EK

Ek 1: Diğer Uzmanlar İçin Hesaplamalar

Uzman 2 İçin Hesaplamalar

Engel	Sj değerleri			Kj değerleri			Qj değerleri			Bulanık Ağırlıklar			Nihai Ağırlık
E2				1	1	1	1	1	1	0,243	0,257	0,274	0,257
E4	0,25	0,29	0,33	1,25	1,29	1,33	0,752	0,775	0,800	0,183	0,199	0,219	0,199
E1	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,752	0,775	0,800	0,183	0,199	0,219	0,199
E3	0,40	0,50	0,67	1,40	1,50	1,67	0,450	0,517	0,571	0,110	0,133	0,156	0,133
E5	0,22	0,25	0,29	1,22	1,25	1,29	0,349	0,413	0,468	0,085	0,106	0,128	0,106
E6	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,349	0,413	0,468	0,085	0,106	0,128	0,106

Uzman 3 İçin Hesaplamalar

Engel	Sj değerleri			Kj değerleri			Qj değerleri			Bulanık Ağırlıklar			Nihai Ağırlık
E1				1	1	1	1	1	1	0,264	0,278	0,294	0,278
E4	0,25	0,29	0,33	1,25	1,29	1,33	0,752	0,775	0,800	0,199	0,216	0,235	0,216
E2	0,22	0,25	0,29	1,22	1,25	1,29	0,583	0,620	0,656	0,154	0,172	0,193	0,172
E3	0,22	0,25	0,29	1,22	1,25	1,29	0,452	0,496	0,537	0,119	0,138	0,158	0,138
E6	0,22	0,25	0,29	1,22	1,25	1,29	0,350	0,397	0,441	0,093	0,110	0,130	0,110
E5	0,25	0,29	0,33	1,25	1,29	1,33	0,263	0,308	0,352	0,070	0,086	0,104	0,086

Uzman 4 İçin Hesaplamalar

Engel	Sj değerleri			Kj değerleri			Qj değerleri			Bulanık Ağırlıklar			Nihai Ağırlık
E4				1	1	1	1	1	1	0,274	0,293	0,317	0,293
E1	0,33	0,40	0,50	1,33	1,40	1,50	0,667	0,714	0,752	0,183	0,209	0,238	0,209
E2	0,22	0,25	0,29	1,22	1,25	1,29	0,517	0,571	0,616	0,142	0,167	0,195	0,167
E3	0,25	0,29	0,33	1,25	1,29	1,33	0,389	0,443	0,493	0,106	0,130	0,156	0,130
E6	0,25	0,29	0,33	1,25	1,29	1,33	0,292	0,343	0,394	0,080	0,101	0,125	0,101
E5	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,292	0,343	0,394	0,080	0,101	0,125	0,101

Uzman 5 İçin Hesaplamalar

Engel	Sj değerleri			Kj değerleri			Qj değerleri			Bulanık Ağırlıklar			Nihai Ağırlık
E1				1	1	1	1	1	1	0,267	0,282	0,301	0,282
E4	0,22	0,25	0,29	1,22	1,25	1,29	0,775	0,800	0,820	0,207	0,226	0,247	0,226
E2	0,22	0,25	0,29	1,22	1,25	1,29	0,601	0,640	0,672	0,161	0,180	0,202	0,180
E6	0,33	0,40	0,50	1,33	1,40	1,50	0,401	0,457	0,505	0,107	0,129	0,152	0,129
E3	0,22	0,25	0,29	1,22	1,25	1,29	0,311	0,366	0,414	0,083	0,103	0,125	0,103
E5	0,25	0,29	0,33	1,25	1,29	1,33	0,234	0,283	0,331	0,062	0,080	0,100	0,080

12. Bölüm

Veri Zarflama Analizi ve Malquıst Toplam Faktör Verimliliği Yöntemleri İle Türk Bankacılık Sektörünün İncelenmesi

Anıl İlkem ASLAN[1]

[1] Öğr. Gör. Dr. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Demirci Meslek Yüksekokulu, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, ilkemozcan81@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4812-0189

ÖZET

Hızla gelişen bankacılık sektörünün verimliliğinin incelenmesi amacıyla sektörü temsil ettiği varsayımı altında 2019-2023 yılları arası Türkiye'de faaliyet gösteren ve BİST Bankacılık Endeksinde yer alan 8 mevduat bankanın verimlilikleri analiz edilmiştir. Analizin ilk aşamasında ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile girdi odaklı Veri Zarflama Analizi (VZA) uygulanmıştır. İkinci aşamada ise bankaların yıllar arasındaki verimlilik değişimlerini incelemek için Malmquist Toplam Faktör Verimliliği analizi kullanılmıştır. VZA sonuçları incelendiğinde, analize konu olan beş yıl süresince sadece ICBC Bankasının tam verimliliğe sahip olduğu anlaşılmıştır. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği endeksi sonucuna göre ise, bankaların teknolojik değişimlerinde olumlu yönde bir değişim olduğu ve bu değişiminde toplam faktör verimliliğini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Malmquist Toplam Faktör Verimlilliği, Bankacılık sektörü.

Jel Kodlar: C14, C54, D24

ABSTRACT

In order to examine the efficiency of the rapidly developing banking sector, the efficiency of 8 commercial banks operating in Turkey and included in the BIST Banking Index between 2019 and 2023 was analyzed under the assumption that they represent the sector. In the first stage of the analysis, input-oriented Data Envelopment Analysis (DEA) was applied with the assumption of constant returns to scale. In the second stage, Malmquist Total Factor Productivity analysis was used to examine the productivity changes of banks between years. When the DEA results are examined, it is understood that only ICBC Bank has full efficiency during the five years subject to analysis. According to the Malmquist Total Factor Productivity index result, it is determined that there is a positive change in the technological changes of the banks and this change positively affects the total factor productivity.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Malmquist Total Factor Productivity, Banking sector.

Jel Codes: C14, C54, D24

1. GİRİŞ

Bankalar ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin göstergelerinden birini oluşturmakla birlikte ülkemizde son yıllarda yaşanan enflasyonist ortam bankaların risklerini arttırmakta ancak yüksek mevduat faizleri fon bulmalarını kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte yeni teknolojik gelişmeler, mali işlemlerdeki artış sektörü olumlu yönde etkilemekte, beraberinde rekabeti ve mali kuruluşların sayısını arttırmaktadır. Tüm bu gelişmeler verimli çalışan bir bankacılık sistemini gerekli hale getirmektedir.

Bankacılık sektörünün, genel ekonomi ve finansal sistem içindeki önemi göz önüne alındığında birçok çalışmaya konu olması kaçınılmaz bir gerçek haline gelmiştir. Yayınlanan çalışmalar, farklı teknikler, farklı girdi-çıktı bileşenleri, farklı verimlilik türlerini içermektedir. Ülkemiz bankacılık sektörünün verimlilik ölçümlerine dair yayınlanan çalışmalardan bir dizi örnek literatür incelemesi başlığı altında verilmiştir.

Çalışmamızda, ülke bankacılık sistemini temsil ettiği düşünülen 2019-2023 yılları arası Borsa İstanbul Bankacılık Endeksinde yer alan sekiz mevduat bankası ele alınmıştır. Banka verimliliklerinin ölçümü için ilk aşamada ölçeğe göre sabit getiri varsayımını benimsemiş girdi yönelimli CCR-Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi uygulanmıştır. VZA, aynı girdi ve çıktıları kullanan karar verme birimlerinin her yıl için tek tek verimlilik değerlerini vermektedir. İkinci aşamada, VZA temelli Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Analizi (MTFV) kullanılmıştır. MTFV analizi, analize dahil edilen yılları bir bütün olarak ele almakta ve yıllar arası verimlilik değişkenlerinde ortaya çıkan değişimleri ölçmektedir. Toplam faktör verimliliğinin ana bileşenleri teknik verimlilik ve teknolojik verimliliktir. Teknik verimlilik ise saf teknik verimlilik ve ölçek verimliliğinin çarpımından oluşmaktadır.

Çalışma beş başlık altında ilerlemektedir. Giriş başlığının devamında bankacılık sektörünü temel alan ve uygulamada VZA ve/veya Malmquist TFV tekniklerini kullanan çalışmalardan örneklerin verildiği literatür incelenmiştir. Üçüncü başlık altında veri seti ve kullanılan teknikler açıklanmıştır. Dördüncü başlık altında çalışmamıza konu olan sekiz mevduat bankasının 2019-2023 yılları arası verimlilikleri ve verimlilik değişimleri VZA ile Malmquist TFV teknikleri ile çözümlenmiştir. Sonuç bölümünde ise, uygulamada elde edilen bilgiler özetlenmiş, önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTARETÜR İNCELEMESİ

Literatüre yönelik yapılan araştırmalarda ulusal ve uluslararası hem bankacılık sektörü hem de Veri Zarflama Analizi ile Malmquist Toplam Faktör Verimliliği konularında çok çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Bunun

temel nedeni gerek VZA gerekse de Malmquist TFV yöntemlerinin çözümü için aynı girdi-çıktı bileşenlerini üretebilen karar verme birimlerine yönelik ihtiyaç duyulan veri seti değişkenlerinin aynı birim olmasına gerek duyulmamasıdır. Bu nedenle ilgili yöntemler bankacılık, enerji, inşaat, demir-çelik, eğitim gibi birçok sektörde kullanılabilmektedir. Bankacılık sektörünü dikkate alan çalışmalar ile VZA ve/veya Malmquist toplam faktör verimliliği yöntemlerini kullanan çalışmalardan örnekler aşağıda belirtilmiştir.

2024 yılında Zhao ve Morita'nın yayınlamış oldukları makalede 2008-2017 dönemi arası Japon bölgesel 63 bankanın verimlilikleri MTFV endeki ile ölçülmüştür. Girdi değişkenleri olarak işgücü, mevduat ve sermaye alınmışken çıktı değişkenleri olarak krediler ve menkul kıymetler analize dahil edilmiştir. Analize konu olan yıllar iki dönem olarak ele alınmıştır. Birinci dönem 2008-2012 yıllarını, ikinci dönem ise 2013-2017 yıllarını kapsamıştır. Analiz sonucunda birinci dönemde 17 bankanın, ikinci dönemde ise 10 bankanın verimliliklerinde gerileme olduğu tespit edilmiştir.

Chaoqun, Shen, Huizhen ve Wei'nin 2024 yılında yayınlamış oldukları makalede 2016-2022 yılları arası Çin'de faaliyet gösteren halka açık 26 bankanın kredi verimliliği MTFV endeksi ile ölçülmüştür. Sonuç olarak analize konu olan bankaların risk ve belirsizlikleri azaltmak için yeterli donanıma sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bolat 2024 yılında yapmış olduğu çalışmada 2018-2022 yılları arası faaliyet gösteren 5 mevduat bankası ile 5 sigorta şirketinin finansal performanslarını VZA ve Malmquist yöntemi ile analiz etmiştir. Analizlerde kullanılan girdi değişkenleri toplam aktifler ve özsermaye, çıktı değişkeni ise net kardır. Analizler sonucunda sigorta şirketlerinin bankalara göre daha yüksek finansal performansa sahip oldukları ve firmaların ortalama bazda toplam faktör verimliliklerini yakaladıkları tespit edilmiştir.

2023 yılında Çetinbakış ve Bektaş'ın yayınlamış oldukları çalışma ile 2010-2021 yılları arası 8 yatırım ve kalkınma bankasının performansları VZA ile ölçülmüştür. Analizde kullanılan girdi değişkenleri öz kaynaklar ve faiz giderleri, çıktı değişkenleri ise dönem karı ve kredilerdir. Analiz sonucunda yalnızca Diler Bankasının tüm yıllar boyunca etkin olduğu tespit edilmiştir.

Christopoulos, Dokas, Katsimardou ve Spyromitros'un 2020 yılında yayınlamış oldukları makalede 2009-2015 yılları arası Avro bölgesinde yer alan bankaların verimlilikleri VZA ve MTFV endeksleri ile ölçümlenmiştir. Analize dahil edilen girdi değişkenleri işletme maliyeti, toplam varlıklar ve çalışan sayısı iken çıktı değişkeni olarak karşılıklar sonrası net gelirler ele alınmıştır. Analiz sonucunda MTFV endeksinin azalma gösterdiği tek ülke bankalarının Yunanistan olduğu tespit edilmiştir.

Atukalp 2018 yılında yayınlamış olduğu çalışmada; 2010-2016 dönemi istatistiki bölge birimleri sınıflandırması dikkate alınarak mevduat bankalarının performansları VZA ve MTFV endeksi ile ölçülmüştür. Çalışmada girdi değişkenleri olarak şube sayısı ve toplam mevduat, çıktı değişkeni olarak da toplam krediler ele alınmıştır. Analiz sonucunda MTFV endeksinin tüm bölgelerde artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Kevork, Pange, Tzeremes ve Tzeremes'in 2017 yılında yayınlamış oldukları makalede 2007-2014 yılları arası 28 Avrupa ülkesinden seçilmiş 644 bankanın verimlilikleri MTFV endeksi ile ölçülmüştür. Analize dahil edilen değişkenler; toplam varlıklar, çalışan sayısı, toplam mevduat ve net kredi değerleri olarak belirlenmiştir. Analiz sonucunda, bankaların verimsiz ancak istikrarlı oldukları tespit edilmiştir.

Akyüz, Yıldız ve Kaya, 2013 yılında yapmış oldukları çalışmada 2007-2010 yılları arası BİST'deki 10 mevduat bankasının performans iyileşmelerini MTFV ile ölçmüşlerdir. Analizde kullanılan girdi değişkenleri mevduat, özsermaye, faiz gideri; çıktı değişkenleri ise net kar ve faiz geliridir. Analiz sonucunda sadece üç bankanın MTFV'de artış, diğer bankalarda ise azalış olduğu tespit edilmiştir.

Çetintaş ve Bicil'in 2012 yılında yayınlamış oldukları makalede 2005-2010 yılları arası faaliyet gösteren 32 mevduat bankasının VZA ve MTFV endeksi kullanılarak verimli çalışıp çalışmadıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Analizde kullanılan girdi değişkenleri faiz giderleri, personel giderleri ve diğer faaliyet giderleri iken çıktı değişkenleri olarak faiz gelirleri ve diğer faaliyet gelirleri dikkate alınmıştır. Analiz sonucunda, orta ve büyük ölçekli bankaların verimliliklerin de ölçek etkinliğindeki değişimin, küçük ölçekli bankalarda ise saf etkinlikteki değişimin önemli olduğu tespit edilmiştir.

3. VERİ SETİ VE METODOLOJİ

Çalışmanın veri seti Borsa İstanbul Banka Endeksinde yer alan mevduat bankalar olup, bu bankaların 2019-2023 yılları arası yayınlamış oldukları konsolide mali raporlarından elde edilen verilerden oluşmaktadır.

Tablo 1: Analize Dahil Edilen Bankalar

Akbank
Garanti Bankası
Halkbank
ICBC Bankası
İş Bankası
Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
Şekerbank
VakıfBank
Yapı Kredi Bankası

Analize dahil edilen veri seti ise tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Girdi-Çıktı Veri Seti

Çıktı	Girdi
Krediler Net Finansal Varlıklar	Çalışan Sayısı Mevduat Özkaynaklar

Çalışmanın metodolojisini Veri Zarflama Analizi ve VZA temelli Malmquist Toplam Faktör Verimliliği oluşturmaktadır.

VZA, girdi ve çıktıları karşılaştırarak en az girdi ile en fazla çıktıyı üretmeyi ve böylece göreli verimliliği ölçmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Yönteme konu olan işletmeler Karar Verme Birimleri (KVB) olarak adlandırılmaktadır. İlk olarak 1957'de verimlilik araştırmalarına odaklanan ekonomist Farrell tarafından tek girdi ve tek çıktı dikkate alınarak geliştirilmiştir. Ancak işletmelerin birden fazla girdi ve çıktı kullandıklarını dikkate alan Charnes ve arkadaşları 1978 yılında, günümüzde kullanmaya devam ettiğimiz klasik VZA yönetimini geliştirmişlerdir. Klasik VZA en verimli karar verme birimlerinin yerleştirildiği bir eğri veya çizgi olan verimli bir sınır çizmekte, sınırdan uzaklaşan karar verme birimlerini verimsiz olarak nitelemektedir. Parametrik olamayan bir yöntem olan VZA'da en yüksek değer 1 olup, karar verme biriminin etkin olduğunu yani en az girdi kullanımı ile en yüksek çıktı üretimini sağladığını; 1'den düşük değere sahip olan karar verme birimlerinin ise verimli çalışmadığını göstermektedir. VZA, farklı girdi ve çıktı değerlerini tek bir verimlilik ölçümüne dönüştürmek için matematiksel programlama tekniğini kullanmaktadır. Verimlilik puanı, yapılan ağırlıklı toplam çıktının ağırlıklı toplam girdiye oranı ile hesaplanmaktadır. Bu tür bir analiz, hem firmaların verimliliklerinin farklılık gösterip göstermediğini hem de her bir firma için verimlilik artışının/azalışının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmemizi sağlamaktadır (Ausina vd., 2008: 1063-164; Tachega vd., 2021: 4-5; Calabrese & Falavigna, 2024: 1-3; Khoshroo, Izadikhah &

Emrouznejad, 2022: 2; Luo vd., 2019: 1-2; Christopoulos vd. 2020: 1-2; Lou vd., 2024: 2-3)

Uygulamamızın ilk aşamasında, bankaların göreli verimlilik sonuçlarına göre sınıflandırılmasını sağlamak amacıyla girdi odaklı ve ölçeğe göre sabit getirili CCR-VZA modeli uygulanmıştır. Ölçeğe göre sabit getirili VZA'nin formülü aşağıda ki gibidir (Cooper, Seiford and Zhu, 1990; 13):

Amaç fonksiyonu;

$maxz_k + \varepsilon(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + s_r^+)$

Kısıtlar;

(1)

$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{ik}$ i=1,2,….,m k=1,2,….,n

$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{ij} - s_r^+ = z_k y_k$ r=1,2,….,s

$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \; \forall \; i, j, r$

$0 < \varepsilon < 1$

z_k = k'ıncı firmanın çıktılarında ortaya çıkan artışı,

λ_j = j'inci firmanın "k" firması verimliliğine olan katkısını gösteren yoğunluk faktörü,

s_i^-, s_r^+ = sırası ile girdi ve çıktılardaki aylak değişkenler,

ε = girdi ve çıktı ağırlıklarında alt sınır olarak kullanılan çok küçük pozitif sayıdır.

VZA yöntemi, verimlilik iyileştirme potansiyelini ölçmek için uygun bir analizdir. Yöntem statiktir ve aynı dönemdeki verileri analiz edebilir ancak çok dönemli verimliliği değerlendirmeyi sağlayamaz. Birden fazla dönemin verimliliğinin ve verimlilik değişimlerinin ölçülmesini sağlamak için Fare vd. 1994 yılında Malmquist-VZA endeksini geliştirmişlerdir (Luo vd., 2019: 2-3).

Verimlilik de ortaya çıkan değişimleri değerlendirmede en çok kullanılan yöntem olan Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) endeksinin çeşitli avantajları vardır. Bu avantajlardan ilki karın en büyüklenmesini ya da maliyetin en küçüklenmesini gerekli kılmamasıdır. İkinci avantajı, girdi ve çıktıların fiyat bilgisine ihtiyaç duymamasıdır. Üçüncü avantajı ise panel veri kullanımına izin vermesidir. En önemli dezavantajı, mesafe fonksiyonlarının hesaplanmasının gerekli olmasıdır ki bu durum VZA kullanımı ile çözümlenmektedir. MTFV endeksinin yaygın olarak kullanılmasının en temel nedeni; verimlilik değişimini teknik verimlilikteki değişim ve/veya teknolojideki değişim olarak ayrıştırabilmesidir. Teknik verimlilikteki değişim, analize konu olan karar verme birimlerinin zaman içinde üretim sınırına

yaklaşıp yaklaşmadığını göstermektedir. Teknolojideki değişim sise, üretim sınırının zaman içinde hareket edip etmediğini ve ayrıca teknolojik açıdan ilerlemeyi vurgulamaktadır. Teknik verimlilik değişimi içerisinde "saf teknik verimlilik ve ölçek verimlilik değişimlerini" barındırmaktadır. Saf teknik verimlilikteki değişim karar verme birimlerinin israfı önlemesini yani kullanılan girdi miktarının izin verdiği kadar çıktı üretmeyi ya da çıktı üretiminin izin verdiği kadar girdi kullanılmasını ifade eder. Ölçek verimliliğindeki değişim ise, karar verme birimlerinin optimum ölçekte çalışma yeteneklerini vurgulamaktadır (Christopoulos vd. 2020: 3; Bassem, 2014: 185-186; Kevork vd. 2017: 1128-1129).

Malmquist endeksini tanımlamak için Fare ve diğerleri (1994), iki farklı zaman periyoduna göre mesafe fonksiyonlarını ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı altında tanımlamıştır**;**

$$D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = inf\{\theta|(x^{t+1}, y^{t+1}/\theta) \in S^t\} \quad (2)$$

Denklem (2) deki mesafe fonksiyonu, t zamanında teknolojiyi dikkate alarak (x^{t+1}, y^{t+1})'i uygulanabilir hale getirmek için gerekli olan çıktıdaki maksimum orantılı değişimi ölçer.

$$D_0^{t+1}(x^t, y^t) = inf\{\theta|(x^t, y^t/\theta) \in S^{t+1}\} \quad (3)$$

Denklem (3) deki mesafe fonksiyonu ise, t+1 zamanında teknoloji dikkate alındığında (x^t, y^t)'i uygulanabilir hale getirmek için gerekli olan çıktıdaki maksimum orantılı değişimi ölçer.

$$MTFV_0^t = \frac{d_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^t(x^t, y^t)} \quad (4)$$

(x^{t+1}, y^{t+1}), sırasında $d_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ ve $d_0^t(x^t, y^t)$, t+1 ve t zamanındaki birim 0 için giriş mesafesi fonksiyonlarıdır ve t zamanındaki teknolojiye göre ölçülmüştür. Ayrıca, t ve t+1 arasındaki teknik verimlilikteki değişimi gösterir ve gözlemlenen üretimin maksimum potansiyel üretime göre göreceli değişimini temsil eder. Temel yıl t+1 ise, t+1 periyodu için MTFV aşağıdaki gibi formüle edilir ve bu formül iki dönem t ve t+1 arasındaki teknolojideki değişimi ölçer ki buna da teknolojik ilerleme denilmektedir;

$$MTFV_0^{t+1} = \frac{d_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (5)$$

Malmquist TFV'deki değişim, teknik verimlilikteki değişim ile teknolojik değişimin çarpımı ile bulunmaktadır. Ayrıca $MTFV_0$, t ve t+1 dönemi

teknolojilerine göre değerlendirilen iki endeksin geometrik ortalaması olarak aşağıdaki gibi gösterilir;

$$MTFV_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{d_0^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{d_0^t(x^t,y^t)} x \left[\left(\frac{d_0^t(x^{t+1},y^{t+1})}{d_0^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}\right)\left(\frac{d_0^t(x^t,y^t)}{d_0^{t+1}(x^t,y^t)}\right) \right]^{1/2} \quad (6)$$

Formül (6)'da ki parantez dışında yer alan oran, t ve t+1 yılları arasında göreceli verimlilikteki değişimi başka bir tabirle gerçekleşen üretimin potansiyel üretimden ne kadar uzaklaştığını ölçerken, parantez içindeki iki oranın geometrik ortalaması x^t ve x^{t+1} olarak değerlendirilen iki dönem arasındaki teknoloji değişimini vermektedir.

Yukarıdaki formüllerin tümünde 1'den büyük bir değere ulaşılması, t dönemden t+1 dönemine kadar verimlilikte ve teknolojide iyileşmenin, 1'den küçük değer elde edilmesi ise zaman içinde performanslarda gerileme olduğunu göstermektedir.

MTFV'de ki değişim, karar verme biriminin "en iyi" işletmelerden oluşan sınıra ne kadar yaklaştığını ya da ne kadar uzaklaştığını gösterir. Bu değer; birden büyük, eşit veya daha küçük olacaktır. Birden büyük değer TFV de büyümeyi, birden küçük değer ise TFV de düşüş olduğunu göstermektedir. Verimlilik değişimi kendi içinde teknolojik değişim ve teknik etkinlikteki değişim olmak üzere iki faktöre ayrılır. Bu durumda toplam faktör verimliliği, teknolojik değişim ile teknik verimlilikteki değişimin çarpımından oluşmaktadır. Teknolojik değişimdeki iyileşme en iyi uygulamaya doğru olumlu bir kaymanın olduğunu, teknik etkinlikteki değişimin iyileşmesi ise en iyiyi yakalayabilmeyi ifade eder. Teknik verimlilikteki değişim, ölçek değişimi ve saf etkinlik değişiminin çarpımından oluşmaktadır. Ölçek değişimi ile saf etkinlik değişimi verimliliğin kaynakları hakkında bilgi vermektedir.

Bu çalışmada ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında Malmquist toplam faktör verimlilik analize konu olan bankalar kapsamında çözümlenmiştir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımının MTFV ölçümünde kullanılmasının temel nedenlerinden biri ölçeğe göre değişken getiri ile elde edilen sonuçların doğru yansıtmadığının literatür de belirtilmiş olmasıdır. Diğer neden ise, ölçeğe göre sabit getirinin doğrusal programlama modellerini girdi ve çıktı yönelimli çözüme odaklanmadan sonuçların elde edilebilmesidir (Bassem, 2014: 187).

4. UYGULAMA

Veri zarflama analizi, aynı girdi ve çıktı değişkenlerini üretebilen karar verme birimlerinin verimliliklerini tek yıl bazlı ölçebilirken, MTFV analizi ise yıllar arasındaki verimliliklerin kıyaslanmasını ve karşılaştırılmasını sağlamaktadır.

Uygulama da öncelikle, çalışmaya dahil edilen 8 mevduat bankasının 2019-2023 yılları verimlilikleri girdi yönelimli, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile CCR-VZA ile ölçümlenmiştir. Girdi yönelimli analizin kullanılmasının temel nedeni bankaların girdileri üzerinde etkilerinin olabileceği varsayımına dayanmaktadır. Veri Zarflama Analizi sonucu tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: Bankaların Verimlilik Skorları

Bankalar	**VERİMLİLİK SKORU**				
	2023	**2022**	**2021**	**2020**	**2019**
Akbank	0,983	0,974	***1,000***	0,935	***1,000***
Garanti Bankası	0,906	0,846	0,802	0,886	0,910
Halk Bankası	***1,000***	***1,000***	0,965	***1,000***	***1,000***
ICBC Bankası	***1,000***	***1,000***	***1,000***	***1,000***	***1,000***
İş Bankası	0,882	0,833	0,909	***1,000***	0,903
Şeker Bankası	0,942	0,694	0,755	0,906	**1,000**
Vakıfbank	***1,000***	***1,000***	***1,000***	***1,000***	***1,000***
Yapı Kredi Bankası	***1,000***	0,906	0,927	***1,000***	***1,000***
Ortalama Verim.	**0,964**	**0,906**	**0,920**	**0,966**	**0,977**

Analize dahil edilen beş yıllık veri sonuçları incelendiğinde ICBC bankası ile Vakıfbank'ın tüm yıllarda da verimli olduğu tespit edilmiştir. Akbank, 2021 ve 2019 yıllarında; Halk Bankası, 2023, 2022, 2020 ve 2019 yıllarında; İş Bankası 2020 yılında; Yapı Kredi Bankası ise 2023, 2020 ve 2019 yıllarında verimli çıkmıştır. Garanti Bankası'nın tüm yıllarda da verimli olmadığı görülmektedir. Yıllar bazında analize konu olan bankaların ortalama verimlilik skorları incelendiğinde tam verimli olmaya en yakın olunan yılın 2019 yılı olduğu anlaşılmaktadır.

Yıllar arasında verimlilik değişiminin analiz edilebilmesi için Malmquist Toplam Faktör Verimliliği analizinden yararlanılmaktadır.

Tablo 4: Yıllık Ortalama Toplam Faktör Verimliliği Bileşenleri ve Değişimi

Yıllar	Teknik Verimlilik Değişimi	Teknolojik Verimlilik Değişimi	Saf Teknik Verimlilik Değişimi	Ölçek Verimliliği Değişimi	Toplam Faktör Verimliliği / Malm. Endeksi
2020	0.989	***1.705***	0.991	0.998	***1.685***
2021	0.949	0.726	0.966	0.982	0.689
2022	0.983	***1.052***	***1.005***	0.978	***1.034***
2023	***1.070***	***1.041***	***1.038***	***1.031***	***1.114***
Ortalama	**0.997**	**1.079**	**1.000**	**0.997**	**1.076**

TFV sonuçlarının incelenmesinde özellikle dikkat edilmesi gereken temel nokta değerlerin "1"'e eşit, "1"'den büyük ya da "1"'den küçük olup olmadıklarıdır. Çünkü çıkan sonuç "1" ise toplam faktör verimliğini oluşturan ilgili bileşende değişim olmadığını, "1"den düşük ise azalma yönlü bir değişim olduğunu, "1"den yüksek ise de artış yönlü bir değişim olduğunu gösterir. Tablo 4'de ki teknik verimlilik değişimi incelendiğinde, en büyük artış %7 ile 2023 yılında, en büyük düşüş ise %5.1 ile 2021 yıllında gerçekleşmiştir. Teknik verimlilikteki değişim; ölçeğe göre sabit getiri varsayımında verimlilikte ortaya çıkan değişimleri göstermekte ve firmaların üretim kapasiteleri hakkında bilgi vermektedir. Teknolojik verimlilik, etkinlik sınırında gözlemlenen teknolojik değişimleri göstermekte olup %27.4'lük tek düşüşün 2021 yıllında olduğu diğer yıllarda ise artış gösterdiği ve en yüksek artışında %70.5 ile 2020 yılında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımında teknik verimlilikteki değişimi gösteren saf teknik verimlilik değişimi sonuçları incelendiğinde 2020 ve 2021 yıllarında gerileme, 2022 ve 2023 yıllarında ise ilerleme olmuştur. Yıllar bazında ölçek verimliliği incelendiğinde yalnızca 2023 yılında firmaların ölçek verimliliklerinde artış olduğu (%3.1) ve gerekli üretim büyüklüklerine ulaşabildikleri söylenebilir. Toplam faktör verimliliklerinde ise sadece 2021 yılında %31.1 oranında düşüş gözlenmiştir.

Tablo 4 genel olarak incelendiğinde 2023 yılında tüm toplam faktör verimliliği bileşenlerinde artış olduğu; 2022 yılında toplam faktör verimliliğindeki artışın teknolojik ve saf teknik verimlilik değişiminden kaynaklandığı görülmektedir. 2021 yılında tüm toplam faktör verimliliği bileşenlerinde azalış oluğu ve bu azalış da en büyük payın teknolojik verimlilik değişiminden kaynaklandığı; 2020 yılında ise malmquist endeksinin artış gösterdiği ve bu artışında temelinde %70.5'lik artış ile teknolojik verimlilik değişiminden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Tablo 5: Karar Verme Birimlerine Ait TFV Bileşenleri ve Değişimleri

Bankalar	Teknik Verimlilik Değişimi	Teknolojik Verimlilik Değişimi	Saf Teknik Verimlilik Değişimi	Ölçek Verimliliği Değişimi	Toplam Faktör Verimliliği / Malm. Endeksi	Ort.
Akbank	0.996	**1.199**	***1.000***	0.996	**1.194**	**1.077**
Garanti Bankası	0.999	**1.037**	0.997	**1.002**	**1.036**	**1.014**
Halk Bankası	***1.000***	**1.034**	***1.000***	***1.000***	**1.034**	**1.014**
ICBC Bankası	***1.000***	**1.156**	***1.000***	***1.000***	**1.156**	**1.062**
İş Bankası	0.994	**1.069**	***1.000***	0.994	**1.063**	**1.024**
Şeker Bankası	0.985	0.939	***1.000***	0.985	0.925	0.967
Vakıfbank	***1.000***	**1.209**	***1.000***	***1.000***	**1.209**	**1.084**
Yapı Kredi Bankası	***1.000***	**1.019**	***1.000***	***1.000***	**1.019**	**1.008**
Ort.	**0.997**	**1.079**	**1.000**	**0.997**	**1.076**	**1.030**
<1	4	1	1	3	1	
=1	4	-	7	4	-	
>1		7		1	7	

Tablo 5'de, beş yıllık veriler dikkate alınarak banka bazlı Toplam Faktör Verimliliği bileşenleri ve bileşenlerdeki değişimler gösterilmiştir. Analiz sonucunda sadece Şekerbank'ın toplam faktör verimliliği endeksinde azalma (%7.5) olduğu ve bu azalmada en büyük payın teknolojik değişimdeki azalmadan (%6.1) kaynaklandığı görülmektedir. Akbank'ın sonuçları incelendiğinde toplam faktör verimliliğinde %19.4 düzeyinde artış olmuş ve bu artış teknolojik değişimdeki artıştan (%19.9) kaynaklanmıştır. Garanti Bankasının toplam faktör verimliliği endeksi %3.6, Halk Bankasının %3.4, ICBC bankasının %15.6, İş Bankasının %6.3, Vakıfbank'ın %20.9 ve Yapı Kredi Bankasının %1.9 oranlarında artmış ve artışın asıl belirleyicisinin Akbank'ta olduğu gibi teknolojik değişim kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Teknolojik değişimde artışların olması bankaların beşeri sermaye ile AR-GE yatırımlarına ve yeni teknolojik gelişmelere önem verdiklerinin göstergesi olabilir (Isaksson, 2007: 21-22).

Bankaların teknik verimlilik sonuçları incelendiğinde 4 bankanın teknik verimlilik düzeylerinde azalış olduğu (Akbank, Garanti Bankası, İş Bankası ve Şekerbank), diğer bankalarda ise değişim olmadığı; teknolojik değişimler incelendiğinde ise sadece Şeker Bankasının değerinde azalış, diğer tüm banka değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Garanti Bankasının saf teknik verimlilik düzeyinde düşüş olmakla birlikte diğer bankalarda değişim olmadığı; Akbank, İş Bankası ve Şeker Bank'ın ölçek verimliliğinde azalış, Garanti bankasının ölçek verimliliğinde artış olduğu diğer bankalar da ise değişim olmadığı tespit

edilmiştir. Toplam faktör verimliliği değişim sonuçları incelendiğinde ise Şekerbank'ın %7.5 oranında azaldığı diğer bankaların ise toplam faktör verimliliklerinde artış olduğu ve en yüksek artışında %20.9 ile Vakıf Bankasında gerçekleştiği görülmektedir.

SONUÇ

Çalışmada, 2019-2023 yıllarına ilişkin 8 mevduat bankasının etkinlikleri VZA ile ölçülmüş, MTFV yöntemi ile de verimlilik değişimleri incelenmeye çalışılmıştır. İnceleme sonucunda, VZA'ya göre, beş yıl boyunca ICBC bankası ile Vakıfbank'ın tam verimli çalıştığı gözlenmiştir. MTFV değerleri göz önüne alındığında 8 banka içerisinden 7'sinin ilerleme kaydettiği, Şekerbank da ise gerilemenin olduğu tespit edilmiştir. Ortalamalar incelendiğinde, teknolojik değişim değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Bu artışın MTFV üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu söylenebilir. Teknolojik verimlilikteki artış, bankaların teknolojik gelişmeleri yakından takip edip, teknoloji yatırımına önem verdiklerini göstermektedir. Sonraki çalışmalarda analize dahil edilecek banka sayıları arttırılarak farklı girdi ve çıktı bileşenleri ile verimlilik sonuçlarının olumlu yönde etkileneceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

AKYÜZ, Y., YILDIZ, F. & KAYA, Z. (2013). Veri Zarflama Analizi (Vza) Ve Malmquist Endeksi İle Toplam Faktör Verimlilik Ölçümü: Bist'te İşlem Gören Mevduat Bankaları Üzerine Bir Uygulama. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 27, Sayı:4, 110-130.

ATUKALP, M. E. (2018). Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile Türk Bankacılık Sisteminde Bölgesel Performans Ölçümü. Finans Politik & Ekonomik Yorumlar 2018 Cilt: 55 Sayı: 638, 17-34.

AUSINA, E. T., TATJE, E. G., ARMERO, C. & CONESA, D. (2006). Sensitivity Analysis Of Efficiency And Malmquist Productivity Indices: An Application To Spanish Savings Banks. European Journal of Operational Research 184 (2008), 1062-1084. doi:10.1016/j.ejor.2006.11.035

BASSEM, B. S. (2014). Total Factor Productivity Change of MENA Microfinance Institutions: A Malmquist Productivity Index Approach. Economic Modelling 39 (2014), 182-189. http://dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2014.02.035

BOLAT, İ. (2024). A Research on Determining The Malmquist Efficiency Index and DEA to Assess The Financial Performance of Banks and Insurance Companies. Journal of Abant Social Sciences 2024, 24(2), 629-649, doi: 10.11616/asbi.1453852

CALABRESE, G. G. & FALAVİGNA, G. (2024). Do Social Cooperatives Stimulate Social Change? An İnvestigation On Italian Firms Based On DEA-Malmquist Approach. Technological Forecasting & Social Change 199 (2024) 123016, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123016

CHAUQUN, H., SHEN, W., HUIZHEN, J. & WEI, L. (2024). Evaluating The Impact of Uncertainty And Risk on The Operational Efficiency of Credit Business of Commercial Banks in China Based on Dynamic Network DEA And Malmquist Index Model. Heliyon 10 (2024) e22850, 1-15. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22850

CHRISTOPOULOS, A. G., DOKAS, I. G., KATSİMARDOU, S. & SPYROMİTROS, E. (2020). Assessing Banking Sectors' Efficiency Of Financially Troubled Eurozone Countries. Research in International Business and Finance 52 (2020) 101121, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101121

COOPER, Willam, SEIFORD, Lawrence M., ZHU, Joe(1990), "Data Envelopment Analysis - History, Models and Interpretations", Journal of Econometrics, Vol. 46, s. 1-39

ÇETİNBAKIŞ, M. & BEKTAŞ, S. (2023). Veri Zarflama Analizi İle Seçilmiş Kalkınma Ve Yatırım Bankalarının Etkinlik Performanslarının Değerlendirilmesi: 2010-2021 Dönemi Türkiye Örneği. Gazi İktisat ve İşletme Dergisi, 2023; 9(1): 51-65. Doi: https://doi.org/10.30855/gjeb.2023.9.1.004

ÇETİNTAŞ, H. & BİCİL, M. (2012). Türkiye'de 2005-2010 Döneminde Mevduat Bankalarının Etkinliği ve Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişme. Bankacılar Dergisi, Sayı 81, 2012, 21-34.

FARE, R., GROSSKOPF, S. NORRİS, M. & ZHANG, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. The American Economic Review, Mar., 1994, Vol. 84, No. 1 (Mar., 1994), 66-83. https://www.jstor.org/stable/2117971.

Isaksson, A. (2007). Determinants of Total Factor Productivity: A Literature Review. Staff Working Paper, No: 2, 1-101.

KEVORK, I. S., PANGE, J. TZEREMES, P. & TZEREMES, N. G. (2017). Estimating Malmquist productivity indexes using probabilistic directional distances: An application to the European banking sector. European Journal of Operational Research 261 (2017), 1125-1140. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2017.03.012

KHOSHROO, A. IZADİKHAH, M. & EMROUZNEJAD, A. (2022). Total Factor Energy Productivity Considering Undesirable Pollutant Outputs: A New Double Frontier Based Malmquist Productivity Index. Energy 258 (2022) 124819, 1-17. https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124819

LOU, Y., YANG, G., GUAN, Z., CHEN, X., PAN, H., Wang, T. & ZHENG, H. (2024). A Parallel Data Envelopment Analysis And Malmquist Productivity Index Model Of Virtual Frontier For Evaluating Scientific And Technological Innovation Efficiency At Universities. Decision Analytics Journal 10 (2024) 100384, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100384

LUO, Q., MIAO, C. SUN, L., MENG, X. & DUAN, M. (2019). Efficiency Evaluation Of Green Technology İnnovation Of China's Strategic Emerging Industries: An Empirical Analysis Based On Malmquist-Data Envelopment Analysis Index. Journal of Cleaner Production 238 (2019) 117782, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117782.

TACHEGA, M. A., YAO, X., LIU, Y., AHMED, D., LI, H. & MINTAH, C. (2021). Energy Efficiency Evaluation Of Oil Producing Economies İn Africa: DEA, Malmquist And Multiple Regression Approaches. Cleaner Environmental Systems 2 (2021) 100025, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.cesys.2021.100025