0.5289	0.4256	0.8025	0.5303	0.4244	0.8025	0.5289
Fibabanka	0.5758	0.6447	0.8931	0.5758	0.6447	0.8931	0.5758	0.6447	0.8931
Odea Bank	0.7121	0.9737	0.7313	0.7121	0.9737	0.7313	0.7121	0.9737	0.7313
Alternatifbank	0.8262	0.8827	0.9360	0.8262	0.8827	0.9360	0.8262	0.8827	0.9360
ICBC Turkey Bank	0.7057	0.7057	1	0.7057	0.7057	1	0.5057	0.7057	0.7166
Burgan Bank	0.7255	0.7255	1	0.7255	0.7255	1	0.7255	0.7255	1
ORTANCA	0.579	0.697	0.857	0.579	0.697	0.857	0.5638	0.6974	0.82815

Tablo 17: İkinci Örneklem için Genel Etkinlik ve Alt Etkinlik Skorları

	1.Senaryo			2.Senaryo			3.Senaryo		
	Toplam Etkinlik	Fon Toplama	Fon Kullanım	Toplam Etkinlik	Fon Toplama	Fon Kullanım	Toplam Etkinlik	Fon Toplama	Fon Kullanım
Türkiye İş Bankası	0.5492	0.6713	0.8180	0.5492	0.6713	0.8180	0.5492	0.6713	0.8180
Türkiye Garanti Bankası	0.5902	0.6985	0.8451	0.5902	0.6985	0.8451	0.5902	0.6985	0.8451
Yapı ve Kredi Bankası	0.6531	0.7230	0.9033	0.6531	0.7230	0.9033	0.6531	0.7230	0.9033
Akbank	0.5580	0.7329	0.7614	0.5580	0.7329	0.7614	0.5580	0.7329	0.7614
Denizbank	0.4741	0.5370	0.8828	0.4741	0.5370	0.8828	0.4741	0.5370	0.8828
QNB Finansbank	0.6056	0.6425	0.9427	0.6056	0.6425	0.9427	0.6056	0.6425	0.9427
Türk Ekonomi Bankası	0.4346	0.5416	0.8024	0.4346	0.5416	0.8024	0.4346	0.5416	0.8024
Citibank	0.1666	0.1666	1	0.1666	0.1666	1	0.0588	0.1666	0.3529
Şekerbank	0.3445	0.4631	0.7440	0.3445	0.4631	0.7440	0.3445	0.4631	0.7440
ING Bank	0.4145	0.5595	0.7409	0.4145	0.5595	0.7409	0.4145	0.5595	0.7409
Anadolubank	0.3760	0.4609	0.8159	0.3640	0.4609	0.7897	0.3640	0.4609	0.7897
HSBC Bank	0.4374	0.8270	0.5289	0.4386	0.8270	0.5303	0.4374	0.8270	0.5289
Fibabanka	0.5801	0.6495	0.8931	0.5801	0.6495	0.8931	0.5801	0.6495	0.8931
Odea Bank	0.7313	1	0.7313	0.7313	1	0.7313	0.7313	1	0.7313
Alternatifbank	0.8368	0.8941	0.9360	0.8368	0.8941	0.9360	0.8368	0.8941	0.9360
ICBC Turkey Bank	0.7135	0.7135	1	0.7135	0.7135	1	0.5113	0.7135	0.7166
Burgan Bank	0.7454	0.7454	1	0.7454	0.7454	1	0.7454	0.7454	1
ORTANCA	0.5580	0.6713	0.8451	0.5580	0.6713	0.8451	0.5492	0.6713	0.8024

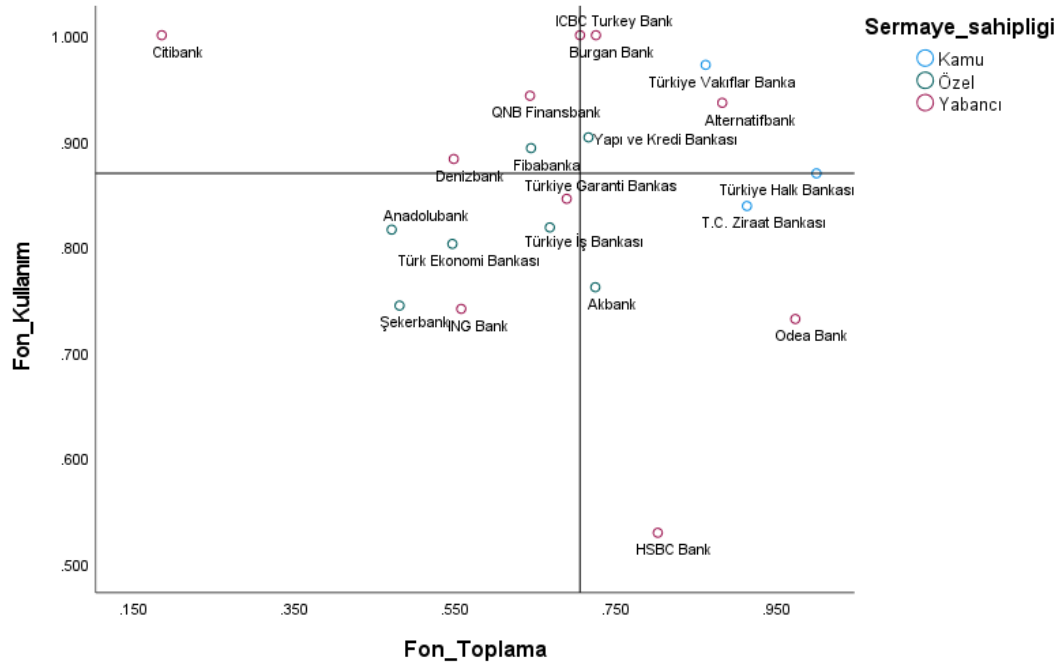
Tablo 17’de de görüldüğü üzere özel sermayeli ve yabancı sermayeli bankalar nezdinde bir değerlendirme yapılması durumunda fon toplama etkinliği tam etkin olan banka Odeabank olmuştur. Fon kullanım etkinliği tam olan bankalar ise ICBC Turkey Bank, Burgan Bank ve Citibank’tır. Sadece kredilerin dâhil edilip takipteki kredilerin dikkate alınmadığı durumda bu bankalardan Citibank ve ICBC Bank’ın fon kullanım etkinliği yüksek çıkmamış, kredi kaliteleri dikkate alındığında ortaya çıkmıştır.

4.5. Genel Etkinlik Değerlendirmesi

Bankaların fon toplama ve fon kullanım etkinliklerinin hem bireysel olarak hem de sermaye sahipliğine göre grup olarak düşük ya da yüksek etkinlikte nasıl toplandıklarının incelenmesi amacıyla Şekil 18’de performans matrisine yer verilmiştir³⁶. Performans matrisi alt süreçlerin medyan değerlerine göre dört bölgeye ayrılmıştır. Buna göre bankalar medyan değerlerinin üzerinde bulunduğu bölgeye göre düşük ya da yüksek etkinliktir olarak değerlendirilebilir.

³⁶ VZA skorlarının BCG matrisi kavramsal metodolojisinden yararlanılarak performans analizi aracı olarak değerlendirilmesi Boussofiane vd (1991)’ne dayanmaktadır. BCG matrisinin geleneksel VZA skorlarında kullanımı olarak Sarrico ve Dyson (2000); AVZA skorlarında kullanımı olarak Kong vd. (2017)’nin çalışmaları örnek verilebilir. Diğer taraftan çalışmalarında aynı kavramsal metodolojiyi kullanmamakla birlikte VZA skorlarından bilgi çıkarımını benzer görselleştirme ile sağlayan çalışmalar da mevcuttur. Lin ve Chiu (2013) AVZA performans matrisi ismi ile AVZA alt süreç etkinlik skorları ile bilgi çıkarımı gerçekleştirmiş; Vafaee Najari vd. (2018) VZA Matrisi (DEAM, DEA Matrix) ismini verdikleri yaklaşımlarıyla bilgi çıkarımını gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada AVZA alt süreç etkinlik skorlarından bilgi çıkarımında çalışmanın kapsamına uyumlu olması bakımından Lin ve Chiu (2013)’ün yaklaşımı benimsenmiştir.

Şekil 18.: Bankaların Fon Toplama ve Fon Kullanım Etkinlikleri



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 18 incelendiğinde kamu bankalarının yüksek fon toplama ve düşük fon kullanım etkinliğine sahip olduğu görülür. Kamu bankalarının söz konusu etkilerinin yüksek çıkması şüphesiz sürpriz olmamaktadır. Çünkü kamu bankaları ekonomik büyümede finansal sistemin en önemli aktörleri olmuştur. Sahip oldukları kurumsal kimlik ve kuruluş amaçları doğrultusunda kâr amacına sahip olmamaları, politik değişimlerden daha az etkilenmeleri, yüksek faizle mevduat toplayıp piyasa faiz oranlarının altında kredi kullandırabilmeleri, kamu görevlilerinin maaşlarının ödenmesinin ve vergi toplanmasının bu bankalar aracılığıyla gerçekleşmesi bu bankaların mevduat toplamasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, Türkiye’deki tüzel kişilikler vergilerini kamu sermayeli bankalar aracılığıyla gerçekleştirmekte, devlete ait büyük ölçekteki kurum kuruluşlarının mevduatları bu bankalarca tutulmakta ve kredi ihtiyaçları yine bu bankalarca karşılanmaktadır. Türkiye’deki bankacılık sektörünün gelişimi göz önüne alındığında kamu sermayeli bankaların batma riskinin diğer bankalarla kıyaslandığında nispeten daha az olması bu bankalara olan güveni artırmaktadır. Ancak sahip oldukları rekabet avantajının yanında kamu bankalarının aracılık faaliyetlerinin tam etkinlikte

gerçekleştirmedeği görülmektedir.

Yüksek fon kullanım ve fon toplama etkinliğine sahip olan bölgeye bakıldığında bir kamu bankası, bir özel banka (Türkiye Vakıflar Bankası ve Yapı ve Kredi Bankası) ve üç yabancı bankanın (Alternatifbank, ICBC Bank, Burganbank) olduğu görülmektedir. Özel bankalara genel olarak bakıldığında fon toplama ve fon kullanım etkinliğinde diğer bankalara nazaran daha düşük etkinlikte çalıştığı görülmektedir. Yabancı bankaların ise fon kullanımında ve toplamada özel bankalara kıyasla daha yüksek etkinlikte çalıştığı görülmektedir. Bu bulgu, Türk bankacılık sistemi üzerinde AVZA analizi gerçekleştiren Fukuyama ve Matousek (2011), Partovi ve Matousek (2019) ve Fukuyama vd.(2020) çalışmalarının bulgularıyla uyumlu olmaktadır³⁷.

Aktif büyüklüğü yüksek olan özel sermayeli bankaların (Türkiye İş Bankası, Türkiye Garanti Bankası, Türk Ekonomi Bankası, Şekerbank) fon toplamada görece olarak ortalamadan altında etkinlikte çalıştığı görülmektedir. Bu bankalar sahip oldukları şube sayıları, personel giderleri ve özkaynaklarının büyüklüğü göz önüne alınarak değerlendirildiğinde bireysel mevduat toplama etkinliklerinin yüksek olmadığı söylenebilir. Bu bulgu, Dirik ve Kandil (2022)'in bulguları ile uyumludur. Ancak burada yapılan yorumların ele alınan değişkenler için geçerli olduğu hatırlanmalıdır. Söz gelimi şube sayısı mevduat toplama etkinliğinde önemini korumakla birlikte hızla değişen teknolojik gelişmeler çeşitli mevduat kanallarının önemini de artırmıştır. Özellikle bazı bankalar tarafından dijital kanalların artırılması amacıyla uygulanan kampanyalar, müşterileri şubelere gitmeden mevduat hesabı sahip olmaya sevk etmektedir. 2019 yılında bankacılık sektörü mobil bankacılık göstergelerine bakıldığında bir önceki yıla nazaran %31 oranında arttığı görülmektedir (TBB, 2020, p. 42). Buradaki fon toplama etkinliğinin dijital kanallarda gerçekleştirilen işlem hacminden de etkileneceği unutulmamalıdır.

Bankacılık sektörünü domine eden ilk yedi bankaya bakıldığında fon kullanım etkinliklerinin ortalama etrafında gerçekleştiği görülmektedir. Analizde incelenen dönemin 2019 yılı olduğu göz önüne alındığında bu durum normal olmaktadır. Çünkü 2019 yılında ekonomik durgunluk yaşanmış olup, kredi/mevduat oranı bir önceki yıla

³⁷ Burada bahsi geçen çalışmalardaki örneklem büyüklüğü ile bu çalışmadaki örneklem büyüklüğünün aynı olmadığı malumdur. Burada önemli olan husus, yabancı sermayeli bankaların değerlendirmeye alınan örneklem büyüklüğünün değiştiği durumda dahi bireysel etkinliklerinin yüksek çıkmasıdır.

göre %14 puan azalmıştır (TBB, 2020, p. 29). AVZA ile elde edilen bulgular sektör göstergeleri ile uyumlu sonuçlar vermiştir.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında alt süreçlerin dikkate alındığı banka etkinlik analizi gerçekleştirilmiştir. Analizde Chu ve Zhu (2021)'ni üretim ölçeği tabanlı AVZA modeli benimsenmiştir. Alan yazınında mevduat ikilemi olarak bilinen problemin çözümü için Holod ve Lewis (2011)'in öncülüğünde AVZA modelleri kullanılmıştır. Alan yazınında uygun olarak bu çalışmada mevduatlar hem girdi hem de çıktı olarak (ara ürün) alınmış, bankaların genel etkinlikleri fon toplama ve fon kullanım etkinliği olarak iki alt sürece ayrılarak incelenmiştir. Fon toplama ve fon kullanımı alt süreçleri için girdi çıktı seçiminde alan yazını taranarak sıklıkla kullanılan girdiler ve çıktılar seçilmiştir. Yurtiçi bankacılık alan yazını incelendiğinde AVZA ile gerçekleştirilen çalışmalarda parametrik olmayan sınır tahmin yöntemlerinin tahmin gücünün ayırt ediciliğini etkileyen hususların ele alınmadığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda çalışmada AVZA'dan elde edilen etkinlik skorlarının duyarlılığının araştırılması için örneklem büyüklüğü ve boyut azaltımında iki yaklaşım önerilmiştir.

Çalışmada öncelikle parametrik olmayan sınır tahmin yöntemlerinin veri setinin büyüklüğüne duyarlı olduğu bilindiğinden bankaların her bir değişken bazında dağılımları incelenmiş, birinci kartilin altında kalan ve aktif büyüklüğü en düşük olan yedi banka tespit edilmiştir. Bu bankaların yapısı incelendiğinde, şube sayılarının çok düşük olduğu ve çoğunlukla aracılık ve kurumsal bankacılık gibi özel amaçlı bankacılık faaliyetlerini gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle homojenliğin sağlanması bakımından bu bankalar örneklemde veri setinden çıkartılmıştır.

Aktif büyüklüğü en büyük olan yedi bankanın her bir girdi ve çıktı dağılımına bakıldığında bu bankaların üçüncü kartilin üzerinde kaldığı görülmüştür. Bu bankaların veri setinin karakteristik yapısına olan etkilerinin incelenmesi amacı ile Wilson (1993)'un parametrik olmayan tahmin yöntemlerinde aykırı değer tespiti için önerdiği ve Bogetoft ve Otto (2011)'nin veri bulutu (data cloud) yaklaşımı olarak adlandırdıkları yöntemden yararlanılmıştır. Veri bulutu yaklaşımı ile Belsley vd. (2004)'nin kavramsal metodolojisi kapsamında, üçüncü kartilin üzerinde kalan en büyük yedi bankanın içerisindeki etkili gözlemlerin (influential observations) tespiti amaçlanmıştır. Söz konusu bankalar içerisinde en etkili bankaları içeren gözlem kümesinde üç adet kamu bankasının olduğu tespit edilmiştir. Etkili gözlemler aykırı gözlem olarak değerlendirilmemiş ve bu

çerçeveden hareketle çalışmanın analizi iki örneklemin oluşturulması ile devam etmiştir. Birinci örnekleme kamu bankalarının da yer aldığı 20 banka kıyaslamaya tabi tutulmuştur. İkinci örnekleme ise sadece özel ve yabancı sermayeli bankalar yer almıştır.

Çalışmada örneklem büyüklüğünün bankaların genel etkinlik skorlarını ortalama 0,01 br değiştirdiği bulgusuna ulaşılmıştır. Ancak, AVZA'da birimlerin kısmi etkinliğe sahip olabilecekleri göz önünde bulundurulduğunda seçilen etkili gözlem birimlerinin etkisinin alt süreçler bazında daha belirgin olduğu görülmüştür. Odeabank'ın sadece özel ve yabancı bankalar ile kıyaslamaya tabi tutulduğunda fon kullanım sürecinde tam etkin çıktığı görülmüşken, kamu bankalarının da dâhil edilmesi durumunda fon kullanım etkinliğinin 0,07 br düştüğü görülmüştür. Çalışmanın geleneksel VZA ile ölçülmüş olması durumunda bankanın etkinliğindeki değişimin 0,01 olarak çıkacağı malumdur. Halbuki sektörde 0,07'lik sapma banka için önemli bir sapma olacaktır. Bu bulgu göstermiştir ki etkili gözlemlerin varlığı özellikle VZA gibi aykırı gözlem tespitinin güç olduğu yaklaşımlar için daha kullanışlı olmaktadır. Çalışmalarında parametrik olmayan sınır tahmin yöntemi benimseyen araştırmacılar, analizlerinde teorik bilginin de desteği ile örneklem büyüklüklerini belirlemede ve örneklemelerini daha homojen yapıya getirmede Etkili Gözlem Analizi'nden yararlanabilirler.

Veri setinde gözlem birimlerine ait değişkenlerin artması, bir diğer ifadeyle değişken uzayının fazlalaşması, elde edilen analizin güvenilir olması için daha fazla gözlem değerlerine ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Ayrıca değişkenler arasında çoklu doğrusallığın olması, değişken (girdi-çıktı) uzayında fazlalık oluşturmakta ve sonuçların güvenilirliğini etkilemektedir. Söz konusu dezavantajların giderilmesi amacı ile çalışmada girdi uzayında boyut azaltımına gidilmiştir. Alan yazınında boyut azaltımı gerçekleştiren çalışmaların çoğunluğunda korelasyon matrisinin ayrışımı üzerine olduğu görülmektedir. Ancak bilindiği üzere, özellikle küçük veri setlerinin normal dağılıma uygunluğunun tespiti oldukça güç olmaktadır, gerçek hayatta ise birçok veri seti normal dağılım sergilememektedir. Diğer taraftan Gujarati (2004), ikiden fazla açıklayıcı değişken varlığında, korelasyonun her zaman çoklu doğrusallığın göstergesi olarak güvenilir olmayabileceğini ifade etmiştir (Gujarati ve Porter, 2008, s. 338). Bu tür durumlarda korelasyon matrisinin yorumlanması güvenilir olmayabilmektedir. Bu tez çalışmasında bu duruma alternatif bir çözüm olarak Belsley, Kuh ve Welsch (1980) 'in

fikir öncülüğünü yaptığı moment matrisinin³⁸ özdeğer ayrışımına yönelik boyut azaltımı önerilmiştir (Belsley, Kuh ve Welsch (1980)'den aktaran Wilson, 2018, p. 355). Bu kapsamda orijinal modelde 6 adet olan değişken sayısı 4'e indirilmiş ve orijinal model ile boyut azaltılmış modelin bulguları karşılaştırılmıştır. Alan yazınındaki çalışmalara uyumlu olarak boyut azaltımı sonrası bankaların etkinlik skorlarında düşüş gözlenmiştir. Ayrıca boyut azaltılmış modellerin model üzerindeki değişikliklere karşı daha az duyarlı olduğu görülmüştür. Söz gelimi takipteki kredilerin eklenmesiyle bankaların etkinlik skorlarındaki değişim orijinal modelde azaltılmış modelden daha fazla gerçekleşmiştir. Esasen bu yaklaşım alan yazında yeni olmamaktadır ancak parametrik olmayan etkinlik tahmini gerçekleştiren çalışmalarda girdi-çıktı uzayında boyut azaltımı işlemleri nispeten az görülmektedir (Wilson, 2018, p. 349) . Alan yazınında bu eksikliğe binaen Daraio ve Simar (2007), Wilson (2018) ve Nguyen vd. (2021) boyut azaltımını vurgulayan çalışmalar olmaktadır. Yurtiçi alan yazınında ise bankacılık sektöründe gerçekleştirilen AVZA çalışmalarında bu problemin ele alınmadığı görülmektedir. Bu kapsamda bu tez çalışmasındaki koşullar ile benzer koşullar altında çalışma gerçekleştiren araştırmacıların AVZA gibi parametrik olmayan yaklaşım kullanmaları durumunda boyut azaltımını gerçekleştirmeleri önerilmektedir.

Çalışmanın alan yazınına olan bir diğer katkısı ise istenmeyen çıktıları yönelik olmaktadır. Çıktılarla birlikte üretilen ve istenmeyen nitelikteki çıktıları uygulanan doğrusal dönüşüm ve doğrusal olmayan dönüşüm uygulanmış, mevcut örneklem bağlamında uygulanan dönüşümün önemli bir değişim yaratmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Bu durumda Kao (2017)'nin bahsettiği doğrusal ya da doğrusal olmayan dönüşümün etkinlik sınırına olan farklı etkisi bu çalışmadaki örneklem için gerçekleşmemiştir. Bu bulgunun bu çalışmadaki örneklem için geçerli olduğunu hatırlatmakta fayda vardır. Bunun için istenmeyen çıktıları dâhil etmek isteyen araştırmacıların değerlendirmeye aldıkları örneklem için her iki dönüşümü dikkate alarak sonuçlarını incelemeleri önerilmektedir.

Çalışmada alan yazınında Türk bankacılık sektöründe AVZA uygulamaları gerçekleştiren

³⁸ Moment matrislerinin kullanımı, regresyonda açıklayıcı değişkenlere yönelik çoklu doğrusal bağlantı derecesine ulaşabilmek için moment matrisinin maksimum özdeğerinin minimum özdeğerine olan oranını kullanılmasını öneren Belsley, Kuh ve Welsh (1980)'in fikriyle ilgilidir.

Fukuyama ve Matousek (2011), Partovi ve Matousek (2019) ve Fukuyama vd.(2020)’ne uyumlu olarak Türk bankacılık sektöründe yabancı sermayeli bankaların özel sermayeli bankalara nazaran bireysel etkinlik başarımlarının daha yüksek olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bu bankalara yakından bakıldığında ICBC Bank gibi güçlü sermayeye sahip bankaların olduğu görülmektedir. Özel bankaların ise mevcut mevduat düzeyini daha etkin oluşturmaları için girdilerinde azaltıma gitmeleri önerilmektedir. Özellikle aktif büyüklüğü en yüksek olan ilk 10 banka içerisindeki Türkiye İş Bankası ve Türkiye Ekonomi Bankası’nın etkinliğinin ortalamanın altında kaldığı görülmektedir. Bu bankalar hem fon toplamada sahip oldukları kaynakları tam etkin kullanmamaktadır, hem de fon kullanımında ortalamanın altında bireysel başarımlar sağlamaktadır.

Beklendiği üzere kamu sermayeli bankalar fon toplamada ve fon kullanımda en etkin bankalar olmakla birlikte, fon kullanım etkinlikleri bakımından bireysel olarak daha etkin çalışan bankaların özel ve yabancı sermayeli bankalar olduğu gözlenmektedir. Özellikle sektörü domine eden bankaların takipteki kredilerinin dikkate alınması durumunda etkinliklerinde bir değişimin olmadığı görülmektedir. Bu durumda takipteki kredilerin incelenen dönemde bu bankalar için belirleyici olmadığı bulgusunun elde edildiği söylenebilir³⁹. Ancak 2019 yılındaki takipteki krediler/krediler oranına bakıldığında önceki üç yıla kıyasla %55 oranında arttığı görülmektedir (TBB, 2020, p. 37). Bu durumda bu değişkenin 2019 yılı için belirleyici olmamasının olası iki nedeni olabilmektedir. Birinci olası neden örnekleme dâhil edilen bankalarla ilgili olabilmektedir. Bilindiği gibi sektör göstergeleri mevduat, katılım ve kalkınma bankaları dikkate alarak oluşturulmaktadır. Bu çalışmanın örneklemini ise 20 adet mevduat bankası oluşturmaktadır. Dolayısıyla katılım bankalarının kendi içerisinde değerlendirildiği bir etkinlik ölçüm çalışması gerçekleştirilerek daha genel bir değerlendirme yapılabilir. İkinci olası neden olarak teminat desteği bulunmayan küçük ve orta boyutlu işletmelere kefalet olunması sisteminin işlediği hazine destekli Kredi Garanti Fonu’nun etkisinin olduğu düşünülmektedir. KGF, hissedarlığında kamu kurum ve kuruluşları ile bazı devlet, özel ve yabancı sermayeli bankaların bulunduğu bir anonim şirkettir. Finansman ihtiyacı olan KOBİ’lerin bankalardan kredi çekerek finansman ihtiyaçlarının sağlanması için

³⁹ Örneklem büyüklüğü ve çalışma yöntemi aynı olmamakla birlikte takipteki kredilerin 2019 yılının da dâhil edildiği bir inceleme döneminde ele alınması bakımından Ak vd. (2021)’nin çalışmasında da benzer bulgu elde edilmiştir.

KGF'nin özkaynaklarından bankalara kefalet verilmektedir. Böylelikle bankaların risk ağırlıklı varlıkları azalmaktayken kredi kalitesinde artış görülmektedir (Çoban ve Tevfik, 2018, s. 30; KGF, 2020, s. 38).

Sektörü domine eden bankaların dışında kalan bankalara bakıldığında takipteki kredilerin modele eklenmesinin en büyük etkisinin yabancı sermayeli bankalar üzerinde olduğu görülmüştür. Bankaların aktif kalitesinin dikkate alınmasıyla yabancı sermayeli bankaların (ICBC Turkey, Citibank) genel etkinliklerinin arttığı gözlenmiştir. Bu bankaların aynı zamanda mevcut kredi kalitesinin yüksek olduğu görülmektedir. Takipteki kredilerin tüm mevduat bankalarına olan etkisinin daha net görülmesi için bankaların etkinlik ölçümü Dinamik Veri Zarflama Analizi ile yıllar bazında gerçekleştirilebilir.

Bu çalışmada bankaların genel etkinlik yapıları iki alt süreçte AVZA yardımı ile analiz edilmiştir. Şüphesiz gerçek hayattaki etkinlik ağı çok daha karmaşık olmaktadır. Ancak, yazındaki birçok çalışmanın halen geleneksel VZA yaklaşımı ile değerlendirildiği göz önüne alındığında bu çalışmada benimsenen etkinlik yapısının geleneksel yaklaşıma nazaran daha ayrıntılı olarak analiz edilmeye olanak sağlaması bakımından avantajlı olduğu söylenebilir. Ayrıca yurtiçi alan yazınından farklı olarak parametrik olmayan sınır tahmini yöntemlerini çalışan araştırmacılara yöntemlerin duyarlı olduğu hususlarda yaklaşım ve bakış açısı önerisi sunulmaktadır.

VZA tabanlı olan AVZA da etkinlik hesaplamasını, ideal bir etkinlik değeri atamadan var olan karar verme birimleri arasında görelilik olarak hesaplamaktadır. Bu açıdan bakıldığında, AVZA ile hesaplanan etkinlik değerlerinin bankaların genel olarak değil birbiri ile görelilik olarak benchmarking kapsamında yorumlanması gerekir. Bu durumun bu çalışmadaki bulguların benimsenen teorik yapıya bağlı olarak, ele alınan bankalar nezdinde geçerli olduğunu hatırlatmakta yarar vardır. Çalışmaya burada yer almayan diğer bankaların dâhil edilmek istenmesi durumunda mevcut etkinlik değerlerinin değişebileceği hatırlanmalıdır. Bu husus bu tez çalışmasının sınırını oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

- A.Aksoy, E., DİRİK, C., & G.Kandil, İ. E. (2022). Opening the Black-box of Bank Efficiency in Turkey with Two-stage Data Envelopment Analysis: A Study on Capital Adequacy Ratio. *Ege Akademik Bakis (Ege Academic Review)*, 59–75. <https://doi.org/10.21121/eab.1064816>
- Abbasoglu, O. F., Aysan, A. F., & Günes, A. (2007). Concentration, competition, efficiency and profitability of the Turkish banking sector in the post-crises period. *Banks and Bank Systems*, 2(3), 106–115.
- Adler, N., & Golany, B. (2001). Evaluation of deregulated airline networks using data envelopment analysis combined with principal component analysis with an application to Western Europe. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 260–273. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00150-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00150-8)
- Adler, N., & Yazhemsky, E. (2010). Improving discrimination in data envelopment analysis: PCA–DEA or variable reduction. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 273–284. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2009.03.050>
- Ak Karadağ, Ö., Babuçcu, Ş., & Hazar, A. (2021). BIST Banka Endeksinde Yer Alan Mevduat Bankalarının Finansal Performanslarının COPRAS Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 280–305. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jiss/issue/61916/863410>
- Akther, S., Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2013). Estimating two-stage network Slacks-based inefficiency: An application to Bangladesh banking. *Omega (United Kingdom)*, 41(1), 88–96. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.02.009>
- Altunbaş, Y., Kara, A., & Olgu, Ö. (2009). Turkish Banking. In *Turkish Banking*. Palgrave Macmillan UK. <https://doi.org/10.1057/9780230582064>
- Alves, A. B., Wanke, P., Antunes, J., & Chen, Z. (2020). Endogenous network efficiency, macroeconomy, and competition: Evidence from the Portuguese banking industry. *North American Journal of Economics and Finance*, 52, 101114. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2019.101114>
- Andrews, D. F., & Pregibon, D. (1978). Finding the Outliers that Matter. *Journal of the Royal Statistical Society*, 40(1), 85–93.
- Arabacı, H. (2018). Türkiye’de Bankacılık Sektörünün Gelişimi. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 2(3), 25–42. <https://dergipark.org.tr/en/pub/meric/issue/36930/422041>
- Aslan Külahi, E., Tiryakî, G., & Yılmaz, A. (2014). Türkiye’de Basel I, II ve III Kurallarına Uyum Süreci. *Oneri*, 10(40), 185–200. <https://doi.org/10.14783/OD.V10I40.1012000368>
- Avkiran, N. (2006). Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis. In *SSRN Electronic Journal*. N.K. Avkiran. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2627576>
- Aydemir, R., Övenç, G., & Koyuncu, A. (2018). Türk Bankacılık Sektöründe Kredi Mevduat Oranı, Çekirdek Dışı Yükümlülükler ve Kârlılık: Dinamik Panel Modelinden Bulgular. *Ege Akademik Bakış (Ege Academic Review)*, 18(3), 495–506. <https://doi.org/10.21121/eab.2018341152>
- Aydoğan, K., & Çapoğlu, G. (1989). *Bankacılık Sistemlerinde Etkinlik ve Verimlilik: Uluslararası Bir Karşılaştırma* (Yayın No:3). MPM Yayınları. <https://verimlilikkutuphanesi.sanayi.gov.tr/Library/Detail/671>

- Baltacı, N. (2016). Türk Bankacılık Sektörün Tarihsel Gelişimi ve Bugünü. In H. Ayaydın & S. Durmuş (Eds.), *Banka ve Finansal Sistem* (pp. 1–24). Ekin Kitabevi.
- Banker, R D, Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Banker, Rajiv D., & Chang, H. (2006). The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units. *European Journal of Operational Research*, 175(2), 1311–1320. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.06.028>
- Banker, Rajiv D., & Natarajan, R. (2007). Evaluating Contextual Variables Affecting Productivity Using Data Envelopment Analysis. *Https://Doi.Org/10.1287/Opre.1070.0460*, 56(1), 48–58. <https://doi.org/10.1287/OPRE.1070.0460>
- BDDK. (2010). *Krizden İstikrara Türkiye Tecrübesi*. <https://www.bddk.org.tr/Duyuru/EkGetir/400?ekId=411>
- Beasley, J. E. (1995). Determining Teaching and Research Efficiencies. *Journal of the Operational Research Society*, 46(4), 441–452. <https://doi.org/10.1057/jors.1995.63>
- Belsley, D. A., Kuh, E., & Welsch, R. E. (2004). *Regression Diagnostics: Identifying influential data and sources of collinearity*. John Wiley & Sons, Inc.
- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1992). Measurement and Efficiency Issues in Commercial Banking. In *Output Measurement in the Service Sectors* (Issue January). National Bureau of Economic Research, Inc. <https://econpapers.repec.org/RePEc:nbr:nberch:7237>
- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997a). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 175–212. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00342-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00342-6)
- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997b). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 175–212. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00342-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00342-6)
- Bichou, K. (2011). A two-stage supply chain DEA model for measuring container-terminal efficiency. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 3(1), 6–26. <https://doi.org/10.1504/IJSTL.2011.037817>
- BIS. (1988). *International Convergence Of Capital Measurement and Capital Standards*. <https://www.bis.org/publ/bcbasc111.pdf?noframes=1>
- Bogetoft, P., & Otto, L. (2011). Benchmarking with DEA, SFA, and R. In *International Series in Operations Research & Management Science* (Vol. 157). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7961-2>
- Boussofiane, A., Dyson, R. G., & Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 52(1), 1–15. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90331-O](https://doi.org/10.1016/0377-2217(91)90331-O)
- Cangürel, O. (2012). *Basell II Kapsamında Kredi Riskinin Ölçümünde Otorite Etkinliği: Türkiye İçin Alternatif Bir Öneri*. Türkiye Bankalar Birliği.
- Çetin, T., & Oğuz, F. (2012). Introduction to the Turkish Banking and Financial Markets. In T. Çetin & F. Oğuz (Eds.), *Regulation and competition in the Turkish banking and financial markets* (pp. 3–14). Nova Science Publishers Inc.
- Charles, V., Aparicio, J., & Zhu, J. (2019). The curse of dimensionality of decision-making units: A simple approach to increase the discriminatory power of data

- envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 279(3), 929–940. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.06.025>
- Charnes, A., Cooper, W. W., Golany, B., R., H., G., K., E., S., & D., T. (1986). *Two phase data envelopment analysis approach to policy evaluation and management of army recruiting activities: Tradeoffs between joint services and army advertising research report CCS no. 532*.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chen, K., & Zhu, J. (2019). Scale efficiency in two-stage network DEA. *Journal of the Operational Research Society*, 70(1), 101–110. <https://doi.org/10.1080/01605682.2017.1421850>
- Chen, Y., Cook, W. D., Kao, C., & Zhu, J. (2013). Network DEA pitfalls: Divisional efficiency and frontier projection under general network structures. *European Journal of Operational Research*, 226(3), 507–515. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.11.021>
- Chen, Y., Cook, W. D., Li, N., & Zhu, J. (2009). Additive efficiency decomposition in two-stage DEA. *European Journal of Operational Research*, 196(3), 1170–1176. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.011>
- Chen, Y., Cook, W. D., & Zhu, J. (2010). Deriving the DEA frontier for two-stage processes. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 138–142. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.012>
- Chen, Y., Liang, L., & Zhu, J. (2009). Equivalence in two-stage DEA approaches. *European Journal of Operational Research*, 193(2), 600–604. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.11.040>
- Chen, Y., & Zhu, J. (2003). Measuring Information Technology's Indirect Impact on Firm Performance. *Information Technology and Management*, 5(1/2), 9–22. <https://doi.org/10.1023/b:item.0000008075.43543.97>
- Chu, J., & Zhu, J. (2021a). Production scale-based two-stage network data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 294(1), 283–294. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.01.020>
- Chu, J., & Zhu, J. (2021b). Production scale-based two-stage network data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 294(1), 283–294. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.01.020>
- Chung, Y. H., Färe, R., & Grosskopf, S. (1997). Productivity and undesirable outputs: A directional distance function approach. *Journal of Environmental Management*, 51(3), 229–240. <https://doi.org/10.1006/jema.1997.0146>
- Çoban, Ç. N., & Tevfik, K. M. (2018). Kredi Garanti Fonu (KGF) Teminatlı Kredilerin Muhasebeleştirilmesi ve KGF Teminatlarının Bankalara Faydaları. *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 9(17), 13–36.
- Coelli, T. J., Prasada Rao, D. S., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, 1–349. <https://doi.org/10.1007/B136381/COVER>
- Coelli, T., Rao, D. S. P., & Battese, G. E. (1998). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. In *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5493-6>
- Cook, W. D., Chai, D., Doyle, J., & Green, R. (1998). Hierarchies and Groups in DEA. *Journal of Productivity Analysis*, 10(2), 177–198.

- <https://doi.org/10.1023/A:1018625424184>
- Cook, W. D., Liang, L., & Zhu, J. (2010). Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective. In *Omega* (Vol. 38, Issue 6, pp. 423–430). Pergamon. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2009.12.001>
- Coşkun, B., Öncü, M. A., Çömlekçi, İ., & Hiçyılmaz, E. (2022). COVID-19’UN BANKA FİNANSAL PERFORMANSLARINA ETKİSİNİN ENTROPİ ve WASPAS YÖNTEMİYLE ANALİZİ. *Uluslararası İşletme, Ekonomi ve Yönetim Perspektifleri Dergisi (IJBEMP)*, 5(2), 810–828. <https://doi.org/10.29228/IJBEMP.54686>
- Coşkun, N., Ardor, H. N., Çermikli, H., Eruygur, O., Öztürk, F., Tokatlıoğlu, İ., Aykaç, G., & Dağlaroğlu, T. (2012). *Türkiye’de Bankacılık Sektörü Piyasa Yapısı, Firma Davranışları ve Rekabet Analizi*. Türkiye Bankalar Birliği.
- Daraio, C., & Simar, L. (2005). Introducing Environmental Variables in Nonparametric Frontier Models: a Probabilistic Approach. *Journal of Productivity Analysis*, 24(1), 93–121. <https://doi.org/10.1007/s11123-005-3042-8>
- Daraio, C., & Simar, L. (2007). Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis. In *Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis* (Vol. 4). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-35231-2>
- Davis, A. W. (1977). Asymtotic Theory for Principal Component Analysis: Non-Normal Case. *Australian Journal of Statistics*, 19(3), 206–212. <https://doi.org/10.1111/j.1467-842X.1977.tb01088.x>
- Delikanlı, İ. U. (2018). Bankacılık İşlemleri ve Banka Türleri. In M. Toprak & Ç. Toprak (Eds.), *Bankacılık ve Sigortacılığa Giriş* (pp. 26–53). T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2478.
- Demir Bingöl, N., Bingöl, M., & Emsen, Ö. S. (2022). Türkiye’de Mevduatların Krediyeye Dönüşümünün Büyümeye Etkileri: Tüketim Çekişli mi? Yatırım İtişli mi? *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 16(1), 27–61. <https://doi.org/10.46520/bddkdergisi.1095655>
- Demirel, A. C., & Hazar, A. (2020). Veri Zarflama Analizi ile Ticari Bankaların Etkinlik Ölçümüne Yönelik Bir Uygulama. *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 43–58. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jcsci/684688>
- Denizer, C. A., Dinc, M., & Tarımcılar, M. (2007). Financial liberalization and banking efficiency: evidence from Turkey. *Journal of Productivity Analysis*, 27(3), 177–195. <https://doi.org/10.1007/s11123-007-0035-9>
- Despotis, D. K., & Koronakos, G. (2014). Efficiency Assessment in Two-stage Processes: A Novel Network DEA Approach. *Procedia Computer Science*, 31, 299–307. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.272>
- Despotis, D. K., Koronakos, G., & Sotiros, D. (2016). Composition versus decomposition in two-stage network DEA: a reverse approach. *Journal of Productivity Analysis*, 45(1), 71–87. <https://doi.org/10.1007/s11123-014-0415-x>
- Despotis, D. K., Sotiros, D., & Koronakos, G. (2016). A network DEA approach for series multi-stage processes. *Omega (United Kingdom)*, 61, 35–48. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.07.005>
- Dia, M., Golmohammadi, A., & Takouda, P. M. (2020). Relative Efficiency of Canadian Banks: A Three-Stage Network Bootstrap DEA. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(4), 68. <https://doi.org/10.3390/jrfm13040068>
- Dirik, C., & Göker, K. İ. E. (2022). Türkiye’deki Mevduat Bankalarının Üretim ve Aracılık Etkinlikleri: İki-Aşamalı Network VZA Uygulaması. *Ankara Hacı Bayram*

- Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 386–409.
- Ekim Kocaman, B. (2021). Covid-19 Sürecinde Türk Bankacılık Sektörü ve Piyasa Yoğunlaşmasının Analizi. *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 384–407. <https://doi.org/10.17218/HITITSBD.1007890>
- Eleren, A., & Özgür, E. (2006). Türkiye’de Yabancı Sermayeli Mevduat Bankalarının Veri Zarflama Yöntemi ile Etkinlik Analizlerinin Yapılması. *Afyon Kocatepe University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 8(2), 53–76. <https://dergipark.org.tr/en/pub/akuiibfd/issue/1632/20467>
- Emrouznejad, A., & Yang, G. liang. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 4–8. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.008>
- Färe, R., Grabowski, R., Grosskopf, S., & Kraft, S. (1997). Efficiency of a fixed but allocatable input: A non-parametric approach. *Economics Letters*, 56(2), 187–193. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(97\)81899-X](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(97)81899-X)
- Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C. A. K., & Pasurka, C. (1989). Multilateral Productivity Comparisons When Some Outputs are Undesirable: A Nonparametric Approach. *The Review of Economics and Statistics*, 71(1), 90. <https://doi.org/10.2307/1928055>
- Färe, Rolf, & Grosskopf, S. (1996). Productivity and intermediate products: A frontier approach. *Economics Letters*, 50(1), 65–70. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(95\)00729-6](https://doi.org/10.1016/0165-1765(95)00729-6)
- Färe, Rolf, & Grosskopf, S. (2000). Network DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 34(1), 35–49. [https://doi.org/10.1016/S0038-0121\(99\)00012-9](https://doi.org/10.1016/S0038-0121(99)00012-9)
- Färe, Rolf, & Grosskopf, S. (2003). Nonparametric Productivity Analysis with Undesirable Outputs: Comment. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(4), 1070–1074. <https://doi.org/10.1111/1467-8276.00510>
- Färe, Rolf, Grosskopf, S., & Whittaker, G. (2007). Network DEA. In *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis* (pp. 209–240). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71607-7_12
- Färe, Rolf, Grosskopf, S., & Whittaker, G. (2014). Network DEA II. In *International Series in Operations Research and Management Science* (Vol. 208, pp. 307–327). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-8068-7_14
- Färe, Rolf, & Whittaker, G. (1995). AN INTERMEDIATE INPUT MODEL OF DAIRY PRODUCTION USING COMPLEX SURVEY DATA. *Journal of Agricultural Economics*, 46(2), 201–213. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.1995.tb00766.x>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Farrell, M. J., & Fieldhouse, M. (1962). Estimating Efficient Production Functions under Increasing Returns to Scale. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 125(2), 252. <https://doi.org/10.2307/2982329>
- Fethi, M. D., & Pasiouras, F. (2010). Assessing bank efficiency and performance with operational research and artificial intelligence techniques: A survey. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 204, Issue 2, pp. 189–198). North-Holland. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.08.003>
- Fukuyama, H., & Matousek, R. (2011). Efficiency of Turkish banking: Two-stage network system. Variable returns to scale model. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 21(1), 75–91. <https://doi.org/10.1016/J.INTFIN.2010.08.004>
- Fukuyama, H., & Matousek, R. (2017). Modelling bank performance: A network DEA

- approach. *European Journal of Operational Research*, 259(2), 721–732. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.10.044>
- Fukuyama, H., Matousek, R., & Tzeremes, N. G. (2020). A Nerlovian cost inefficiency two-stage DEA model for modeling banks' production process: Evidence from the Turkish banking system. *Omega (United Kingdom)*, 95, 102198. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102198>
- George Assaf, A., Matousek, R., & Tsionas, E. G. (2013). Turkish bank efficiency: Bayesian estimation with undesirable outputs. *Journal of Banking and Finance*, 37(2), 506–517. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2012.09.009>
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237–250. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(89\)90029-7](https://doi.org/10.1016/0305-0483(89)90029-7)
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2008). *Basic Econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Gülcemal, T., & Doğan, M. (2022). Covid 19 Pandemisinin Bankaların Finansal Performansı Üzerindeki Etkisi: Karşılaştırmalı Bir Analiz. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 25(2), 727–735. <https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.1202287>
- Halkos, G., & Petrou, K. N. (2019). Treating undesirable outputs in DEA: A critical review. *Economic Analysis and Policy*, 62, 97–104. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2019.01.005>
- Henriques, I. C., Sobreiro, V. A., Kimura, H., & Mariano, E. B. (2020). Two-stage DEA in banks: Terminological controversies and future directions. *Expert Systems with Applications*, 161, 113632. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113632>
- Holod, D., & Lewis, H. F. (2011). Resolving the deposit dilemma: A new DEA bank efficiency model. *Journal of Banking & Finance*, 35(11), 2801–2810. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.03.007>
- Huang, J., Chen, J., & Yin, Z. (2014). A network DEA model with super efficiency and undesirable outputs: An application to bank efficiency in China. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/793192>
- Huang, T. H., Chen, K. C., & Lin, C. I. (2018). An extension from network DEA to copula-based network SFA: Evidence from the U.S. commercial banks in 2009. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 67, 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2017.04.007>
- Huuhka, T., & Oliveira, F. (2020). *Data Envelopment Analysis with Principal Component Analysis: Vol. Bachelor's* (Issue Espoo 27.8.2020) [Aalto University]. www.aalto.fi
- Iqbal Ali, A., & Seiford, L. M. (1990). Translation invariance in data envelopment analysis. *Operations Research Letters*, 9(6), 403–405. [https://doi.org/10.1016/0167-6377\(90\)90061-9](https://doi.org/10.1016/0167-6377(90)90061-9)
- Isik, I., & Hassan, M. K. (2002). Technical, scale and allocative efficiencies of Turkish banking industry. *Journal of Banking & Finance*, 26(4), 719–766. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(01\)00167-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(01)00167-4)
- Isik, I., & Hassan, M. K. (2003). Efficiency, Ownership and Market Structure, Corporate Control and Governance in the Turkish Banking Industry. *Journal of Business Finance and Accounting*, 30(9–10), 1363–1421. <https://doi.org/10.1111/j.0306-686X.2003.05533.x>
- Isik, I., & Kabir Hassan, M. (2003). Financial deregulation and total factor productivity change: An empirical study of Turkish commercial banks. *Journal of Banking and Finance*, 27(8), 1455–1485. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(02\)00288-1](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(02)00288-1)

- Işık, A., & Akdoğan, N. (2021). Covid-19'un Türk Bankacılık Sektöründeki Mevduat Bankalarına Etkileri. In *Accounting and Auditing Review* (Vol. 21, Issue 63). <https://dergipark.org.tr/en/pub/mdbakis/issue/61125/869219>
- Jenkins, L., & Anderson, M. (2003). A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 147(1), 51–61. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00243-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00243-6)
- Kaffash, S., & Marra, M. (2017). Data envelopment analysis in financial services: a citations network analysis of banks, insurance companies and money market funds. *Annals of Operations Research*, 253(1), 307–344. <https://doi.org/10.1007/s10479-016-2294-1>
- Kao, C. (2009a). Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model. *European Journal of Operational Research*, 192(3), 949–962. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.10.008>
- Kao, C. (2009b). Efficiency measurement for parallel production systems. *European Journal of Operational Research*, 196(3), 1107–1112. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.04.020>
- Kao, C. (2014a). Efficiency decomposition for general multi-stage systems in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 232(1), 117–124. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.07.012>
- Kao, C. (2014b). Network data envelopment analysis: A review. *European Journal of Operational Research*, 239(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2014.02.039>
- Kao, C. (2017). *Network Data Envelopment Analysis* (Vol. 240). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-31718-2>
- Kao, C., & Hwang, S.-N. N. (2008). Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. *European Journal of Operational Research*, 185(1), 418–429. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.11.041>
- Kao, C., & Hwang, S. N. (2011). Decomposition of technical and scale efficiencies in two-stage production systems. *European Journal of Operational Research*, 211(3), 515–519. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.01.010>
- Karabıyık, L. (2001). *Türkiye’de Finans Tarihi*. VİPAŞ AŞ.
- Karaca, S. S., Altıemur, N., & Çevik, M. (2019). Türkiyede ki Mevduat Bankalarının CAMELS Analizi ile Finansal Performans Ölçümü. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 2(2), 130–148. <https://doi.org/10.32951/mufider.495487>
- Kaya, Ç., & Ataman, G. (2013). Hukuki-Politik ve Ekonomik Değişikliklerin Yerli ve Yabancı Örgüt Popülasyonlarının Yoğunluklarına Etkisi: Türkiye Bankacılık Popülasyonu, 1923-2011. *Öneri*, 10(40), 59–74.
- Kaya, E., & Arslantürk Çöllü, D. (2020). Bankerlerden Günümüze Türk Bankacılık Tarihinin Kronolojik Olarak Değerlendirilmesi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(4), 1–36. <https://doi.org/10.15295/bmij.v8i4.1701>
- Keskin, Ekrem, İnan, E. A., Mumcu, M., & Erdönmez, P. (2008). *50.Yılında Türkiye Bankalar Birliği ve Türkiye’de Bankacılık Sistemi “1958-2007.”* Türkiye Bankalar Birliği.
- Keskin, Emre, İnan, E. A., & Ünsal, Ü. (2019). *60.Yılında Türkiye Bankalar Birliği ve Türkiye’de Bankacılık Sistemi 1958-2018*. Türkiye Bankalar Birliği.
- KGF. (2020). 2019 Faaliyet Raporu. https://www.kgf.com.tr/images/faaliyet_raporu/2019_kgf_faaliyet_raporu.pdf

- Kılınç Savrul, B., Özekicioğlu, H., & Özel, H. A. (2013). Türkiye’de Finansal Serbestleşmenin Tarihsel Gelişimi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 38. <https://dergipark.org.tr/en/pub/dpusbe/issue/4780/65894>
- Koç, P., Şahpaz, K. İ., Kalaycı, R., & İnce, T. (2021). *Covid-19 Salgınının Türk Bankacılık Sektörü Üzerindeki Etkilerinin Analizi*. Iksad Publications.
- Kolenikov, S., & Angeles, G. (2004). The Use of Discrete Data in PCA: Theory, Simulations, and Applications to Socioeconomic Indices. *Chapel Hill: Carolina Population Center, University of North Carolina.*, 1–59.
- Kong, W. H., Fu, T. T., & Yu, M. M. (2017). Evaluating Taiwanese Bank Efficiency Using the Two-Stage Range DEA Model. *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 16(4), 1043–1068. <https://doi.org/10.1142/S0219622017500031>
- Koronakos, G. (2019). *A Taxonomy and Review of the Network Data Envelopment Analysis Literature* (pp. 255–311). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15628-2_9
- Kumar, S., & Gulati, R. (2014). *A Survey of Empirical Literature on Bank Efficiency* (pp. 119–165). Springer, New Delhi. https://doi.org/10.1007/978-81-322-1545-5_4
- Lewis, L. F., & Sexton, T. R. (2004). Network DEA: Efficiency analysis of organizations with complex internal structure. *Computers and Operations Research*, 31(9), 1365–1410. [https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(03\)00095-9](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(03)00095-9)
- Li, D., Wang, M.-Q., & Lee, C. (2020). The waste treatment and recycling efficiency of industrial waste processing based on two-stage data envelopment analysis with undesirable inputs. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118279. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118279>
- Liang, L., Cook, W. D., & Zhu, J. (2008). DEA models for two-stage processes: Game approach and efficiency decomposition. *Naval Research Logistics*, 55(7), 643–653. <https://doi.org/10.1002/nav.20308>
- Liang, L., Yang, F., Cook, W. D., & Zhu, J. (2006). DEA models for supply chain efficiency evaluation. *Annals of Operations Research*, 145(1), 35–49. <https://doi.org/10.1007/s10479-006-0026-7>
- Lin, T.-Y., & Chiu, S.-H. (2013). Using independent component analysis and network DEA to improve bank performance evaluation. *Economic Modelling*, 32(1), 608–616. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.03.003>
- Liu, J. S., Lu, L. Y. Y., Lu, W. M., & Lin, B. J. Y. (2013). A survey of DEA applications. *Omega (United Kingdom)*, 41(5), 893–902. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.11.004>
- Lovell, C. A. K. (1993). Production Frontiers and Productive Efficiency. In H. O. Fried, C. A. K. Lovell, & S. S. Schmidt (Eds.), *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications* (pp. 3–67). Oxford University Press. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocordoba-ebooks/detail.action?docID=241626>.
- McDonald, J. (2009). Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, 197(2), 792–798. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2008.07.039>
- Mercan, M., Reisman, A., Yolalan, R., & Emel, A. B. (2003). The effect of scale and mode of ownership on the financial performance of the Turkish banking sector: results of a DEA-based analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 37(3), 185–202. [https://doi.org/10.1016/S0038-0121\(02\)00045-9](https://doi.org/10.1016/S0038-0121(02)00045-9)

- Molinero, C. M. (1996). On the joint determination of efficiencies in a data envelopment analysis context. *Journal of the Operational Research Society*, 47(10), 1273–1279. <https://doi.org/10.1057/jors.1996.154>
- Nguyen, B. H., & Zelenyuk, V. (2021). Aggregation of Outputs and Inputs for DEA Analysis of Hospital Efficiency: Economics, Operations Research and Data Science Perspectives. In *International Series in Operations Research and Management Science* (Vol. 312, pp. 123–158). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75162-3_5
- Oktayer, A. (2009). Türkiye’de Finansal Serbestleşme ve Derinleşme Süreci Üzerine Nitel Bir İnceleme. *Akademik İncelemeler*, 4(1), 73–100.
- Oral, M., Kettani, O., & Yolalan, R. (1992). An Empirical Study on Analyzing The Productivity of Bank Branches. *IIE Transactions*, 24(5), 166–176. <https://doi.org/10.1080/07408179208964257>
- Oral, M., & Yolalan, R. (1990). An empirical study on measuring operating efficiency and profitability of bank branches. *European Journal of Operational Research*, 46(3), 282–294. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90002-S](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90002-S)
- Özer, M. (2015). Financial Liberalisation in Turkey During The Period 1980-2000. *Journal of Economic Cooperation*, 24(March), 1–36.
- Özkan, E. N., & Tektas, A. (2006). Efficiency Analysis of the Turkish Banking Sector in Procrisis and Crisis Period: A Dea Approach. *Contemporary Economic Policy*, 24(3), 418–431. <https://doi.org/10.1093/cep/byj028>
- Paradi, J. C., Rouatt, S., & Zhu, H. (2011). Two-stage evaluation of bank branch efficiency using data envelopment analysis. *Omega*, 39(1), 99–109. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2010.04.002>
- Paradi, J. C., & Zhu, H. (2013). A survey on bank branch efficiency and performance research with data envelopment analysis. *Omega (United Kingdom)*, 41(1), 61–79. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.08.010>
- Partovi, E., & Matousek, R. (2019). Bank efficiency and non-performing loans: Evidence from Turkey. *Research in International Business and Finance*, 48, 287–309. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2018.12.011>
- Sarkis, J. (2007). Preparing Your Data for DEA. In *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis* (pp. 305–320). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71607-7_17
- Sarrico, C. S., & Dyson, R. G. (2000). Using DEA for planning in UK universities—an institutional perspective. *Journal of the Operational Research Society*, 51(7), 789–800. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600949>
- Scheel, H. (2001). Undesirable outputs in efficiency valuations. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 400–410. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00160-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00160-0)
- Schmueli, G., Bruce, P. C., Yahav, I., Patel, N. R., & Lichtendahl, K. C. (2018). *Data Mining for Business Analytics*. John Wiley & Sons, Inc.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999). Profitability and marketability of the top 55 U.S. commercial banks. *Management Science*, 45(9), 1270–1288. <https://doi.org/10.1287/mnsc.45.9.1270>
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (2002). Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142(1), 16–20. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00293-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00293-4)
- Şenol, Z., & Başer, R. (2022). COVID-19’un Bankacılık Sektörüne Etkileri: Türkiye

- Örneği. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2), 28–37.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136(1), 31–64. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.07.009>
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2011). Two-stage DEA: Caveat emptor. *Journal of Productivity Analysis*, 36(2), 205–218. <https://doi.org/10.1007/s11123-011-0230-6>
- Sümer, G. (2016). Türk Bankacılık Sektörünün Tarihsel Gelişimi ve AB Bankacılık Sektörü ile Karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*2, 18(2), 485–508.
- Tan, Y., Wanke, P., Antunes, J., & Emrouznejad, A. (2021). Unveiling endogeneity between competition and efficiency in Chinese banks: a two-stage network DEA and regression analysis. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04104-1>
- Taşkın, F. D. (2016). Türkiye’de Ticari Bankaların Performansını Etkileyen Faktörler. *Ege Academic Review*, 11(2), 289–298. <https://ideas.repec.org/a/ege/journal/v11y2011i2p289-298.html>
- TBB. (2020). *Bankalarımız* 2019. https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/Dokuman/7678/Bankalarimiz_2019.pdf
- TBB. (2021). *Bankalarımız* 2020. https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/Dokuman/7766/Bankalarimiz_2020.pdf
- TBB. (2022). *Bankalarımız* 2021. https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/istatistikraporlar/ekler/3817/Bankalarimiz_2021.pdf
- TCMB. (2011). *Dünden Bugüne Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası*. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/d7033add-774f-4358-b4f7-1fd227d640d0/11-6.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-d7033add-774f-4358-b4f7-1fd227d640d0-m3fB7Ju>
- TCMB. (2015). *Türkiye’de Finansal İstikrar Gelişmeleri*. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası.
- TCMB. (2018). *Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Tarihçesi ve Görevleri*.
- Thanassoulis, E., De Witte, K., Johnes, J., Johnes, G., Karagiannis, G., & Portela, C. S. (2016). Applications of Data Envelopment Analysis in Education. In *International Series in Operations Research and Management Science* (Vol. 238, pp. 367–438). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7684-0_12
- Timmer, C. P. (1971). Using a Probabilistic Frontier Production Function to Measure Technical Efficiency. *Source: Journal of Political Economy*, 79(4), 776–794.
- Tiryaki, G. (2012). *Finansal İstikrar ve Bankacılık Düzenlemeleri (1990-2010 Türkiye Tecrübesi Işığında)*. Türkiye Bankalar Birliği.
- Tone, K., & Tsutsui, M. (2009). Network DEA: A slacks-based measure approach. *European Journal of Operational Research*, 197(1), 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.027>
- Uluyol, O. (2019). 1980-2000 Döneminde Türkiye’de Bankacılığın Gelişimi. *Accounting and Financial History Research Journal*, 17, 73–107. <https://dergipark.org.tr/en/pub/muftad/issue/46942/589114>
- Uslu, A., Türk, M., & Ertaş, F. C. (2019). Türkiye’deki Mevduat Bankalarının Camels Performans Analizi. *BMIJ*, 7(3), 122–139.
- Vafae Najar, A., Pooya, A., Alizadeh Zoeram, A., & Emrouznejad, A. (2018). Assessing

- the Relative Performance of Nurses Using Data Envelopment Analysis Matrix (DEAM). *Journal of Medical Systems*, 42(7), 125. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0974-x>
- Wang, C. H., Gopal, R. D., & Zionts, S. (1997). Use of Data Envelopment Analysis in assessing Information Technology impact on firm performance. *Annals of Operations Research*, 73(0), 191–213. <https://doi.org/10.1023/A:1018977111455>
- Wang, K., Huang, W., Wu, J., & Liu, Y.-N. (2014). Efficiency measures of the Chinese commercial banking system using an additive two-stage DEA. *Omega*, 44, 5–20. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2013.09.005>
- Wanke, P., & Barros, C. (2014). Two-stage DEA: An application to major Brazilian banks. *Expert Systems with Applications*, 41(5), 2337–2344. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.09.031>
- Wilson, P. W. (1993). Detecting Outliers in Deterministic Nonparametric Frontier Models with Multiple Outputs. *Journal of Business & Economic Statistics*, 11(3), 319–323. <https://doi.org/10.1080/07350015.1993.10509959>
- Wilson, P. W. (2008). FEAR: A software package for frontier efficiency analysis with R. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(4), 247–254. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2007.02.001>
- Wilson, P. W. (2018). Dimension reduction in nonparametric models of production. *European Journal of Operational Research*, 267(1), 349–367. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2017.11.020>
- Yetiz, F. (2016). Bankacılığın Doğuşu ve türk Bankacılık Sistemi. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(2), 107–117.
- Zaim, O. (1995). The effect of financial liberalization on the efficiency of financial institutions: The case of jordanian commercial banks. *Applied Financial Economics*, 5(4), 257–264.
- Zanella, A., Camanho, A. S., & Dias, T. G. (2015). Undesirable outputs and weighting schemes in composite indicators based on data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 245(2), 517–530. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.03.036>
- Zelenyuk, V. (2020). Aggregation of inputs and outputs prior to Data Envelopment Analysis under big data. *European Journal of Operational Research*, 282(1), 172–187. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2019.08.007>
- Zhu, J. (2014). Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking. In *Operations Research* (Vol. 213). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06647-9>

ÖZGEÇMİŞ			
Adı-Soyadı	Nagihan		MEMİŞ
Doğum Yeri ve Yılı			
Bildiği Yabancı Diller	YÖKDİL: 87,5		
Eğitim Durumu	Başlama - Bitirme		Kurum Adı
Lise	2003	2007	Anadolu İmam Hatip Lisesi (Kütahya Merkez)
Lisans	2008	2012	Dumlupınar Üniversitesi, İ.İ.B.F., İşletme Bölümü
Yüksek Lisans	2012	2015	Bursa Uludağ Üniversitesi, S.B.E., İşletme A.B.D.
Doktora	2015	2023	Bursa Uludağ Üniversitesi, S.B.E., İşletme A.B.D.
Çalıştığı Kurum	Başlama - Ayrılma		Çalışılan Kurumun Adı
1.	2013	-	Bursa Uludağ Üniversitesi, S.B.E., İşletme Bölümü
Yayınlar:	1. Taşkın, Ç., Emel, G. G., Karadamar, A. A., & Memiş, N. (2016). Exploring The Relationships Among The Antecedents Of Brand Loyalty: A Research On An Apparel Brand. <i>International E-Journal of Advances in Social Sciences</i>, 2(5), 305-314. 2. Taşkın, Ç., Emel, A. G., & Memiş, N., (2017). Antecedents of Switching Intention: A Research in Mobile Services, <i>International Applied Social Sciences Congress (IASOS)</i>. 3. Memiş, N., Emel, G. & Taşkın, Ç. (2019). Investigating The Relationship Between Brand Authenticity and Brand Trust by means of PLS-SEM. Patrut, B., Özen, E. & Boz, H. (Ed.). <i>III. International Applied Social Sciences Congress (C-IASOS)</i>, İzmir		
İletişim (e-posta):			
		Tarih:	
		İmza:	
		Adı-Soyadı:	Nagihan MEMİŞ