



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BANKACILIK PERFORMANS SİSTEMLERİ İÇİN YENİ BİR
KARAR DESTEK SİSTEMİ**

ONUR ONAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ
(DİSİPLİNLERARASI)**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ MUSTAFA İSA DOĞAN**

DÜZCE, 2021

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BANKACILIK PERFORMANS SİSTEMLERİ İÇİN YENİ BİR
KARAR DESTEK SİSTEMİ

Onur Onan tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği (Disiplinlerarası) Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa İsa Doğan

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa İsa Doğan

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Hacı Hasan Örcü

Gazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Sinan Toklu

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 18/01/2021

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, tez içindeki bütün bilgilerin akademik ve etik kurallar içerisinde elde edilerek sunulduğunu ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapılarak kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını bildirir ve taahhüt ederim.

18 Ocak 2021



Onur ONAN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans sürecinde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımlarından dolayı çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa İsa DOĞAN'a en içten dileklerle teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca çalışmam boyunca bana zamanından fedakârlık gösteren ve ilgisini esirgemeyen sevgili eşim ve aileme sonsuz teşekkürlerimi iletiyorum.

18 Ocak 2021

Onur ONAN



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR.....	viii
SİMGELER	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. TÜRKİYE BANKACILIK SEKTÖRÜ	3
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	6
3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ TEMELLERİ	8
3.1. VZA TARİHİ	8
3.2. VZA MODELLERİ	8
3.2.1. CCR (Charnes, Cooper, Rhodes).....	9
3.2.2. BCC (Banker, Charnes, Cooper)	9
3.2.3. Malmquist TFVE	9
4. R YAZILIM DİLİ.....	11
4.1. R İSTATİSTİKSEL PROGRAMLAMA DİLİ	11
4.2. R STUDIO	11
4.2.1. R Studio Komut Satırı	11
4.2.2. Kullanılan Paketler	12
4.2.3. Komutlar Hakkında Bilgiler	13
5. UYGULAMA	16
5.1. R STUDIO ARAYÜZÜ.....	16
5.2. VERİLERİN İÇERİ AKTARILMASI	17
5.2.1. Veri Seti.....	17
5.3. KODLARIN ÇALIŞTIRILMASI.....	18
5.3.1. Kod Farklarının Karşılaştırılması.....	18
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	21
7. KAYNAKLAR	23
8. EKLER	26
8.1. EK 1: VZA ANALİZİNDE KULLANILAN KODLAR.....	26
8.2. EK 2: MALMQUIST ANALİZİNDE KULLANILAN KODLAR	28
8.3. EK 3: BCC SONUÇ TABLOSU	31
8.4. EK 4: CCR SONUÇ TABLOSU	32
ÖZGEÇMİŞ.....	33

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 4.1. R konsol ekranı.....	12
Şekil 4.2. Paketlerin yüklenip eklenmesi.....	15
Şekil 5.1. R studio arayüzü.....	16
Şekil 5.2. Veri seti aktarma işlemi.....	17
Şekil 5.3. Dönemsel Malmquist skorları.....	20



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Bankacılık genel verileri	3
Çizelge 5.1. VZA ortalama etkinlik değişimleri.....	18
Çizelge 5.2. Malmquist dönemsel etkinlik değişimi.....	19
Çizelge 8.1. BCC girdi yönlü skorlar.	31
Çizelge 8.2. CCR girdi yönlü skorlar.	32



KISALTMALAR

BCC	Banker-Charnes-Cooper
CCR	Charnes-Cooper-Rhodes
CRS	Constan Return to Scale-Ölçeğe Göre Sabit Getiri
DEA	Data Envelopment Analysis-Veri Zarflama Analizi
DMU	Decision Making Unit-Karar Verme Birimi
EA	Etkinlik Analizi
EC	Efficiencies Changes-Etkinlik Değişimi
KVB	Karar Verme Birimleri
MI	Malmquist Index Malmquist Endeksi
R	R yazılımı-R studio
TC	Technical Changes-Teknik Değişim
TFVE	Toplam Faktör Verimlilik Endeksi
VRS	Variable Return to Scale-Ölçeğe Göre Değişken Getiri
VZA	Veri Zarflama Analizi

SİMGELER

t	Zaman
$TFDE_0$	İndisli Toplam Faktör Gösterimi
y	Çıktı Verileri
x	Girdi Verileri
θ	Karşılaştırma Fonksiyonu



ÖZET

BANKACILIK PERFORMANS SİSTEMLERİ İÇİN YENİ BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ

Onur ONAN

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa İsa DOĞAN

Ocak 2021, 32 sayfa

Bu tez çalışmasında, Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi ve Temel Veri Zarflama Analizi kullanılarak, Türkiye’de 2008-2013 yılları arasında faaliyet gösteren on altı özel ticari bankanın ve üç devlet bankasının etkinlik performansı analiz edilmiştir. Çalışma sonunda klasik Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi yaklaşımları kullanılarak, Türk bankacılık sisteminin verimliliğinin ölçülmesi ve iyileştirilmesine yönelik çıkarımlar elde edilmiştir. Veri Zarflama Analizi sadece karar verme birimlerinin genel etkinlik performanslarını hesaplayabilmektedir. Buradan elde edilen sonuçlar ise, Malmquist tekniğiyle, banka verilerinin yıllara göre daha detaylı performans çıktıları hesaplanılarak, karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Böylelikle alınacak kararlar çift yönlü teknik bir zemine oturtulmuştur. Analizde R programlama dili ve R Studio yazılımı kullanılmıştır. Türkiye için R yazılımı ile bankacılık üzerine yapılan çalışmalar sayılıdır. Her iki metodu birlikte kullanarak yapılan bu analizde bankaların aldığı kararların ve buna bağlı sonuçların ülkemiz ekonomisine pozitif etki oluşturması beklenmektedir.

Anahtar sözcükler: Etkinlik analizi, Malmquist, Performans analizi, R programlama, Veri zarflama.

ABSTRACT

A NEW DECISION SUPPORT SYSTEM FOR BANKING PERFORMANCE SYSTEMS

Onur ONAN

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Electrical-Electronics
and Computer Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mustafa İsa DOĞAN

January 2021, 32 pages

In this study, using the Malmquist Total Factor Productivity Index and Basic Data envelopment analysis, efficiency of operating performance between the years 2008-2013 on six private commercial banks and three state-owned banks in Turkey were analyzed. Classical DEA and Malmquist TFP Index using approaches, measuring the effectiveness of Turkey and implications for improving the banking system was obtained. R programming language and R Studio software has been used for analysis. There are a few studies on the R software for banking with Turkey. Basic Data Envelopment Analysis can only calculate the overall efficiency performance of decision-making units. The results obtained here are comparatively supported by calculating the more detailed performance of our data over the years with the Malmquist method. Thus, the decisions to be taken are based on a two-way technical basis. The decisions taken by banks / companies and the related results in these analyzes will have a positive impact on our country's economy.

Keywords: Activity analysis, Data envelopment, Malmquist, Performance analysis, R programming.

1. GİRİŞ

Günümüzde etkinlik analizi ve performans analizi konuları büyük ölçekteki kurum ve kuruluşların kaynak planlamalarında olmazsa olmazlarındandır. Küresel düzeyde hızla artan rekabetçi yaklaşımlar ve teknolojinin hızlı bir şekilde ilerlemesi ülkeleri daha fazla öngörülü ve planlama stratejilerine önem verme eğilimine sokmuştur. Başka bir açıdan bakılırsa, dünyada lider olan ülkeler, kalkınma ve ekonomik büyüme süreçlerini çok daha yerinde ve doğru yaklaşımlarla yönetmeye eğilmekte, kayda değer ortaklıklar geliştirmektedirler. Önemli teknolojik gelişmelerde bilgi ve yetkinliklerini artırmakta ve ekonomik seçimlerinde de daha planlı bir yaklaşım benimsemektedirler. Bu durum ise gerçekten uzun süreli öncelikleri görmeyi kolaylaştıran kalkınma süreçlerinin planlanmasına da her zamankinden daha fazla ihtiyaç oluşturmaktadır [1]. Bankacılık sektörü finansal sistemin gelişiminde ve ülke planlamasında kritik bir role sahiptir. Ülkemizde aktif olarak faaliyet gösteren toplam 52 adet banka bulunmaktadır (kamu-özel). Bu bankalarda ise yurtiçi toplam personel sayısı 201.063'dür [2].

Bankaların sağladığı hizmet verimliliği ve kalitesi sadece bir ülkenin ekonomik büyümesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmakla kalmaz, aynı zamanda insanların günlük yaşamlarını da etkiler. Finansal şirketlerin sektörel durumlarını tespit etmek, hedeflerine ulaşıp ulaşmadığını görmek, bu süreçlerde kaynaklarını doğru kullanıp kullanmadığını analiz etmek, sunduğu hizmetlerini verimli ve etkin bir şekilde gerçekleştirip gerçekleştirmediğini tespit etmek açısından performans değerlendirme çalışmaları hem yöneticiler, hem de yatırımcılar için mevcut durumu kavramak ve ileriye dönük stratejiler oluşturmakta son derece önemlidir [3].

Veri Zarflama Analizi (VZA), birden fazla kaynak girdisi ve sonuç çıktılarının karşılaştırılmasının güçleştiği durumlarda, karar verme birimlerinin görel olarak etkinliklerini ölçmeyi hedefleyen analiz tekniğidir [4]. Literatürde Karar Verme Birimleri (KVB) olarak geçen ve üretim girdileri ile çıktılarını kullanarak benzer ölçütleri kullanan firmaların görel etkinlik ve performanslarını ölçebilen parametrik olmayan bir yöntemdir [5]. Bankacılık alanında VZA metodu ile de çeşitli çalışmalar yapılmış ve bu alanda VZA metodolojisi başarıyla gerçekleştirilmiştir. Tekniklerin

gelişmesiyle [26] yapmış olduğu çalışmasında, bahsettiğimiz karar verme birimlerini ilk olarak tek girdi ve tek çıktı ile geliştirmişlerdir. Bulunan bu teknik daha sonra ise lineer bir matematiksel yöntem olarak sunulmuştur. VZA yaygın olarak farklı sektörlerde görel verimlilik, etkinlik analizi ve performans analizi gibi kriterleri belirlemek için kullanılmaktadır. Günümüzde bankacılık, finans, sigorta ve tedarik zinciri gibi konular VZA'nın ana inceleme konuları olmuşlardır. Elimizdeki KVB değerlerine bakarak hızlı bir şekilde işletmemizin ekonomik, teknik veya teknolojik açıdan pozitif mi yoksa negatif yönde mi ilerlediğini anlamak her zaman kolay olmamaktadır. Özellikle bu birimlerin sayısı yüzleri hatta binleri buldukça görel sonuçların elde edilmesi için bizi bir araç veya yazılım kullanmaya zorlar [6].

Bu kadar yüksek sayıda çalışan bulunduran bu sektör kolunda şubelerin, çalışanların ve bunlara bağlı olarak bankanın etkinliği nasıldır, yeteri kadar ülke ekonomisine katkı sağlıyor mu gibi sorular akla gelmektedir. Bu soruların cevaplarını bir nebze olsun giderebilmek ve ülkemizdeki bankacılık sektörü hakkında etkinlik, verimlilik ve performans konularında fikir elde etmek amacıyla VZA ve Malmquist TFVE (Toplam Faktör Verimlilik Endeksi) yardımıyla veriler analiz edilmiştir.

Literatür taraması bölümünde bankacılık sistemi ile ilgili yapılan VZA-Malmquist TFVE analizleri incelenmiştir. Çalışma sonuçları göz önüne alınarak bazı bankalara öneriler verilmiştir. Bu ise faaliyete başlayan işletmenin hızlı bir şekilde ekonomik ve teknolojik olarak ilerlemesini hızlandırmayı hedeflemektedir.

Ek olarak çoğu analiz yönteminde “excel-dea solver” (excel data envelopment analysis çözücü) veya deap, windeap, ems, mydea benzeri paket programlar tercih edilmiştir [7]. Paket programlarda oluşabilecek yazılım hataları, yazılım sürümü sorunları, elde ettiğimiz veri setimizi düzenleme zorlukları veya istediğimiz tekniklerin bulunmaması gibi zor durumlarla karşılaşılabilir. Böyle durumlar oluştuğunda ise araştırmacılar belirli bir kısıtın içerisine girmiş olurlar. Bu engeli aşmak ve daha esnek bir platformda çalışmak amacıyla uygulama aracı olarak R yazılım dili kullanılmıştır. Hem literatürde VZA-Malmquist yönteminin Türkiye için R yazılımı ile uygulaması yapılmış hem de araştırmacıların önündeki kullanım zorlukları belirli ölçüde kaldırılmış olacaktır. Kullanılan kodlar ve paketler ekler kısmında verilecektir. R yazılım dili ve derleme programı olan R studio programından dördüncü bölüm'de bahsedilmiştir.

Bu doğrultuda çalışmanın ikinci bölümünde literatür taramasından bahsedilmiş olup

konuyla ilgili yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Tezin üçüncü bölümünde, VZA temellerinin detayları ve tekniği sunulmaktadır. Dördüncü bölümde uygulanacak yöntem ve metodu hangi araç veya yazılım ile yapılacağından bahsedilmiştir. Tezin beşinci bölümünde yazılan R kodları çalıştırılıp uygulama sonuçları elde edilmiştir ve sonuçlar R kodları ile otomatik olarak elektronik tablo ve metin belgelerine aktarılmıştır. Tezin son bölümü olan sonuç kısmında VZA yöntemi ışığında elde edilen veriler yorumlanmış ve gerekli öneriler tablolar eşliğinde verilmiştir.

1.1. TÜRKİYE BANKACILIK SEKTÖRÜ

Ekonomik anlamda önemli role sahip olan bankacılık sektörü her zaman hem teknolojik hem de teknik anlamda bir adım önde ilerlemektedir. Tahminler, üretim stratejileri ve gerekli planlamalar sürekli bir biçimde güncellenmektedir. Yapılan tasarrufların ne ölçüde kuruluşu etkilediği önemli bir sorudur. Her devlet gibi ülkemizde de bankacılık alanı merkezi bir ekonomik ark görevi görmektedir [8]. Sektör ile ilgili genel ve güncel sayısal bilgiler izelge 1.1’de bulunmaktadır.

Çizelge 1.1. Bankacılık genel verileri [2].

Toplam	Sayılar
Banka Sayısı	52,00
Yurtiçi Şube Sayısı	11.160,00
Yurtdışı Şube Sayısı	75,00
On-line Sistemine Dahil Şube Sayısı	11.034,00
ATM Sayısı	49.395,00
Yurtiçi Personel Sayısı	201.063,00
Yurtdışı Personel Sayısı	785,00
Banka Sayısı	52,00

Bankacılık sektöründe verimlilik değişimlerine ilişkin ilk çalışmalar [9] tarafından yapılmıştır. 1980-1989 yıllarında Norveç bankacılığındaki verimliliği ölçmek için Malmquist indeksini kullanmışlardır. Deregülasyon öncesi ve sonrası dönemleri karşılaştırdıklarında sektörün hızla büyüdüğünü iddia etmişlerdir. [10], genelleştirilmiş bir Malmquist verimlilik endeksi kullanarak 1986-1993 yılları arasında İspanyol bankacılığındaki verimlilik değişiminin kaynaklarını araştırmışlardır. Ticari bankaların

tasarruf bankalarına kıyasla daha düşük bir verimlilik artış oranına sahip olduklarını fakat daha yüksek bir potansiyel verimlilik artışına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. [11]'in ele aldığı gibi AB ülkelerine ait bankacılık sektörü verileri yardımıyla Malmquist indeksi kullanarak teknolojik ve çevresel etkileri araştırmışlardır.

Türkiye'de etkinlik ölçümü ile ilgili ilk çalışmalardan biri de Finansal liberalizasyon sonrası Türk bankalarının etkinliklerini VZA yaklaşımı kullanarak ölçen [12]'nin çalışması olmuştur. Çalışmanın temel sonuç ve bulgusu, 1980'lerin sonlarında yaşanan finansal serbestleşmenin, banka verimliliği üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmasıdır. Türk bankalarının 1988-1996 dönemindeki etkinliği hakkında kapsamlı bir çalışma [13] tarafından sunulmuştur. Tahmin için parametrik ve parametrik olmayan yaklaşımlar kullanmışlardır. Çalışmalarında Türk bankacılık sektöründeki verimsizliğin temel nedeninin tahsis etkinliğinden ziyade teknik etkinsizliğin olduğunu iddia etmişlerdir. Türkiye'de faaliyet gösteren yabancı bankaların yerli bankalara kıyasla daha verimli olduğu sonucuna varmışlardır. [12] ise çalışmasında, kriz öncesi ve sonrası dönemde banka verimliliğini araştırılmıştır. Kamuya açık olmayan ticari bankalara ilişkin çalışmalarında 1990-2001 arasında banka verimliliğinde kademeli bir düşüş tespit etmişlerdir. Bu tespit takibi ile 1990'ların sonlarında ve 1994 krizinin banka verimliliğini olumsuz etkilediğini doğrulamışlardır.

VZA modeli kullanarak finansal serbestleşme öncesi ve sonrası banka verimliliği [14]'ün yapmış olduğu çalışmasında incelenmiştir. Veri seti 1970-1994 yıllarını kapsamak ile birlikte ve makroekonomik istikrarsızlık nedeni ile banka verimliliğinde olumsuz etkisini vurgulamıştır.

Türk bankalarının maliyet verimliliğini [15]'te ele alınmış olup, Türk bankalarının maliyet verimliliğini 1991'den 2007'ye kadar incelediler. Yeni bir iki aşamalı ağ üretim teknolojisi yaklaşımı uyguladılar ve sonuç olarak klasik VZA yaklaşımının verimlilik puanlarının arttığını doğruladılar. İki aşamalı VZA yaklaşımının klasik VZA'dan daha üstün olduğunu vurgulamışlardır.

Türkiye'nin AB süreci ile birlikte gelişen durumun bankacılık sektöründeki etkisi [16] çalışmasında incelenmiştir. Buna istinaden sektörel verimliliğin yönetsel olarak en uygun biçime getirilmesi ile ilişkili olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Ayrıca [17]'in yapmış olduğu çalışmada maliyet, teknik ve tahsis etkinliğine ilişkin iki aşamalı yaklaşımı verimlilik çalışmalarına önemli bir katkı sağladığı görülmüştür. İki

aşamalı modelin uygulanmasında kullanılan ilk aşamanın çıktıları, sonraki aşamada girdi olarak kullanılmıştır.

Küresel kriz sonrası Türk bankacılığının etkinliğinin incelendiği [18] çalışmasında 2005 yılında ki bir düşüşün ardından sektörün 2006-2009 dönemleri arasında artış eğilimine girdiği, mamafih 2010-2012 dönemlerinde yapısal bir düşüşün olduğu gözlenmiştir.



2. LİTERATÜR TARAMASI

Gerek VZA gerekse Malmquist Endeksi yapılan çalışmalarda sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Göreli etkinlik ve performans etkinlik kriterlerini değerlendirmede önemli bir rol oynamaktadırlar. Tez kaynak kütüphanesi olan <https://tez.yok.gov.tr/> web adresinde “R programlama” veya “R studio” şeklinde yapılan arama sonuçları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Tevhide Sert (2013) Comparison of bayesian and stochastic models in claims reserving when there are negative values in the runoff triangle
- İlker Koç (2020) Yapı tasarrufu sistemi ve risk modelleri
- Mehmet Telimen (2019) Predicting credit default risk using machine learning algorithm
- Zeynep Bal (2019) Alternatif model teknikleri ile kredi skorlaması

Bu lisansüstü ve doktora tezleri sadece bankacılık ve aktüerya alanlarını konu almaktadır. Yapılan bu çalışma ile ücretsiz olarak dağıtımı bulunan R yazılım dili ve VZA metodunun uygulanmasıyla birlikte buradaki kaynak yetersizliğinin azaltılması hedeflenmektedir.

Kanada bankalarının ulusal şubelerinin verimsizliğini değerlendirmek için [19] VZA yaklaşımını kullanmışlardır. Şube performansları ölçülmüş ve gerekli öneriler verilmiştir.

Etkinliklerin ölçülmesinde [20] ilişkiel bir ağ modeli önermiştir. Çalışmada hem CCR (Charnes, Cooper, and Rhodes) hem de BCC (Banker, Charnes and Cooper) modeli kullanılmıştır.

Diğer bir önemli çalışması ise [21]’in yapmış olduğu Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi ile ilgili çalışmasında otomotiv sanayi hakkında Malmquist TFVE yöntemini uygulayarak dönemsel olarak firmaların etkinlik oranlarını incelemiştir. Teknik etkinlik, teknolojik etkinlik, toplam faktör, ölçek etkinliği ve saf teknik değerleri bulunmuştur. Bulunan bu değerler ise tablolar halinde karşılaştırılmıştır. Teknik ve teknolojik etkinlik değerleri 1 ve üzeri olanları geliştirmekte olarak değerlendirirken, 1’in

altında kalan bazı firmaları ise gerilemekte olarak değerlendirilmiştir.

Kamu üniversiteleri üzerine yaptıkları çalışmada [5], CCR-VZA yöntemini kullanarak girdi yönelimli modelde 33 üniversiteyi etkin ve 20 üniversiteyi etkinsiz olarak değerlendirmişlerdir. Burada genel bütçe, bütçe dışı harcama, öğretim elemanı sayıları, idari personel gibi değerler girdi olarak, indekslere girmiş yayın sayısı, üniversite gelirleri, lisans ve lisansüstü öğrenci sayısı ve mezun lisans ve lisansüstü öğrenci sayısı çıktı olarak kullanılmıştır. Bu seçim yapılırken toplam KVB sayısının toplam girdi ve toplam çıktı sayısının toplamından büyük olmasına dikkat edilmiştir.

Brezilya elektrik dağıtım hizmetleri ile ilgili çalışmasında [22], R yazılımı ile temel VZA analizi yapmıştır. Veriler gerçek üretim sistemlerinden elde edilmiştir. İlk önce model kurularak lineer programlama ile çözümlenmesi gereken matrisler hazırlanmıştır. Daha sonra oluşturulan bu matrisler $lp()$ fonksiyonu ile çözümlenmiştir. Çalışmada hem değişken ölçeğe göre getiri VRS (variable return to scale) hem de sabit ölçeğe göre getiri CRS (constant return to scale) modelleri kurulmuştur. Her iki yöntemde kullanılan kodlar açıklamalı bir şekilde verilmiştir. Sonuç kısmında bazı KVB birimlerinin etkinlik değerleri bir çıkmıştır. Bu çalışma R programlama dili ile VZA analizi üzerine yapılan ender çalışmalardandır.

3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ TEMELLERİ

3.1. VZA TARİHİ

Genel olarak etkinlik sınırında kalan değerlerin bulunması, etkin olmayan değerlerin orjine olan uzaklığı hesaplanarak [26] tarafından parametrik olmayan programlama ile çözülmüştür. Gözlemlemeye alınan KVB birimleri arasında verimli olarak bulunanların oluşturduğu doğrusal etkinlik eğrisi, bütün gözlemlerin etrafında bir zarf şeklini almaktadır [23]. Doğrusal programlama ile başlayan VZA yöntemi daha sonra geliştirilerek ölçek etkeni altında uygulanmaya başlanmıştır. Ölçeğe göre sabit getiri ve ölçeğe göre değişken getiri adı altında BCC ve CCR modeli olmak üzere farklı iki önemli uygulama modeli bulunmaktadır [24]. KVB olarak adlandırılan birimler okul, hastane, banka veya devlet kurumu gibi herhangi bir işletme olabilir. Buna bağlı olarak kar amaçlı hizmet kuruluşlarında ya da ticari işletmelerin hedef belirleme aşamalarında ve stratejileri içerisinde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır [25]. VZA tekniğinin önemli özelliklerinden biri ise çok fazla girdi ve çıktıyı aynı anda işleme tabi tutarak bizlere doğru kararlar aldığımızı sağlayan sonuçlar vermesidir. Bununla birlikte herhangi bir kâr veya analitik fonksiyonun çözümlenmesine ihtiyaç duymamaktadır. Elimizde bulunan sayfalarca veya satır-sütun sayısı fazla bir veri setinden anlam ve karar çıkartmayı kolaylaştırmaktadır. Girdilerin ne kadar artırılması gerektiğini ve ne kadar artırılırsa çıktılarının ne yönde etkileneceğini gösterir. Parametrik olmayan bir tekniktir [26].

Yukarıdaki tarihsel VZA gelişimi ile ilgili yapılan araştırmalardan da anlaşılacağı gibi VZA'nın bir üst yönetim kademesi için karar verici bir analiz niteliği taşıdığı söylenebilir. Bu doğrultuda VZA, işletme veya kuruluşların doğru hedef ve kararlar almasında yol gösterici bir analiz olmaktadır.

3.2. VZA MODELLERİ

VZA analizi temelinde kullandığı doğrusal programlama tekniği ile homojen KVB-DMUs (Decision Making Units) verilerinin verilen girdi-çıkıtı değerleri altında etkinliklerini ölçen parametrik olmayan matematiksel yöntemdir [24]. Girdi yönlü

modelde hedef çıktı miktarını azaltmadan girdileri orantısal olarak ne kadar artabilmektedir. Çıktı yönlü modelde ise hedef girdi miktarları sabit olduğunda çıktı miktarları oransal olarak ne kadar artırılabilir [27].

3.2.1. CCR (Charnes, Cooper, Rhodes)

VZA ve diğer çeşitli etkinlik metotlarında da karşımıza çıkan performans, işgücü kullanım oranının nicel ve nitel bir hedef için ne kadar kullanıldığı ve bu hedefe hangi oranda yaklaşıldığı anlamına gelmektedir [26]. 1978 yılında ölçeğe göre sabit getiri yani CRS (Constant Return to Scale) olarak bilinen metot ile Charnes, Cooper, Rhodes kendi soyadlarından oluşan CCR modelini literatüre kazandırmışlardır [11]. CCR metodundaki ana hedef, girdilerin, çıktıların sınırı ile orantılı olarak artmasıdır [28].

3.2.2. BCC (Banker, Charnes, Cooper)

CCR yönteminden yola çıkarak burada ifade edilen dışbükeyliğin bire eşitlenmesi ile Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilmiş bir lineer programlama tekniğidir. Belirli bir girdi miktarına karşılık ne kadar çok maksimum değerde çıktı alınabileceğini hedeflemektedir [23], [29].

3.2.3. Malmquist TFVE

Malmquist Endeksi (MI-Malmquist Index) çift yönlü bir endekstir ve iki ekonominin üretim teknolojilerini karşılaştırmak için kullanılabilir. Yöntemi geliştiren ve tanıtan Profesör Sten Malmquist'den ismini almıştır. Malmquist verimlilik endeksi olarak da adlandırılır [30].

Burada bulunan “uzaklık fonksiyonu” ile bir endeks kurma fikri ilk olarak Sten Malmquist [31] tarafından tanıtılmıştır. Buradaki uzaklık fonksiyonu Denklem (3.1)'de verilmiştir.

$$d(x, y) = \min \{ \delta : (y / \delta) \in S \} \quad (3.1)$$

y vektörü S sınırı (üretim sınırı) üzerinde ise değerler birbirlerine eşit olacağından $=1$;

y vektörü S içinde bulunan teknik etkin olmayan bir noktayı tanımlıyorsa >1 ;

y vektörü S dışında kalan mümkün olmayan bir noktayı tanımlıyorsa <1 'dir.

θ fonksiyonu bize zaman ile birlikte etkinlik değerlerinin karşılaştırmasını sağlamaktadır.

Buna bağı olarak uzak fonksiyonu yardımıyla yeni etkinlik değerleri hesaplanır.

$$TFVD_0 = \left[\frac{\theta_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\theta_0^t(x_0^t, y_0^t)} \frac{\theta_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\theta_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)} \right]^{1/2} \quad (3.2)$$

Benzer şekilde bir sonraki zaman/dönem dilimi içinde bu hesaplamalar yapılır. Bu formül sonucu toplam faktör etkinlik değeri bulunmuş olur.

Denklem (3.2) içinde bulunan θ fonksiyonu t anındaki girdi vektörü ile t anındaki etkinlik sınırının karşılaştırılmasını ifade etmektedir. Bununla birlikte yine aynı şekilde θ^{t+1} fonksiyonu ise t+1 zamanındaki girdi vektörü ile t+1 anındaki etkinlik sınır değerinin karşılaştırılmasını ifade etmektedir. $\theta^t(t+1)$ fonksiyonu ise t+1 dönemindeki girdi vektörünün t zamanındaki etkinlik sınırı ile karşılaştırılmasını temsil etmektedir. Malmquist endeks formülü sonucu $TFVD_0 < 1$ ise t+1 dönemde ilgili KVB değerlerinin verimliliğinde düşüş vardır. Bu $TFVD_0 = 1$ olduğunda ilgili dönemde verimlilik korunmuştur. $TFVD_0 > 1$ olduğu durumda ise t+1 dönemde KVB değerinin verimliliği yükselmiştir şeklinde yorumlanır [3].



4. R YAZILIM DİLİ

4.1. R İSTATİSTİKSEL PROGRAMLAMA DİLİ

R, ücretsiz, açık kaynaklı ve oldukça genişletilebilir. Ayrıca, karar verme sürecinde önemli bir konu olan VZA metodolojisini diğer nicel teknikler ve yazılımlarla entegre etmenin bir yolunu sunabilen bir yazılım dilidir [22].

R, istatistiksel hesaplama ve grafikler için yazılım ortamı olup aynı zamanda programlama dilidir. R Foundation tarafından desteklenen ve GNU Tasarısının parçası olan bir özgür yazılımdır. R (4.0.3) açık kaynak kodlu istatistiki yazılım geliştirme dili kullanılmıştır. Daha kolay analiz ve zaman tasarrufu amacıyla R studio (1.3.1093) yazılım geliştirme ortamı kullanılmıştır. Uygulama metodu olarak ise Veri Zarflama Analiz (VZA) ve Malmquist Index yöntemi tercih edilmiştir.

S dilinden esinlenerek tasarlanmış olup ismini ise geliştiricilerinin adlarının baş harflerinden almıştır. Ross Ihaka ve Robert Gentleman tarafından AT&T Bell laboratuvarlarında geliştirilmiştir. Genel kamu lisansı altında ücretsiz olarak dağıtımı mevcuttur ve indirilip kullanılabilir. Linux, windows ve macos gibi platformlarda çalıştırılabilir. Yazılım hala R core development team (r çekirdek geliştirici takımı) tarafından ilerletilmektedir. Derleyici kullanan bir dil olmayıp kodlar direk olarak bilgisayarın hafızasında çalıştırılır [32].

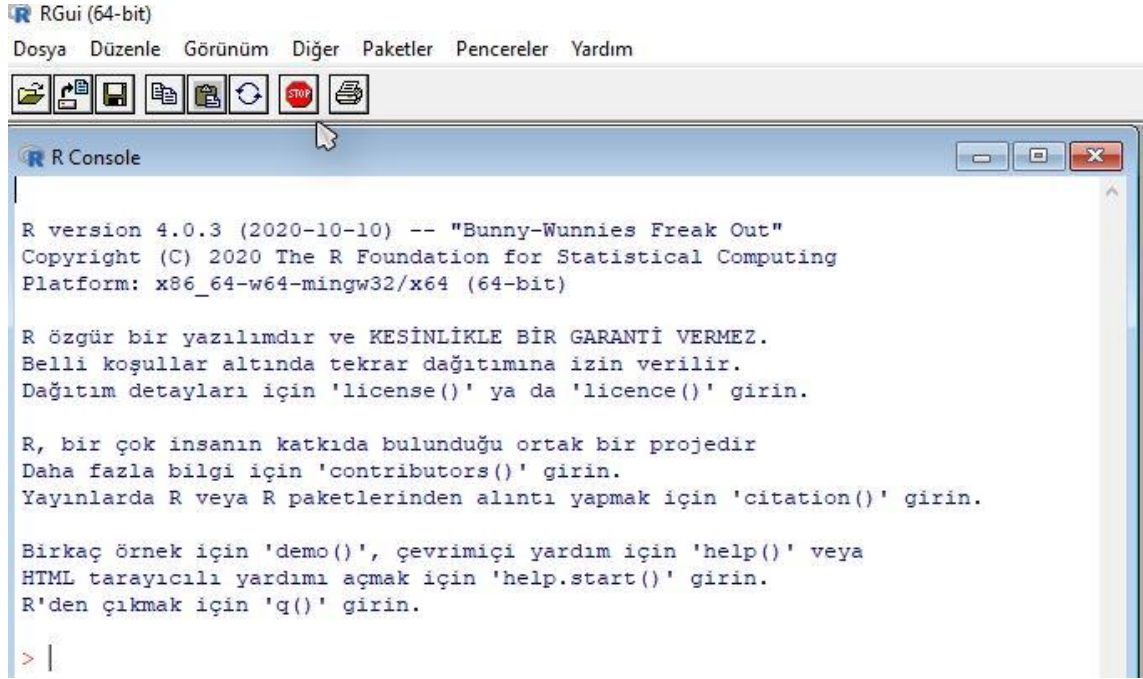
Paket mantığı sayesinde istenilen analiz yapılabilir. İstenilen paket yüklendikten sonra içerisinde bulunan komutlar aktif hale gelecektir. R yazılımını çalışmada tercih etmemizin bir diğer sebebi ise paket sayısının fazla olmasıdır. 16851 adet paket aktif olarak indirebilir haldedir. Büyük küçük harf duyarlılığı olan bir dildir [35].

4.2. R STUDIO

4.2.1. R Studio Komut Satırı

Rgui olarak açılan arayüzde komutlar ve grafikler çalıştırabilir. Ancak bu ekran görsel arayüz olmasına rağmen tam anlamıyla kullanışlı değildir. Yazılım tasarımı esnasında gerekli olacak kaydetme, veri seti içe aktarma ve paket yükleme gibi seçenekler yoktur.

Buradaki işlemler kodlar yardımıyla yapılmaktadır. Bu ise yapılacak olan çalışmanın süresini etkileyecektir.



Şekil 4.1. R konsol ekranı.

4.2.2. Kullanılan Paketler

Veri setinin analizi ve komutların çalışması için R’da paket sistemi bulunmaktadır. Bu sistemde kullanmak istediğimiz her komut belirli bir paketin içerisindedir. Paket yükleme işlemi internet erişimi olan bir bilgisayarda *install.package("paket_ismi")* komutuyla yapılabilir. Geri kalan yükleme işlemleri otomatik olarak yapıp tamamlanacaktır. Sonra bu paketin aktif edilmesi için *attach("paket_ismi")* komutu kullanılmalıdır. Bu aşamadan sonra paket ve içerdiği komutlar istenilen yerde kullanılabilir.

Uygulanan kod bloğu ile yapılan analizde kullanılan paket ve tanımları mevcuttur;

- *library("productivity")*

Veri zarflama analizinde gerekli olan paketlerdendir. *Malm()* fonksiyonunu çalıştırmak için kullanılır.

- *library("Benchmarking")*

Malmquist index ve diğer bazı VZA metotlarını barındıran pakettir. *dea.plot()* komutu ile girdi-çıkı grafik oluşturulabilir.

- `library("deaR")`

`Model_basic()` ve `malmquist_index()` fonksiyonu Malmquist index ve temel VZA hesaplaması için kullanılır.

- `library("xlsx")`

Bazı excel versiyonlarını okuma ve yazma işlemi için gerekli olan pakettir. `read.xlsx()` komutu ile kullanılabilir.

- `library("readxl")`

Bazı excel versiyonlarını okuma ve yazma işlemi için gerekli olan pakettir. İçerisinde `read_excel()`, `read_xls()` ve `read_xlsx()` komutları bulunur.

- `library("rJava")`

deaR paketindeki VZA yöntemi ve `malmquist_index()` fonksiyonunun çalışması için gerekli olan ve arka planda java işlemlerini gerçekleştiren pakettir.

- `library("writexl")`

Analiz sonucunda istediğimiz bilgileri excel tablosu halinde dışa aktarmak için kullanılan pakettir.

4.2.3. Komutlar Hakkında Bilgiler

R kodları hazırlanırken her kod bir pakete mensuptur. Bu paket yüklenmeli ve eklenmelidir. Bu aşamalardan sonra paket içerisindeki tüm kodlar yazım şekillerine uygun oldukça kullanılabilir [32]. Mevcut çalışma dizinine `getwd()` fonksiyonu ile ulaşabiliriz. R ortamının anlık hali bu dizin altına kaydedilmektedir. Yeni bir çalışma dizini için ise `setwd()` komutu kullanılabilir.

İstenilen paketi veya paketleri otomatik olarak tanımlı olan kaynak sağlayıcısından internet bağlantısı sayesinde indirmek ve sisteminize otomatik olarak yüklemek için `install.packages()` komutu kullanılabilir.

İndirilen paketlerin aktif hale gelmesini `library()` komutu sağlamaktadır. Bu işleme ekleme (attach) işlemi denir. Eğer indirilen paketler aktif edilmezse help (yardım) kısmından komut ile ilgili bilgi edinilemez ve paket içerisinde bulunan komutlar kullanılamaz. Konsol panelinde hata alınır. Diğer elektronik ortamlardan excel tablolarını `read_excel()` komutu ile R studio ortamına ekleyebiliriz. `select()` fonksiyonu

belirli bir tablodan veya matristen istediğimiz kolon veya satırları seçmemizi sağlamaktadır. Bir veri tablosunu R veri çerçevesine çevirmek için *as.data.frame()* komutu kullanılır. Yüklenen ve çalıştırılmak istenen bazı paketler için veri setleri data frame(veri çerçevesi) olarak R ortamına tanımlanmalıdır. *round()* fonksiyonu ise veriseti veya nümerik değerlerde ortaya çıkan ondalık hataları gidermek için sayıları istenen hane sayısına yuvarlamaktadır. Sayısal ifadeleri nümerik olarak sınıflandırmak için kullanılan *as.numeric()* komutu bazı verilerin sınıflarını sayısal olarak tanımlamak için kullanılır. Nümerik olarak tanımlanmayan değerler bazen sürüm kaynaklı hatalar verebilir. Çalıştırılan komut bloğunun çıktılarını kaydederek R çalışma dizinine istenen isimle bir metin dosyası oluşturmak istenebilir. Bu ise *sink()* komutu ile mümkündür. Bu komut yazıldığı yerden itibaren kayda başlar. Bitirilmek istenen yere aynı şekilde boş parametre ile tekrar yazılmalıdır. İkinci *sink()* görüldüğünde kayıt işlemi sonlanır. VZA için gerekli olan veri setini paket için *read_data()* komutu okur. İstenen veriseti formatına getirir. Bu komut yapılmadan çalıştırılan VZA analiz komutları hata alabilir [30]. *model_basic()* komutu temel VZA yapmak için gerekli olan ana komuttur. Parametre olarak VRS veya CRS belirlenebilir. Çıktı veya girdi yönelimli analiz seçimi yapılabilme imkanı vermektedir. *Malmquist_index()* Malmquist TFVE algoritmasını bu paket yardımıyla uygular. Sonuçları belirlenecek değişkene atayabilir.

Özet fonksiyonu olarak *summary()* komutu kullanılmaktadır. Sonuçları atanan bir değişkeni bu fonksiyon içerisine yazılırsa otomatik olarak excel dosyası oluşturur. Oluşan bu dosya genellikle dokümanlar>R dizini altında bulunur. Veri tablolarını okutmak için ise *write.xlsx()* komutu kullanılır. Bununla beraber *summary()* komutuna benzer olarak belirtilen isimde bir excel dosyası oluşturur. Excel dosyası halinde sonuçları dışarıya aktarmanın alternatif bir yoludur. R ortamı içerisinde tanımlanmış veya bulunmuş sonuçları/tablolari yeni bir sekme açarak göstermek için *View()* komutu kullanılır.

Environment		Files	Plots	Connections	Packages	Help
Install		Update		<input type="text"/> <input type="button" value="G"/>		
Name	Description	Version				
System Library						
<input type="checkbox"/>	askpass	Safe Password Entry for R, Git, and SSH	1.1	<input type="button" value="G"/>	<input type="button" value="X"/>	
<input type="checkbox"/>	assertthat	Easy Pre and Post Assertions	0.2.1	<input type="button" value="G"/>	<input type="button" value="X"/>	
<input type="checkbox"/>	backports	Reimplementations of Functions Introduced Since R-3.0.0	1.1.6	<input type="button" value="G"/>	<input type="button" value="X"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	base	The R Base Package	4.0.3			
<input type="checkbox"/>	base64enc	Tools for base64 encoding	0.1-3	<input type="button" value="G"/>	<input type="button" value="X"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Benchmarki...	Benchmark and Frontier Analysis Using DEA and SFA	0.29	<input type="button" value="G"/>	<input type="button" value="X"/>	
<input type="checkbox"/>	BH	Boost C++ Header Files	1.72.0-3	<input type="button" value="G"/>	<input type="button" value="X"/>	
<input type="checkbox"/>	boot	Bootstrap Functions (Originally by Angelo Canty for S)	1.3-25	<input type="button" value="G"/>	<input type="button" value="X"/>	
<input type="checkbox"/>	callr	Call R from R	3.4.3	<input type="button" value="G"/>	<input type="button" value="X"/>	
<input type="checkbox"/>	cellranger	Translate Spreadsheet Cell Ranges to Rows and Columns	1.1.0	<input type="button" value="G"/>	<input type="button" value="X"/>	
<input type="checkbox"/>	class	Functions for Classification	7.3-17	<input type="button" value="G"/>	<input type="button" value="X"/>	
<input type="checkbox"/>	cli	Helpers for Developing Command Line Interfaces	2.0.2	<input type="button" value="G"/>	<input type="button" value="X"/>	

Şekil 4.2. Paketlerin yüklenip eklenmesi.

5. UYGULAMA

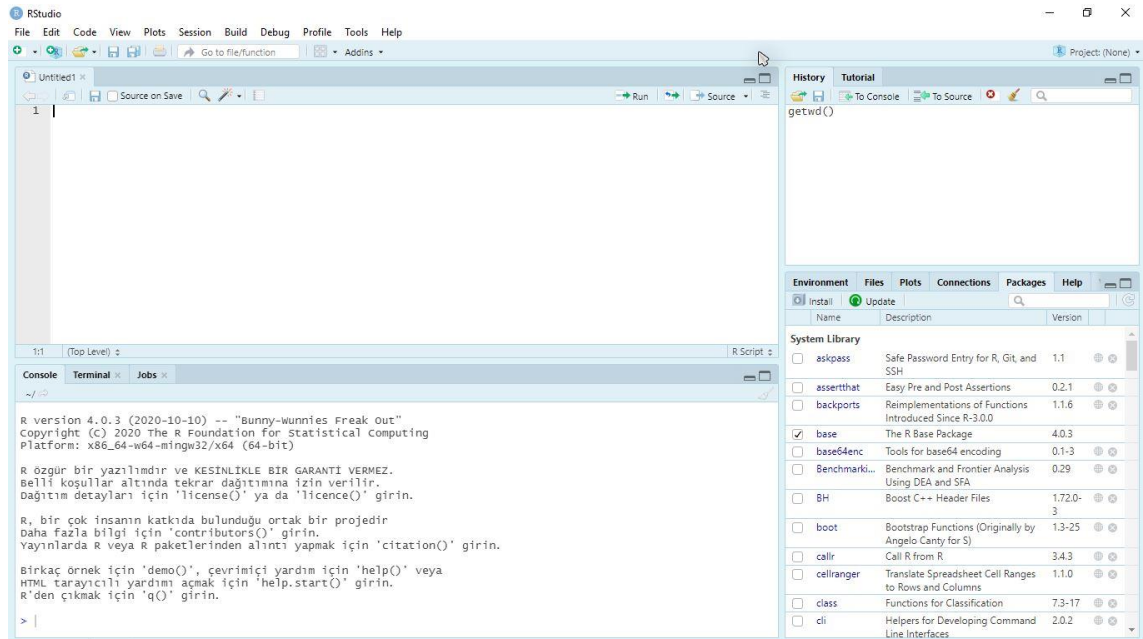
5.1. R STUDIO ARAYÜZÜ

Aşağıda R studio tasarım ortamının ilk açılış ekranı bulunmaktadır. Arayüzün sağ alt kısmında paket ekleme ve çıkarma, yardım ve grafik çizimlerinin gösterildiği “plots” sekmesi bulunmaktadır.

Sağ üst kısımda ise hazır veri setleri ve geçmiş sekmeleri bulunur. Daha önce tanımlanan değişkenler ve kodlar burada bulunur. İstenildiğinde kodlara çift tıklayarak yine aynı kod otomatik olarak kullanılabilir.

Sol alt kısımda kodların çalıştırıldığı “prompt” ismi verilen panel vardır. Anlık olarak kod çalıştırılabilir.

Sol üst kısımda ise script (işlevsel kod parçası) paneli bulunur. Burada ise hazırladığımız bir kod bloğu veya algoritma yazılabilir. Bu script file (dosya) sekmesinden kayıt edilebilir.



Şekil 5.1. R studio arayüzü.

5.2. VERİLERİN İÇERİ AKTARILMASI

Veri tablolarını içeri aktarmak için iki farklı metot bulunmaktadır. Bu işlem ister komut ile istenirse R studio yönetim panelinden yapılabilmektedir.

5.2.1. Veri Seti

Ülkemizde 2008-2013 arası faaliyet gösteren bankaların krediler, özkaynak, gelir, gider, mevduat, şube sayısı ve personel sayısından oluşan bir veri seti oluşturulmuştur [33]. Uygulama aşamasında krediler, gider, mevduat ve özkaynak kolonları girdi değerleri olarak kullanılacaktır. Çıktı olarak ise şube sayısı, personel sayısı ve gelir değerleri seçilmiştir. Seçilen girdi ve çıktı değerlerinin geçerli ve kullanılabilir olduğunu benzer çalışmalarda görebilmekteyiz. Yapılacak olan VZA analizinde kullanılan KVB birimleri sektör ve kurumla yakın alaka içermelidir [34]. Burada belirlenecek KVB değerleri göz önünde bulundurularak daha doğru ve anlamlı sonuçlar elde etmek için benzer özellikli KVB değerlerinin ortak girdi ve çıktı değerleri ele alınmıştır [28], [35].

DMUs	Date	KREDILER.I.	ÖZKAYNAK.I.	GIDER.I.	MEVDUAT.I.	Ş.S.O.	P.S.O.	GELİR.O.
ZIRAAT BANKASI	2008	30836194	7361236	10990362	83883435	1269	21299	13706479
TURKIYE HALK BANKASI	2008	25836298	4288827	5668929	40271114	622	12467	7156120
TURKIYE VAKIFLAR BANKASI	2008	30502299	5670999	5758139	37120277	525	9567	6726362
TURK EKONOMI BANKASI	2008	8504777	3228628	1962619	9271747	336	6400	2049114
AKBANK	2008	44374104	11208372	8399790	52181947	868	15127	10441320
SEKERBANK	2008	4799814	975271	1122556	5931571	250	4089	1535513
TURKIYE GARANTI BANKASI	2008	49907407	9469074	8742822	52715281	726	16350	9676363
TURKIYE İS BANKASI	2008	47610332	9449011	9797390	63539185	1039	20924	11247683
YAPI VE KREDİ BANKASI	2008	38672952	6853047	6967259	41705329	861	14795	7390966
ARAP TURK BANKASI	2008	325521	257228	41757	98000	3	170	76587

Şekil 5.2. Veri seti aktarma işlemi.

Veri aktarım işlemi tamamlandıktan sonra kodlar çalıştırılabilir. Burada aktarılan tablo veya matris aynı zamanda konsol (prompt) kısmından da *view()* komutu yardımıyla görülebilmektedir.

VZA için çalışmadaki amacımız çıktıları maksimize etmek olduğundan çıktı yönelimli (output oriented) teknik kullanılacaktır. Kolon isimlerinin yanlarında bulunan sıralama işaretleri yardımıyla istenen sıra ve filtrede veri seti görüntülenebilir.

5.3. KODLARIN ÇALIŞTIRILMASI

Ana kod bloğumuz script sekmesinde yazılmıştır. Bu aşamadan sonra analizi uygulamak için kodların tamamı seçilir ve script penceresinden sağ üst kısımda bulunan RUN butonuna basılır. Veri setinin büyüklüğüne göre bu süre değişkenlik gösterebilir.

5.3.1. Kod Farklarının Karşılaştırılması

VZA metodu gerçekleştirecek olan kod parçasında bulunan;

```
veri1 <- read_data(verisetim,inputs=3:6,outputs=7:9)
#Run the DEA model:
result_veri1 <- model_basic(veri1,orientation = c("oo"),rts = "vrs")
```

inputs parametresi girdi verilerinin bulunduğu kolon sıra sayısını belirtmektedir. *Outputs* ise çıktı değerlerinin kolon sayılarını temsil etmektedir. *efficiencies()* komutu ile R'in VZA metodunda hesapladığı etkinlik değerleri elde edilmiş ve değişkene atanmıştır.

Çizelge 5.1. VZA ortalama etkinlik değişimleri.

DMUs	TC
Ziraat Bankası	0,950271
Türkiye Halk Bankası	0,959983
Türkiye Vakıflar Bankası	0,928497
Türk Ekonomi Bankası	0,848566
Akbank	0,844983
Şekerbank	0,915854
Türkiye Garanti Bankası	0,886852
Türkiye İş Bankası	0,886588
Yapı Kredi Bankası	0,890404
Arap Türk Bankası	0,927777
Türkish Bank	0,902268
Ing Bank	0,885595
Türkland Bank	0,942563
Tekstil Bankası	0,932967
Finansbank	0,936157
Deutsche Bank	0,953094
HSBC Bank	0,899779
Alternatifbank	0,940826
Anadolubank	0,89221

Diğer taraftan Malmquist endeks analizinin komutlarında;

read_malmquist(verisetim1,percol=2,arrangement="vertical",inputs=3:6,outputs=7:9)

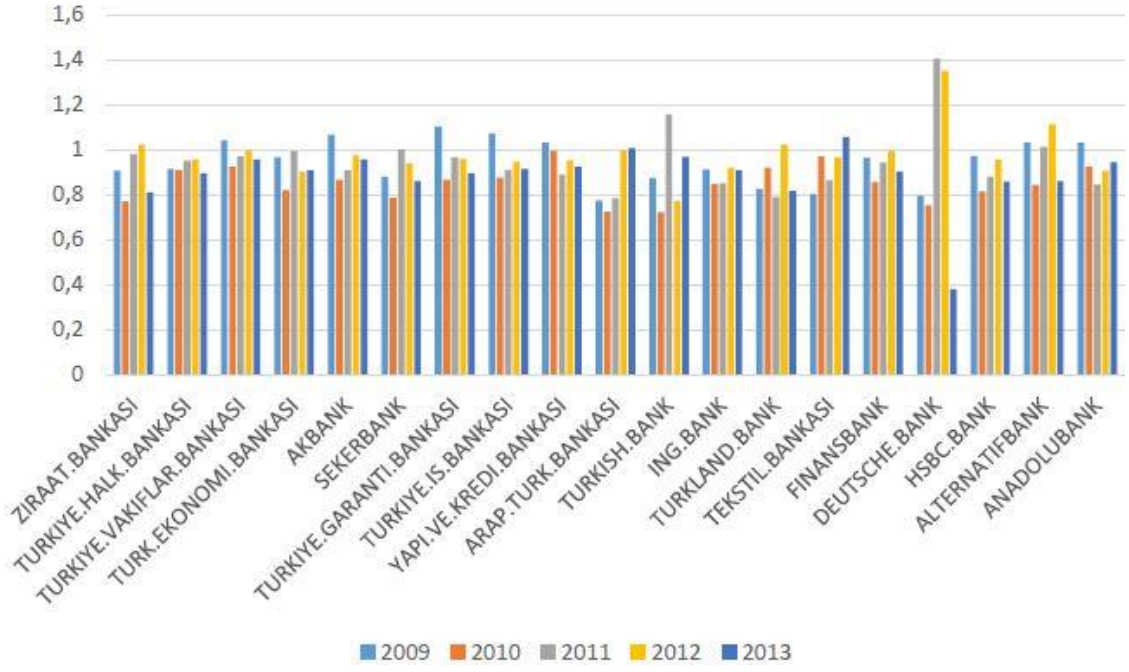
bulunan ve diğer komut cümlesinden farklı olarak *percol* parametresi geçmektedir. Bu parametre “period column” anlamına gelmektedir. Diğer bir farklı belirleyici olan *arrangement* parametresi ise veri setinin dikey mi veya yatay mı olduğunu anlatmaktadır.

Eğer KVB elemanlarınız buradaki gibi sütunda bulunuyorsa parametre değeri *vertical* olmalıdır. Tam tersi bir durumda *horizontal* seçeneği kullanılmalıdır. *Outputs* ve *inputs* parametreleri ise VZA metodundaki gibidir.

Çizelge 5.2. Malmquist dönemsel etkinlik değişimi.

	2009	2010	2011	2012	2013
Ziraat Bankası	0,90604042	0,76937954	0,979599646	1,022008045	0,81010854
Türkiye Halk Bankası	0,91345151	0,90752620	0,950306537	0,956944794	0,89510358
Türkiye Vakıflar Bankası	1,04099505	0,92346539	0,970813956	0,997051859	0,95594061
Türk Ekonomi Bankası	0,96557631	0,82071496	0,992018908	0,902100003	0,90744883
Akbank	1,06592116	0,86617476	0,90813973	0,976960564	0,95720135
Şekerbank	0,87963143	0,78554210	1,002087724	0,939876503	0,85997844
Türkiye Garanti Bankası	1,10302821	0,86565993	0,96606103	0,958175585	0,89377462
Türkiye İş Bankası	1,07136356	0,87498774	0,909914257	0,946098224	0,91510243
Yapı Kredi Bankası	1,03007926	0,99547846	0,888568579	0,952787045	0,92333903
Arap Türk Bankası	0,77385016	0,72362280	0,784001065	0,995604452	1,00659861
Türkish Bank	0,87429039	0,72042944	1,156466979	0,772484576	0,96806982
Ing Bank	0,91118830	0,84710543	0,849598497	0,91886996	0,90750050
Türkland Bank	0,82558952	0,91891517	0,789924141	1,022479776	0,81658363
Tekstil Bankası	0,80385446	0,96929511	0,863491148	0,966035774	1,05763020
Finansbank	0,96445186	0,85563308	0,942456917	0,991889732	0,90243555
Deutsche Bank	0,79498743	0,75387832	1,403560484	1,350366842	0,37922266
HSBC Bank	0,97232021	0,81476854	0,878930151	0,955885403	0,85687710
Alternatifbank	1,03027871	0,84225308	1,013465955	1,111996416	0,86040734
Anadolubank	1,03289905	0,92287869	0,846424375	0,905247989	0,94480842

Aşağıda elde edilen sayısal sonuçların görselleştirilmiş grafiği verilmiştir. Azami etkinlik değeri olarak 1,4 değeri gözlemlenmiştir. Asgari değer ise yaklaşık 0,4 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara bağlı öneriler ve detaylı incelemeler sonuçlar bölümünde ele alınmıştır.



Şekil 5.3. Dönemsel Malmquist skorları.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sonuç verileri uygulama bölümünde açıklanan kodlarla dışarı aktarılıp düzenlendikten sonra çizelge halinde bu bölümde ele alınmıştır. Beş dönemlik etkinlik tablosundan elde edilen sonuçlara istinaden; ortalama skorlara bakıldığında, analizi yapılan dönemler içerisinde Türkiye Vakıflar Bankası 0,97 ile en yüksek skora sahiptir. EC, TC ve MI değerleri birbiri ile orantılı olduğundan TC verileri üzerinden sonuçlar yorumlanacaktır. EC verileri göz önüne alınırsa yine Türkiye Vakıflar Bankası ilk sırada yer almaktadır. Ancak TC değişimlerinin ortalamasında il üç sırada sırasıyla Alternatifbank, Türkiye Vakıflar Bankası ve Akbank gelmektedir. EC verilerinde 16 banka ortalama olarak etkindir. ING Bank, Türkland Bank ve Türkiye Halk Bankası daha az etkin olarak yorumlanabilir.

Dönemsel etkinlik değişimi göz önüne alındığında Deutsche Bank 2011 ve 2012 dönemlerinde en yüksek skorları almıştır. 2010 yılına göre %86,2'lik etkinlik artışı göstermiştir. İlk dönem olan 2009 döneminden başlanacak olursa Garanti Bankası 1 1'lik skorla ilk sırada etkin olmuştur. Bu dönem içerisinde en düşük skora sahip olan Arap Türk Bankası 0,77 ile son sırada yer almaktadır. 2010 döneminde ise Arap Türk Bankası ve Turkish Bank 0,72'lik skorlar etkinlikleri düşüktür. 2010 döneminde ise Yapı Kredi Bankası 0,99'luk skoru ile ilk sırada etkindir.

2011-2012 döneminde ise etkinliği düşük olan bankalar sırasıyla Arap Türk Bankası, Türkland Bank ve Turkish Bank olmuştur. Son dönemde ise Tekstil Bank 1,05 etkinlik skoruyla ilk sırada ve Deutsche Bank 0,37'lik skor ile son sırada yer almıştır. Deutsche Bank'da saptanan bu etkinlik düşüşü ve sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda Arap Türk Bankası, Türkland Bank ve Turkish Bank için birkaç önlem alınması gereken durum söz konusu olmaktadır.

Deutsche Bank'ın son dönem etkinliği ve Arap Türk Bankası, Türkland Bank ve Turkish Bank için aşağıdaki maddeler değerlendirilmelidir. Girdi maddelerine göre işletmelerin göz önünde bulundurmaları gereken değerler mevcuttur. Bu değerler doğru planlama ve kararlar ile düzeltildiği takdirde bankalar ve dolayısıyla ülkemiz ekonomik verimliliği artacaktır;

- Şube ve personel sayısındaki yetersiz olma ihtimalinin incelenmesi
- Şube bazında etkinlik değerlendirilmelidir
- Verilen kredi miktarlarının kontrolü ve bunların artırılması
- Özkaynak yetersizliği
- Giderlerin kontrol altında tutulması
- Gelirlerin yukarıdaki maddelere bağlı olarak artırılması
- 2008 Dünya krizinin bankalar üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi

Sonuç itibariyle hem VZA tekniğindeki TC değeri hem de Malmquist TFVE dönemsel sonuç değerleri ile kurumlar kendileri ve buldukları ülke açısından daha getirisi yüksek kararlar alabilirler. Bu ise sadece tek bir metot ile değil ayrıca birimler (şube, personel) gibi konularda da yapılacak olan benzer VZA-Malmquist ya da etkinlik verimliliği çalışmalarıyla sağlanabilir.



7. KAYNAKLAR

- [1] On birinci kalkınma planı, *T.C. Resmi Gazete*, Sayı: 30840, 23 Temmuz 2019.
- [2] Anonim. (2020, 12 Kasım). *Diğer sayısal bilgiler tablosu* [Online]. Erişim: <http://www.bddk.org.tr/BultenAylik>.
- [3] İ. Akhisar ve S. Tezergil, “Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi: Türk sigorta sektörü uygulaması,” *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, c. 5 sayı 10, ss. 1–14, 2014.
- [4] E. Çakmak ve H. H. Örkücü, “Türkiye’deki illerin etkinliklerinin sosyo-ekonomik temel göstergelerle veri zarflama analizi kullanarak incelenmesi,” *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, c. 6, sayı 10, ss. 30-48, 2016.
- [5] A. Kutlar, “Türkiye’deki kamu üniversitelerinde CCR etkinliği-ölçek etkinliği analizi: DEA tekniği uygulaması,” *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, sayı 15, ss. 148–172, 2008.
- [6] D. Okursoy, A. Tezsürücü, “Veri zarflama analizi ile göreceli etkinliklerin karşılaştırılması: Türkiye’deki illerin kültürel göstergelerine ilişkin bir uygulama,” *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, c. 21, sayı 2, 2014.
- [7] V. S. Özsoy, “Performans analizi için yeni bir karar destek sistemi,” Yüksek lisans tezi, İstatistik Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2012.
- [8] Anonim. (2020, 8 Aralık). *Türk bankacılık sisteminde etkinlik analizi* [Online]. Erişim: http://www.denetimnet.net/UserFiles/Documents/24_6.pdf.
- [9] S. A. Berg, F. R. Førsund, ve E. S. Jansen, “Malmquist indices of productivity growth during the deregulation of norwegian banking, 1980-1989,” *The Scandinavian Journal of Economics*, c. 94, sayı Supplement, ss. 211–228, 1992.
- [10] E. Grifell-Tatjé ve C. A. K. Lovell, “A note on the malmquist productivity index,” *Economics Letters*, c. 47, sayı 2, ss. 169–175, 1995.
- [11] D. Oh, H. Löf, ve A. Heshmati, “The icelandic economy: A victim of the financial crisis or simply inefficient,” *Royal Institute of Technology*, c. 199, ss. 1–28, 2009.
- [12] O. Zaim, “The effect of financial liberalizatu on the efficiency of Turkish commercial banks,” *Applied Financial Economics*, c. 5, sayı 4, ss. 257–264, 1995.
- [13] I. Işık ve M. K. Hassan, “Technical, scale and allocative efficiencies of Turkish banking industry,” *Journal of Banking and Finance*, c. 26, sayı 4, ss. 719–766, 2002.
- [14] C. A. Denizer, M. Dinç, ve M. Tarımcılar, “Financial liberalization and banking efficiency: Evidence from Turkey,” *Journal of Productivity Analysis*, c. 27, sayı 3, ss. 177–195, 2007.

- [15] H. Fukuyama ve R. Matousek, "Efficiency of Turkish banking: Two-stage network system," *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, c. 21, sayı 1, ss. 75–91, 2011.
- [16] A. Steinherr, A. Tükel, ve M. Üçer, "EU-Turkey working papers challenges and outlook in transition to EU membership," Economic and Financial Report, European Investment Bank, Luxembourg, Rap. 2004/02, 2004.
- [17] H. Fukuyama, N. G. Tzeremes ve R. Matousek, "A nerlovian cost inefficiency two-stage DEA model for modeling banks production process: Evidence from the Turkish banking system," *Omega*, c. 95, sayı Eylül, 2020.
- [18] D. Özdemir ve F. Şahin, "Ticari bankaların etkinliklerinin VZA ve malmquist TFV endeksi ile incelenmesi," *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, c. 34, sayı 4, ss. 1559–1580, 2020.
- [19] J. C. Paradi, S. Rouatt, ve H. Zhu, "Two-stage evaluation of bank branch efficiency using data envelopment analysis," *Omega*, c. 39, sayı 1, ss. 99–109, 2011.
- [20] C. Kao, "Malmquist productivity index for network production systems," *Central Europe Workshop Proceedings*, c. 1623, ss. 733–744, 2016.
- [21] F. Lorcu, "Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi: Türk otomotiv sanayi uygulaması," *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, c. 39, sayı 2, ss. 276–289, 2010.
- [22] J. F. M. Pessanha, A. Marinho, L. C. Laurencel, ve M. R. S. Amaral, "Implementing DEA models in the R program," *11th International Conference on Data Envelopment Analysis*, Samsun, Türkiye, 2013, sayfa 233-239.
- [23] B. Hollingsworth ve P. Smith, "Use of ratios in data envelopment analysis," *Applied Economics Letters*, c. 10, sayı 11, ss. 733–735, 2003.
- [24] N. G. Özel, İ. E. Şahin, ve R. Göral, "Türk bankacılık sektöründe etkinlik ve verimlilik analizinin veri zarflama yöntemi ile incelenmesi: 2013- 2015 dönemi uygulaması," *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, c. 17, sayı 30. yıl özel sayı, ss. 85–100, 2017.
- [25] H. Budak, "Veri zarflama analizi ve türk bankacılık sektöründe uygulaması," *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, c. 23, sayı 3, ss. 95–110, 2011.
- [26] A. Charnes, W. W. Cooper, ve E. Rhodes, "Measuring the efficiency of decision making units," *European Journal of Operational Research*, c. 2, sayı 6, ss. 429–444, 1978.
- [27] H. H. Örkücü, C. Balıkçı, M. I. Doğan, ve A. Genç, "An evaluation of the operational efficiency of Turkish airports using data envelopment analysis and the malmquist productivity index: 2009-2014 case," *Transport Policy*, c. 48, sayı 1, ss. 92–104, 2016.
- [28] İ. Özer, "Veri zarflama analizi ve bir uygulama," Yüksek lisans tezi, İstatistik Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2008.
- [29] Y. Akyüz, F. Yıldız, ve Z. Kaya, "Measuring total factor productivity with the malmquist index and data envelopment analysis (DEA): An application in deposit banks listed in BIST", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler*

Dergisi, c. 27, sayı 4, ss. 110–130, 2013.

- [30] Anonim. (2020, 10 Aralık). *Malmquist index total factor productivity* [Online]. Erişim: https://en.wikipedia.org/wiki/Malmquist_index.
- [31] S. Malmquist, “Index numbers and indifference surfaces,” *Trabajos de Estadística*, c. 4, sayı 2, ss. 209–242, 1953.
- [32] M. C. Hochberg, “R for Beginners,” *Osteoarthritis and Cartilage*, c. 25, s. 1, ss. 55-64, 2017.
- [33] Anonim. (2021, 2 Ocak). *Bankalara dair istatistik raporları* [Online]. Erişim: <https://www.tbb.org.tr/tr/bankacilik/banka-ve-sektor-bilgileri/istatistiki-raporlar/59>.
- [34] Y. Ayriçay ve M. Özçalıcı, “1997-2012 yılları arasında Türkiye’de veri zarflama analizi ile ilgili yayınlanan akademik çalışmalar,” *Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, c. 1, sayı Şubat, ss. 50-84, 2014.
- [35] K. O. Oruç, “Veri zarflama analizi ile bulanık ortamda etkinlik ölçümleri ve üniversitelerde bir uygulama,” Doktora tezi, İşletme Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 2008.

8. EKLER

8.1. EK 1: VZA ANALİZİNDE KULLANILAN KODLAR

```
install packages("productivity")
```

```
install packages("Benchmarking")
```

```
install packages("deaR")
```

```
install packages("xlsx")
```

```
install packages("readxl")
```

```
install packages("rJava")
```

```
install packages("writexl")
```

```
library("productivity")
```

```
library("Benchmarking")
```

```
library("deaR")
```

```
library("xlsx")
```

```
library("readxl")
```

```
library("rJava")
```

```
library("writexl")
```

```
attach("productivity")
```

```
attach("Benchmarking")
```

```
attach("deaR")
```

```
attach("xlsx")
```

```
attach("readxl")
```

```
attach("writexl")
```

```
attach("rJava")
```

```
verisetim <- read_excel("C:/Users/onur onan/Desktop/ dosyalar/banks.xlsx")
```

```

#veri1= verisetim %>% select(KREDILER I ,OZKAYNAK I ,MEVDUAT I ,GIDER I ,S
S O ,P S O ,GELIR O )

verisetim= as data frame(verisetim)

view("verisetim ")

# verisetim `$KREDILER I ` = round(verisetim `$ KREDILER I ` , digits = 8 )

# verisetim `$GIDER I ` = round(verisetim `$ GIDER I ` , digits = 6 )

#View(data2_test$` GIDER I `)

#View(data2_test$` KREDILER I `)

#verisetim$`DATE{I}`=format(verisetim_orderingdmu$`DATE{I}` , format=
"%Y%m%d")

# verisetim_orderingdmu$`DATE{I}`=as numeric(verisetim_orderingdmu$`DATE{I}`)

sink("output1 txt")

veri1 <- read_data(verisetim,inputs=3:6,outputs=7:9)

#Run the DEA model:

result_veri1 <- model_basic(veri1,orientation = c("oo"),rts = "vrs")

summary(result_veri1)

eff1=efficiencies(result_veri1)

eff1

print("-----")

x=1/eff1

x

#print("-----")

sink()

write_xlsx (result_veri1, file = "veri1dataresult.xlsx")

summary(result_veri1, exportExcel = TRUE, filename = NULL)

```

8.2. EK 2: MALMQUIST ANALİZİNDE KULLANILAN KODLAR

```
install.packages("productivity")
install.packages("Benchmarking")
install.packages("deaR")
install.packages("xlsx")
install.packages("readxl")
install.packages("rJava")
install.packages("writexl")
library("productivity")
library("Benchmarking")
library("deaR")
library("xlsx")
library("readxl")
library("rJava")
library("writexl")
attach("productivity")
attach("Benchmarking")
attach("deaR")
attach("xlsx")
attach("readxl")
attach("writexl")
attach("rJava")
verisetim1 <- read_excel("C:/Users/onur onan/Desktop/ banks.xlsx", sep=";")
)
#verisetim1=as.data.frame(verisetim1)
#data22mayistest$`DATE{I}`=format(data22mayistest$`DATE{I}`, format=
```

```

'%Y%m%d')

#data22mayistest$`DATE{I}`= as numeric(data22mayistest$`DATE{I}`)

sink("malmquistscript txt")

data_example <- read_malmquist(verisetim1,

                                percol=2,

                                arrangement="vertical",

                                inputs= 3:6,

                                outputs= 7:9)

result <- malmquist_index(data_example,orientation = c("oo"))

print("Malmquist İndex Sonuçları")

print(result)

mi2 <- result$mi

mi2

print("Etkinlik Değişimi ")

effch2 <- result$ec

effch2

("Teknik Etkinlik Değişimi")

tech2 <- result$tc

tech2

print("BCC Etkinlik Değişimi")

effall1 <- result$eff_all$efficiency vrs

effall1

print("CCR etkinlik Değişimi")

effall2 <- result$eff_all$efficiency crs

effall2

sink()

```

write xlsx (mi2, file = "malmquistscriptmi xlsx")

write xlsx (effall1, file = "malmquistscriptbcc xlsx")

write xlsx (effall2, file = "malmquistscriptccr xlsx")

8.3. EK 3: BCC SONUÇ TABLOSU

Çizelge 8.1. BCC girdi yönlü skorlar.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ziraat Bankası	1	1	1	1	1	1
Türkiye Halk Bankası	1	1	1	1	1	0,92727
Türkiye Vakıflar Bankası	0,93761	0,95462	0,99187	0,97110	0,97788	1
Türk Ekonomi Bankası	1	0,96516	0,99355	1	1	1
Akbank	1	1	1	0,98582	0,97234	0,93605
Şekerbank	1	1	1	1	1	1
Türkiye Garanti Bankası	0,96715	1	1	1	1	0,99189
Türkiye İş Bankası	1	1	1	1	1	1
Yapı Kredi Bankası	1	1	1	0,98833	0,98409	0,92897
Arap Türk Bankası	1	1	1	1	1	1
Türkish Bank	1	1	1	1	1	1
Ing Bank	1	1	1	1	1	1
Türkland Bank	0,96309	0,96721	1	0,78593	0,79748	0,79081
Tekstil Bankası	1	0,86543	0,90598	0,87703	0,89750	1
Finansbank	1	1	1	1	1	1
Deutsche Bank	1	1	1	1	1	1
HSBC Bank	1	1	1	1	1	1
Alternatifbank	1	1	1	1	1	1
Anadolubank	1	1	1	1	1	1

8.4. EK 4: CCR SONUÇ TABLOSU

Çizelge 8.2. CCR girdi yönlü skorlar.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ziraat Bankası	1	1	1	1	0,98193	1
Türkiye Halk Bankası	0,97120	0,96878	1	1	0,94154	0,92714
Türkiye Vakıflar Bankası	0,84765	0,91226	0,94746	0,92832	0,8895	0,95872
Türk Ekonomi Bankası	0,83713	0,87998	0,84416	0,94917	0,96263	0,90093
Akbank	0,88228	0,96014	1	0,89398	0,81453	0,89275
Şekerbank	1	1	1	1	1	1
Türkiye Garanti Bankası	0,79810	0,90538	0,93995	0,85989	0,77477	0,84746
Türkiye İş Bankası	0,83414	0,94183	0,96610	0,88344	0,80997	0,85672
Yapı Kredi Bankası	0,76982	0,83566	0,96176	0,88853	0,81461	0,83713
Arap Türk Bankası	1	1	1	0,99904	1	1
Türkish Bank	1	1	1	1	1	1
Ing Bank	0,96830	1	1	1	0,94358	0,96663
Türkland Bank	0,91730	0,80561	0,88898	0,76735	0,78201	0,77824
Tekstil Bankası	1	0,85482	0,90441	0,87669	0,89409	1
Finansbank	0,91428	0,97536	1	0,97047	0,938611	0,98777
Deutsche Bank	1	1	1	1	1	1
HSBC Bank	0,92332	1	1	0,98919	1	0,95988
Alternatifbank	0,96895	1	1	1	1	1
Anadolubank	1	1	1	1	1	1

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Onur ONAN

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Müh. (disiplinlerarası)	Düzce Üniversitesi	2021
Lisans	Matematik	Selçuk Üniversitesi	2015
Lise	Bilişim Teknolojileri-Web Programcılığı	İstanbul Ticaret Odası Anadolu Ticaret Meslek Lisesi	2010