



**T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM VE BİLİŞİM SİSTEMLERİ
ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DEKİ MEVDUAT BANKALARININ
ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA),
C5.0 VE CART ALGORİTMASI İLE İNCELENMESİ:
2009-2017 DÖNEMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZLEM KURU

OSMANİYE / 2019

T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM VE BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE'DEKİ MEVDUAT BANKALARININ ETKİNLİKLERİNİN VERİ
ZARFLAMA ANALİZİ (VZA), C5.0 VE CART ALGORİTMASI İLE
İNCELENMESİ: 2009-2017 DÖNEMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZLEM KURU

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emre YAKUT
Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Emin Sertaç ARI
Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk RENÇBER

OSMANİYE / 2019

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından Yönetim ve Bilişim Sistemleri Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Emre YAKUT (Danışman)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Emin Sertaç ARI

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk RENÇBER

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylıyorum.

.../.../2019

Doç. Dr. Müjdat AVCI

Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ETİK BEYANI

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 04 / 07 / 2019

Özlem KURU

ÖZET

TÜRKİYE'DEKİ MEVDUAT BANKALARININ ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA), C5.0 VE CART ALGORİTMASI İLE İNCELENMESİ: 2009-2017 DÖNEMİ

Özlem KURU

Yüksek Lisans Tezi, Yönetim ve Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emre YAKUT

Temmuz 2019, 97 sayfa

Veri madenciliği, geçmişten günümüze artan veri miktarı karşısında neredeyse imkansız hale gelen veri ile karar verme işlevini geliştirmiş ve büyük veriler ile çalışma imkanı sunan bir disiplin olarak literatüre girmiştir. Bu çalışmada, bankaların etkinlik skorlarına Veri Zarflama Analizi ile ulaşılmış, ardından bu sınıflandırma için geliştirilen dört veri madenciliği modelinden biri doğruluk oranları baz alınarak en uygun model olarak belirlenmiştir. Geliştirilen dört modelin arasındaki fark öncelikle kullandıkları iki farklı veri setinden kaynaklıdır. Araştırmada kullanılan temel veri seti, 198 birimin 30 finansal oranı ve etkinlik skorlarından oluşmaktadır. Veri setlerinden ilkinde, temel veri setine Mann-Whitney U testi uygulanarak ulaşılmıştır. Bu veri setine C5.0 ve CART algoritmaları uygulanarak ilk iki model elde edilmiştir. İkinci veri seti ise temel veri setine uygulanan İkili Lojistik Regresyon analizi sonucunda elde kalan finansal oranlardan oluşmuştur. Bu sete uygulanan C5.0 ve CART algoritmaları ile son 2 model oluşturulmuştur. Sonuç olarak en yüksek başarıyı veren model, Veri Seti-1'e uygulanan CART algoritması ile elde edilmiştir. Etkinlik skoruna en yüksek katkı sağlayan finansal oranlar %35,2 toplam mevduat/toplam aktifler, %19,5 (özkaynak-duran aktifler)/toplam aktifler, %10,3 TL mevduat/toplam mevduat, %9,7 takipteki krediler(brüt)/toplam kredi ve alacaklar olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Veri zarflama analizi, veri madenciliği, karar ağaçları

ABSTRACT**THE EFFICIENCY INVESTIGATION OF DEPOSIT BANKS IN TURKEY
WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA), C5.0 AND CART
ALGORITHMS: 2009-2017 PERIOD****Özlem KURU****Master Thesis, Department of Management and Information Systems****Supervisor: Asst. Prof. Dr. Emre YAKUT****July 2019, 97 pages**

Data mining has developed the decision-making function with the data that has become almost impossible against the increasing amount of data from the past to the present and has developed into the literature as a discipline that provides the opportunity to work with large data. In this study, the efficiency scores of the banks were obtained by using Data Envelopment Analysis, and then one of the four data mining models developed for this classification was determined as the most suitable model based on accuracy rates. The difference between the four models is based on the two different data sets they use. The basic data set used in the study consisted of 30 financial ratios and efficiency scores of 198 units. First of the data sets was reached applying the Mann-Whitney U test to the basic data set. The first two models were obtained applying C5.0 and CART algorithms to this data set. The second data set consisted of the financial ratios obtained as a result of the Binary Logistic Regression analysis applied to the basic data set. The last 2 models were created with C5.0 and CART algorithms applied to this set. As a result, the highest performance model was obtained by CART algorithm applied to Data Set-1. Financial ratios that make the highest contribution to the efficiency score were (35,2%) total deposits/total assets, (19,5%) (equity-fixed assets)/total assets, (10,3%) TL deposits/total deposits, (9,7%) non-performing loan (gross)/total loans and receivables.

Keywords: Data envelopment analysis, data mining, decision trees

ÖN SÖZ

Bu tezde Türkiye’de çalışan mevduat bankalarının etkinliklerinin belirlenmesi ve bu bankaların etkinliklerine katkısı olan finansal oranların ortaya çıkarılması için çeşitli istatistiksel yöntemler ve algoritmalar denenmiş ve en uygun olan yöntemin bulunması amaçlanmıştır.

Tez çalışmamda öncelikle tez konumu belirlememde ardından tüm çalışmamın planlamasında, yürütülmesinde ve nihayete ermesinde bilgisini, deneyimini esirgmeden yardımcı olan Hocam Dr. Öğr. Üyesi Emre YAKUT’a teşekkürlerimi sunarım.

Başarı olarak gördüğüm her sonuç için bana sabırla destek olan ve hiç yalnız bırakmayan sevgili annem, babam ve kardeşlerime sonsuz teşekkürler ederim.

Özlem KURU
(Osmaniye/2019)

İÇİNDEKİLER

ÖZET	Sayfa iv
ABSTRACT	v
ÖN SÖZ	vi
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Amacı	3
1.2. Araştırmanın Önemi	3
1.3. Araştırmanın Kapsamı.....	3

BÖLÜM II

LİTERATÜR İNCELEMESİ

2.1. Verimlilik ve Etkinlik Kavramları	4
2.2. Etkinlik Türleri	5
2.2.1. Teknik Etkinlik	6
2.2.2. Tahsis Etkinliği.....	7
2.2.3. Ölçek Etkinliği.....	8
2.3. Etkinlik Ölçme Yöntemleri	9
2.3.1. Oran Analizi	9
2.3.2. Sınır Etkinliği Analizi.....	10
2.4. VZA ile Etkinlik Ölçmeye Dair Literatür İncelemesi	12
2.5. Diğer Yöntemlerin Kullanıldığı Etkinlik Konulu Çalışmalar	23
2.6. Veri Madenciliği Yöntemlerinin Kullanıldığı Etkinlik Konulu Çalışmalar	27

BÖLÜM III

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

3.1.	Veri Zarflama Analizine Giriş.....	29
3.1.1.	VZA Modeli	30
3.1.2.	Karar Verme Birimi Seçimi.....	31
3.1.3.	Girdi Çıktı Değişkenlerinin Seçimi	31
3.2.	Veri Zarflama Analizinde Modeller	32
3.2.1.	Ölçeğe Göre Getiri Durumu Varsayımı.....	33
3.2.2.	Girdi-Çıktı Yönlendirmelerine Göre Modeller.....	33

BÖLÜM IV

VERİ MADENCİLİĞİ

4.1.	Veri Madenciliğine Giriş.....	37
4.2.	Veri Madenciliği Tanımı	37
4.3.	Veri ve Bilgelik	38
4.4.	Veri Madenciliği Süreci	40
4.4.1.	Problemin Tanımlanması.....	40
4.4.2.	Verinin Anlaşılması.....	41
4.4.3.	Verinin Hazırlanması.....	41
4.4.4.	Modelleme	44
4.4.5.	Modelin Değerlendirilmesi.....	44
4.4.6.	Modelin Kullanılması	44
4.5.	Veri Madenciliği Teknikleri.....	45
4.5.1.	Sınıflandırma	45
4.5.2.	Kümeleme.....	50
4.5.3.	İlişki Analizi	54

BÖLÜM V

VERİ, YÖNTEM, ANALİZ

5.1. Metodoloji	56
5.2. Veri.....	56
5.3. Girdi-Çıktı ve Diğer Değişkenlerin Seçimi.....	58
5.4. Analiz	60
5.5. Bulgular	65
5.5.1. Veri Modeli-1 için C5.0 Uygulaması	66
5.5.2. Veri Modeli-1 için CART Uygulaması	70
5.5.3. Veri Modeli-2 için C5.0 Uygulaması	73
5.5.4. Veri Modeli-2 için CART Uygulaması	77
SONUÇ	81
KAYNAKÇA.....	86
ÖZGEÇMİŞ	98

KISALTMALAR

- AB:** Avrupa Birliği
AE: Tahsis Etkinliği
BCC: Banker Charnes Cooper Modeli
BIST: Borsa İstanbul
CCR: Charnes Cooper Rhodes Modeli
CE: Maliyet Etkinliği
DVM: Destek Vektör Makineleri
İMKB: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
KVB: Karar Verme Birimi
ÖGDG: Ölçeğe Göre Değişken Getiri
ÖGSG: Ölçeğe Göre Sabit Getiri
PSO: Parçacık Sürü Optimizasyonu
SE: Ölçek Etkinliği
TBB: Türkiye Bankalar Birliği
TE: Teknik Etkinlik
VM: Veri Madenciliği
VZA: Veri Zarflama Analizi
YSA: Yapay Sinir Ağları

TABLOLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Çalışmaya Dahil Edilen Bankalar ve Sermaye Sahiplikleri	57
Tablo 2. VZA İçin Seçilen Girdi ve Çıktı Değişkenleri.....	58
Tablo 3. Sermaye Yeterliliği Grubu Oranları	59
Tablo 4. Bilanço Yapısı Grubu Oranları	59
Tablo 5. Aktif Kalitesi Grubu Oranları	59
Tablo 6. Likidite Grubu Oranları	60
Tablo 7. Karlılık Grubu Oranları	60
Tablo 8. Gelir Gider Yapısı Grubu Oranları	60
Tablo 9. Çıktı Yönlendirmeli CCR Yöntemine Göre KVB'lerin Finansal Etkinlik Skorları.....	62
Tablo 10. Mann-Whitney U Testi Sonucunda Veri Modeli-1 İçin Seçilen Oranlar	63
Tablo 11. Model Uyum Testi	64
Tablo 12. Bağımlı Değişkenin Açıklanma Oranı.....	65
Tablo 13. LR Analizi Sonucunda Veri Modeli-2 İçin Seçilen Oranlar.....	65
Tablo 14. Veri Modeli-1 ile Uygulanan C5.0 Algoritması VM Modelinin Sınıflandırma Başarımları.....	66
Tablo 15. Veri Modeli-1 ile Uygulanan C5.0 Algoritması VM Modelinin KVB'lerin Etkinlik Durumlarına Göre Sınıflandırma Başarımları	67
Tablo 16. Veri Modeli-1 İçin C5.0 Uygulamasından Elde Edilen Kurallar	68
Tablo 17. Veri Modeli-1 ile Uygulanan CART Algoritması VM Modelinin Sınıflandırma Başarımları.....	70
Tablo 18. Veri Modeli-1 ile Uygulanan CART Algoritması VM Modelinin KVB'lerin Etkinlik Durumlarına Göre Sınıflandırma Başarımları	71
Tablo 19. Karar Ağacından Çıkarılan Kurallar	73
Tablo 20. Veri Modeli-2 ile Uygulanan C5.0 Algoritmasının Başarımları	74
Tablo 21. Veri Modeli-2 ile Uygulanan C5.0 Algoritması VM Modelinin KVB'lerin Etkinlik Durumlarına Göre Sınıflandırma Başarımları	74
Tablo 22. Karar Ağacından Elde Edilen Kurallar	77
Tablo 23. Veri Modeli-2 ile CART Uygulanmasının Başarımları.....	77

Tablo 24. Veri Modeli-2 ile Uygulanan CART Algoritması VM Modelinin KVB'lerin Etkinlik Durumlarına Göre Sınıflandırma Başarımları	78
Tablo 25. Veri Modeli-2 için CART Uygulamasından Elde Edilen Sınıflandırma Kuralları	80



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Üretim fonksiyonu ile etkinlik tanımı	5
Şekil 2. Teknik, tahsis ve maliyet etkinliği	6
Şekil 3. Ölçek etkinliği	8
Şekil 4. Veri zarflama analizi modelleri	33
Şekil 5. Veri – enformasyon – bilgi - bilgelik (VEBB) Piramidi.	39
Şekil 6. Veri madenciliği (CRISP-DM) süreci	40
Şekil 7. Örnek bir karar ağacı	46
Şekil 8. Araştırmanın kavramsal yapısı	56
Şekil 9. Veri Modeli-1 için uygulanan C5.0 algoritması VM modeli	66
Şekil 10. Veri Modeli-1 ile C5.0 algoritması uygulaması sonucunda elde edilen finansal etkinlik skoruna katkı oranları	67
Şekil 11. Veri Modeli-1 ve C5.0 algoritması ile elde edilen karar ağacı	69
Şekil 12. Veri Modeli-1 ile CART algoritması uygulaması sonucunda ulaşılan finansal etkinlik skoruna katkı oranları	71
Şekil 13. Veri Modeli-1 için CART algoritması ile elde edilen karar ağacı	72
Şekil 14. Veri Modeli-2 için C5.0 algoritması uygulaması sonucunda elde edilen finansal etkinlik skoruna katkı oranları	75
Şekil 15. Veri Modeli-2 ile C5.0 uygulamasından elde edilen karar ağacı	76
Şekil 16. Veri Modeli-2 ile CART algoritması uygulaması sonucunda elde edilen finansal etkinlik skoruna katkı oranları	78
Şekil 17. Veri Modeli-2 ile CART uygulamasından elde edilen karar ağacı	79
Şekil 18. KVB'lerin sınıflarına göre algoritmaların başarımları.....	82
Şekil 19. Seçilen veri setine göre algoritmaların sınıflandırma başarımları.....	82
Şekil 20. Modellerin duyarlılık, belirleyicilik, hassasiyet oranları.....	83

BÖLÜM I

GİRİŞ

Finans sektörünün ülke ekonomisinin büyümesinde belirleyici bir etmen olduğu bilinmektedir. Türkiye’de ise finans sektörünün büyük bir kısmının bankalardan oluştuğu görülmektedir.

Bankalar, kâr amacıyla yürüttükleri faaliyetlerinde finansal aracılık, likidite sağlamak, kredi arzı, dış ticaret fonlaması ve ihracat teşviki gibi işlevler üstlenmektedirler. Bu işlevler etkin bir şekilde yürütüldüğünde genel ekonomi durumu için olumlu bir görüntü yaratmaya yardımcı olmakta, bu yol ile ülkenin kredi notunda, sektör içi ve diğer sektörlerde rekabette pozitif etki yaratabilmektedirler. Bu kapsamda Türkiye'nin finansal sisteminin yapısında bankaların ağırlıklı mevcudiyeti sayesinde bankacılık sektörünün ekonomik büyüme için etkin bir araç olarak kullanılabilmesi mümkündür. (Turgut ve Ertay, 2016; Ünal, 2014)

Sektör bazında görülecek olan tam etkinlik durumunun ülke ekonomisi çapında etkiye sahip olacağı düşünülürse bankaların etkin durumda faaliyetlerini sürdürme çabaları sadece kar sağlama amacına değil aynı zamanda sürdürülebilir bir iş ortamı yaratmak amacına da katkı sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasında, Türk bankacılık sektöründe çalışan mevduat bankalarının finansal etkinlik problemleri ele alınacaktır. Elde edilen sonuçlar ile etkinsiz durumda faaliyet göstermiş bankaların sonraki dönemler için dikkate alması gereken kalemler belirlenecektir.

Tezin ilk bölümünde giriş kısmı, araştırmanın amacı, önemi ve kapsamı; ikinci bölümünde verimlilik, etkinlik gibi kavramların açıklamaları ve ölçüm yöntemlerine yer verilmiş ve literatürde bu konuda yapılmış olan çalışmalardan bazıları özetlenmiştir.

Üçüncü bölüm, tezin analiz yöntemlerinden biri olan Veri Zarflama Analizini, dördüncü bölüm ise diğer analiz yöntemleri olan Veri Madenciliği yöntemlerini içermektedir. Beşinci bölümde araştırma modeli, analiz girdi ve çıktıları, karar verme birimleri ve analiz aşamaları anlatılmış, bulgulara yer verilmiştir.

Altıncı bölüm, analiz bulgularının, dolayısıyla kurulan modellerin yorumlandığı sonuç kısmıdır.

Tez çalışmasında kullanılacak temel kavramlardan bazıları şu şekildedir:

- **Verimlilik:** Çıktılar ve onların elde edilmesine olanak sağlayan girdiler (kaynaklar) arasındaki ilişkiyi ortaya koyan kavramdır. Minimum girdi kullanarak maksimum çıktıya ulaşmak anlamına gelir (Gök, 2010).
- **Etkinlik:** Girdilerin âtil kısım bırakılmadan standartları önceden belirlenmiş üretimin en düşük maliyet ile optimal şekilde yapılması ve girdilerin önceden belirlenmiş teknik standartlar ile karşılaştırılmasıdır. Etkinlik değerine ulaşmak için hedef üretim değerini fiili üretim değerine oranlamak gerekir (Akbalık, Sırma, 2014). Mevcut, önceden oluşturulmuş üretim hedeflerine ulaşma, başarı seviyesidir (Yayar, Baykara, 2012).
- **Girdi:** Üretim süreci için gerekli olan, çıktıya ulaşmakta kullanılacak olan kaynaklardır.
- **Çıktı:** Girdilerin üretim sürecinin sonucunda dönüştüğü nihai ürün, hizmet veya sonuçtur.
- **Karar Verme Birimi (KVB):** Veri Zarflama Analizi (VZA) için KVB kavramını açıklayan bazı tanımlar şu şekildedir;

“Analize konu olacak karar birimlerinin aynı hedefe yönelik benzer işlevler görmesi, aynı pazar şartlarında çalışması ve gruptaki bütün birimlerin verimliliklerini nitelendiren etmenlerin, yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar hariç aynı olması şartları aranır” (Atan ve Karpat Çatalbaş, 2005).

“Benzer girdiler kullanarak benzer çıktılar ortaya koymakla sorumlu kurum, şirket banka, personel, hastane, kütüphane, spor kulübü gibi etkinliği araştıran birimler” (Budak,2011).

Literatür taraması bölümünde incelenen ve daha birçok benzer çalışmada KVB olarak kurumlar veya dahil oldukları gruplar seçilirken Aktaş Şen (2006) tarafından yapılan çalışmada KVB olarak yıllar seçilmiş ve farklı bir yaklaşım sunulmuştur.

- **Etkinlik Skoru:** Girdi ve çıktıların VZA sürecinden geçmesiyle elde edilen puandır. Sıfır ve bir arasında (%0 ve %100) değişir. KVB'nin etkinlik skorunun 1 (veya 100) olması o KVB'nin tam etkin olduğunu, birden farklı bir değer olması ise etkinsizliğini gösterir.

- **Etkinlik Sınırı:** Tüm KVB'ler arasında girdi ve çıktı miktarları en iyi performans veren KVB'nin etkinlik skorudur. Sınırı girdi- çıktı değerleri ile belirlemiş olan KVB'ler %100 etkin, diğerleri ise %100'den az etkindir (Budak, 2011).

1.1. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, finansal verileri bilinen bankaların finansal etkinliklerine katkı sağlayan değişkenlere en aza indirgenmiş hali ile ulaşmak ve karar verme birimi (KVB) olarak kabul edilen bankalara gelecek yıllarda etkinliklerini etkileyecek olan finansal kalemlerini bilerek faaliyetlerini denetleme olanağı sağlamaktır.

Bu süreçte Veri Zarflama Analizi (VZA) yönteminin yanı sıra Veri Madenciliği (VM) yöntemlerinden C5.0, Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları (CART) algoritmaları ve çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmıştır.

1.2. Araştırmanın Önemi

Çalışmanın 2.4, 2.5 ve 2.6 bölümlerinde görülebileceği üzere bankacılıkta etkinlik problemi ile ilgili birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Ancak çözüme günümüzde kabul gören karar alma yöntemlerinin en etkililerinden olan veri madenciliğinin de eklendiği çalışma sayısı oldukça azdır. Bu çalışma, aslında tanınan bir probleme yeni bir çözüm getirme denemesi içermektedir.

1.3. Araştırmanın Kapsamı

Araştırma, Türkiye'de faaliyet göstermekte olan mevduat bankalarından 2009 ve 2017 yılları arasında aktif çalışan 22 bankayı içermektedir. Banka seçimi yapılırken verilerine eksiksiz erişilebilir olmasına ve veri setinin tamamı ile uyumlu olmasına özen gösterilmiştir. Bu kapsamda Türkiye Bankalar Birliği (TBB) web sitesinde bulunan mevduat bankalarından "Türkiye'de Şube Açan Yabancı Sermayeli Bankalar" başlığı altında yer alan bankaların tamamı, ilgili dönemin tamamında faaliyet göstermeyen bankalar ve faaliyet verileri veri setinin geneli ile uyumsuz olan birkaç banka çalışma dışında bırakılmıştır.

BÖLÜM II

LİTERATÜR İNCELEMESİ

2.1. Verimlilik ve Etkinlik Kavramları

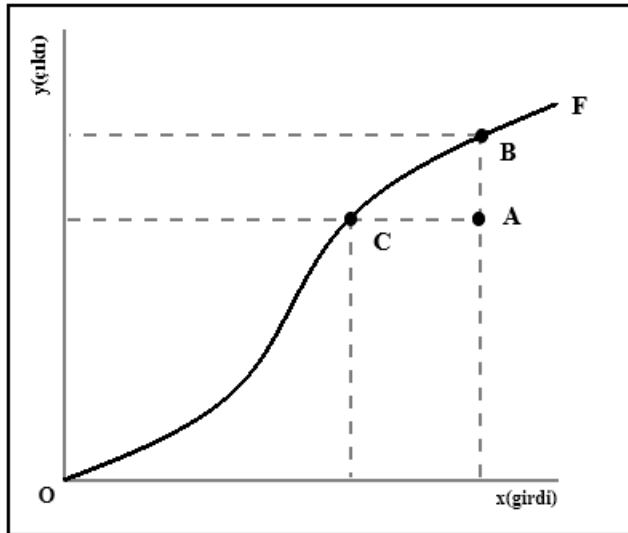
Tüm sektörler için geçerli bir gerçek olan kaynakların sınırlılığı, üretimin akılcı kaynak kullanımı ile yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu noktada öncelikle akılcı kaynak kullanımı ile ilgili terimlerin açıklanması, ardından ölçülmesi ve son olarak geliştirilmesi adına tavsiyeler verilebilmesi için çokça çalışmalar yapılmıştır. Bu terimler üretkenlik, performans, verimlilik, etkinlik olarak literatürde kullanılmaktadır. Verimlilik ve etkinlik kavramları aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

Verimlilik ve etkinlik genelde karıştırılan kavramlar olmuştur. Verimlilik, üretim sürecinden elde edilen çıktılar ile bu sürece verilen girdilerin oranını yansıtır. Etkinlik ise elde edilen bu oranın olması arzu edilen oran ile karşılaştırılmasıdır (Tarım, 2001; Karacabey, 2001, s. 191).

Üretim sürecine dahil edilen girdilerin atıl bir pay bırakılmadan çıktıya dönüşmesi verimliliğin tek gereğidir. İşletmenin ulaştığı çıktı miktarının kullandığı girdi miktarına oranlanması ile verimlilik değerlendirme yapılır. Bu değerlendirme benzer süreçler kullanan işletmeler ile kıyaslama için kullanıldığında etkinlik ölçümü gerçekleştirilmiş olur (İşbilen Yücel, 2017, s. 9).

Göksel vd. (2003)'ne göre etkinlik, bir iktisadi kuruluşun ulaşmayı hedeflediği duruma ulaşması için sahip olduğu faktörlerini ve birbirleriyle uyumunu tanıması, ilişkide olduğu çevre ile bağdaştırarak teşkilatını buna uygun hale getirebilmesi anlamına gelir (Kecek, 2010, s. 31).

Etkinlik, bir örgütün önceden belirlediği hedeflere ulaşma derecesini gösterir. Belirlenen performans ile gerçekleşen performans oranının bire eşit olması etkin durumun göstergesidir (Yükçü ve Atağan, 2009).



Şekil 1. Üretim fonksiyonu ile etkinlik tanımı

Kaynak: Özden, 2010

Şekil 1’de gösterilen OF eğrisinin üretim fonksiyonunun üretim sınırını temsil ettiği durumda KVB’nin bulunduğu nokta OF eğrisinin üzerindeyse etkin durum, altındaysa etkinsiz durum görülecektir. B ve C KVB’leri etkin duruma örnek gösterilirken A KVB’si için aynı durum söz konusu değildir. Çünkü A KVB’si ile aynı girdi miktarında B KVB’si kadar çıktı ($A_y < B_y$) alınmanın veya A KVB’sinde kullanılan daha az girdi ile C KVB’si kadar çıktı ($A_y = C_y$ ve $A_x > C_x$) alınmanın mümkün olduğu görülmektedir.

Şekil 1’de gösterilen gözlemler üzerinden verimlilik hesaplaması yapıldığında ise verimlilik puanlarının sıralaması $C > B > A$ şeklinde olacaktır. Her iki durum birlikte incelendiğinde B noktası etkin durumda olmasına rağmen C noktasına kıyasla daha verimsizdir. Bu yorumdan yola çıkılarak verimlilik ve etkinlik kavramlarının farkları olduğu ve literatürde sık karşılaşıldığı gibi birbirinin yerine kullanılmasının doğru olmadığı sonucuna varılabilir (Özden, 2010).

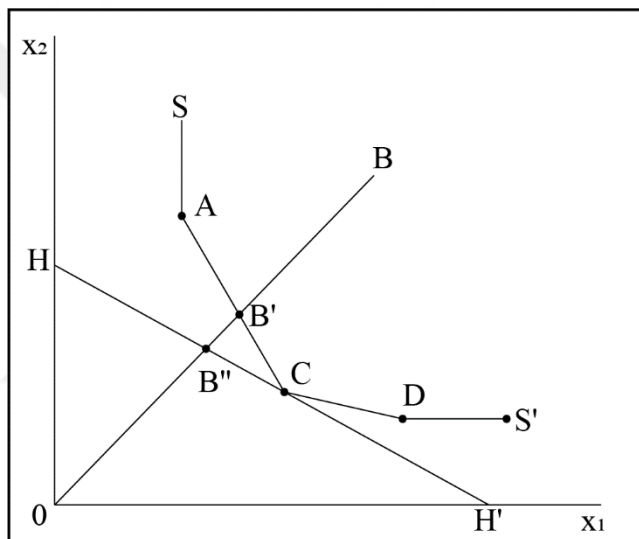
2.2. Etkinlik Türleri

Etkinlik kavramı temel olarak üç ayrı başlıkta incelenebilir. Bunlar teknik etkinli, tahsis etkinliği ve ölççek etkinliğidir. Bu etkinlik değerlerinden hareketle toplam etkinlik, maliyet etkinliği, ekonomik etkinlik gibi başlıklar da türetilebilir (Cooper, Seiford ve Zhu, 2011, s. 6).

2.2.1. Teknik Etkinlik

Sahip olunan teknoloji ile belirlenmiş olan çıktı düzeyine minimum girdi ile ulaşabilmek veya belirlenmiş bir girdi düzeyi ile maksimum çıktıya ulaşabilmek etkinliğin şartıdır. Teknik etkin olarak belirlenmiş bir KVB'nin girdi-çıkıtı bileşimi, üretim fonksiyonunu gösteren üretim sınırının üzerinde olmalıdır (Kecek, 2010, s. 46).

Teknik etkinlik (TE) ve verimlilik kavramları benzer olsa bile farkları vardır. Teknik etkinliğin 'mümkün olan en iyi teknoloji ile ulaşılmış maksimum çıktının gerçek çıktıya oranı', verimliliğin ise 'çıkıtının girdiye oranı' şeklinde tanımları vardır (Keskin Benli, 2006, s. 7).



Şekil 2. Teknik, tahsis ve maliyet etkinliği

Kaynak: Coelli, Rahman ve Thirtle, 2002

Şekil 2'de A, B, C ve D farklı girdi miktarları kullanarak farklı miktarlarda çıktı üreten üretim tesisleridir. SS' eğrisi üretim sınırını oluşturmaktadır. Bu düzeylerin altında kalan miktarlarda girdi kullanarak üretim yapmak mümkün değildir. Şekil 2'den anlaşıldığı üzere B noktasında üretim yapan tesis üretim sınırının üzerinde olmadığı için teknik etkin değildir. B tesisi teknik etkin duruma gelmek için girdi kullanımlarını B' noktasına çekebilir. B noktasının teknik etkinlik puanını hesaplamak için denklem 2.1 kullanılır (Coelli vd., 2002); (OB' : Orijinden B' noktasına olan uzaklık, OB : Orijinden B' noktasına olan uzaklık)

$$TE_B = \frac{OB'}{OB} \quad (2.1)$$

2.2.2. Tahsis Etkinliği

Tahsis etkinliği (AE), çoklu girdi kullanarak üretim yapan bir kuruluşun girdilerinin maliyetlerini baz alarak en doğru girdi kombinasyonunu seçme yetkinliği şeklinde tanımlanabilir (Bakırcı, 2006).

Farrell (1957) tarafından tanıtılan tahsis etkinliği, toplam etkinlik (ekonomik etkinlik) kavramını da açıklamaya yardımcı olmaktadır. Bu kavramı açıklamak üzere eş ürün eğrisi ve eş maliyet eğrisine ihtiyaç duyulur. Eş ürün eğrisi, bir birim çıktı almak üzere kullanılacak iki girdinin miktarlarının farklı tüm bileşimlerinin koordinat sisteminde bulunduğu noktaların birleşiminden elde edilir. Aynı şekilde eş maliyet eğrisi de aynı maliyetle elde edilebilecek her iki girdinin miktarlarının bileşimlerinin bulunduğu noktaların birleşiminden oluşur.

Şekil 2'de HH' eğrisi ile temsil edilen eş maliyet eğrisi ve SS' ile temsil edilen eş ürün eğrisinin kesişiminde bulunan C noktası tahsis etkin nokta olarak adlandırılır. Şekilde B noktasının tahsis etkin olmadığı anlaşılıyor ancak B noktasının tahsis etkinliği hesaplanmak istendiğinde denklem 2.2 kullanılabilir (Coelli vd., 2002); (OB'' :Orijiinden B'' noktasına olan uzaklık, OB' : Orijiinden B' noktasına olan uzaklık)

$$AE_B = \frac{OB''}{OB'} \quad (2.2)$$

Hesaplanan diğer bir etkinlik değeri ise maliyet etkinliğidir (CE). Maliyet etkinliği, bir tesisin mümkün olan en düşük maliyetle üretim yapıp yapmadığının göstergesidir. B noktası için hesaplaması denklem 2.3 ile mümkündür (Coelli vd., 2002; Savaş, 2014, s. 202);

$$CE_B = \frac{OB''}{OB} \quad (2.3)$$

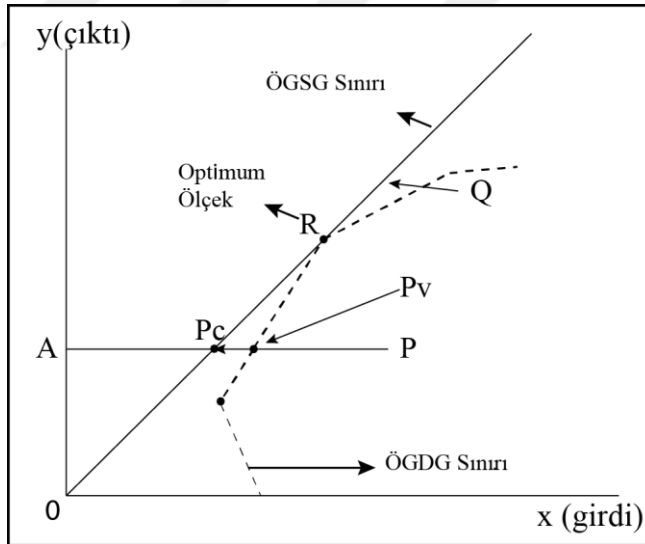
2.2.3. Ölçek Etkinliği

Ölçek etkinliği (SE), üretim miktarının artması durumunda üretimin birim başı maliyet değerinin artış veya azalışının gözlemlendiği bir ölçüttür (Kılıçaslan ve Karpat, 2004).

Ölçek etkinliği ile optimal ölçeğin aşağısında (ölçeğe göre artan getiri alanı) veya yukarısında (ölçeğe göre azalan getiri alanı) faaliyet göstermekten dolayı ortaya çıkan kaynak israfı tespit edilebilmektedir. Bu yüzden işletmenin faaliyetine uygun ölçekte üretim yapması başarısı olarak açıklanabilmektedir (Özden, 2010).

Ölçek etkinliği bulunurken üretim sınırının ölçeğe göre sabit getiri (ÖGSG) ve ölçeğe göre değişken getiri (ÖGDG) olarak iki biçimde gösterilmesi gerekmektedir.

“Ölçek etkinliği/etkinsizliği, ‘ÖGSG üretim sınırı ile ÖGDG üretim sınırı arasındaki uzaklık’ şeklinde ifade edilmektedir”. ÖGSG üretim sınırı ile ÖGDG üretim sınırının kesiştiği nokta ise optimal ölçek noktası olarak değerlendirilir. Optimal ölçek noktasının altındaki alan ölçeğe göre artan getiri alanı, optimal ölçek noktası üzerindeki alan ise ölçeğe göre azalan getiri alanı olmaktadır (Erşin, 2014).



Şekil 3. Ölçek etkinliği

Kaynak: Coelli vd., 2002

Bir noktanın teknik etkinsizliği üretim sınırına olan uzaklığı ile belirlenmektedir. Şekil 3'e göre P noktasının ÖGSG teknik etkinsizliği PP_c , ÖGDG teknik etkinsizliği ise PP_v mesafeleri olur. Bu iki ölçümün farkı ölçek verimsizliğinden kaynaklanmaktadır.

P noktasının ölçek etkinliği ise denklem 2.4 ile hesaplanabilir (Coelli vd., 2002). (APc : A noktasından P_c noktasına olan uzaklık, APv : A noktasından P_v noktasına olan uzaklık)

$$SE_P = \frac{APc}{APv} \quad (2.4)$$

2.3. Etkinlik Ölçme Yöntemleri

Farrell (1957), ilk defa “The Measurement of Productive Efficiency” makalesi ile verimlilik ölçmek için daha fazla yöntem ihtiyacı olduğunu savunmuştur. Farrell’in tarif ettiği, herhangi bir üretici tesise uygulanabilecek olan, tek bir fonksiyonu değil tüm faaliyeti baz alan bir yaklaşımdır. Bu çalışmadan sonra çeşitli verimlilik-etkinlik ölçüm yöntemleri ortaya konulmuştur. Aynı zamanda bu süreçte verimlilik ve etkinlik kavramlarının ayrımı yapılmıştır (Cooper vd, 2011).

Ortaya çıkan bu yöntemler oran analizi ve sınır etkinliği analizleri olarak iki bölümde incelenmektedir (Keskin Benli, 2006, s. 15).

2.3.1. Oran Analizi

Basit uygulanabilir olmasına bağlı olarak etkinlik ölçümünde tercih edilen yöntemlerden en popülerinin oran analizi olduğu söylenebilir. Girdi değişkenleri ve çıktı değişkenlerinin oranlanması sonucu oluşan oranın ardışık olarak incelenmesi ile gerçekleştirilir. Tek girdi ve tek çıktı için uygun bir yöntem olup, daha fazla girdi-çıkıtı değişkeni bulunan durumlarda hepsinin aynı birimle ölçülenememesi halinde ayrı olarak değerlendirme yapılır (Keskin Benli, 2006, s. 16).

Bu analizde oranlardan her biri, sadece bir verimlilik değerini dikkate alır. Bu durum seçilen oranların analiz sonucunun güvenilirliğini doğrudan etkilemesi anlamına gelir. Analizin uygulanması esnasında öncelikle benzer süreç ve girdi-çıkıtı değişkenlerine sahip KVB’lerden karar grubu oluşturulur. Girdi ve çıktı değişkenleri ile çeşitli varyasyonlarda oranlar oluşturulur ve her karar grubu için hesaplanır. Ayrıca karar gruplarından bağımsız olarak KVB’ler için de hesaplanıp tek tek grupların ortalama değerleri ile karşılaştırılır ve yorumlanır (Demirci, 2012).

2.3.2. Sınır Etkinliği Analizi

Sınır etkinliği yaklaşımları parametrik ve parametrik olmayan olarak ayrılır. Parametrik metotlarda önce etkin sınır tahmini gerçekleştirilir ve ardından KVB'lerin konumu ile sınıra olan uzaklıkları hesaplanır. Parametrik olmayan metotlarda ise etkinlik skoru doğrudan hesaplanır, sınır tahminine gereksinim yoktur (Özden, 2010).

2.3.2.1. Parametrik Yöntemler

Parametrik yöntemler etkinlik ölçerken regresyon doğrusu –etkinlik sınırı olarak da bilinen- kullanır. Regresyon doğrusunu elde etmek için KVB'lerin üretim fonksiyonlarının bilinmesi gereklidir. Alınan sonuçlar oran analizine kıyasla daha kapsamlı ve gerçekçidir. Geçerliliğini istatistiksel yöntemlerle doğrulamak mümkündür. Aynı zamanda ölçüm hatalarının kaynağı belirlenebilir ve kolayca engellenebilir (İşbilen Yücel, 2017, s. 16).

- **Stokastik Sınır Yaklaşımı**

Ekonometrik yaklaşım olarak da nitelenen stokastik sınır yönteminin sonuçları diğer parametrik yaklaşımlarda olduğu gibi hata terimi içerir. Hata terimi, ölçüm vb. sebeplerden kaynaklanan rassal hatadan ve gerçekten etkinsiz olan KVB'lerden oluşur. Elde edilen sonuçların geçerli olarak kabul edilmesi için hata teriminin içeriğinin rassal hata ve etkinsiz KVB paylarını bilmek gerekir. Hata terimi bileşenlerinin ayırt edilmesi, dağılımlarına bakılarak gerçekleştirilebilir. Etkin olmayan KVB'lerin dağılımları ile rassal hatanın dağılımları genelde birbirinden farklı olur (Keskin Benli, 2006, s. 18).

- **Serbest Dağılım Yaklaşımı**

Serbest dağılım yaklaşımında hata teriminin bileşenleri için beklenen bir dağılım yoktur, rassal hata ve etkinsiz KVB'lerin dağılımı herhangi bir dağılım olabilir (Kecek, 2010, s. 52).

Serbest dağılımın uygulaması ancak panel veri kullanılarak yapılabilir. Buradan hareketle tesisin bir noktadaki etkinlik değerini değil, en iyi örnekten ortalama sapmasını gösterir. Aynı zamanda etkinsiz KVB'lerin negatif olmaması koşuluyla uzun vadede etkinlik değerinin sabit olduğu ve hataların neredeyse sıfır olduğunu varsayar (Keskin Benli, 2006, s. 19).

- **Kalın Sınır Yaklaşımı**

Kalın sınır yaklaşımında hata terimi bileşenlerinin dağılımları üzerine bir varsayım bulunmamaktadır. Gerçekleşen değerler ile tahmini değerlerin farklarının en büyük ve en küçükleri rassal hata kabul edilirken, diğerleri etkinsiz KVB'leri oluşturur (Cihangir, 2004).

2.3.2.2. Parametrik Olmayan Yöntemler

Parametrik olmayan etkinlik ölçme metotları, doğrusal programlama temelli, üretim fonksiyonu belirlenmesine ihtiyaç duymayan, çok girdi-çıkıtı ile çalışabilen yapıdadırlar (İşbilen Yücel, 2017, s. 19).

- **Veri Zarflama Analizi**

Parametrik olmayan metotların içinde oldukça popüler bir yöntem olan VZA, Farrell'in (1957) tek girdi-çıkıtılı ölçümünün Charnes vd. (1978) tarafınca yapılan çalışmada birden fazla girdi-çıkıtı değişkeni kullanan kuruluşlar için kullanılmak üzere uyarlanmış ve nispi etkinlik ölçümü yapan halidir (Keskin Benli, 2006, s. 21).

VZA, parametrik olmayan yöntemlerin içerisinde en sık kullanılan yöntem olmuştur. Benzer KVB'leri karşılaştırmalı olarak değerlendirir. Dahil edilen KVB'ler arasından en iyi durumda olan KVB'yi etkinlik sınırı varsayıp, kalan birimleri kıyaslayarak sınıflandırır. Bu yöntemin diğer birçok yöntemden farklarından biri rassal hataya yer vermemesidir. Rassal hatanın kullanılmamasındaki sebep bu yöntemde etkinlik sınırının gerçek verilerden tespit ediliyor olmasıdır (İnan, 2000).

VZA ile ilgili ayrıntılar Bölüm III'de yer almaktadır.

- **Serbest Atılabilir Zarf Yöntemi**

Serbest atılabilir zarf metodu, VZA'nın özelleştirilmiş bir durumudur. ÖGSG varsayımı altında bir tamsayı programlama problemi olarak görülür. Geçerli olan "0-1" kısıtından dolayı birimlerin her birinin sahip olduğu değerler birbirlerine dik açılar ile birleşerek kademeli bir görüntü oluşturur. Bu sayede ortaya çıkan etkinlik sınırı ile birimler arasındaki mesafe her birimin göreceli etkinlik skorunun hesaplanmasına olanak vermektedir (Lorcu, 2005).

2.4. VZA ile Etkinlik Ölçmeye Dair Literatür İncelemesi

VZA, öncelerde kâr amacı gütmeyen kuruluşların etkinlik değerlerini görmek üzere kullanılmış olsa bile zamanla şubeli veya zincir halinde çalışan şirketlerin etkinliğini değerlendirmek üzere yapılan çalışmalarda kullanılan bir yöntem haline gelmiştir (Budak, 2011).

VZA ile birçok sektörde çalışmalar yapılmıştır. Bu bölümde bankacılık sektöründe VZA ile etkinlik ölçme hakkında yapılmış olan çalışmaların bazılarında aşağıda kısaca bahsedilmiştir.

Ersoy (2018), çalışmasında Türkiye'de faaliyet gösteren 26 mevduat bankasının 2016 yılı verilerini kullanarak VZA ile etkinlik araştırması yapmıştır. Personel sayısı ve Mevduat faiz gideri değerlerini girdi değişkeni olarak, dönem net karı ve faiz gelirleri değerlerini ise çıktı değişkenleri olarak kullanmıştır.

Fernandes vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, Avrupa'daki yerel bankaların performansları değerlendirilirken bazı risk faktörlerinin verimliliğe etkisi de araştırılmıştır. Verimlilik skorlarının hesaplanmasında VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) yöntemi kullanılmıştır. Sonrasında finans ortamındaki koşulların verimlilik skorlarına etkisi olup olmadığını incelemek için çift önyüklemeli kesikli regresyon uygulaması yapılmıştır.

Fettahoğlu vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada türev ürün kullanımının banka etkinlik skoruna etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmada VZA, regresyon, yapay sinir ağları (YSA), ANOVA gibi yöntemler kullanılmıştır. İlk aşamada etkinlik skorlarının belirleneceği 28 bankanın 2011-2014 yılları arasındaki verilerinden Toplam Mevduat ve Toplam Faiz Dışı Giderleri girdi değişkenleri olarak,

Toplam geliri ise çıktı değişkeni seçerek VZA'ya dahil edilmiştir. Bu noktada elde edilmiş olan etkinlik skorları regresyon denkleminde bağımlı değişken olarak kullanılmış ve etkinlik skorları ile türev ürün kullanımının ilişkili olup olmadığı araştırılmıştır. Ardından etkinlik skorları YSA modeline çıktı olarak seçilip türev ürün kullanmayan bankalarda değişkenler açısından fark olup olmadığı incelenmiştir.

Henriques vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada Brezilya'nın bankacılık sisteminden 37 tane bankanın verilerine VZA uygulanarak etkinlikleri analiz edilmiştir. Çalışma 2012 ve 2016 dönemi verilerini kapsamaktadır. Girdi-çıkıtı değişkenlerinin seçiminde aracılık yaklaşımı izlenmiş, girdi değişkenleri duran varlıklar, toplam mevduat, personel giderleri kalemleri, çıktı değişkenleri olarak ise toplam krediler kalemi kullanılmıştır. Her yıl ve her banka için ayrı ayrı teknik etkinlik, saf teknik etkinlik, ölçek etkinliği ve ölçek dönüşümü değerleri hesaplanmış, kendi aralarında etkinlik ortalamasına göre sıraya konulmuştur. Sonuç bölümünde toplam etkinliği artırmak üzere bankalara tavsiyelerde bulunulmuştur.

Akyol Özcan ve Oktay (2018), Türkiye'deki mevduat bankalarının etkinliğini ölçtükleri çalışmalarında 2012-2016 dönemini ele almış ve 23 bankanın verilerini kullanmışlardır. VZA ile etkinlik skoruna ulaşan yazarlar, girdi değişkenleri olarak mevduat, faiz giderleri ve personel giderleri kalemlerini kullanırken, çıktı değişkenleri olarak krediler, faiz gelirleri, net ücret gelirlerini kullanmışlardır. Çalışmanın sonuç kısmında, 2012-2016 yılları arasında mevduat bankalarının katılım bankaları ile kıyaslandığında daha etkin olduklarını belirtmişlerdir.

Türk (2018), çalışmasının ilk bölümünde 2011 ve 2016 yılları için Türk bankalarından 19 bankanın verilerini 3 girdi değişkeni (Mevduat, Faiz Gideri, Sermaye) ve 3 çıktı değişkeni (Krediler, Faiz Geliri, Bilanço Dışı Yükümlülükler) kullanarak incelemiştir. VZA yöntemiyle etkinlik skorlarına ulaşmış ve skorları 0,90-1,00 arası olan bankaları "etkin", 0,90 altı olan bankaları "etkin değil" olarak yorumlamıştır.

Aksaraylı ve Pala (2017), çalışmalarında 28 mevduat bankasının 2010-2014 yılları arasındaki mevduatlarını, faiz giderlerini, faiz dışı giderlerini girdi değişkenleri ve kredilerini, faiz gelirlerini ve faiz dışı gelirlerini çıktı değişkenleri olarak seçip VZA'ya tabi tutmuşlardır. Ardından bankaları benzerlik ve farklılıklarına göre PROMETHEE ve TOPSIS metotlarıyla ayrı ayrı sıralamış ve kümelemişlerdir. Elde ettikleri verilere dayanarak karşılaştırmalı analizler yapıp çalışmanın amacı olan ilişki durumunu belirleme ve sıralama işlemini değerlendirme durumuna ulaşmışlardır.

Çalışmanın sonuç kısmında PROMETHEE ve TOPSIS yöntemleri ile elde edilen sıralama verilerinin VZA ile elde edilen etkinlik skorları ile ilişkili çıktığı belirtilmiştir.

Baghirov (2017), VZA ile yaptığı çalışmasında 2008-2012 yılları arasında faaliyet gösteren 12 bankayı baz alarak Azerbaycan bankacılık sistemi incelemiştir. Çalışmanın girdi değişkenleri kredi ve mevduatlar, çıktı değişkeni ise yıllık kardır.

Duranay (2017), çalışmasında Türk mevduat bankalarından 27 tanesinin 2016 yılı verilerine VZA'nın CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) modelini uygulamıştır. Çalışmanın girdi değişkenleri olarak bankaların toplam mevduatlarını, alınan kredilerini, faiz giderlerini ve faiz dışı giderlerini, çıktı değişkenleri olarak ise toplam kredilerini, satılmaya hazır finansal varlıklarını, faiz gelirlerini ve faiz dışı gelirlerini kullanmıştır. Ayrıca çalışmanın bir kısmında etkin olmayan bankaların diğer bankalara kıyasla değişkenlerde hedeflemeleri gereken değerler de hesaplanmıştır.

Öksüzkaya (2017), tez çalışmasında Türk bankacılık sektörünün %90 ağırlığını temsil eden bankalar üzerinde bulanık VZA yöntemleri kullanarak etkinlikleri hakkında değerlendirme yapmıştır. Analizde 18 bankayı beş girdi değişkeni ve iki çıktı değişkeni ile temsil etmiş, dönem olarak 2013- 2015 aralığını baz almıştır. Etkinlik değerlerini bankaların sermaye mülkiyetine göre incelemiştir.

Özel vd. (2017) çalışmalarında 2013-2015 döneminde faaliyet gösteren 16 bankanın verilerini kullanmışlardır. Çalışmada toplam mevduat/toplam aktifler, faiz giderleri/toplam aktifler ve diğer faaliyet giderleri/toplam aktifler oranları girdi değişkenleridir. Toplam kredi ve alacaklar/ toplam aktifler, faiz gelirleri/toplam aktifler oranları ise çıktı değişkenleridir. Çalışmada öncelikle VZA ile etkinlik skorları hesaplanmış ve sonrasında Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi kullanılarak bankaların belirtilen zaman diliminde yıllık bazda verimliliğinde gelişim gösterip göstermedikleri incelenmiştir.

Şahin vd. (2016), çalışmalarında küresel krizin Türk Bankacılık sektörüne etkilerini VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği yöntemleriyle ulaştıkları sonuçlara göre açıklamaya çalışmışlardır. Analizlere 19 ticari banka dahil edilmiş ve 2004-2012 dönemi verileri kullanılmıştır. Girdi değişkenleri olarak kullanılan oranlar sermaye yeterliliği oranı, mevduat oranı, likidite oranı, varlıkların boyutu ve çıktı değişkenleri varlık kalitesi, kredi oranı, riskler, varlıkların dönüşüm oranı, ortakların karlılığı oranı ve yönetim etkililiğidir.

Acar vd. (2015), çalışmalarında Türk bankacılık sektöründeki bankaları sermaye sahipliklerine göre gruplayarak VZA ile etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada

2009-2013 yılları arasında faaliyet gösteren 15 banka girdi değişkeni olarak şube sayısı, personel sayısı, toplam aktifleri, çıktı değişkeni olarak kar ve toplanan mevduat kullanılarak analiz edilmiştir.

Keskin Önen (2015) tarafından mevduat bankalarından 19'unun etkinliğini aracılık ve karlılık yaklaşımları izlenerek VZA ile değerlendirilmiş ve kriz dönemleri ile bankaların etkinliğinin ilişkisi araştırılmıştır. Özellikle kriz dönemlerinde gerçekleşen farkların kaynaklarını araştırmak için Malmquist TFV Endeksi kullanılmıştır.

Kutlar vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada 23 ticari bankanın 2003-2012 yılları arasındaki teknik ve tahsis etkinlikleri üzerinde durulmuştur. Etkinlik skorlarına VZA ile ulaşılmış, bunun için seçilen girdi değişkenleri net aktifler, mevduat, faiz giderleri, ücretler ve komisyonlar, diğer faaliyet giderleri, maaşlar, personel sayısı olmuş, seçilen çıktı değişkenleri ise krediler ve alacaklar, operasyonel gelir, faiz geliri, alınan ücretler ve komisyonlar, diğer faaliyet gelirleri olmuştur. Belirtilen dönemde sürekli ve dinamik olarak etkinliği ele almak için Pencere Analizi yöntemini kullanmışlardır. Ayrıca Malmquist TFV Endeksi ile dönem boyunca verimlilik oranlarındaki değişimde incelenmiştir.

Repkova (2015) tarafından yapılan çalışmada Çek bankacılık sektörünün etkinliği incelenmiş ve etkinliğin belirleyicileri hakkında analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz verileri 2001-2012 yıllarını ve 15 bankayı kapsarken girdi değişkenleri olarak işgücü ve mevduat, çıktı değişkenleri olarak krediler ve net faiz geliri seçilmiştir. Çalışmada VZA CCR modeli kullanılarak etkinlik skorları belirlenmiş ardından panel veri analizi ile belirleyiciler hakkında incelemeler yapılmıştır.

Yakut vd. (2015) çalışmalarında 2009-2013 döneminde Borsa İstanbul'da (BIST) listelenen 9 turizm firmasının finansal oranlarını kullanarak etkinlik araştırmasını yapmışlardır. Analize konu olmuş oranlardan cari oran, finansal kaldıraç oranı ve maddi duran varlık/ özsermaye oranları girdi değişkenleri olarak, özsermaye karlılığı, aktif karlılık, net kâr marjı ve faaliyet giderleri + satışların maliyeti/satışlar oranları ise çıktı değişkenleri olarak seçilmişlerdir. VZA ile firmaların belirlenen dönem etkinlik skorlarına ulaşılmış ve etkinsiz KVB'ler için gerekli iyileştirmeler belirtilmiştir. Sonrasında ise Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile etkinlik değerlerindeki değişimler incelenmiş, nedenleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Akbalık ve Sırma (2014), çalışmalarında 2008-2012 yılları arasında verilerini kullanarak VZA ile bankalarının etkinliklerini incelemiş ayrıca yabancı sermayeli bankaların Türk bankacılık sektöründeki yerine de değinmişlerdir. VZA için

kullandıkları girdi değişkenleri mevduat ve faaliyet giderleri, çıktı değişkenleri ise krediler ve faaliyet gelirleridir. Elde ettikleri sonuca göre yabancı sermayeli bankaların düşük ölçekte bulunmaları sebebiyle göreceli olarak yerli sermayeli bankalara göre daha başarılı olmalarına rağmen etkinliklerinin bu yönde olmadığı anlaşılmıştır. Bunun sebebini VZA'nın ölçek büyüklüğünü göz ardı etmesi olarak belirtmişlerdir.

Svitalkova (2014), çalışmasında Avrupa Birliği (AB) ülkelerinden seçilen 6 ülkenin bankalarından 8-12 kadar bankanın etkinliklerinin karşılaştırmasını yapmıştır. Bu ülkeler Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Avusturya, Polonya, Slovenya ve Macaristan olup bankaların 2004-2011 yılları arasındaki verileri kullanılmıştır. Her bankanın bir KVB olarak işlem gördüğü çalışmada, VZA'nın CCR ve İstenmeyen Çıktılı Banker-Charnes-Cooper (BCC) modeli kullanılmıştır. Girdi değişkenleri personel giderleri, mevduatlar, sabit varlıklar olarak, çıktılar krediler, net faiz geliri ve istenmeyen çıktı değişkeni olarak ise kredi karşılıkları seçilmiştir.

Akyüz vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada VZA kullanılarak Borsa İstanbul (BIST) şirketlerinden 11 mevduat bankasına ait 2007-2011 yılları arası girdi-çıktı değerleri işlenmiştir. Girdi değişkenleri mevduat, özsermaye ve faiz giderleri, çıktı değişkenleri ise net kar ve faiz gelirleri olarak belirlenmiştir. VZA ile etkinlik skorlarına ulaşılan bankaların zaman içerisindeki etkinlik değişikliklerini gözlemlemek için Malmquist TFV Endeksi kullanılmıştır.

Bayyurt (2013) tarafından yapılan çalışmada Türk bankacılık sektöründen 31 bankanın verileri kullanılarak yabancı sermayenin bankaların performansı üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın amacının gerçekleştirilebilmesi için öncelikle performans puanlarını belirlemek üzere çeşitli yöntemler uygulanmıştır. Bu yöntemler VZA, TOPSIS ve ELECTRE III yöntemleridir. Ardından yabancı sermayenin performans puanlarına etkisini araştırmak için Mann Withney U testi ve bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır.

Bektaş (2013), tarafından yapılan çalışmada Türk bankacılık sektöründeki ticari bankaların etkinlikleri incelenmiştir. Çalışmada bankalar arasında sermaye sahipliği ayrımı yapılarak etkinliklerini bu yönden karşılaştırma imkânı oluşturulmuştur. Yapılan VZA çalışmasına 11'i yerli özel sermayeli, 11'i yabancı sermayeli banka dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan girdi değişkenleri toplam mevduat, faiz giderleri ve faiz dışı giderler, çıktı değişkenleri ise toplam krediler, faiz gelirleri ve faiz dışı gelirler olarak seçilmiştir. Analizde hem CCR hem de BCC modellerini uygulanmış ardından

CCR ile etkin bulunan bankalara sermaye sahipliğine göre istatistiksel anlamlılıklarını görmek üzere Mann-Whitney U testi gerçekleştirilmiştir.

Küçükaksoy ve Önal (2013), 2004-2011 dönemi için Türk bankacılık sektöründen 10'u özel 5'i yabancı sermayeli 15 bankanın verilerini analiz etmek için VZA kullanmışlardır. Bu verilerde girdi değişkenleri olarak toplam mevduat, faiz giderleri ve personel giderleri bulunurken çıktı değişkenleri olarak ise toplam kredi ve faiz gelirleri bulunur. Çalışmalarının bir kısmında etkin olmayan bankalar için yıllar bazında hangi değişkene ne kadar katkı sağlamaları halinde etkin duruma geçilebileceğini hesaplamışlardır.

Timor ve Mimarbaşı'nın (2013) çalışmasının amacı, bir bankanın şubelerinin etkinliklerini araştırırken TOPSIS ve VZA yöntemlerini karşılaştırmak olarak belirtilmiştir. Etkinlik skorlarına ulaşmak için VZA kullanılmış ve analiz için girdi değişkenleri, müşterilerin gişede bekleme süreleri, müşteri olmayanların gişede bekleme süreleri, müşteri şikayetleri, müşteri olmayanların şikayetleri olarak seçilmiştir. Çıktı değişkenleri ise gişe başına işlem sayısı (müşteri olan) ve gişe başına işlem sayısı (müşteri olmayan) olarak belirlenmiştir. Çalışmada bir bankanın 2010 yılındaki 15 şubesinin verilerine dayanarak VZA'nın hem CCR hem de BCC yöntemleri uygulanmış, ardından aralarında uyum olup olmadığını kontrol etmek için TOPSIS yöntemiyle sıralama yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre her iki yöntemde oldukça benzer sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Er ve Uysal (2012), çalışmalarında Türkiye'deki katılım bankalarının ve ticari bankaların etkinlik skorlarını karşılaştırmalı olarak incelemiştir. 2005-2010 dönemi içinde faaliyet gösteren toplam 30 bankayı içeren çalışmada VZA'nın CCR ve BCC modelleri kullanılmıştır. Girdi değişkenleri olarak personel sayısı, sermaye ve toplam aktifler kalemleri kullanılırken çıktı değişkenleri olarak toplam mevduat, toplam kredi ve net kar kalemleri kullanılmıştır. Etkinlikleri incelenen bankalardan etkinsiz bulunanların etkin duruma geçmesi için 2010 yılını baz alarak değişkenlerinin ulaşması gereken hedef değerleri de saptamışlardır.

Budak (2011), VZA'nın Türk mevduat bankalarına bir uygulamasını yapmıştır. 2008-2010 yıllarında çalışan 22 mevduat bankasının verilerinin incelendiği çalışmada öncelikle etkinlik skorları hesaplanmış ardından sermaye yapılarına göre etkinlik skorları karşılaştırılmıştır. Girdi değişkenleri olarak şube sayısı, personel sayısı, faiz ve faiz dışı giderler toplamı kullanılırken çıktı değişkenleri olarak toplam mevduat, toplam kredi, faiz ve faiz dışı gelirler toplamı ile net kar kullanılmıştır. Çalışmanın başka bir

kısımında bu girdi çıktı değişkenlerinin genel eğilimine bakarak bankaların gelecekteki etkinlik skorları hakkında öngörülerde bulunulmuştur.

Charles vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada Peru'daki bankaların etkinliklerinin VZA yöntemi ile ölçülmesi amaçlanmıştır. Bunun yanında etkin durumda olmayan bankaların eksikliklerine ve geliştirmeleri gereken yönlerine de değinilmiştir. Etkinlik skorlarını bulmak için 2000-2009 yılları arasında çalışan 14 Peru bankası ele alınmış ve VZA için aracılık yaklaşımına uygun olarak girdi değişkenleri; toplam maliyet ve toplam mevduat kalemleri, çıktı değişkenleri ise toplam krediler ve diğer kazanç varlıkları kalemleri seçilmiştir. VZA'nın çıktı odaklı CCR modeli uygulanmış ve çalışmanın sonuçlarında banka etkinliklerini etkileyen faktörlere de değinilmiştir.

Al Khathlan ve Malik (2010) tarafından yapılan çalışmada Suudi Bankalarının etkinliğini konu alınmıştır. VZA'nın CCR ve BCC yöntemlerinin kullanıldığı analizlerde girdi değişkenleri olarak operasyon giderleri, özkaynaklar, kredi ve alacaklar kalemleri, çıktı değişkenleri olarak ise mevduatları kullanılmıştır. Veriler 10 ticari bankanın 2003-2008 yılları arasındaki finansal tablolarından elde edilmiştir.

Çelik ve Kaplan (2010) tarafından yapılan çalışmada, Türk bankacılık sektöründe çalışan bankaların etkinlikleri ve rekabet ilişkisini araştırırken 2002-2007 yılları arasında faaliyet gösteren 32 mevduat bankasının bilanço verilerini kullanmışlardır. Çalışmada VZA ile etkinlik skorlarına ulaşılmış ayrıca Panzar Rose modeliyle piyasa yapısı ile rekabet tahminlemesi yapılmıştır.

Gök (2010), tezinde Türk mevduat bankalarından 20 bankanın 2005-2008 yılları arasındaki verilerine hem üretim yaklaşımı hem de aracılık yaklaşımı ile farklı girdi-çıktı değişkenleri kullanarak VZA uygulamıştır. Üretim yaklaşımı için girdi değişkenleri özkaynaklar, diğer faaliyet gelirleri, faiz giderleri ve verilen ücret komisyonları toplamı iken çıktı değişkenleri toplam mevduatlar ve alınan krediler ile para piyasalarına borçların toplamıdır. Aracılık yaklaşımında ise girdi değişkenleri olarak özkaynaklar, diğer faaliyet giderleri, toplam mevduatlar ve alınan krediler ile para piyasalarına borçların toplamı, çıktı değişkenleri olarak toplam krediler ve faiz gelirleri seçilmiştir. Analizlerde VZA ve Malmquist endeksi kullanılmıştır. Her iki yaklaşıma uygun olarak yapılan analizlerde elde edilen sonuçlara göre Türk bankalarının bir ölçek sorununa sahip olduğu belirtilmiştir.

Akın vd. (2009) çalışmalarında Türkiye'de banka verimliliğini belirleyen faktörleri araştırmışlardır. VZA kullanılarak 2002-2007 arasında faaliyet gösteren 31

bankanın etkinlik değerlerine ulaşılmıştır. Girdi değişkenleri olarak personel sayısı, faiz gideri, faiz dışı gider ve toplam mevduatlar kullanılırken çıktı değişkenleri olarak toplam krediler, faiz giderleri ve faiz dışı gelirler kullanılmıştır. Bankaları sermaye sahipliğine göre ayırtıran çalışmanın sonuç kısmında bu özelliğe göre etkinlik değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca yapılan regresyon analizinin sonucuna göre tüm değişkenlerin ilişkili ve anlamlı olduğunu belirtilmiştir. Çalışmanın bir bölümünde bankaların halka arz durumuna göre ve sermaye sahipliklerine göre etkinlik karşılaştırmaları yapılmıştır.

Bay (2009), çalışmasında Türkiye'deki mevduat ve ticaret bankalarının etkinlik değerlerine VZA ile ulaşmaya çalışmıştır. Çalışmada girdi değişkenleri olarak giderleri, aktifleri ve bilişim teknolojisi giderleri, çıktı değişkenleri olarak ise kar, kredi ve mevduatları kabul edilerek mevduatta sektörün %91,2'sini, aktifte sektörün %90,1'ini, kredilerde sektörün %89'unu temsil eden 11 banka analiz edilmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde 2003-2007 yılları arası etkinlik skorlarına ulaşılmış ve belirtilen dönem için girdi-çıktı değişkenlerinin korelasyonu incelenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise iki ayrı dönem halinde bankaların risk değerleri hesaplanmıştır.

Behdioğlu ve Özcan (2009) çalışmalarında 1999-2005 döneminde çalışan 29 ticaret bankasının verilerine VZA'nın CCR ve BCC yöntemlerini uygulamışlardır. Amaçlarını bu dönem içerisinde ele alınan bankaların sermaye sahipliklerine (kamu-özel-yabancı) ve ölçek büyüklüklerine (büyük-orta-küçük) göre etkinliklerinin karşılaştırılması ve 2005 yılı için etkin olmayan bankalara hedef belirlemek olarak belirtmişlerdir. Girdi değişkenleri olarak personel sayısı, faiz dışı gider, faiz gideri ve şube sayısı, çıktı değişkenleri olarak ise toplam kredi, toplam mevduat ve net kar seçilmiştir.

Chortareas vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada 2001 yılında Ekonomik ve Parasal Birlik Programına girdikten sonra bu durumdan etkilenen Yunan bankalarının etkinlik ve verimliliği üzerinde inceleme de bulunmaktadır. Çalışmada 1998-2003 dönemi için yıllık ortalama 14 banka olmak üzere toplam 85 birim kullanılmıştır. VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada girdi değişkeni olarak toplam maliyet, çıktı değişkenleri olarak toplam krediler ve toplam diğer kazanç varlıkları kullanılmıştır.

Demir ve Astarçioğlu (2007) tarafından yapılan çalışmada İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) şirketlerinden 9 bankanın 1999-2005 yılları arasındaki verilerinden yararlanılarak bulanık mantık yöntemleri ile 2006 yılının değerleri tahmin edilmeye çalışılmış ve bu bankaların etkinlikleri test edilmiştir. Etkinlik skoru

hesaplamasında VZA'nın CCR yöntemini kullanmışlardır. VZA girdi değişkenleri olarak toplam mevduat, faiz giderleri, faiz dışı giderleri kullanan Demir ve Astarçioğlu, çıktı değişkenleri olarak verilen krediler, faiz gelirleri ve faiz dışı gelirler göstergelerini seçmişlerdir. Sonuçlara dayanarak seçilen bankalardan kaçının etkin olacağını ve etkisiz olan bankaların etkin duruma geçmek üzere sahip olması gereken değerleri belirtmişlerdir.

Denizer vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada Türk bankacılık sektöründe verimliliğe finansal serbestleşmenin etkisi incelenmiştir. Çalışmanın içerdiği veriler 1970-1994 dönemlerini kapsamaktadır. Girdi ve çıktı değişkenlerinin seçiminde iki ayrı yaklaşım olan üretim ve aracılık yaklaşımları ayrı ayrı kullanılmış farklı değişkenlerle VZA'nın hem CCR yöntemiyle hem de BCC yöntemiyle etkinlik skorlarına ulaşılmıştır. Çalışmada finansal serbestleşmenin dışında etkinliği etkileyen diğer faktörlere de değinilmiştir.

Demir ve Gençtürk (2006), çalışmalarında İMKB'de işlem gören bankaların sermaye sahipliğine göre etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada 2000-2006 döneminde çalışan 14 bankanın verileri kullanılarak VZA uygulanmıştır. Aracılık yaklaşımına uygun olarak girdi değişkenleri işgücü, sermaye ve mevduatlar ve çıktı değişkenleri ise krediler, faiz gelirleri ve faiz dışı gelirler kullanılmıştır.

Eleren ve Özgür (2006), çalışmalarında Türkiye'de çalışmakta olan 9 yabancı bankanın 2001-2005 yılları boyunca sahip oldukları verileri ile VZA çalışması gerçekleştirmişlerdir. Girdi değişkenleri olarak mevduat ve faiz giderlerinin, çıktı değişkenleri olarak ise krediler ve faiz gelirlerinin kullanıldığı çalışmada üç etkinlik değeri (sabit getiri teknik etkinlik, değişken getiri teknik etkinlik, ölçek etkinliği) hesaplanmıştır.

Aktaş Şen (2006), çalışmasında 1960-2004 yılları arasında Türk bankacılık sektörünü incelemiştir. Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak VZA'da KVB olarak bankaları değil, yılları seçmiştir. VZA'da önemli olanın girdi-çıktı bileşimi olduğunu varsayarak üç ayrı bileşimle analizler yapmıştır. Ayrıca çalışmada Tobit yöntemi ile belirlenen dönem içerisindeki genel seçim yıllarının sektördeki bankaların etkinliklerine etkisini görmeyi amaçlamıştır.

Atan ve Karpat Çatalbaş (2005), çalışmalarında ticari bankaların etkinliğini ve sermaye sahipliklerinin etkinliğe etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın bir kısmında 33 bankanın 2002 ve 2004 yılları arasındaki etkinlik skorları VZA yöntemiyle hesaplanmıştır. Bu analize konu olan girdiler değişkenleri toplam aktifler, toplam

mevduatlar, toplam özkaynak, ödenmiş sermaye, bilanço dışı yükümlülükler, şube sayısı ve personel sayısı olurken çıktı değişken, olarak toplam krediler baz alınmıştır. Elde edilen etkinlik skorları ile Tobit regresyon analizi yapılarak etkinliğe etki eden faktörler belirlenmeye çalışılmıştır.

Cihangir (2004), çalışmasında Garanti Bankası ve Osmanlı Bankası'nın birleşmesinin sektöre ve birleşmiş olan bankaya etkinlik ve verimlilik yönünden nasıl etki ettiğini açıklamaya çalışmıştır. Çalışmada birleşme öncesi ve sonrası dönem karşılaştırmalı incelendiği için iki ayrı dönem şeklinde analizler gerçekleştirilmiştir. Birleşme öncesi olan 1995-2001 döneminde sektörde bulunan 32 banka analize dahil edilmiş ve birleşme sonrası dönem olan 2002-2003 yıllarında analize dahil edilen banka sayısı 29 bankaya düşmüştür. Her iki dönemde aynı girdi-çıktı değişkenleri kullanılmış olup girdi değişkenleri personel giderleri, özkaynaklar, mevduat toplamı, aktif toplamı ve toplam giderler olarak seçilmiş, çıktı değişkenleri toplam krediler, net kar/özsermaye, net kar/toplam aktifler ve faiz dışı gelirler olarak seçilmiştir.

Atan (2003), çalışmasında 44 bankanın 1999-2001 arası verilerine VZA uygulayarak etkinlik skorlarını hesaplamıştır. Analizde girdi değişkenleri olarak mevduat, mevduat dışı kaynaklar, özkaynaklar, faiz giderleri, faiz dışı giderler, şube sayısı, personel sayısı, çıktı değişkeni olarak ise toplam krediler kullanılmıştır.

Casu ve Molyneux, (2003) çalışmalarında amaçlarını 'Ortak Pazar' olarak tabir edilen Avrupa Ekonomik Topluluğunun oluşturulmasından itibaren Avrupa bankacılık sektöründeki etkinliğe ve üretkenliğe etki edip etmediğini araştırmak olarak açıklamışlardır. 1993-1997 yılları arasındaki verilerden girdi değişkenleri olarak toplam maliyet, toplam müşteri ve kısa vadeli fonlanma değişkenleri, çıktı değişkenleri olarak toplam krediler, diğer kazanç varlıkları kullanılmıştır. Çalışmaya dahil edilen ülkeler Fransa, Almanya, İtalya, İspanya ve Birleşik Krallık olup, 530 banka için analiz yapılmıştır. VZA ile elde edilen skordardan faydalanıp etkinliğin belirleyicilerini incelemek üzere Tobit Regresyon modeli uygulanmış ve Ortak Pazar Programının bankacılıkta küçük bir iyileşmeye yol açtığı belirtilmiştir.

Mercan vd. (2003) çalışmalarında Türk bankacılık sektörünün finansal performansına ölçek ve sermaye sahipliği konularının etkisini incelemiştir. Analiz için VZA kullanmış, dönem olarak 1989-1999 dönemi seçilmiştir. Girdi-çıktı değişkenleri belirlenirken CAMEL yaklaşımı takip edilmiş ve girdi değişkenleri olarak: personel giderleri/kazanç varlıkları, toplam giderler/toplam varlıklar oranları, çıktı

değişkenleri olarak ise kazanç varlıkları/toplam varlıklar, (özkaynaklar + net kar) /toplam yükümlülükler ve özkaynaktaki ortalama getiri oranları kullanılmıştır.

Bal ve Gölcükcü (2002), çalışmalarında VZA kullanımına yenilik katarak VZA'yı tüketici tarafı için bir karar aracı haline getirmeye çalışmışlardır. Kullandıkları veriler, 2001 yılında çalışan 21 bankaya ait üç girdi değişkenini ve üç çıktı değişkenini içermektedir. Girdi ve çıktı değişkenleri olarak literatürde rastlanan değişkenlerden oldukça farklı değişkenler seçilmiş ve etkinlik kavramı müşteri tercihini etkilemek üzere kurgulanmıştır. Girdi değişkeni olarak bankaların tüketici kredilerinin, araç kredilerinin ve konut kredilerinin faizleri kullanılırken, çıktı değişkeni olarak tüketicilerin mevduat hesaplarından sağlayacakları karların para birimlerine göre gruplandırılmış halleri (Türk lirası, Amerikan doları ve Alman markı) kullanılmıştır. Ayrıca etkinsiz bulunan bankalar için tavsiyeler de sunulmuştur.

Chen ve Yeh, (2000) yaptıkları çalışmalarında Tayvan'da 34 ticari bankaya operasyon etkinliklerini ölçmek üzere VZA uygulamışlardır. Bankaların 1996 yılı resmi verilerinden aracılık yaklaşımına uygun olarak girdi değişkenleri personel giderleri, varlıklar ve mevduatlar, çıktı değişkenleri krediler, portfolyo yatırımları ve faiz dışı gelirler olarak belirlenmiştir. Ayrıca Mann-Whitney testi ile sermaye sahipliğine göre kaynak kullanımında verimlilik incelenmiştir.

Cingi ve Tarım (2000) çalışmalarında 1989-1996 dönemini 21 bankanın verileri ile ele almışlardır. Söz konusu bankalar toplam mevduattaki payları %1'den büyük olanlardan seçilmiştir. Girdi değişkenlerini toplam aktif ve toplam giderler, çıktı değişkenlerini ise toplam kar, toplam kredi, toplam mevduat ve kredi geri dönüş oranı olarak kullanmışlardır. VZA'nın CCR modelini kullanarak etkinlik skorlarına ulaşmışlardır. Ayrıca tüm bankalar tek başlarına birer birim oldukları için etkin banka sayısının önemli olmaktan uzak olduğunu savunmuş ve etkin bankaların mevduat pazar payı toplamlarını yıl bazında hesaplamışlardır.

Mercan ve Yolalan (2000), çalışmalarında, 1989-1998 döneminde Türkiye'de çalışan tüm ticari bankaları analizlerine dahil ederek bankacılık sektöründe ölçek ve sermaye sahipliğiyle performans ilişkisini incelemişlerdir. VZA kullanılan çalışmada, girdi-çıktı değişkenleri seçiminde CAMEL yöntemi izlenmiştir. Girdi değişkenleri olarak ele alınan oranlar personel giderleri/toplam aktifler ve toplam giderler/toplam gelirler ve çıktı değişkenleri olarak ele alınan oranlar ise Portföy/toplam aktifler, (Özkaynak + Net kar) /toplam pasifler ve Net dönem karı/ortalama özkaynaklar olmuştur.

2.5. Diğer Yöntemlerin Kullanıldığı Etkinlik Konulu Çalışmalar

Etkinlik skoruna ulaşmak üzere kullanılan yöntemlerden bazılarında 2.3. *Etkinlik Ölçme Yöntemleri* başlığı altında yer verilmişti. İlgili başlıkta bahsedilen yöntemler ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden bazı yöntemler kullanılarak yapılmış olan etkinlik ölçümleme konulu çalışmalardan bazıları aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Uludağ ve Ece (2018), çalışmalarında ÇKKV yöntemlerinden biri olan TOPSIS kullanarak Türkiye'deki 28 mevduat bankasının 2006-2016 arası mali tablo verilerini işlemiş ve yıl bazında performansa göre sıralama yapmışlardır. Analiz için 7 başlık altında toplam 49 değişken kullanmışlar ve sonuçları sermaye sahipliğine göre gruplayarak sunmuşlardır.

Yalçiner ve Karaatlı (2018) çalışmalarında Türkiye'de faaliyet gösteren mevduat bankalarından 25 tanesinin arasından seçim yapabilmek için bu bankaların 2002-2015 yılları arası verileri kullanılmıştır. Çalışmada Kriterlerin ağırlıklandırılması konusunda AHP'ye başvurulmuştur. Ağırlıklandırılmış kriterleri önce TOPSIS yöntemiyle inceleyerek bankaları sıralandırmışlardır. Ardından yine ağırlıklandırılmış kriterler ile ELECTRE yöntemi uygulamaya konulmuştur. Sonuç kısmında yazarların belirttikleri her iki yöntem için de aynı sonuçlar elde edilmiştir.

Vergili, 2017'de yaptığı çalışmasında BIST'te işlem gören 12 bankanın finansal performanslarını 2009-2013 dönemi için değerlendirmiştir. Analizin girdi değişkenlerini CAMEL yönteminde kabul gören oranlardan 15 tanesi oluşturmuştur. Performans sıralamasına ulaşmak için ise TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Yıldırım ve Demirci (2017) tarafından yapılan çalışmada BIST'te işlem gören 10 bankanın 2015 yılı verileri ile banka performansını ölçmek hedeflenmiş ve bunun için iki ayrı yöntem olan TOPSIS ve TOPSIS-M seçilmiştir. Her iki yöntemin performans sıralamasına ulaştıktan sonra aktif büyüklükleri ve öz sermaye sıralaması baz alınarak karşılaştırma yaptıklarında daha yeni bir yöntem olan TOPSIS-M'nin kullanımını daha iyi sonuçlar verdiği için uygun bulmuşlardır.

Başçı (2016) Türkiye'de faaliyetini sürdüren 9 özel bankanın etkinlik bakımından sıralamasını TOPSIS yöntemiyle elde etmek üzere bir çalışma yapmıştır. Bu analiz için bankaların 2015 yılı verilerinden beşi finansal olan yedi oran kullanmıştır. Sonuç bölümünde sıralamayı etkileyen en önemli değişkenin brans başına personel olduğunu belirtmiştir.

Çalışkan ve Eren (2016) tarafından yapılan çalışmada banka performanslarını değerlendirmek amacıyla 2010-2014 dönemi arasında çalışan, aktif büyüklüklerine göre (2014 yılı) ilk sıralarda olan 17 bankanın verileri kullanılmıştır. Toplam 10 oranı PROMETHEE yönteminde kullanarak performans değerlerine ulaşmışlardır. İlk uygulamada oranların ağırlıklarını eşit kabul etmiş, ikinci uygulamada ise ağırlıkları Analitik Hiyerarşik Proses (AHP) yöntemiyle belirlemişler ve PROMETHEE yöntemini uygulamışlardır. Çalışmanın sonuç kısmında her iki uygulamanın da sonucunun aynı olduğu belirtilmiştir.

Rezai ve Ketabi (2016) tarafından yapılan çalışmada İran bankalarının performanslarına göre sıralamaları oluşturulmaya çalışılmıştır. Bankacılık profesyonellerinin görüşlerine dayanarak seçtikleri kriterlerin ağırlıklarını belirlemek üzere Bulanık AHP yöntemini kullanmış, elde ettikleri bu çıktılar ile TOPSIS yöntemini uygulayarak bankaları performans yönünden sıralamışlardır. 21 bankanın 2015 yılı Mart verilerini kullanarak yaptıkları uygulama sonucunda ilk üç arasındaki iki bankanın kamu bankası olduğunu saptamışlardır.

Wanke vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada Malezya İslami Bankalarının etkinliği ölçülmektedir. Bu amaç doğrultusunda iki aşamalı bir analiz gerçekleştirilmiştir. 2009-2013 yılları arasında Malezya'da aktif olan 16 bankanın verilerini TOPSIS yöntemiyle etkinlik bazında sıralanmış ardından bu sıralama ile sınır ağırlıkları etkinliği etkileyen faktörler ve etki yönleri hakkında tahmin gerçekleştirmişlerdir.

Özbek'in (2015) çalışmasında Türkiye'de çalışan yabancı sermayeli bankaların 2005-2014 dönemindeki etkinlik değerlerine Operasyonel Rekabet Değerlendirmesi (OCRA), Oran Analizine Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon Modeli (MOORA) ve Ağırlıklı Toplam Model (SAW) kullanılarak ulaşılmıştır. Dokuz bankanın verilerinin kullanıldığı çalışmada kriterler; mevduat, sermaye, işgücü, krediler, faiz geliri ve faiz dışı gelir olarak seçilmiş, 1 ile 9 arası puanlar ile ağırlıklandırılmıştır. Aynı kriterler tüm yöntemler için kullanılmıştır.

Tunay ve Akhisar (2015) çalışmalarında Türk özel sermayeli bankalarının performans sıralamasına ulaşmak istemişlerdir. Çalışmada TOPSIS metodu kullanılmış, bu yöntemde gerekli olan kriter ağırlıklarını AHP yöntemi ile belirlemişlerdir. Çalışmanın kapsamı 2009-2013 yılları arasında faaliyet gösteren 21 banka olarak belirlenmiştir.

Akkoç ve Vatansever (2013) çalışmalarında 2010 yılında faaliyet gösteren 12 Türk ticari bankasının verilerinden 17 finansal gösterge ile finansal performansa

ulaşmaya çalışmışlardır. Bunun için Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Analiz sonuçlarına göre her iki yöntemde de aynı sonuçları veren 5 banka vardır. Yazarlar buna dayanarak bu iki yöntemin benzer sıralamalarda bulunduğuna işaret etmişlerdir.

Mazgit ve Acar (2013) çalışmalarında Türk bankacılık sektöründeki bankalardan toplam aktifler içerisinde payı büyük olan 13 bankanın verilerini ele almışlardır. 2006-2012 dönemini içeren çalışmada öncelikle sermaye sahipliğine göre gruplar halinde Malmquist TFV analizi yapılmış, ardından banka bazında analiz gerçekleştirilmiştir. Girdi değişkenleri olarak toplam mevduat ve mevduat dışı kaynakları, çıktı değişkenleri olarak ise toplam finansal varlıkları, kredi-alacakları ve duran aktifleri kullanmışlardır.

Özdemir ve Demireli (2013) tarafından yapılan çalışmada Türk mevduat bankalarından 21 bankanın 2011-2012 periyodundaki verilerinden personel sayısı, toplam mevduat, faiz giderleri, faiz dışı giderler değerleri girdi değişkenleri, toplam krediler, faiz gelirleri ve faiz dışı gelirler değerleri ise çıktı değişkenleri olarak seçilmiştir. Hem ağırlıklı kısıtsız model hem de güven aralığı (AR) modeli kullanılarak bankaların etkinlik skorlarına ulaşılmıştır. İki model sonuçları bazı parametrik olmayan testlere dahil edildiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara ulaşılmıştır. Modeller karşılaştırıldığında ağırlıklı kısıtlı modelin piyasa verilerini de analize dahil etmesini avantaj kabul edip bankaların etkinliklerini ayırıştırma konusunda daha yetkin sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Amile vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada İran'da seçilen bankaların finansal ve finansal olmayan performans değerleri Bulanık AHP ve TOPSIS yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Farklı sermaye sahipliği durumunu temsilen seçilen üç bankanın finansal ve finansal olmayan performans değerlendirmesi için uzmanlardan görüş alınarak seçilmiş kriterler Bulanık AHP ile ağırlıklandırılmış ve TOPSIS yöntemi ile performans bazında sıralanmışlardır. Önce finansal, sonra finansal olmayan performans değerlerine ulaşılmış ve sonunda bunları kullanarak toplam performans değerlerini elde etmişlerdir.

Yayar ve Baykara (2012) çalışmalarında 2005-2011 döneminde faaliyet gösteren 4 katılım bankasının verilerini TOPSIS yöntemiyle inceleyerek bu bankaların etkinlik ve verimliliklerini değerlendirmişlerdir. Etkinlik ve verimlilik kriterlerinin belirlenmesinin ardından bunlara ait ağırlık vektörleri hesaplanmıştır. Bankaların karar matrisindeki veriler ile ağırlıkların çarpılmasından oluşan ağırlıklı karar matrisi ile ideal

noktaya olan minimum ve maksimum uzaklıklar belirlenmiş ve etkinlik skorlarına ulaşılmıştır.

Apergis ve Alevizopoulou (2010) tarafından yapılan çalışmada Avrupa bankalarında etkinlik Stokastik Sınır yaklaşımı ile incelenmiştir. Çalışmanın verileri 1994-2008 döneminde Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, Almanya ve Birleşik Krallık bankalarını kapsamaktadır. Değişken seçiminde aracılık yaklaşımı takip edilmiş, girdi değişkenleri olarak mevduat, işgücü, sabit varlıklar değerleri, çıktı değişkenleri olarak ise iki ayrı çıktı bileşimi kullanılmıştır. İlk çıktı değişkeni seçeneği yalnızca toplam krediler olurken ikinci çıktı değişkeni seçeneği toplam krediler, toplam menkul kıymetleri ve toplam faiz dışı faaliyet gelirleri değerlerini içerir. Ayrı ayrı risk ve boyut içermeyen, finansal sermaye içeren, toplam aktiflerin banka büyüklüğünü ifade ettiği, risk ve boyut içeren analizlerin tümü iki farklı çıktı seçeneği için ikişer defa gerçekleştirilmiştir.

Demireli (2010) tarafından yapılan çalışmada 2001-2007 yılları arasında Türkiye’de hizmet veren kamu sermayeli bankaların etkinliğini incelemiştir. Çalışmada kullanılan yöntem TOPSIS olup 3 banka için 10 farklı oran kullanılmış ve ağırlıkları eşit olarak atanmıştır. Belirtilen dönemde hesaplanan performans puanlarının değişimlerine bakılarak iniş-çıkışların sebebi açıklanmaya çalışılmıştır.

Ikhide (2008) çalışmasında Namibya’daki ticari bankaların etkinliklerini ölçmeye çalışmıştır. Bunun için parametrik yöntemlerden stokastik sınır yaklaşımını kullanır. Bu süreç içerisinde girdi değişkeni olarak emek, sermaye, faiz giderlerinden oluşan bir toplam maliyet kalemi ve çıktı değişkeni olarak krediler kalemini kullanır. Bankaların 1993-2006 döneminin verilerini işlemiş ve sonuç kısmında temel olarak etkinliği belirleyici faktörün maliyetler olduğunu belirtmiştir. Ayrıca etkin duruma geçilebilecek durumları öngörmeye çalışmıştır.

Kasman (2003) tarafından yapılan çalışmada ticari bankaların maliyet etkinliği ve ölçek ekonomileri incelenmiştir. 2001-2002 yılları arasında çalışan 29 ticari bankanın verilerinden toplam krediler ve yatırımları çıktı değişkenleri olarak, emek ve sermaye fiyatı, borç verilebilir fonların fiyatı ve toplam maliyeti ise girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. Bankaların etkinlik değerlerine stokastik maliyet sınırı yöntemiyle ulaşılmıştır. Sonuçlar sermaye sahipliği ve ölçek büyüklüğü bakımından incelenmiş ve etkinliğin sebebine ulaşmak için bir regresyon tahminlemesi yapılmıştır.

Maudos ve Pastor’un (2001) çalışmalarında Avrupa birliğinden 14 ülkenin yanı sıra Japonya ile ABD bankalarının maliyet ve kar etkinlikleri incelenmiştir. Çalışmada

kullanılan analiz yöntemi stokastik sınır analizi yöntemi olup girdi değişkenleri; işgücü fiyatı, mevduat fiyatı ve fiziki sermaye fiyatı, çıktı değişkenleri; krediler, diğer kazanç varlıkları ve mevduattır. Çalışma 1984-1995 yılları arasında üretilen verileri kapsamaktadır.

2.6. Veri Madenciliği Yöntemlerinin Kullanıldığı Etkinlik Konulu Çalışmalar

Literatürde VZA ve diğer tekniklerin kullanıldığı, bankacılık sektöründe etkinlik konulu birçok çalışmaya rastlanmıştır. Ancak VM teknikleri birçok alanda kullanılmasına rağmen bankacılıkta etkinlik konusunda literatürde geniş bir yer edinmemiştir. Bankacılık alanında VM yöntemlerinin de kullanıldığı etkinlik konulu çalışmalardan bazılarını aşağıda kısaca yer verilmiştir.

Erinci ve Duranay'ın (2016) çalışmalarında 28 mevduat bankasının 2002-2014 dönemindeki verileri kullanılarak 2014 yılına kadar gerçekleşen ve hesaplanan performans değerleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ek olarak 2015 ve 2016 yılları için ise performans tahminlemede bulunulmuştur. Kullanılan girdi değişkenleri mevduat, faiz gideri, faiz dışı gider, personel gideri, vergiler, faiz geliri ve faiz dışı gelir, çıktı değişkeni ise net kar olmuştur. Çalışmada Levenberg-Marguardt algoritması ile eğitilen tek katmanlı ileri beslemeli sinir ağı ile yapılan tahminlerin doğruluğu yaklaşık olarak %95 bulunmuştur.

Seyrek ve Ata'nın (2010) çalışmalarında toplam kredi, faiz geliri ve faiz dışı geliri çıktı değişkenleri; toplam mevduat, faiz gideri ve faiz dışı gideri ise girdi değişkenleri olarak kullanarak toplam 20 bankanın 2003-2008 yılları arasındaki verilerine Veri Zarflama Analizi (VZA) uygulamış ve bankaların etkinlik skorlarına ulaşmışlardır. Ardından VM sınıflandırma tekniklerinden karar ağaçları yöntemini (C5.0 algoritması) kullanarak etkinlik skoruna etki eden en önemli değişkeni tespit etmiş ve karar ağaçları ile kurallar türetmişlerdir.

Emrouznejad ve Anouze (2010) tarafından yapılan çalışmada Körfez İşbirliği Konseyi üyesi ülkelerin bankacılık sektörlerinde etkinlikleri araştırılmıştır. Çalışmada yer alan 36 bankanın aracılık yaklaşımına göre seçilen girdi değişkenleri toplam varlıklar, sermaye ve mevduat iken çıktı değişkeni net kar olmuştur. İlk aşamada yapılan VZA'ya göre %79,92 etkinliğe ulaşılmıştır. CART kullanmak üzere banka verilerine bootstrap (tekrarlama) işlemi uygulanarak 3600 birimlik veri elde edilmiştir.

İki farklı girdi-çıkıtı bileşeni ile iki defa CART uygulanmış, ilk bileşende %97,83 tahmin doğruluğu elde edilmiş ve en etkili değişken Piyasa Değeri/Defter Değeri oranı olmuştur. Uygulanan diğer CART çözümünde ise doğruluk %100 olarak ölçülmüş ve en etkili değişken pazar payı olmuştur.

Lin vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada Tayvan bankalarının performansını sınıflandırmak üzere destek vektör makineleri (DVM), karar ağaçları ve parçacık sürü optimizasyonu (PSO) kullanılmıştır. İki ayrı kaynaktan elde edilen iki ayrı veri setinin ilkinde 44, ikincisinde 34 banka yer almaktadır ve her ikisi için de 31 girdi ve 1 çıktıdan oluşan bir bileşen kullanılmıştır. PSO, DVM ve karar ağaçları için özellik seçimi yapmak üzere kullanılmıştır. PSO ile özellikleri seçilmiş ve DVM ile ulaşılmış sınıflandırma sonuçlarında ilk veri seti için %98,6 ve ikinci veri setinde %93,1 doğruluk saptanmıştır. Yine PSO ile özellikleri seçilmiş ve karar ağaçları ile ulaşılmış sonuçların ise doğruluğu ilk veri setinde %89,5, ikinci veri setinde %81,8 olmuştur. Kural görünürlüğü ve uygulamasının kolaylığı açısından yazarlar tarafından karar ağaçları önerilen yöntem olmuştur.

Toktaş ve Demirhan'ın (2004) çalışmalarında finansal risk analizi yaparak başarısızlığı bir yıl önceden haber verebilecek bir tahmin modeli oluşturmak amaçlanmıştır. Finansal verileri kullanılan 77 bankanın 34'ü 1997-2003 yılları arasında başarısız olan bankalardır. VM tekniklerinden YSA kullanılmış, oluşturulan modelde %100 başarı elde edilmiş ve geçerliliği %84,5 olarak tespit edilmiştir. Kullanılan 19 finansal orandan başarı durumunu etkileyenler sermaye yeterliliği, aktif kalitesi, likidite, karlılık ve gelir-gider yapısı oranları olarak bulunmuştur.

İlerleyen bölümlerde bu çalışmada kullanılacak olan yöntemler ile ilgili açıklamalar sunulmuştur.

BÖLÜM III

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

3.1. Veri Zarflama Analizine Giriş

İlk VZA modeli, Farrell'in (1957) çalışmasına dayanan Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından yapılan çalışmada sunulmuştur (Cooper vd., 2004, s. 3).

“VZA, birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş veya farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda karar birimlerinin göreceli performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir” (Atan ve Karpat Çatalbaş, 2005).

Boles, Donthu ve Lohtia (1995)'ya göre ise “VZA, birçok girdi ve çıktıyla karakterize edilen her türlü süreç ve birimin etkinliğini ölçmede kullanılan matematiksel programlama temelli bir metottur” (Tepe, 2006).

VZA ile başlarda kâr amacı gütmeyen kuruluşların etkinliğini görmek için yapılan çalışmalar daha sonra yerini zincir şeklinde veya şubeli çalışan şirketlerin etkinliğine ulaşmak için yapılan çalışmalara bırakmıştır.

Bu yöntemi diğer etkinlik ölçme yöntemlerinden ayıran en önemli nokta çok girdi ile çok çıktı oluşturan işletmelerin üretim fonksiyonuna gerek duymadan etkinliğini ölçebilmesidir. Ayrıca her KVB'nin etkinsizlik nedenlerine de ulaşılabilme yöneticilere karar vermek konusunda yardımcı olmaktadır (Budak, 2011).

VZA'nın etkinlik ölçerken izlediği mantık şu şekildedir;

Bir veri setinin içerisindeki KVB'lerden en az girdi kullanarak en çok çıktıya ulaşan KVB seçilip etkinlik sınırı belirlenir ve diğer KVB'lerin bu sınıra olan uzaklığı, yani etkinliği ölçülür. KVB'lerin etkinlikleri 0 ile 1 arasında (%0 ile %100) değişirken bir etkinlik değerine sahip KVB en etkinlerden biri iken, birden az etkinlik değeri olanlar sınırdan uzaktır ve etkinsiz kabul edilir. Bu durumda etkinsiz KVB daha az girdi kullanarak daha çok çıktı elde etmelidir (Mercan ve Yolalan, 2000; Budak, 2011).

3.1.1. VZA Modeli

VZA’da bir KVB’nin etkinliği, ağırlıklı çıktıların toplamının, ağırlıklı girdilerin toplamına oranı olarak tanımlanır. Bu yöntemin matematiksel gösterimi ıktıları n adet, girdileri m adet olan bir uygulama için verilmiştir (Ulucan, 2007, s. 120).

e_i : i . KVB’nin etkinlik skoru,

a_j : j . Çıktının ağırlığı,

ζ_{ij} : i . KVB’nin j . ıktısı,

b_j : j . girdinin ağırlığı ve

g_{ij} : i . KVB’nin j . ıktısı olmak üzere;

$$e_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_j \zeta_{ij}}{\sum_{j=1}^m b_j g_{ij}} \quad (3.1)$$

VZA modelinde amaç, 3.1’de verilen fonksiyon ile ulaşılan etkinlik değerini maksimize etmektir. Kısıtları ise uygulanan ağırlıkların tüm KVB’lerde maksimum %100 değerini vermesidir.

Kısıtlar, ζ_{kj} : karşılaştırılan karar verme biriminin j . ıktısı ve g_{kj} : karşılaştırılan karar verme biriminin j . girdisi iken formül 3.2 ve 3.3’deki gibi ifade edilebilir;

$$\frac{\sum_{j=1}^n a_j \zeta_{kj}}{\sum_{j=1}^m b_j g_{kj}} \leq 1, k=1, \dots, s \quad (3.2)$$

$$a_j, b_j \geq 0 \quad (3.3)$$

Modelin doğrusal hali ise şu şekildedir;

Amaç Fonksiyonu:

$$Max \sum_{j=1}^n a_j \zeta_{ij} \quad (3.4)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n a_j \zeta_{kj} - \sum_{j=1}^m b_j g_{kj} \leq 0, k=1, \dots, s \quad (3.5)$$

$$\sum_{j=1}^m b_j g_{ij} = 1 \quad (3.6)$$

$$a_j, b_j \geq 0 \quad (3.7)$$

Modelde amaç fonksiyonu ağırlıklı çıktıların maksimizasyonunu, formül 3.5’deki kısıt tüm KVB’lerin etkinlik skorlarının biri geçmemesi gerektiğini, formül

3.6'daki kısıt ise ağırlıklı girdilerin toplamının bire eşit olması gerektiğini ifade eder. Bu model, her KVB için çözülecek olup her çözümde sadece 3.5 formülündeki kısıt sabit kalıp diğer kısıtlar uygulanan KVB verilerine göre değiştirilecektir.

3.1.2. Karar Verme Birimi Seçimi

Araştırmaya dahil edilecek KVB'lerin benzer girdiler ile benzer çıktılar üreten, homojen birimler olması gerekmektedir (İşbilen Yücel, 2017, s. 34). Bahsedilen homojenlik, yönetim-organizasyon yapısı, hedef ve stratejiler, üretim teknolojisi gibi birim özellikleridir (Budak, 2011).

Araştırmada kullanılacak KVB sayısının belirlenmesi konusunda kesin kabul görmüş bir görüş bulunmamaktadır. Literatürde farklı çalışmalarda farklı sınırların izlendiği sonucuna varılmıştır.

Bahsedilen görüşlerden ilki, çalışmaya dahil edilen KVB sayısının, kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin toplam sayısının en az iki katı olması gerektiğidir. Diğer bir görüş ise KVB sayısı N , girdi sayısı g ve çıktı sayısı c ile ifade edilirken $N \geq \max \{g * c, 3(g+c)\}$ şeklindedir (Savaş, 2014, s. 206). Bu konudaki başka bir görüş ise, KVB sayısının en az girdi değişkenleri ve çıktı değişkenleri sayılarının toplamından bir fazla olması gerektiğidir (Gök, 2010).

3.1.3. Girdi Çıktı Değişkenlerinin Seçimi

Çalışmalarda kullanılacak olan girdi ve çıktı değişkenleri VZA için büyük önem taşımaktadır. Etkinlik kavramı girdi ve çıktılar ile ilgilendiğinden seçilen değişkenlerin KVB'leri bu konuda gerçekten temsil etmesi gerekmektedir.

VZA, girdi ve çıktı değişkenlerine yüksek oranda bağımlı bir analizdir. Farklı girdi ve çıktı değişkenleri ile gerçekleştirilmesi halinde, birimler için tam tersi sınıflandırmalar tahmin edilmesi mümkün hale gelir (İşbilen Yücel, 2017, s. 34).

VZA için girdi-çıktı değişkenlerinin birimlerinin aynı olması zorunluluk değildir. Değişkenlerden biri personel sayısını gösterirken birim olarak kişi, diğeri toplam giderleri gösterirken birim olarak TL, bir başkası ise üretimde etkinliğe etkisi

olan bir hammaddenin kullanımını gösterirken birim olarak kg kullanabilir (Kecek, 2010, s. 79).

Bazı durumlarda ise nicel değerler oranlar ile kullanılır. Böyle durumlarda değişkenler arasında tutarsızlık ortaya çıkabilir ve bu sonuçların doğruluğuna etki eder (İşbilen Yücel, 2017, s. 35).

Bankacılık alanında yapılacak olan çalışmalarda verdiği sonucun mutlak doğru olduğu kabul edilen bir girdi-çıktı bileşimi yoktur. Bunun için farklı yaklaşımlar tanımlanmış ve çalışmalarda takip edilmiştir.

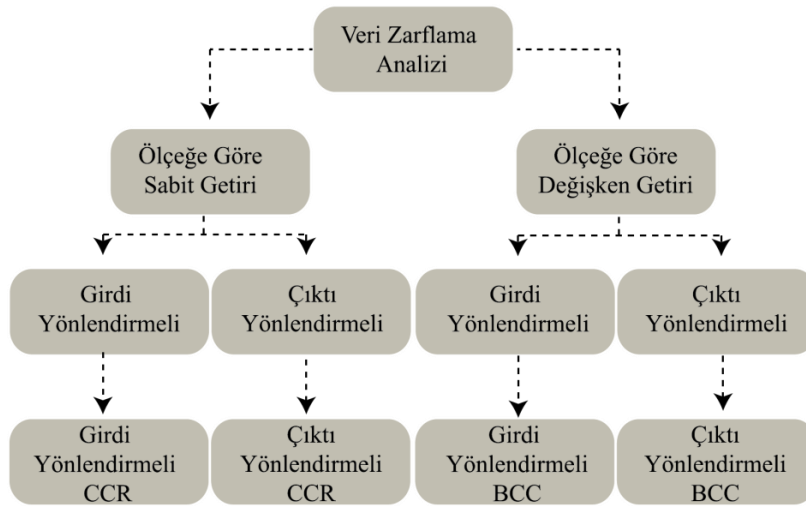
Bahse konu olan yaklaşımlar; üretim, aracılık ve karlılık yaklaşımlarıdır. Üretim yaklaşımına göre bankalar emek, sermaye gibi üretim faktörlerini kullanarak mevduat, menkul kıymetler ve kredi gibi çıktıları üreten kuruluşlardır.

Aracılık yaklaşımı bankaları, geçici ve belirli süreli verilmiş ve kabul edilmiş fonların arasında aracılık yapıyor olarak varsayar ve bankaların mevduat toplayarak, krediler, menkul kıymetler ve diğer aktiflere dönüştürdüğü hipotezine dayanır. Bu yaklaşıma göre mevduat ve diğer kaynaklar girdiler olarak, krediler ve diğer varlıklar çıktı olarak kabul edilir.

Karlılık yaklaşımında ise bankalar, kar sağlama amacı güden firmalar olarak varsayılır (Özel vd., 2017).

3.2. Veri Zarflama Analizinde Modeller

VZA'da modeller Şekil 4'te gösterildiği gibi, öncelikle ölçeğe göre getiri durumuna göre, ardından girdi-çıktı yönlendirmelerine göre ayrılır.



Şekil 4. Veri zarflama analizi modelleri

Kaynak: Gasımov, 2019

3.2.1. Ölçeğe Göre Getiri Durumu Varsayımı

VZA'da ortaya konulan modeller ölçeğe göre sabit ya da değişken getiri varsayımlarına göre ayrılır.

ÖGSG, bir birimlik girdi artışının bir birimlik çıktı artışına, aynı şekilde bir birimlik girdi azalışının bir birimlik çıktı azalışına neden olması varsayımdır (İşbilen Yücel, 2017, s. 21).

Bu noktadan çıkarımla ÖGSG varsayımı, girdi ve çıktılardaki değişimlerin eşit olması durumu, ÖGDG varsayımı ise girdi ve çıktılardaki değişimlerin eşit olmaması durumu şeklinde açıklanabilir.

Matematiksel modelleri izleyen başlıklarda verilen CCR model ve BCC model sayesinde KVB'lerin teknik, ölçek ve toplam etkinlikleri belirlenebilir (Ulucan, 2002).

3.2.2. Girdi-Çıktı Yönlendirmelerine Göre Modeller

Yönlendirmelerine göre modeller, girdi yönlendirmeli ve çıktı yönlendirmeli olarak ayrılır. Girdi yönlendirmeli modeller, etkinsiz KVB'lerin belirli çıktı düzeyini elde etmek üzere girdilerinden ne oranda tasarruf etmeleri gerektiğini, çıktı yönlendirmeli modeller ise belirlenen girdi düzeyinde etkin duruma geçmek için çıktılarının ne kadar artırılması gerektiğini öngörmek üzere çalışır. İlkinde amaç

girdilerin minimizasyonu iken ikincisinde çıktıların maksimizasyonudur. ÖGSG varsayımı altında her iki yönlendirmeye sahip modelde aynı etkinlik skorunu vermektedir (Kecek, 2010, s. 64)

3.2.2.1. CCR Model

Charnes, vd. tarafından (1978) bulunan CCR model, VZA'nın temel modelidir. Toplam etkinlik hesaplamaya yönelerek KVB'lerin etkinlik skorlarını hesaplar (İşbilen Yücel, 2017, s. 20).

• Girdi Yönlendirmeli CCR Modeli

CCR modeli ÖGSG varsayımı altında toplam etkinlik ölçmektedir. Girdi Yönlendirmeli CCR Model gösterimi şu şekildedir (Ulucan, 2002 ve Budak, 2011, s. 99):

Modelde, her birinin m girdisi ve s çıktısı olan n adet KVB bulunmaktadır.

h_k : k . KVB'nin etkinlik skorunu,

v_{ik} ve u_{rk} , k KVB'nin sırasıyla i . girdi ve r . çıktılarına vereceği ağırlıkları,

Y_{rk} : k . KVB'nin r . çıktısının miktarını,

Y_{rj} : j . KVB'nin r . çıktısının miktarını,

X_{ik} : k . KVB'nin kullandığı i . girdinin miktarını,

X_{ij} : j . KVB'nin kullandığı i . girdinin miktarını gösterir.

Amaç fonksiyonu:

$$h_k = \max(\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}) \quad (3.8)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0, j=1, \dots, n \quad (3.9)$$

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1 \quad (3.10)$$

$$u_{rk} \geq \varepsilon, r=1, \dots, s \quad (3.11)$$

$$v_{ik} \geq \varepsilon, i=1, \dots, m \quad (3.12)$$

Gösterilen modelde amaç fonksiyonu ağırlıklı çıktıların toplamının maksimizasyonunu, formül 3.5'deki kısıt etkinlik skorlarının biri aşmaması gerektiğini

ve 3.10'daki kısıt ise girdilerin ağırlıklı toplamının bire eşit olması gerektiğini ifade eder.

- **Çıktı Yönlendirmeli CCR Modeli**

Çıktı Yönlendirmeli CCR Modelinin gösterimi fonksiyon 3.13'ten 3.17'ye kadar gösterildiği şekildedir (Budak, 2011, s. 99):

Amaç fonksiyonu:

$$h_k = \min(\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}) \quad (3.13)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk} = 1 \quad (3.14)$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0, j=1, \dots, n \quad (3.15)$$

$$u_{rk} \geq \varepsilon, r=1, \dots, s \quad (3.16)$$

$$v_{ik} \geq \varepsilon, i=1, \dots, m \quad (3.17)$$

Verilen modelde amaç fonksiyonu ağırlıklı girdilerin toplamının minimize edilmesi gerektiğini ifade eder. Diğer modellerden farklı olarak girdi minimizasyonu problemlerinde çıktıların ağırlıklı toplamının bire eşit olması gerekmektedir.

3.2.2.2. BCC Model

BCC Modeli, ÖGDG varsayımı altında teknik etkinlik skorunu ölçmeyi sağlar. Girdi yönlendirmeli ve çıktı yönlendirmeli BCC modellerine izleyen başlıklarda yer verilmiştir.

- **Girdi Yönlendirmeli BCC Model**

Girdi Yönlendirmeli BCC Modelin gösterimi fonksiyon 3.18'den 3.23'e kadar gösterildiği şekildedir (Ulucan, 2002 ve Budak, 2011):

Amaç fonksiyonu:

$$h_k = \max(\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}) - \mu_0 \quad (3.18)$$

Kısıtlar:

$$\left(\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}\right) - \left(\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}\right) - \mu_0 \leq 0, j=1, \dots, n \quad (3.19)$$

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1 \quad (3.20)$$

$$u_{rk} \geq \varepsilon, r=1, \dots, s \quad (3.21)$$

$$v_{ik} \geq \varepsilon, i=1, \dots, m \quad (3.22)$$

$$\mu_0: \text{serbest} \quad (3.23)$$

Girdi yönelimli BCC modelinin CCR'dan farkı; μ_0 : ölççeğe göre getirinin yönünü ifade edecek değişken olarak kabul edilmesidir. Bu değişken ÖGDG kavramı ile ilişkilendirilir. Modelde μ_0 değişkeninin pozitif değere sahip olması KVB'nin ölççeğe göre azalan getiri, negatif değere sahip olması ölççeğe göre artan getiri ve sıfır olması ÖGSG durumunu ortaya koymaktadır (Budak, 2011).

• Çıktı Yönlendirmeli BCC Model

Çıktıyı maksimize etmeye çalışan BCC modelin gösterimi fonksiyon 3.24'ten 3.29'a kadar gösterildiği gibidir (Budak, 2011):

Amaç fonksiyonu:

$$h_k = \min(\sum_{r=1}^m v_{ik} X_{ik}) - \mu_0 \quad (3.24)$$

Kısıtlar:

$$\left(\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}\right) - \left(\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}\right) + \mu_0 \leq 0, j=1, \dots, n \quad (3.25)$$

$$\sum_{i=1}^m u_{rk} Y_{rk} = 1 \quad (3.26)$$

$$u_{rk} \geq \varepsilon, r=1, \dots, s \quad (3.27)$$

$$v_{ik} \geq \varepsilon, i=1, \dots, m \quad (3.28)$$

$$\mu_0: \text{serbest} \quad (3.29)$$

BÖLÜM IV

VERİ MADENCİLİĞİ

4.1. Veri Madenciliğine Giriş

Günlük yaşantının her anında gelişen dijitalleşme süreci ve erişilmesi oldukça kolaylaşan internet sebebiyle veri kaynaklarının miktarında artış olmuştur. Bu kaynaklardan üretilen veri miktarında dijitalleşme süreci öncesine kıyasla ciddi artışlar meydana gelmiştir.

2012 itibariyle her gün yaklaşık 2.5 exabyte veri oluşturulmakta ve bu sayı her 40 ayda bir ikiye katlanmaktadır. İnternette her saniyede 20 yıl öncesinde tüm internette bulunandan daha fazla veri hareketi olmaktadır. Bir petabyte bir katrilyon bayttır. Bir exabyte bu miktarın 1.000 katı veya bir milyar gigabayttır (McAfee ve Brynjolfsson, 2012).

Ortaya çıkan veri miktarı artışı durumu ile verinin depolanması sorununun yanı sıra miktarı çok büyük olan verinin anlaşılması sorunu da ortaya çıkmıştır. Bu sorunun giderilmesi, büyük miktarda verinin içinden anlaşılır, iş süreçlerine katkı sağlar hale gelmiş bilgininin üretilmesi VM teknik ve metotlarının konusudur.

4.2. Veri Madenciliği Tanımı

Literatürde veri madenciliği için fazlaca tanım bulunmaktadır. Yapılan her yeni çalışma aslında VM'nin kullanım alanını geliştirmiştir ve çok fazla tanım olmasına katkı sağlamıştır. Bu tanımlardan bazıları şöyledir:

“VM, verideki modelleri keşfetme süreci olarak tanımlanır. Bu işlem otomatik veya (genelde) yarı otomatik olmalıdır. Keşfedilen modeller ekonomik olmak, bazı avantajlar sağlamak bakımından anlamlı olmalıdır” (Witten vd., 2011, s. 5).

VM, bir kuruluşun sahip olduğu tüm verilerinin çeşitli algoritma ve metotlar ile işlenerek geçmişte oluşmuş veya gelecekte oluşabilecek verilerdeki gizli bilgilerin ortaya çıkarılması süreci şeklinde değerlendirilebilir (Özkan, 2008, s. 38).

“VM, büyük veri ambarlarında yararlı bilgileri otomatik olarak bulma işlemidir. VM teknikleri, başka şekilde bilinmeyen, yeni ve kullanışlı modeller bulmak için büyük veri tabanlarında araştırma üzerine görevlendirilmişlerdir” (Tan, Steinbach, Kumar, 2005, s. 2).

“VM büyük miktardaki veriden ilginç, önceden bilinmeyen ve potansiyel olarak yararlı modelleri keşfetme süreci olarak tanımlanmaktadır” (Bandyopadhyay, Maulik, 2005, s. 6).

Amerikan Pazarlama Birliği’ne göre VM, verilerden yararlı olabilecek bilgilere ulaşılması amacıyla verilerin analiz edilmesidir. Analiz sürecinde matematiksel yöntemler kullanılır (Akküçük, 2011, s.17).

VM; büyük hacimli verilerden, gelecek ile ilgili öngörude bulunmayı sağlayacak bağlantı ve kuralların bilgisayar programları aracılığıyla aranması sürecidir. (Şimşek Gürsoy, 2009, s. 27).

“Veri madenciliği, veriden model çıkarma için özel algoritmaların uygulanmasıdır” (Fayyad vd., 1996).

Literatürdeki çalışmalardan farklı tanımlar incelendiğinde hemen hepsinin ortak noktasında “keşif” algısının, “gizli örüntüler veya daha önceden bilinmeyen” bilginin ve fayda sağlayacak yeni modellerin söz konusu olduğu görülmektedir. Bu durumdan hareketle şöyle bir tanım yapmak mümkündür;

VM, büyük veri yığınlarının içinden insan gözünün ve algısının tek bir bakışta çıkarımsayamayacağı gizli bağlantıları, bilgiye ulaşmak konusunda faydalı olabilecek modelleri ortaya çıkarmaya yarayan matematik ve istatistik bilimleri ile entegre olmuş yöntemlerin adıdır.

4.3. Veri ve Bilgelik

Bir amaca yönelik hareket eden bir veri bilimcinin ilişkisiz, anlamsız parçaları toplaması ile başlayan veriden bilgiye hareket süreci, bu parçaların birleştirilmesi, bütüne dönüştürülmesi ile amaca hizmet edecek hale gelmesi esasına dayanır (Vaes, 2013).

Parçadan bütüne dönüş, diğer bir ifadeyle veriden bilgiye ulaşma sürecinde bir hiyerarşi söz konusudur. Bu hiyerarşinin her bir adımı bir sonraki adıma ulaşmak için

zemin hazırlamakta ve kümülatif olarak ilerlemektedir. Şekil 5, veriden bilgeliğe hiyerarşiyi gösterir.

Veriden bilgeliğe olan sürecin tanımlamasının başlangıcına bakıldığında Sharma (2008) tarafından konunun temellerine ilk defa bir şiirde rastlanıldığını, ancak bilgi yönetimi alanında ilk defa bu kavramı kullanan ve açıklayanın 1989 yılında Russel Ackoff olduğu belirtilmiştir.

Veri (data), Yılmaz (2009) tarafından yapılan çalışmada belirtildiği üzere; tek başına anlam taşımayan, karar aşamasında kullanılamayan, herhangi bir şekilde ilişkilendirilmemiş, gruplanmamış ham bilgi yığınıdır.



Şekil 5. Veri – enformasyon – bilgi - bilgelik (VEBB) piramidi

Kaynak: Jifa, 2013

Enformasyon (Information), verinin ilişkilendirilip amaç kapsamında anlam kazandırılmış halidir.

Bilgi (Knowledge), enformasyonların birleştirilerek kullanıma hazır hale gelmiş, nasıl kullanılacağı ve ne işe yarayacağı bilinen halidir.

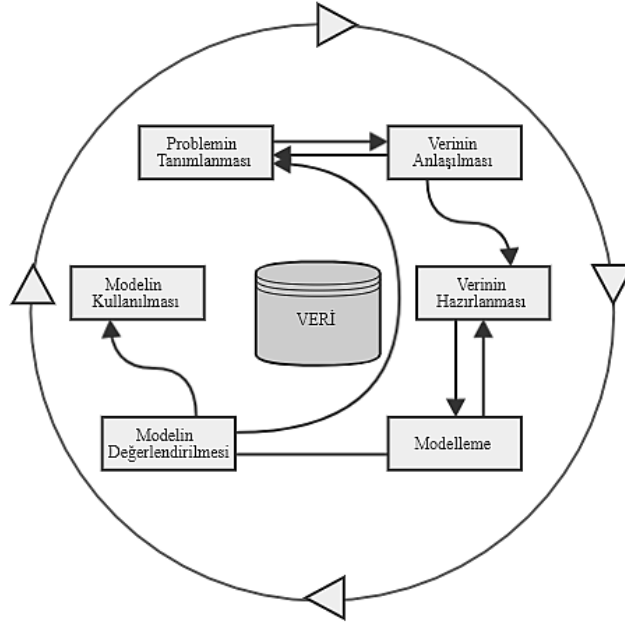
Bilgelik (Wisdom), bilginin kullanımı için gereken yetenek olarak tanımlanabilir.

Jifa, bilgeliğin değerlendirilmesinin iki tarzı olduğunu vurgulamıştır. Bu tarzlardan ilki batılı tarz olup teorik ve pratik olarak değerlendirilmiştir. Teorik bilgelik ile bilgiyi anlamak, pratik bilgelik ile ise bilgiyi uygulamak, kullanmak eşleştirilmiştir. Doğulu tarzda olan bilgelik doğal bilgelik ve büyük bilgelik olarak ayrılmıştır. Doğal bilgeliği sezgisel ve imgesel düşünme ile büyük bilgeliği ise mantıksal düşünme ile eşleştirmiştir (Jifa, 2013, s. 715).

4.4. Veri Madenciliği Süreci

VM uygulamaları esnasında izlenmesi gereken adımlar VM için Sektörler Arası Standart Süreç (The Cross-Industry Standard Process for Data Mining, CRISP- DM) Konsorsiyumu tarafından 1996'da standart hale getirilmiştir. Süreç, veri etrafında devam eden altı adımdan meydana gelmektedir. Ancak bu adımların sıraları net olmamakla birlikte öncelikle veriye, sonrasında araştırmacıya bağlı olarak ilerlemektedir. Bazı projelerde süreçteki önceden takip edilmiş adımlara geri dönmek gerekebilir (Chapman vd., 2000).

Şekil 6'da CRISP-DM süreçleri gösterilmiştir.



Şekil 6. Veri madenciliği (CRISP-DM) süreci

Kaynak: Chapman vd., 2000

4.4.1. Problemin Tanımlanması

VM uygulamasına ihtiyaç duyulan projenin detaylı analizinin yapılması gerektiği önemli bir aşamadır. Projenin amacı, uygulandığı kurumun özellikleri, hitap ettiği kitle vb. birçok etken problemin tanımlanması aşamasında gözden geçirilmektedir.

VM uygulamasına başlangıç olan bu aşamada proje ve kurum analizinin hemen sonrasında bulunan amaçlar, özellikler bir VM problemine dönüştürülür ve takip edilmesi gereken bir ön plan hazırlanır (Akpınar, 2014).

4.4.2. Verinin Anlaşılması

Toplanacak olan verilerin niteliklerinin, miktarlarının belirlendiği, mevcut verilerin de uygulanacak VM teknikleri için belirlenen nitelikleri ve kalite yeterliliğini taşıyıp taşımadığının tespit edildiği aşamadır (Argüden ve Erşahin, 2008, s. 21).

Bu aşamada veriyi tanımak, veri ile ilgili bilgi sahibi olmak, amaca ve veriye yönelik hipotezler geliştirmek için ilerleyen bir süreç vardır.

- Bu sürecin ilk adımı verileri toplamak olup kaynakların belirlenmesi, karşılaşılan sorunlar ve çözümlerinin raporlanmasını da içerir.
- İkinci adım verileri tanımlamaktır. Toplanan verilerin hangi sorulara cevap verebileceği sorgulanmaktadır.
- Sonraki adım verilerin keşfedilmesidir. Ulaşılan verilerin hangi sorulara cevap verebileceği sorgulanmaktadır.
- En son adımda ise veri kalitesinin onaylanması gerekmektedir. Proje gerekliliklerini sağlayıp sağlamadığı daha önce kontrol edilen veri, kalite incelemesinden geçer. Eksik, kayıp değer olup olmadığı, değerlerin kabul edilebilir olup olmadığı, benzer değerlerin benzer sınıflara ait olup olmadığı gibi sorgulamalar yapılır (Shearer, 2000, s. 15).

4.4.3. Verinin Hazırlanması

Toplanan ham verinin modellenilecek, VM teknikleri için kullanılacak hale getirilmesi aşamasıdır. Tüm sürecin en uzun ve çaba harcanması gereken kısmıdır (Shearer, 2000).

Veri ön işleme olarak da anılan bu süreçte birkaç işlemden geçen ham veri sonuçta VM uygulamalarında kullanılabilir. Uygulamada kullanmadan önce verilerin bu işlemlerden geçirilmesi hem sonuçların kalitesini hem de gereken süreyi iyi yönde etkiler. Bu işlemler şu şekilde açıklanabilir (Han vd., 2011);

- Veri temizleme,
- Veri bütünleştirme,
- Veri indirgeme,
- Veri dönüşümü.

Eldeki verinin durumuna göre ulaşmak istenen veriyi sağlayacak yöntemler yukarıdakilerden seçilerek uygulanabilir.

4.4.3.1. Veri Temizleme

Birçok kaynaktan farklı tarihlerde farklı şekilde veriler toplamak bazen gerekli olabilir. Ancak bu durumda verinin gereken standartlardan uzaklaşması oldukça mümkündür.

Veri tabanlarındaki ham veriler çoğunlukla eksik, gürültülü, tutarsız veya aykırı birimlere sahiptir (Larose, 2005).

Veri temizleme esnasında,

- Eksik değerlerin tahmin, ortalama, regresyon veya sabit atama yoluyla tamamlanması veya birimin kapsam dışına alınması (Özkan,2008, s. 40),
- Gürültülü verilerin (örneğin yaş değişkenine negatif değer atanması), aşırı uç değerlerin kapsam dışına alınması,
- Verilerin farklı kaynaklardan gelmelerinden dolayı ortaya çıkan uyumsuzluklar giderilmeye çalışılır. Örneğin kaynaklardan birinde çalışma durumu değişkeni “çalışıyor ve çalışmıyor” durumları için “A/P” değerlerini kullanırken bir başka kaynak “1/0” değerlerini, bir başkası ise “Aktif/Pasif” değerlerini kullanabilir. Her üç veriyi de kullanabilmek için değişkenin değerlerini tüm veriler için aynı hale getirmek gibi işlemler yapılabilir (Larose, 2005, s. 28).

4.4.3.2. Veri Bütünleştirme

Yeni birimler oluşturmak için birden fazla kaynaktan veri birleştirme işidir. Örneğin bir mağaza zinciri bir veri tabanında şubelerin fiziki özelliklerini tutarken başka veri tabanında özet faaliyet verileri, bir başkasında ise çevresinin demografik

verilerini tutabilir. Bu üç kaynak her bir şubenin bir kayıt olduğu tek bir tablo şeklinde birleştirilebilir (Shearer, 2000, s. 16).

4.4.3.3. Veri İndirgeme

Karmaşık ve büyük veri setlerinde analizler uzun zaman alabilir. Veri indirgeme yöntemleri var olan veri seti çok büyük olduğu durumlarda bu veriyi temsil eden daha küçük bir veri seti oluşturmak için kullanılır. Bu uygulamada amaç büyük veri seti ile yapılan analizlerin sonuçlarının aynısına veya çok benzerine daha küçük veri seti ile ulaşabilmektir (Han vd., 2012, s. 99).

4.4.3.4. Veri Dönüşümü

Bazı durumlarda değişkenler, temsil ettikleri duruma göre uygun aralıkta değerler (aşırı veya uç olmayan) alsalar bile diğer değişkenlerin değer aralıklarına göre büyük farklılıklar taşıyorlar ise analizde hataya sebep olacaktırlar. Bu hatalar, ilk bakışta anlaşılmasa bile değişkenlerin analizi etkileme güçlerinde gerçek dışı durumlara yol açabilirler. Bu nedenle veriler üzerinde dönüşüm tekniklerinden yararlanılarak normalleştirme yapmak gerekebilir. Bazı dönüşüm teknikleri şu şekildedir (Larose, 2005, s. 35):

- Minimum-Maximum Normalleştirme: Veri seti içerisindeki en küçük (X_{\min}) ve en büyük (X_{\max}) değer saptanarak ilgili birimin ilgili değişkeninin normalize değeri (X^*) Formül (4.1) ile hesaplanır. X ise normalleştirmek istenilen değer kendisidir.

$$X^* = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (4.1)$$

- Z- Score Standartlaştırma: Veri setinin ortalaması ve standart hatası ile dönüştürme yapılır. Z-Score yöntemi, X^* standartlaştırılmış değeri, X ilgili birimin değişken değerini, \bar{X} verilerin aritmetik ortalamasını, σ_x ise verilerin standart sapmasını temsil ederken Formül 4.2'deki şekilde uygulanır.

$$X^* = \frac{X - \bar{X}}{\sigma_x} \quad (4.2)$$

4.4.4. Modelleme

Modelleme aşamasında çeşitli modelleme teknikleri arasından seçim yapılır ve uygulanır. Genelde aynı amaca ulaşılabilecek birden fazla teknik bulunmaktadır. Fakat bu tekniklerin veri gereksinimleri farklı olabilmektedir. CRISP-DM sürecinin önemli bir adımı olan modellemenin aşamaları şu şekildedir (Shearer, 2000, s. 17);

- Modelleme tekniğinin seçilmesi: Projenin amacı ve verilerin niteliğine uygun olarak bir teknik belirlenir.
- Test tasarımının oluşturulması: Oluşturulan modelin geçerliliğini, kalitesini, çıktı ile amacın uyumunu test etmek üzere bazı adımların belirlenmesini, veri setinden bir kısım ile modelin test edilmesini içerir.
- Model kurulması
- Modelin değerlendirilmesi

4.4.5. Modelin Değerlendirilmesi

Modelleme ve değerlendirme aşamaları arasında dönüş çok olur. En iyi değerlere ulaşana dek parametreler ile oynanır ancak yine de tatmin edici bir kaliteye ulaşılamazsa modelleme aşamasına geri dönlür. Tekrar değerlendirmeye alınan düzenlenmiş model değerlendirmeden geçtiğinde o proje için kaliteli bir model olmuştur (Akküçük, 2011).

Şimşek Gürsoy (2009)'a göre, problem olduğu kabul edilen durumun çözümüne yardımcı olmak üzere optimal modele ulaşabilmek, mümkün olduğunca fazla modelin kurulup denenmesinden geçer.

4.4.6. Modelin Kullanılması

Bu süreçler tamamlandıktan, model değerlendirmeden olumlu olarak geçtikten sonra geriye modelin kullanılması kalır. Bunun için veri madencisi, problemin sahibine, yani son kullanıcıya uygun bir şekilde düzenleyip modeli ve kazanımlarını sunmalıdır.

4.5. Veri Madenciliği Teknikleri

Veri madenciliğinde kullanılan birçok yöntem vardır. Bunları genel olarak gördükleri işlev ile gruplamak mümkündür (Larose, 2005, s. 68);

- Sınıflandırma,
- Kümeleme,
- İlişki Analizi.

Başka bir gruplama metodu ise Şimşek Gürsoy (2009) tarafından belirtildiği üzere VM modellerinin Tanımlayıcı ve Tahmin Edici modeller olarak ayrılmasıdır.

- Tanımlayıcı Modeller: Eldeki verilerin içinde gizli bilgilere ulaşarak karar vericiye destek olmayı amaçlarken,
- Tahmin Edici Modeller: Sonuçları bilinen veri setleri ile model oluşturup, sonuçları bilinmeyen verilere uygulayıp tahmin gerçekleştirmeyi amaçlar.

4.5.1. Sınıflandırma

Hand (1997)'a göre yeni bir verinin hangi sınıfa dahil olduğunu tahmin etmek için kullanılacak bir VM modeli oluşturmak sınıflandırma yöntemlerinin amacıdır. Böyle bir VM modeli oluşturmak için bir eğitim veri setine ihtiyaç vardır. Bu eğitim setinde birimin niteliklerinin eşlendiği değişkenler içerisinde biri bağımlı değişken olurken diğerleri onun belirleyicisi, bağımsız değişkenlerdir (Gehrke, 2009'da belirtildiği üzere).

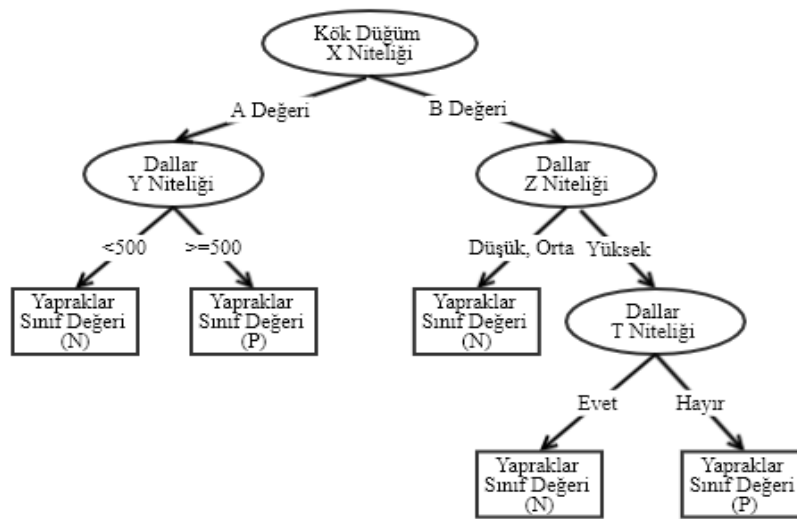
4.5.1.1. Karar Ağaçları ile Sınıflandırma

Karar ağaçları uygulanmasının ve sonuçlarının yorumlanmasının kolay olması sebebiyle literatürde sınıflandırma için oldukça fazla kullanılan VM yöntemlerinden biridir.

Büyük bir veri setini birimlerin niteliklerini (veri setindeki değişkenler) kullanarak daha küçük parçalara bölmeye çalışan bu yöntemde değişkenler kök düğümü ve dalları, sınıf değerleri ise yaprakları oluşturur. Şekil 6'da karar ağacı üzerinde kök düğüm, dallar ve yapraklar görülmektedir.

Şekil 7'deki karar ağacında X niteliği A değeri olan bir birimin Y Niteliğine bakılarak <500 ise N sınıfına, $Y \text{ niteliği} \geq 500$ ise P sınıfına eşlenmelidir. X niteliği B değeri olan bir birimin ise Z niteliği Düşük veya Orta ise N sınıfına eşlenmeli, Z niteliği yüksek ise T niteliğine bakılıp evet ise birim N sınıfına, hayır ise P sınıfına eşlenmelidir.

Karar ağacı algoritmaları entropiye dayalı algoritmalar, sınıflandırma ve regresyon ağaçları (CART- Classification and Regression Trees) ve bellek tabanlı sınıflandırma algoritmaları olarak üç bölümde incelenir.



Şekil 7. Örnek bir karar ağacı

4.5.1.2. Entropiye Dayalı Algoritmalar

- ID3 Algoritması

ID3 (Iterative Dichotomiser 3) algoritması, karar ağacı oluşturmak üzere kullanılan tekniklerden biridir. Quinlan (1986) tarafından yayınlanan “Induction of Decision Trees” adlı çalışma ile duyurulmuştur. Aynı zamanda karar ağacı oluşturmak üzere kullanılan diğer birkaç tekniğinde temel noktasıdır. Kategorik değerler alan değişkenlerin kullanıldığı veri setlerinde uygulanabilir.

ID3, karar ağacı oluşturma sırasında temel olarak en çok bilgiyi verecek olan niteliği bulmaya çalışır. Diğer bir deyişle veri içerisindeki ilk arama alanını sorular ile küçültmek daha küçük bölmeler yaratır. Ancak bu noktada önemli olan oluşturulan

alanların veriyi birbirine yakın ağırlıklarla bölmeleridir. Aksi halde sınıf belirlemek üzere beklenenden fazla karşılaştırma yapmak gerekecek ve karmaşık bir ağaç yapısı ortaya çıkacaktır (Dunham, 2003, s. 97).

Bu algoritmada ağacın düğümlerini oluşturan nitelikleri seçerken entropi kullanılır. Entropi, belirsizliği ölçen, istatistik, termodinamik, iletişim gibi birçok disiplinde kullanılan bir kavramdır (Dunham, 2003, s. 97).

Entropi, olasılıklar p_1, p_2, \dots, p_n olarak verildiğinde S sınıfı için denklem 4.3'te görüldüğü şekilde hesaplanır (Özkan, 2008, s. 55):

$$H(S) = - \sum_{i=1}^n (p_i \log_2(p_i)) \quad (4.3)$$

Kök düğümün ve diğer düğümlerin sıralamasının seçiminde kazanç ölçütü hesaplamak gerekmektedir. Bunun için hedef değer (sınıf değeri) olmayan diğer değişkenlerin tüm nitelikleri için de entropi hesaplanması gerekmektedir. Bir değişkenin X niteliği için entropi denklem 4.4 ile hesaplanır:

$$H(X, S) = \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} H(S_i) \quad (4.4)$$

Ardından denklem 4.5'te verilen bilgi kazancı formülü ile her bir niteliğin kazanç ölçütü hesaplanıp en büyük olan nitelik düğümün başına alınmalıdır.

$$\text{Bilgi Kazancı } (X, S) = H(S) - H(X, S) \quad (4.5)$$

Bu işlemler tüm nitelikler yerleştirilip karar ağacı ortaya çıkıncaya kadar devam ettirilir.

• C4.5 Algoritması

ID3 algoritmasının yalnızca kategorik değerler ile çalışmasının açığını yine Quinlan, 1993 yılında ID3 algoritmasını geliştirip C4.5 algoritmasını duyurarak kapatmıştır. C4.5 algoritması, sayısal değerleri kategorik değerlere çevirip karar ağacı oluşturmaya yarar (Özkan, 2008, s. 77).

Sayısal değerler ile karar ağacı oluşturabilmek için C4.5 algoritması bir sınır değer belirleyip değişkenin değerine göre bu sınırın altı veya üzeri şeklinde kategorik değere çevirir (Akpınar, 2014, s. 221).

C4.5 algoritmasının ID3'e göre başka bir avantajı ise eksik-kayıp değerler ile çalışabiliyor olmasıdır. Entropi hesaplarırken bu değerleri dışarıda bırakır. Başka bir avantajı ise budamaya imkân vermesidir. Ağaç tamamlandıktan sonra tekrar ağaca dönerek sınıflama veya bölmede anlamlı bir faydası olmayan dalları azaltmaya çalışır (Singh ve Gupta, 2014).

- **C5.0 Algoritması**

C5.0 algoritmasının da temeli C4.5 gibi ID3 algoritmasına dayanmaktadır. C5.0, C4.5 algoritmasının gelişmiş ve ticari sürümü olarak anılır. C4.5'ten daha hızlı ve boosting yöntemi kullandığı için de daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlar (Dunham, 2003, s. 101; Çalış vd., 2014).

C5.0 algoritmasının sonuçları hem karar ağacı şeklinde hem de karar kuralları şeklinde çıkarılabildiğinden oldukça kolay kabul edilen bir yöntemdir. Karar ağacı tek bir düğüm ile başlayıp, düğümlere nitelik seçiminde bilgi kazancı kullanmaktadır. Seçilen değişkenin her bir değeri düğümün bir dalı olarak verileri ayırır ve her dalın taşıdığı veriler ile tüm veriler aynı sınıfa dahil olana dek süreç tekrar işletilir (Çakır, 2008).

ID3, C4.5 gibi popüler VM algoritmalarının yaratıcısı olan Quinlan'ın kurucusu olduğu RuleQuest Research şirketine göre C5.0'ın, C4.5'e üstünlükleri ürettikleri kurallar açısından daha düşük hata oranlarına sahip oluşu, çok daha hızlı sonuca ulaştırması, daha az belleğe ihtiyaç duymasındadır. Ürettikleri ağaçlar açısından karşılaştırıldığında C5.0 hem daha hızlı hem de daha küçük karar ağaçları üretir. Boosting ile birden fazla sınıflandırıcıyı aynı anda kullanmak C5.0'ın başka bir üstünlüğüdür. Boosting kullanmak tahminlerde doğruluğu artırıp hatayı azaltır. İşlevsellik yönünden karşılaştırıldığında ise C5.0'da C4.5'ten daha fazla veri tipi içerir ve her birimin sınıflandırıcı üzerinde öneminin farklı olabileceği varsayımı ile birim ağırlığı niteliğini kullanarak hata oranını kullanır en aza indirmeye çalışır (Rulequest, 2017).

C5.0'ın C4.5'e bir diğer üstünlüğü ise budama noktasında ortaya çıkmaktadır. Sınıflandırmaya etkisi olmayan nitelikleri otomatik olarak veriden çıkarır. Ayrıca sonuçta elde edilen karar ağacı aynı problem için C4.5'te elde edilenden daha küçük ve anlaşılırdır (Pandya R. ve Pandya J., 2015).

4.5.1.3. Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları (CART)

CART, 1984 yılında Breiman, Freidman, Olshen ve Stone tarafından geliştirilmiştir. Kök düğümden başlayıp tüm düğümler için olası tüm ayırma biçimlerini tarayarak en iyisini seçer. Her bir düğüm ancak iki dala sahip olabilir (Akküçük, 2011).

CART'ın avantajı olarak görülebilecek ilk nokta sayısal ve kategorik değişkenleri kullanabilmesiyle –bağımlı değişkende– bir diğeri, eksik değerleri ağaçta vekil değişken ile temsil edebilmesidir. Aynı zamanda yorumlamak için uzman olmaya gerek yoktur ve diğer yöntemlerden daha az veri gerektirir. Dezavantaj olarak ise kullanıcıyı etkileyen uzun işlem süresi gösterilmektedir (Oğuzlar, 2004).

Kategorik değerler için düğümü bölen değişken Gini, Twoing, Ordered Twoing gibi algoritmalar ile seçilirken sürekli değerlerde en küçük kareler sapması yöntemi kullanılabilir (Akpınar, 2014, s. 225).

- **Gini**

Gini endeksi, karar ağacındaki bölünmelere karar vermek üzere kullanılan yöntemlerden biridir. Veri setinde veya verilen bir bölümündeki karmaşıklığı bularak bölünmeye karar verir. P_j , D 'deki bir kaydın C_i sınıfına ait olması olasılığı, m sınıf sayısı iken gini endeksi için formül 4.6 kullanılır.

$$g(D) = 1 - \sum_{j=1}^m p_j^2 \quad (4.6)$$

Gini endeksine göre her değişken ancak iki bölünmeye sahip olabilir. İki kategorisi olan bir D değişkeni için gini endeksi formül 4.7'deki gibi hesaplanır. Bölünmeye esas olan en küçük gini katsayısına sahip olan değişkendir.

D_1 : D değişkeninin ilk kategorisine dahil olan gözlem sayısı ve

D_2 : D değişkeninin diğer kategorisine dahil olan gözlem sayısıdır.

$$g_A(D) = \frac{|D_1|}{|D|} g(D_1) + \frac{|D_2|}{|D|} g(D_2) \quad (4.7)$$

Sürekli değerler alan değişkenler için ayrılma noktası diğer algoritmalarındaki gibi değerlerin tam ortası olarak kabul edilir (Han vd., 2011, s. 342).

- **Twoing**

Kayri M. ve Kayri İ.'nin (2015) çalışmalarında belirttikleri üzere Twoing algoritması, Gini endeksine göre daha dengeli karar ağaçları üreten bir çözüm yoludur.

Bir veri kümesinin Twoing algoritması kullanılarak sınıflandırması şu şekilde yapılır (Özkan, 2008, s. 89):

Öncelikle niteliklerin değerleri gözetilerek eğitim kümesi aday bölünme ismi verilen iki dala ayrılır. Bir t düğümündeki bölünmeler t_{sol} ve $t_{sağ}$ olarak adlandırılır.

Elde edilen tüm aday bölünmeler için öncelikli olarak aday bölünmenin olasılığı olan P_{sol} değeri denklem 4.8'de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$P_{sol} = \frac{t'_{sol} \text{daki değerin ilgili nitelik sütunundaki sayısı}}{\text{Tüm birimlerin sayısı}} \quad (4.8)$$

Ardından sınıf değerinin (j) sol bölünmedeki olasılığı 4.9'da ki formül ile hesaplanır.

$$P(j|t_{sol}) = \frac{t_{sol} \text{ 'daki birimlerin } j \text{ sınıflı olanlarının sayısı}}{t_{sol} \text{ 'daki değerin ilgili nitelik sütunundaki sayısı}} \quad (4.9)$$

Aynı işlemler sağ taraf için de gerçekleştirilip, $P_{sağ}$, $P(j|t_{sağ})$ değerleri elde edilir. Sonrasında t düğümündeki s aday bölünmelerinin uygunluk ölçüsü ($\Phi(s|t)$) formül 4.10 ile hesaplanır.

$$\Phi(s|t) = 2P_{sol}P_{sağ} \sum_{j=1}^n |P(j|t_{sol}) - P(j|t_{sağ})| \quad (4.10)$$

Uygunluk ölçüsü değerlerinin içinden en büyük olanı seçilerek dallanma gerçekleştirilir. Ardından hala sınıflanmamış birim kalmayana dek işlemler tekrar edilir.

4.5.2. Kümeleme

Kümeleme analizi, veri birimlerini, benzer birimler ve birbirleri ile ilişkilerini tanımlayan barındırdıkları bilgilere dayanarak gruplandırır. Amaç, aynı gruptaki nesnelerin birbiriyle benzer veya mesafe olarak yakın, farklı gruptaki nesnelerin ise birbiriyle alakasız veya mesafe olarak uzak olarak ayrıştırılmasıdır. Grup içerisindeki

benzerlik ve gruplar arasındaki fark ne kadar büyükse kümeleme o kadar belirgin olur (Tan vd., 2005, s. 490).

Kümeleme, verileri gruplara ayıran diğer yöntemlerle de bağdaştırılabilir. Örneğin sınıflandırma ile benzer bir iş gerçekleştirilmektedir. Bu noktada sınıflandırma ile kümelemenin farkı, sınıflandırmada bir model yoluyla verilere önceden belirlenmiş sınıflar atanır ancak bazı kümeleme yöntemlerinde öncesinde ne belirli kümeler ne de belirli bir küme sayısı vardır. Verilerin hangi gruba dahil olacakları birbirlerine olan benzerlikleri ve uzaklıkları ile belirlenir. Bu durumda verinin yalnızca değeri kümeleme için yeterli değildir (Silahtaroglu, 2008, s. 99).

4.5.2.1. Uzaklık ve Benzerlik Ölçüleri

Kümeleme yöntemlerinde gruplama, benzerlik ve mesafe ile yapılmaktadır. Benzerlik ve uzaklığı ölçmek için birçok farklı yöntem vardır. Bunlardan bazıları şu şekildedir:

- **Uzaklık Ölçüleri:**

İki tane n boyutlu birimin değerleri ve x ve y'deki gibi varsayılırsa uzaklık değerleri 4.11 ve 4.13 arasındaki formüller ile hesaplanabilir (Han vd., 2011, s. 72):

$$x=(x_1, x_2, \dots, x_n), y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$$

– Öklid Uzaklığı:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (4.11)$$

– Manhattan Uzaklığı:

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad (4.12)$$

– Minkowski Uzaklığı:

$$d(x, y) = [\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^m]^{1/m} \quad (4.13)$$

- **Benzerlik Ölçüleri:**

Pearson Korelasyonu: İki veri dizisi arasındaki Pearson Korelasyonu, n=toplam nesne sayısı, s_x ve s_y dizilerin standart sapması, \bar{x} ve \bar{y} dizilerin aritmetik ortalamasını ifade ederken formül 4.14'deki gibi hesaplanır (Akküçük, 2011, s. 44).

$$\text{Pearson Korelasyonu}_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y} \quad (4.14)$$

– Kosinüs Benzerliği: formül 4.15 ile hesaplanır (Akpınar, 2014, s. 175).

$$\cos \theta = \frac{X*Y}{\|X\|\|Y\|} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i*Y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i)^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i)^2}} \quad (4.15)$$

4.5.2.2. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemleri

Hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden K-en yakın komşu algoritması ve K-en uzak komşu algoritması hakkında bilgi izleyen başlıklarda sunulmuştur.

- **K-En Yakın Komşu Algoritması**

Bir algoritma, kümeler arasındaki minimum mesafeyi ($d_{\min}(C_i, C_j)$) kullandığında k- en yakın komşu kümeleme algoritması olarak adlandırılır (Han vd., 2011, s. 461).

En yakın mesafede olan kaç birimin göz önünde bulundurulacağı ise k değerine bakılarak belirlenir. En iyi k değerini seçmek için denemeler yapılabilir. Önce bir değeri verilen k'yi her seferinde bir artırarak hata oranını bulmak için test yapılır. En düşük hata oranını veren k değeri kümeleme için seçilebilir (Han vd., 2011, s. 424).

Bu algoritma tümevarımsal yollardan kümeleme yaptığı için aynı kümeye seçilen birimlerin satırları birleştirilip süreç her birim için tekrar işletilmeli ve tüm birimler kümelenebilir.

- **K-En Uzak Komşu Algoritması**

En yakın komşu algoritmasına da benzeyen bu algoritma, farklı olarak iki kümenin birbirine olan uzaklığını hesaplarken kümelerin elemanlarından birbirlerine en uzak olan elemanları seçip, aralarındaki mesafeyi baz alır (Özkan,2008, s. 143).

Kümelemeyi yaparken yine K-en yakın komşu algoritmasındaki gibi uzaklıkları bulup en küçük olan uzaklıklara bakarak ilk kümelemeyi yapmak, ardından da yeniden uzaklıkları hesaplamak gerekmektedir. Bu uzaklıkları hesaplarken kümelemeye esas olan tabloya en büyük olan uzaklıkları seçmek ve tüm birimler yerleştirildikten sonra ortaya çıkan uzaklık değerlerinden en büyüğü kümelerin arasındaki uzaklık olarak kabul edilmektedir.

4.5.2.3. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemleri

Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinden K- ortalamalar yöntemi izleyen başlıkta incelenmiştir.

- **K-Ortalamlar Yöntemi**

K-ortalamlar, gözetimsiz bir tekniktir. Diğer bir deyişle hedef değişken kullanmadan uygulanan, tüm değişkenlerin bağımsız değişken olduğu bir yöntemdir. Aynı zamanda sıra düzensel bir yapı sağlamaz, sadece belirlenen k kadar küme üretir. Bir birim yalnızca bir kümeye dahil olabilmektedir (Akküçük, 2011, s. 49).

Uygulama adımları şu şekildedir (Sarıman, 2011):

- Küme merkezlerini temsil edecek k adet birimin (M_1, M_2, \dots, M_k) tesadüfi seçilmesi gerekir. Küme merkezi hesaplaması formül 4.16 ile yapılabilir.

N adet niteliği olan bir kümede x_{ik} , i . kümenin k . niteliğini ifade eder.

$$M_k = \frac{1}{N_k} \sum_{i=1}^{N_k} x_{ik} \quad (4.16)$$

- Küme içi değişimler formül 4.17 ile hesaplanır.

$$e_i^2 = \sum_{i=1}^{N_k} (x_{ik} - M_k)^2 \quad (4.17)$$

Tüm kümeleri içeren kümeler uzayı için kare hata, küme içi değişimlerin toplamı olup ifadesi formül 4.18’de gösterilmiştir.

$$E_k^2 = \sum_{k=1}^K e_k^2 \quad (4.18)$$

Her veri en yakın kümeye atandıktan sonra tekrar küme merkezleri hesaplanır. Merkezler önceki hesaplamanın aynısı çıkana kadar işlemler tekrarlanır.

4.5.3. İlişki Analizi

İlişki analizi veri setlerinde bulunan kayıtlar arasındaki bağlantıları açıklamak üzere yapılan işlemlerdir (Silahtaroglu, 2008, s. 83).

İlişki analizi, veritabanlarında bulunan kayıtlar ve barındırdığı yinelenen öğeler içerisinde gizli örüntüleri ortaya çıkararak karar vericiye yardımcı olmak üzere modeller tasarlamaya olanak sağlar. Aslında kümeleme ile benzer hatlara sahip olsalar bile kümeleme benzerlik değerlerini hesaplamak üzere tüm nitelikleri kullanırken, ilişki analizi belli niteliklerin değerlerini kullanarak sonuca ulaşır (Xiong vd., 2009, s. 1505).

4.5.3.1. Birliktelik Kuralları

Birliktelik kuralları, veri setlerinde aynı anda, birlikte gerçekleşmiş olayların ortaya çıkarılmasına dayalıdır.

Birliktelik kuralları oluşturulurken iki ölçütten yararlanılır (Özkan, 2008, s. 157);

- Kural destek ölçütü: ilişkinin, incelenen tüm birimlerin olaylarında hangi oranda tekrarlandığını gösterir. Formül 4.19’daki gibi hesaplanır.

$$Destek(A \rightarrow B) = \frac{Sayı(A,B)}{N} \quad (4.19)$$

- Kural güven ölçütü: ilk olayı sağlayan birimlerin ikinci durumu da sağlama olasılığını ortaya koyar. Formül 4.20’deki gibi hesaplanır.

$$\text{Güven}(A \rightarrow B) = \frac{\text{Sayı}(A,B)}{\text{Sayı}(A)} \quad (4.20)$$

Örnek bir birliktelik kuralı gösterimi $A \rightarrow B$ [*destek, güven*] şeklinde olabilir. Birliktelik kurallarını ortaya çıkarmak için kullanılan algoritmalarından bazıları Apriori, AIS, SETM algoritmalarıdır.

4.5.3.2. Ardışık Zamanlı Örüntüler

Ardışık zamanlı örüntüler, birbiriyle bağlantılı ve birbirini ardına işleyen farklı zaman aralıklarında meydana gelmiş olan ilişkilerin belirlenmesi için kullanılır. Örüntü, aynı birim tarafından yapılmış, birbirini takip eden işlemler olarak tanımlanabilir (Şimşek Gürsoy, 2009, s. 40).

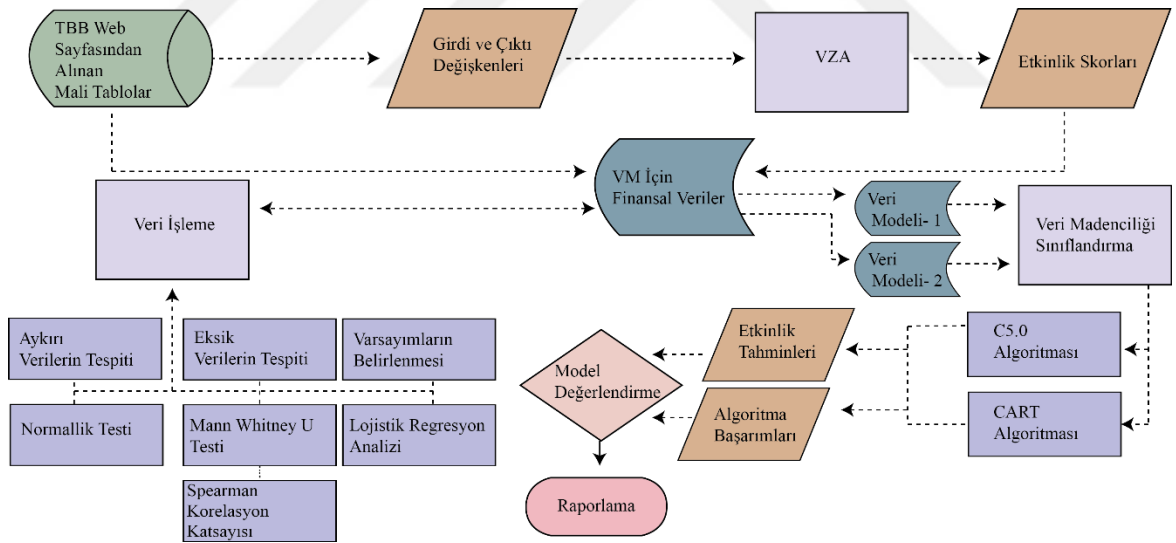
İlişki analizi konuları daha çok pazarlama, finans gibi sektörlerde kullanılsa da uyarlanabileceği çeşitli alanlardan bazıları tıp, tarım araştırmaları, eğitim araştırmaları olarak sayılabilir.

BÖLÜM V

VERİ, YÖNTEM ve ANALİZ

5.1. Metodoloji

Çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren mevduat bankalarından, seçilen dönem olan 2009-2017 yıllarının tamamında aktif çalışan 22 bankanın TBB internet sayfasından ulaşılan mali tabloları kullanılmıştır. Benzer çalışmalarda kullanılan (Demir ve Astarcioglu, 2007; Seyrek ve Ata, 2010; Bektaş, 2013; Aksaraylı ve Pala, 2017) girdi ve çıktı değişkenlerine VZA uygulanarak bankaların finansal etkinlik skorlarına ulaşılmıştır. Ulaşılan etkinlik skorlarına etki eden finansal oranların belirlenebilmesi amacıyla çeşitli istatistiksel testler uygulanmış ve ardından seçilen iki farklı oran grubu ile VM uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın kavramsal yapısı Şekil 8’de sunulmuştur.



Şekil 8. Araştırmanın kavramsal yapısı

5.2. Veri

Araştırmaya dahil edilen bankalar sermaye sahipliklerine göre ayrılarak Tablo 1’de sunulmuştur. Tablo 1’de bulunan bankalar dışındaki mevduat bankaları yalnızca

Türkiye’de şube açmış olan yabancı sermayeli bankalar olup bazılarının aykırı değerlere sahip olmasından dolayı, bazılarının ise 2009-2017 döneminin tamamında aktif olmamasından dolayı çalışmaya dahil edilmemiştir.

Tablo 1

Çalışmaya Dahil Edilen Bankalar ve Sermaye Sahiplikleri

Sermaye Sahipliği	Banka Adı	Kısaltması
Kamu Sermayeli	Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası A.Ş.	A1
	Türkiye Halk Bankası A.Ş.	A2
	Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O.	A3
Özel Sermayeli	Adabank A.Ş.	A4
	Akbank T.A.Ş.	A5
	Anadolubank A.Ş.	A6
	Şekerbank T.A.Ş.	A7
	Turkish Bank A.Ş.	A8
	Türk Ekonomi Bankası A.Ş.	A9
	Türkiye İş Bankası A.Ş.	A10
	Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	A11
Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonuna Devredilen	Birleşik Fon Bankası A.Ş.	A12
Türkiye’de Kurulmuş Yabancı Sermayeli Bankalar	Alternatifbank A.Ş.	A13
	Arap Türk Bankası A.Ş.	A14
	Citibank A.Ş.	A15
	Denizbank A.Ş.	A16
	Deutsche Bank A.Ş.	A17
	HSBC Bank A.Ş.	A18
	ING Bank A.Ş.	A19
	QNB Finansbank A.Ş.	A20
	Turkland Bank A.Ş.	A21
	Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	A22

Kaynak:https://www.tbb.org.tr/modules/banka-ilogileri/banka_sube_bilgileri.asp, Erişim Tarihi: 15.10.2018.

Çalışmada bulunan toplam 22 mevduat bankasının 9 yıllık mali tablolarından elde edilen verileri kullanılmıştır.

5.3. Girdi-Çıktı ve Diğer Değişkenlerin Seçimi

VZA, sonuçlarını tamamen girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlediği bir analiz yöntemidir. Dolayısıyla farklı girdi çıktı bileşimleri kullanılarak her KVB için her defasında farklı etkinlik skoruna ulaşılabilir (İşbilen Yücel, 2017, s. 34).

VZA uygulanmak üzere aracılık yaklaşımı takip edilerek etkinliği tespit etmeye yardımcı olacak değişkenler Tablo 2’de sunulduğu gibi seçilmiştir (Demir ve Astarcioglu, 2007; Seyrek ve Ata, 2010; Bektaş, 2013; Aksaraylı ve Pala, 2017):

Tablo 2

VZA İçin Seçilen Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Girdiler	Çıktılar
Toplam Mevduat	Toplam Krediler
Faiz Giderleri	Faiz Gelirleri
Faiz Dışı Giderler	Faiz Dışı gelirler

Çalışmanın diğer bir aşaması olan VM uygulamalarında kullanılacak olan finansal oranlar, sermaye yeterliliği (SY) oranlarından beş oran, bilanço yapısı (BY) oranlarından yedi oran, aktif kalitesi (AK) oranlarından sekiz oran, Likidite (LK) oranlarından üç oran, karlılık (KR) oranlarından iki oran ve gelir gider yapısı (GGY) oranlarından beş oran şeklinde gruplandırılmaktadır. Bu oranlara ve seçilen KVB’lerin sahip oldukları değerlerine TBB web sitesinden elde edilen mali tablolardan ulaşılmıştır.

Tablo 3

Sermaye Yeterliliği Grubu Oranları

Oran	Açıklama
SY1	Özkaynaklar / (Kredi + Piyasa + Operasyonel Riske Esas Tutar)
SY2	Özkaynaklar / Toplam Aktifler
SY3	(Özkaynaklar- Duran Aktifler) / Toplam Aktifler
SY4	Net Bilanço Pozisyonu / Özkaynaklar
SY5	(Net Bilanço Pozisyonu + Net Nazım Hesap Pozisyonu) / Özkaynaklar

Tablo 4

Bilanço Yapısı Grubu Oranları

Oran	Açıklama
BY1	Türk Parası Aktifler / Toplam Aktifler
BY2	Türk Parası Pasifler / Toplam Pasifler
BY3	Yabancı Para Aktifler / YP Pasifler
BY4	Türk Parası Mevduat / Toplam Mevduat
BY5	Türk Parası Krediler ve Alacaklar / Toplam Krediler ve Alacaklar
BY6	Toplam Mevduat / Toplam Aktifler
BY7	Alınan Krediler / Toplam Aktifler

Tablo 5

Aktif Kalitesi Grubu Oranları

Oran	Açıklama
AK1	Finansal Varlıklar (net) / Toplam Aktifler
AK2	Toplam Krediler ve Alacaklar / Toplam Aktifler
AK3	Toplam Krediler ve Alacaklar / Toplam Mevduat
AK4	Takipteki Krediler (brüt) / Toplam Krediler ve Alacaklar
AK5	Takipteki Krediler (net) / Toplam Krediler ve Alacaklar
AK6	Özel Karşılıklar / Takipteki Krediler
AK7	Duran Aktifler / Toplam Aktifler
AK8	Tüketici Kredileri / Toplam Krediler ve Alacaklar

Tablo 6

Likidite Grubu Oranları

Oran	Açıklama
LK1	Likit Aktifler / Toplam Aktifler
LK2	Likit Aktifler / Kısa Vadeli Yükümlülükler
LK3	Türk Parası Likit Aktifler / Toplam Aktifler

Tablo 7

Karlılık Grubu Oranları

Oran	Açıklama
KR1	Net Dönem Karı (Zararı) / Toplam Aktifler
KR2	Net Dönem Karı (Zararı) / Özkaynaklar

Tablo 8

Gelir Gider Yapısı Grubu Oranları

Oran	Açıklama
GGY1	Özel Karşılıklar Sonrası Net Faiz Geliri / Toplam Aktifler
GGY2	Özel Karşılıklar Sonrası Net Faiz Geliri / Toplam Faaliyet Gelirleri (Giderleri)
GGY3	Faiz Dışı Gelirler (net) / Toplam Aktifler
GGY4	Faiz Dışı Gelirler (net) / Diğer Faaliyet Giderleri
GGY5	Diğer Faaliyet Giderleri / Toplam Aktifler

VM uygulamalarında etkinliğe etkisi araştırılacak olan finansal oranlar ve araştırmada kullanılacak olan isimleri Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6, Tablo 7 ve Tablo 8’de gösterilmiştir.

5.4. Analiz

Etkinlik skorlarına ulaşmak üzere yapılan analizlerde Banxia-Frontier Analyst Professional ve OSDEA GUI (v0.2) yazılımları kullanılmıştır. Bu yazılımlar ile 198

adet KVB'nin çıktı yönlendirmeli CCR ve çıktı yönlendirmeli BCC etkinlik skorları elde edilmiştir.

Çıktı yönlendirmeli CCR yöntemi ile elde edilen verilerde tam etkin KVB sayısı 75 ve tam etkin olmayan KVB sayısı 123'tür. Çıktı yönlendirmeli BCC yöntemi ile elde edilen verilere göre ise 198 KVB'den 139'u tam etkin KVB, 59'u ise tam etkin olmayan KVB şeklinde sınıflandırılmıştır.

VM sınıflandırma yöntemlerinde kullanılacak KVB etkinlik skoru verilerinin mümkün olabildiğince homojen olması amaçlanmış ve çıktı yönlendirmeli CCR yönteminden elde edilen etkinlik skorlarının kullanılmasına karar verilmiştir. Aynı amaca yönelik olarak etkinlik skoru 97 ve üzeri olan KVB'ler etkin KVB, etkinlik skoru 96,99 ve altı olanlar ise etkisiz KVB olarak kabul edilmiştir. Bu durumda etkin KVB sayısı toplam KVB sayısının %50,5'i olan 100, etkisiz KVB sayısı ise toplam KVB sayısının %49,5'i olan 98 olarak bulunmuştur. Çıktı yönlendirmeli CCR yönteminden elde edilen etkinlik skorları Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9

Çıktı Yönlendirmeli CCR Yöntemine Göre KVB'lerin Finansal Etkinlik Skorları

Banka	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	100,00	100,00	100,00	100,00	99,99	99,98	99,98	100,00	100,00
2	93,10	99,46	91,08	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	93,32
3	100,00	100,00	98,03	100,00	100,00	100,00	93,54	95,24	100,00
4	93,05	99,73	93,76	91,52	90,07	87,61	90,88	87,00	84,24
5	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
6	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
7	69,59	77,21	65,29	74,86	76,74	100,00	91,46	100,00	39,84
8	98,00	100,00	94,08	85,54	89,71	78,91	83,25	86,28	84,07
9	32,83	47,90	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
10	78,20	82,66	85,43	75,00	82,00	79,54	79,58	81,89	83,66
11	100,00	100,00	98,05	94,54	100,00	100,00	100,00	100,00	98,68
12	93,92	100,00	98,47	88,84	90,51	91,18	92,08	93,95	93,13
13	88,81	85,48	75,66	79,90	85,49	86,74	85,62	84,84	77,52
14	65,57	84,75	100,00	66,83	76,22	90,64	82,95	100,00	92,43
15	70,27	72,40	81,39	85,36	81,13	82,54	80,51	75,29	65,87
16	71,12	78,17	88,23	81,52	84,47	83,00	90,76	90,28	88,13
17	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
18	88,96	94,69	91,39	92,63	95,48	95,41	97,89	100,00	97,21
19	100,00	100,00	100,00	100,00	98,90	96,97	99,50	96,75	99,07
20	89,45	87,59	89,91	94,23	97,55	97,46	96,67	99,96	97,76
21	93,38	100,00	94,92	100,00	100,00	97,75	100,00	100,00	97,52
22	82,01	100,00	96,51	97,67	97,69	100,00	98,00	97,30	96,50
Etkin	8	13	10	10	12	12	11	13	11
Etkinsiz	14	9	12	12	10	10	11	9	11

Tablo 3'ten Tablo 8'e kadar verilen 30 finansal oranın, 198 KVB'nin sahip olduğu değerleri TBB web sayfasından alınan mali tablolardan elde edilerek IBM SPSS Statistics Version 21 yazılımında bir veri seti oluşturulmuştur. Aynı zamanda bu veri setine 97 ve üzerinde olan etkinlik skorları "1", 97'nin altında olan etkinlik skorları ise "0" olarak dahil edilmiştir.

SPSS Statistics yazılımında oluşturulan veri setine, normal dağılım olup olmadığını öğrenmek üzere Shapiro Wilk normallik testi uygulanmıştır. Değişkenlerin normal dağılıma sahip olmadığı anlaşılmıştır. Finansal etkinlik skoruna katkısı olan değişkenleri net olarak belirlemek üzere değişken azaltmak adına, etkinlik skoru (es)

değişkeni bağımlı değişken olarak seçilerek parametrik olmayan istatistiksel testlerden 0,05 anlamlılık düzeyinde bağımsız örneklem Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Ardından Mann-Whitney U testi ile ulaşılan 17 değişken arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığının tespit edilmesi için 0,05 anlamlılık düzeyinde Spearman Korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo 10'da verilen oranlar arasında %80'den fazla korelasyona sahip olan değişken görülmediği için bu oranlar araştırmanın veri modellerinden ilki olan Veri Modeli-1'de kullanılmak üzere kabul edilmiştir.

Tablo 10

Mann-Whitney U Testi Sonucunda Veri Modeli-1 İçin Seçilen Oranlar

Seçilen Oran	U değeri	P değeri
SY1	3951,5	0,019
SY3	3951,5	0,019
SY4	3786,5	0,006
BY3	3067,0	0,000
BY4	4064,5	0,038
BY5	3392,0	0,000
BY6	3055,5	0,000
AK1	4033,0	0,031
AK2	4011,0	0,027
AK4	3210,0	0,000
AK5	3162,5	0,000
AK6	3474,5	0,000
KR1	3255,0	0,000
KR2	3885,5	0,012
GGY2	3267,5	0,000
GGY3	3682,5	0,002
GGY4	3275,0	0,000

Çalışmada VM modeline dahil edilecek finansal oranların azaltılması amacıyla etkinlik skoru(es) bağımlı değişken olarak ve diğer tüm finansal oranlar bağımsız değişken olarak belirlenip ikili lojistik regresyon uygulaması yapılmıştır.

Regresyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesini sağlayan yöntemlerdendir. Basit doğrusal regresyon analizinde bağımlı ve bağımsız değişkenlerin sürekli veya kesikli sayısal değerlerden oluşması beklenmektedir. Ancak lojistik regresyon analizi (LR), bağımlı değişkenin kategorik olduğu durumlarda sınıflandırma problemlerinde kullanılabilir. Eğer kategorik olan bağımlı değişkenin sahip olduğu iki kategori var ise (evet-hayır, etkin-etkin değil gibi) ikili lojistik regresyon (binary logistic regression) kullanılır. İki den fazla kategori var ise ve sınıflama ölçme düzeyinde ise çok düzeyli lojistik regresyon (multinomial logistic regression), yine ikiden fazla kategori var ise ve sıralama ölçme düzeyinde ise sıralı lojistik regresyon (ordinal logistic regression) kullanılır (Sümbüloğlu ve Akdağ, 2007, Gamgam ve Altunkaynak, 2017, s. 269).

Lojistik regresyon uygulamalarında anlamlılığının kontrol edilmesi için genelde log olabilirlik (log likelihood) istatistiği ve belirleme katsayıları (Cox Snell R^2 , Nagelkerke R^2) kullanılır (Gamgam ve Altunkaynak, 2017, s. 272).

Finansal oranlara uygulanan LR analizinin anlamlılık sonuçları Tablo 11’de gösterilmiştir.

Tablo 11

Model Uyum Testi

	Model Uyum Kriteri		Olabilirlik Oran Testi	
	-2LL	Ki Kare	Serbestlik Derecesi	Anlamlılık
Başlangıç	274,466			
Final	171,920	102,546	5	,000

-2LL değeri, başlangıçta 274,466 iken final çözümünde 171,920’ye kadar düşmüştür. Bu düşüş, final çözümünde gerçekleşen değişken ilave ve iadelerinin model uyumunu iyileştirdiğini gösterir. Buna göre başlangıçta sadece sabit değerin bulunduğu çözüm ile final çözümü arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir farklılık vardır, regresyon modeli katsayılarından en az bir tanesi sıfırdan farklıdır.

Başlangıç modelinden itibaren modele eklenen değişkenler sonucunda modelin bağımlı değişkeni açıklama oranı hakkındaki belirleme katsayıları Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12

Bağımlı Değişkenin Açıklanma Oranı

Adım	-2LL	Cox & Snell R2	Nagelkerke R2
5	171,920c	,404	,539

LR analizi sonrasında elde edilen sonuçlar Tablo 13’de gösterilmiştir. Gösterilen değişkenler, 0,05 anlamlılık derecesinde model üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir. Ayrıca bu değişkenler, VM uygulamasında kullanılacak olan Veri Modeli-2 için seçilmiştir.

Tablo 13

LR Analizi Sonucunda Veri Modeli-2 İçin Seçilen Oranlar

	β	Standart Hata	Serbestlik Derecesi	P	%95 Güven
SY3	,167	,044	1	,000	1,182
BY6	-,078	,023	1	,001	,925
LK3	-,050	,023	1	,028	,952
GGY1	,850	,240	1	,000	2,339
GGY4	-1,841	,323	1	,000	,159
SABİT	6,167	1,704	1	,000	476,841

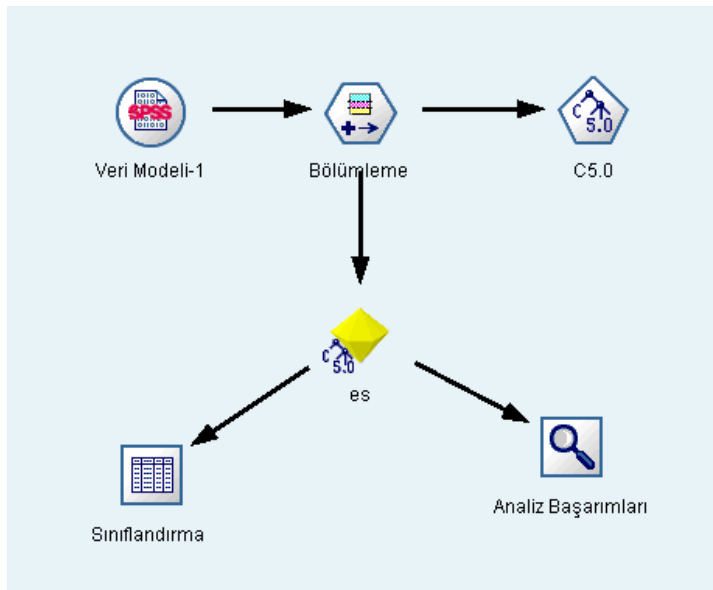
Elde edilen LR denklemi denklem (5.1) ‘deki gibidir.

$$y_i = 6,167 + 0,167SY3 - 0,078BY6 - 0,050LK3 + 0,850GGY1 - 1,841GGY4 \quad (5.1)$$

5.5. Bulgular

198 KVB için Veri Modeli-1 ve Veri Modeli-2’de seçilen oranlar ile yapılan VM uygulamalarında, sınıflandırma-karar ağaçları yöntemlerinden C5.0 ve CART (Classification and Regression Trees) algoritmaları kullanılmıştır. Uygulama esnasında IBM SPSS Clementine 12.0 adlı yazılım kullanılmıştır.

Uygulamalar esnasında Clementine yazılımında kullanılan model Şekil 9’da gösterilmiştir.



Şekil 9. Veri Modeli-1 için uygulanan C5.0 algoritması VM modeli ¹

5.5.1. Veri Modeli-1 için C5.0 Uygulaması

Araştırmanın VM kısmının ilk adımında Veri Modeli-1 olarak tanımlanan veri setine C5.0 algoritması uygulanmıştır.

Modelde tamamı 198 KVB olan verinin %80'i (159 KVB) eğitim grubu olarak, %20'si (39 KVB) test grubu olarak ayrılmıştır. Analiz başarımları Tablo 13'de verilmiştir. Tablo 14'de modelin eğitim ve test gruplarında ulaştığı sonuçlar görülmektedir (Yakut ve Gemici, 2017).

Tablo 14

Veri Modeli-1 ile Uygulanan C5.0 Algoritması VM Modelinin Sınıflandırma Başarımları

	Eğitim		Test	
Doğru	146	91,82%	31	79,49%
Yanlış	13	8,18%	8	20,51%
Toplam	159	100%	39	100%

Tablo 15, etkinlik durumu bilinen KVB'lerin sınıflandırılmasında ulaşılan doğruluk oranlarını göstermektedir.

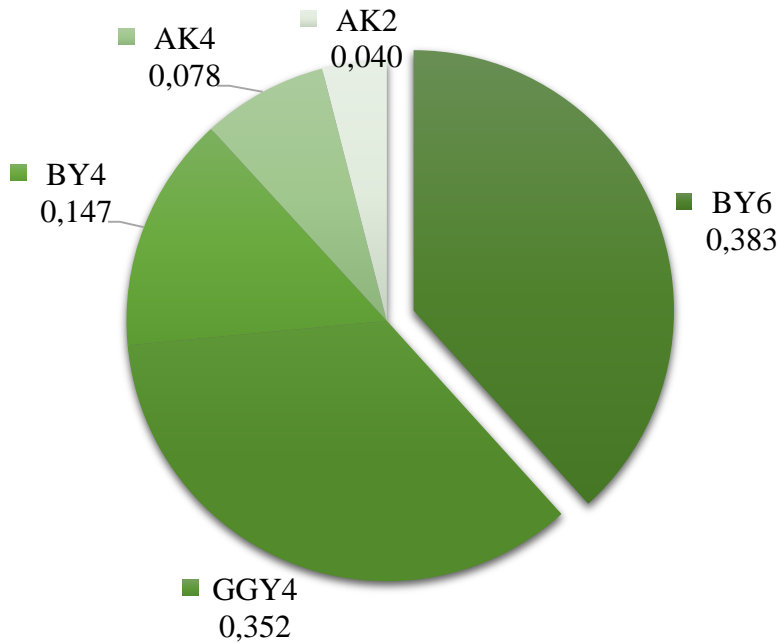
¹ Diğer uygulamalarda da aynı model CART algoritması ve Veri Modeli-2 ile kullanılmıştır

Tablo 15

Veri Modeli-1 ile Uygulanan C5.0 Algoritması VM Modelinin KVB'lerin Etkinlik Durumlarına Göre Sınıflandırma Başarımları²

C5.0 Algoritması		Tahmin Grubu		
		Etkin	Etkin Değil	Doğruluk
Gözlenen Grup	Etkin	90	10	90%
	Etkin Değil	9	89	90,8%

Bu model ile yapılan sınıflandırma esnasında KVB'nin sınıfının belirlenmesine etkisi olan oranlar ise Şekil 10'da gösterilmiştir. Bu model için sınıflandırmaya en yüksek oranda etki eden ilk üç oran BY6, GGY4 ve BY4 olmuştur.



Şekil 10. Veri Modeli-1 ile C5.0 algoritması uygulaması sonucunda elde edilen finansal etkinlik skoruna katkı oranları³

Bu modelden elde edilen karar ağacı Şekil 11'de verilmiştir. Karar ağacından elde edilebilecek toplam yedi adet kural Tablo 16'te açıklanmıştır.

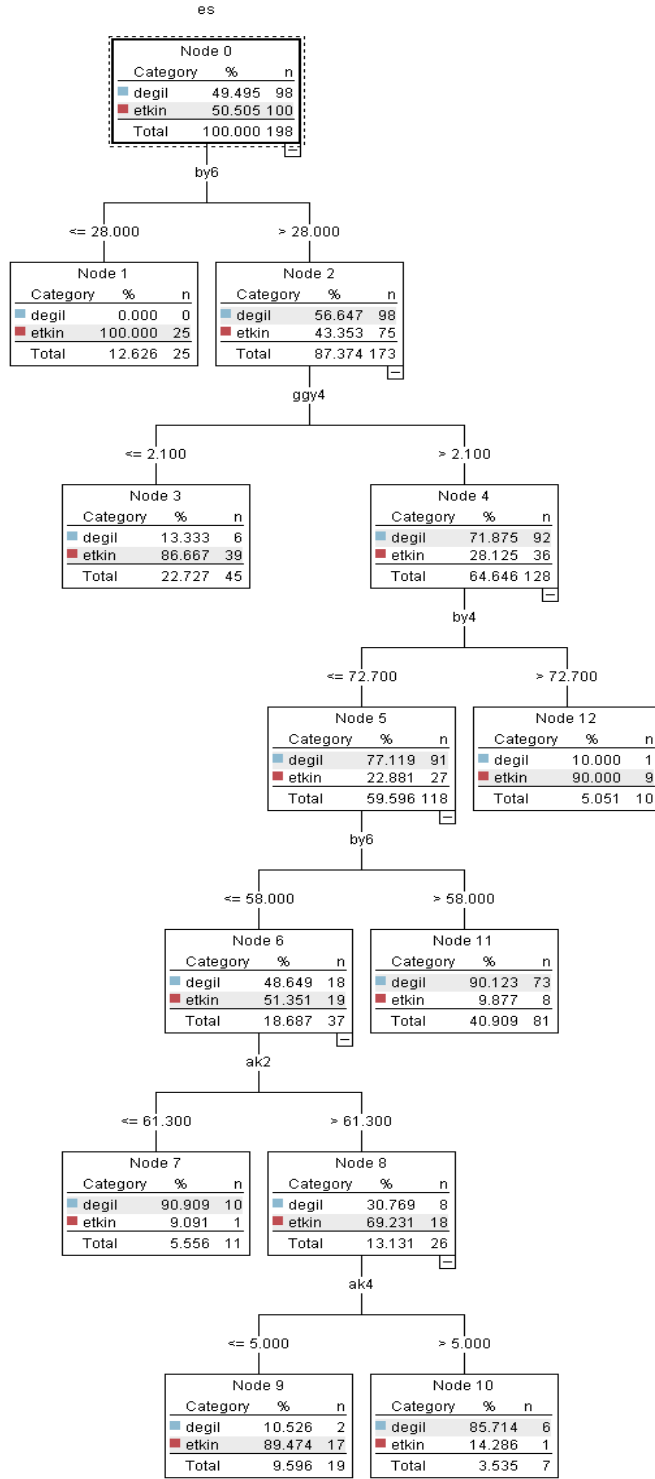
² Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.

³ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.

Tablo 16

Veri Modeli-1 İçin C5.0 Uygulamasından Elde Edilen Kurallar

Kural No	Kural	%	Etkilenen KVB Sayısı	
1	BY6>28.000 & GGY4<=2.100	86.6	39	
2	BY6<=28.000	100	25	
3	BY6>28.000 & GGY4>2.100 & BY4<=72.700 & BY6<=58.000 & AK2>61.300 & AK4<=5.000	89.4	17	Etkin KVB'ler
4	BY6>28.000 & GGY4>2.100 & BY4>72.700	90	9	
5	BY6>28.000 & GGY4>2.100 & BY4<=72.700 & BY6>58.000	90.1	73	
6	BY6>28.000 & GGY4>2.100 & BY4<=72.700 & BY6<=58.000 & AK2<=61.300	90.9	10	Etkinsiz KVB'ler
7	BY6>28.000 & GGY4>2.100 & BY4<=72.700 & BY6<=58.000 & AK2>61.300 & AK4>5.000	85.7	6	



Şekil 11. Veri Modeli-1 ve C5.0 algoritması ile elde edilen karar ağacı⁴

⁴ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.

Elde edilen kurallar arasında en önemlileri etkin KVB'ler için 1 numaralı kural, etkisiz KVB'ler için ise 5 numaralı kuraldır.

Kural 1: Eğer KVB'nin BY6 oranı 28.000'den küçük veya eşit ise ve GGY4 oranı 2.100'den küçük veya eşit ise bahsi geçen KVB %86,6 etkin bir KVB'dir.

Kural 5: Eğer KVB'nin BY6 oranı 58.000'den büyük, GGY4 oranı 2.100'den büyük ve BY4 oranı 72.700'den küçük veya eşit ise bahsi geçen KVB %90,1 etkisiz bir KVB'dir.

5.5.2. Veri Modeli-1 için CART Uygulaması

Veri Modeli-1 oranları ile 198 KVB için sınıflandırma uygulaması CART algoritması kullanılarak yapılmıştır. Model uygulaması esnasında tüm KVB'lerin %80'i eğitim seti, %20'si ise test seti olarak ayrılmıştır.

VM uygulamasından sonuç olarak elde edilen etkinlik sınıflandırması başarımları eğitim ve test setleri bazında Tablo 17'de sunulmuştur.

Tablo 17

Veri Modeli-1 ile Uygulanan CART Algoritması VM Modelinin Sınıflandırma Başarımları

	Eğitim		Test	
Doğru	148	93,08%	27	69,23%
Yanlış	11	6,92%	12	30,77%
Toplam	159		39	

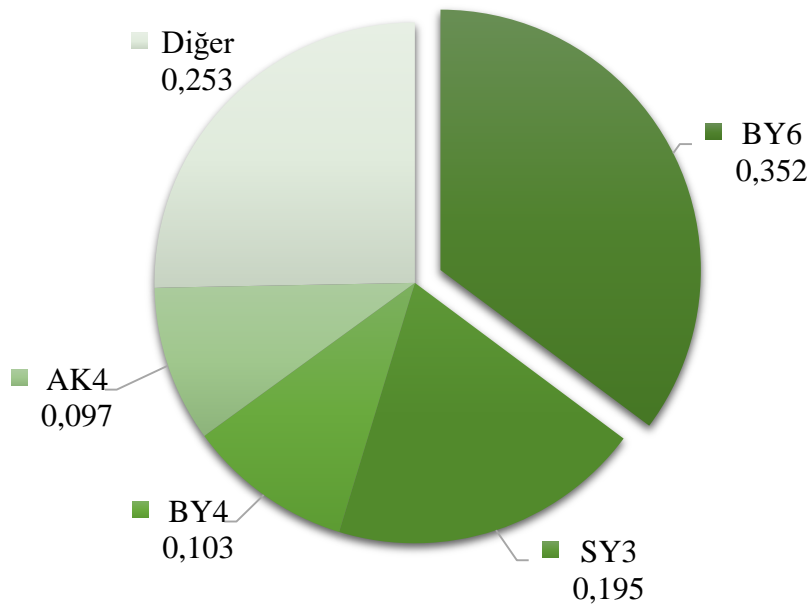
Tablo 18, etkinlik durumu bilinen KVB'lerin sınıflandırılmasında ulaşılan doğruluk oranlarını göstermektedir.

Tablo 18

Veri Modeli-1 ile Uygulanan CART Algoritması VM Modelinin KVB'lerin Etkinlik Durumlarına Göre Sınıflandırma Başarımları⁵

CART Algoritması		Tahmin Grubu		
		Etkin	Etkin Değil	Doğruluk
Gözlenen Grup	Etkin	89	11	89%
	Etkin Değil	5	93	94,8%

Veri Modeli-1 ve CART algoritması ile yapılan sınıflandırma çalışmasında finansal etkinlik skoruna katkısı olan en önemli ilk üç oran Şekil 12'de gösterildiği üzere sırasıyla BY6, SY3 ve BY4'tür.

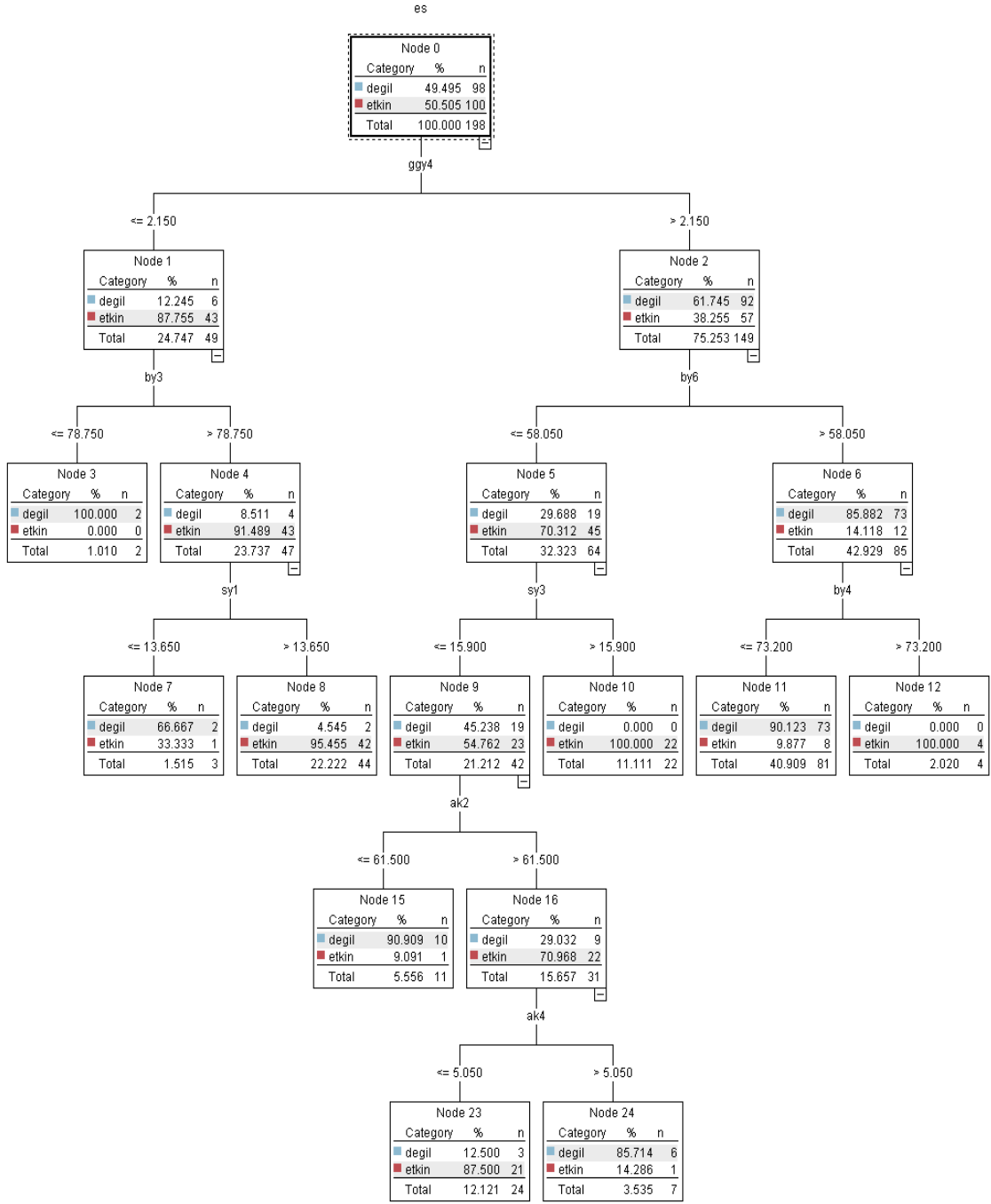


Şekil 12. Veri Modeli-1 ile CART algoritması uygulaması sonucunda ulaşılan finansal etkinlik skoruna katkı oranları⁶

CART algoritması ile elde edilen karar ağacı Şekil 13'de sunulmuştur. Karar ağacından çıkarılabilecek 9 kuraldan 4'ü KVB'leri etkin olarak sınıflandırmak için, geri kalanları ise etkisiz olarak sınıflandırmak için yönlendirir.

⁵ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.

⁶ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.



Şekil 13. Veri Modeli-1 için CART algoritması ile elde edilen karar ağacı⁷

Şekil 13'te verilen karar ağacından çıkarılan kurallar Tablo 19'da sunulmuştur. Bu kurallardan en önemlileri Kural 1 ve Kural 5'tir.

⁷ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.

Kural 1: KVB'nin GGY4 oranı 2.150'den küçük veya eşit olması, BY3 oranının 78.750'den büyük olması ve SY1 değerinin 13.650'den büyük olması durumunda söz konusu KVB %95,4 oranla etkin olarak sınıflandırılır.

Kural 5: KVB'nin GGY4 oranının 2.150'den büyük olması, BY6 oranının 58.050'den büyük olması ve BY4 oranının 73.200'den küçük veya eşit olması durumunda söz konusu KVB %90,1 oranla etkisiz olarak sınıflandırılır.

Tablo 19

Karar Ağacından Çıkarılan Kurallar

Kural No	Kural	%	Etkilenen KVB Sayısı
1	GGY4<=2.150 & BY3>78.750 & SY1>13.650	95.4	42
2	GGY4>2.150 & BY6<=58.050 & SY3>15.900	100	22
3	GGY4>2.150 & BY6<=58.050 & SY3<=15.900 & AK2>61.500 & AK4<=5.050	87.5	21
4	GGY4>2.150 & BY6>58.050 & BY4>73.200	100	4
5	GGY4>2.150 & BY6>58.050 & BY4<=73.200	90.1	73
6	GGY4>2.150 & BY6<=58.050 & SY3<=15.900 & AK2<=61.500	90.9	10
7	GGY4>2.150 & BY6<=58.050 & SY3<=15.900 & AK2>61.500 & AK4>5.050	85.7	6
8	GGY4<=2.150 & BY3>78.750 & SY1<=13.650	66.6	2
9	GGY4<=2.150 & BY3<=78.750	100	2

5.5.3. Veri Modeli-2 için C5.0 Uygulaması

VM uygulamalarının gerçekleştirildiği kısımda analizlerde kullanılmak üzere seçilen ikinci veri seti Veri Modeli-2 ile C5.0 uygulaması yapıldığında modellerin ulaştıkları başarımlar Tablo 20'de gösterilmiştir.

Tablo 20

Veri Modeli-2 ile Uygulanan C5.0 Algoritmasının Başarımları

	Eğitim		Test	
Doğru	133	83,65%	27	69,23%
Yanlış	26	16,35%	12	30,77%
Toplam	159		39	

Tablo 21, etkinlik durumu bilinen KVB'lerin sınıflandırılmasında ulaşılan doğruluk oranlarını göstermektedir.

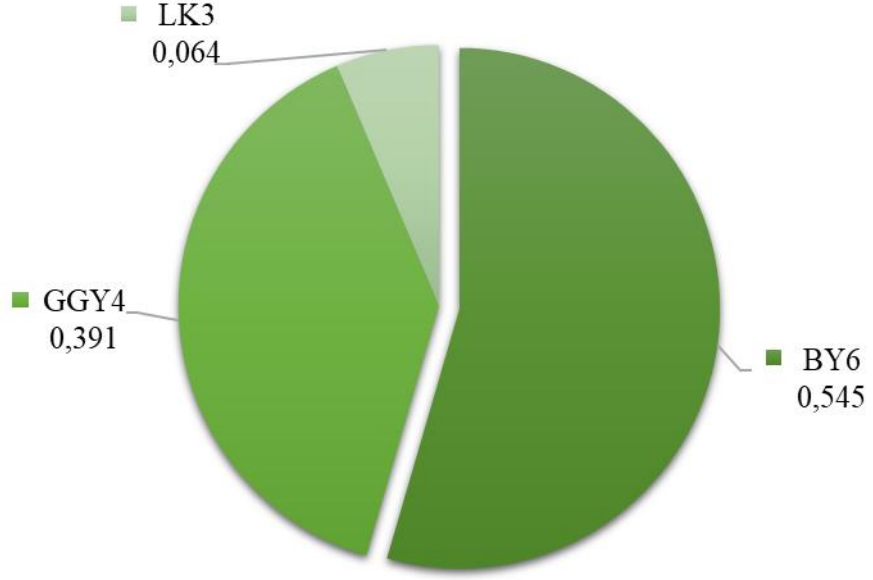
Tablo 21

Veri Modeli-2 ile Uygulanan C5.0 Algoritması VM Modelinin KVB'lerin Etkinlik Durumlarına Göre Sınıflandırma Başarımları⁸

C5.0 Algoritması		Tahmin Grubu		
		Etkin	Etkin Değil	Doğruluk
Gözlenen	Etkin	86	14	%86
Grup	Etkin Değil	16	82	%83,6

Analiz esnasında KVB'leri sınıflandırırken önem taşıyan üç finansal oran sırasıyla BY6, GGY4 ve LK3'tür. Şekil 14'de finansal etkinlik skoruna etkisi olan finansal oranların katkıları gösterilmiştir.

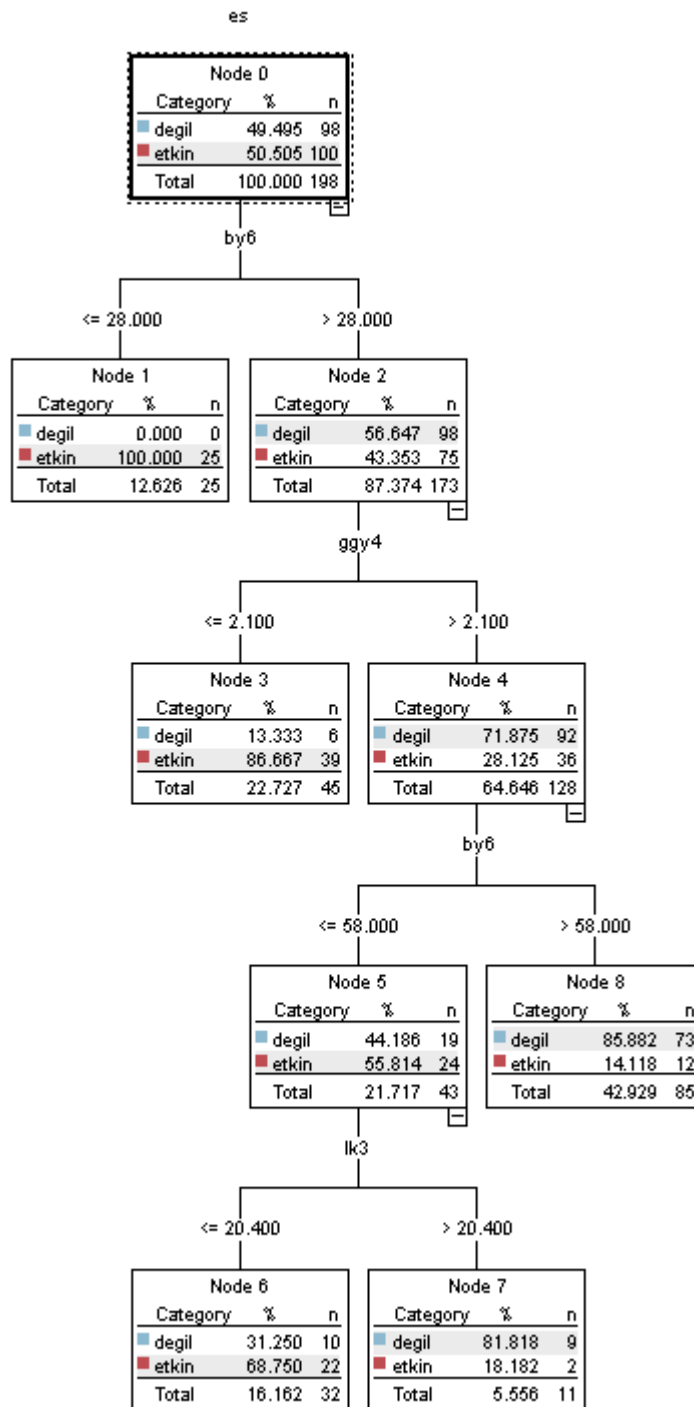
⁸ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.



Şekil 14. Veri Modeli-2 için C5.0 algoritması uygulaması sonucunda elde edilen finansal etkinlik skoruna katkı oranları⁹

Bu finansal oranların KVB'nin sınıfını belirlemesi için üzerinden kurallar üretilen karar ağacı Şekil 15'de ve çıkarılabilen kurallar Tablo 22'de sunulmuştur.

⁹ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.



Şekil 15. Veri Modeli-2 ile C5.0 uygulamasından elde edilen karar ağacı¹⁰

Şekil 15'te verilen karar ağacı için çıkarılan beş kuraldan en önemlileri Kural 1 ve Kural 4'tür.

¹⁰ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.

Kural 1: KVB'nin BY6 oranı 28.000'den büyük ve GGY4 oranı 2.100'den küçük ve eşit ise %86,6 ihtimalle 'Etkin' olarak sınıflandırılacaktır.

Kural 4: KVB'nin BY6 oranı 58.000'den büyük ve GGY4 oranı 2.100'den büyük ise %85,8 ihtimalle 'Etkin Değil' olarak sınıflandırılacaktır.

Tablo 22

Karar Ağacından Elde Edilen Kurallar

Kural No	Kural	%	Etkilenen KVB	
1	BY6>28.000 & GGY4<=2.100	86,6	39	
2	BY6<=28.000	100	25	Etkin
3	BY6>28.000 & GGY4>2.100 & BY6<=58.000 & LK3<=20.400	68,75	22	KVB
4	BY6>58.000 & GGY4>2.100	85,8	73	Etkinsiz
5	BY6>28.000 & GGY4>2.100 & BY6<=58.000 & LK3>20.400	81,8	9	KVB

5.5.4. Veri Modeli-2 için CART Uygulaması

Bu çalışmada yer alan analizlerden en sonuncusu CART algoritmasının Veri Modeli-2 için uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analizin başarımları Tablo 23'de paylaşılmıştır.

Tablo 23

Veri Modeli-2 ile CART Uygulanmasının Başarımları

	Eğitim		Test	
Doğru	150	94,34%	26	66,67%
Yanlış	9	5,66%	13	33,33%
Toplam	159		39	

Tablo 24, etkinlik durumu bilinen KVB'lerin sınıflandırılmasında ulaşılan doğruluk oranlarını göstermektedir.

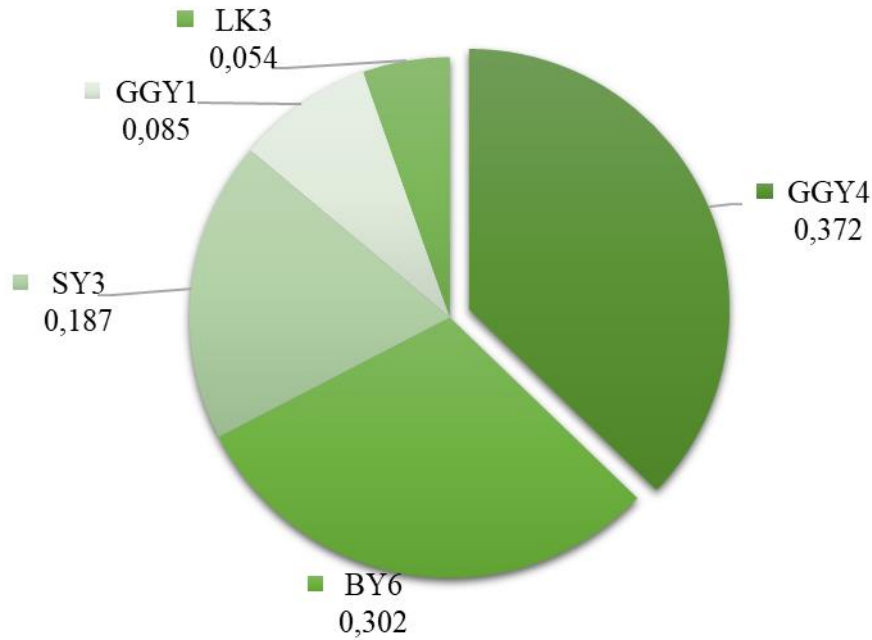
Tablo 24

Veri Modeli-2 ile Uygulanan CART Algoritması VM Modelinin KVB'lerin Etkinlik Durumlarına Göre Sınıflandırma Başarımları¹¹

CART Algoritması		Tahmin Grubu		
		Etkin	Etkin Değil	Doğruluk
Gözlenen Grup	Etkin	92	8	%92
	Etkin Değil	15	83	%84,6

Analiz sonucunda finansal oranların sınıflamaya ne kadar katkıda bulunduğu Şekil 16'de gösterilmiştir.

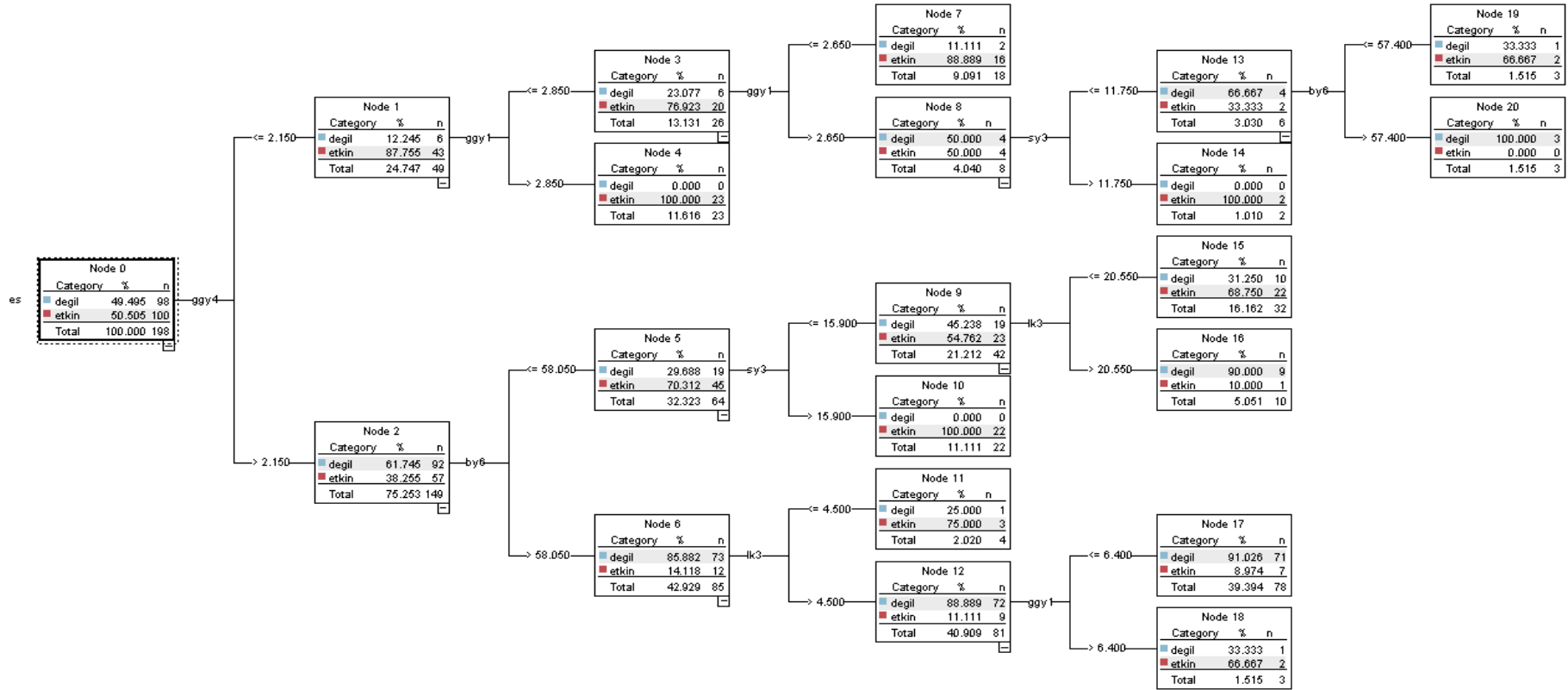
CART uygulamasında ilgili verileri sınıflandırırken en önemli rol oynayan ilk üç oran sırasıyla GGY4, BY6 ve SY3 olmuştur. Sadece bu üç finansal oran sınıf belirlemede %86,1 etkili olmuştur.



Şekil 16. Veri Modeli-2 ile CART algoritması uygulaması sonucunda elde edilen finansal etkinlik skoruna katkı oranları ¹²

¹¹ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.

¹² Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.



Şekil 17. Veri Modeli-2 ile CART uygulamasından elde edilen karar ağacı¹³

¹³ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.

CART algoritmasının uygulanmasından elde edilen karar ağacından toplam 11 kural çıkarılabilmektedir. Elde edilen karar ağacı şekil 17’de sunulmuştur.

Karar ağacından çıkarılan 11 kural arasında en önemli olanlar Kural 1 ve Kural 9’dur. Kuralların tamamı Tablo 25’de görülebilir.

Kural 1: KVB’nin GGY4 oranı 2.150’den küçük veya eşit olursa ve GGY1 oranı 2.850’den büyük olursa KVB %100 oran ile ‘Etkin’ olarak sınıflandırılacaktır.

Kural 9: Sınıflandırılacak olan KVB’nin GGY4 oranı 2.150’den büyük, BY6 oranı 58.050’den büyük, LK3 oranı 4.500’den büyük ve GGY1 oranı 6.400’den küçük veya eşit olursa KVB %91 oran ile ‘Etkin Değil’ olarak sınıflandırılacaktır.

Tablo 25.

Veri Modeli-2 için CART Uygulamasından Elde Edilen Sınıflandırma Kuralları

Kural No	Kural	%	Etkilenen KVB
1	GGY4≤2.150 & GGY1>2.850	100	23
2	GGY4>2.150 & BY6≤58.050 & SY3≤15.900 & LK3≤20.550	68,7	22
3	GGY4>2.150 & BY6≤58.050 & SY3>15.900	100	22
4	GGY4≤2.150 & GGY1≤2.650	88,8	16
5	GGY4>58.050 & LK3≤4.500	75	3
6	GGY4≤2.150 & GGY1≤2.850 & GGY1>2.650 & SY3>11.750	100	2
7	GGY4≤2.150 & GGY1≤2.850 & GGY1>2.650 & SY3≤11.750 & BY6≤57.400	66,6	2
8	GGY4>58.050 & LK3>4.500 & GGY1>6.400	66,6	2
9	GGY4>2.150 & BY6>58.050 & LK3>4.500 & GGY1≤6.400	91	71
10	GGY4>2.150 & BY6≤58.050 & SY3≤15.900 & LK3>20.550	90	9
11	GGY4≤2.150 & GGY1≤2.850 & GGY1>2.650 & SY3≤11.750 & BY6>57.400	100	3

Etkin
KVB

Etkinsiz
KVB

BÖLÜM VI

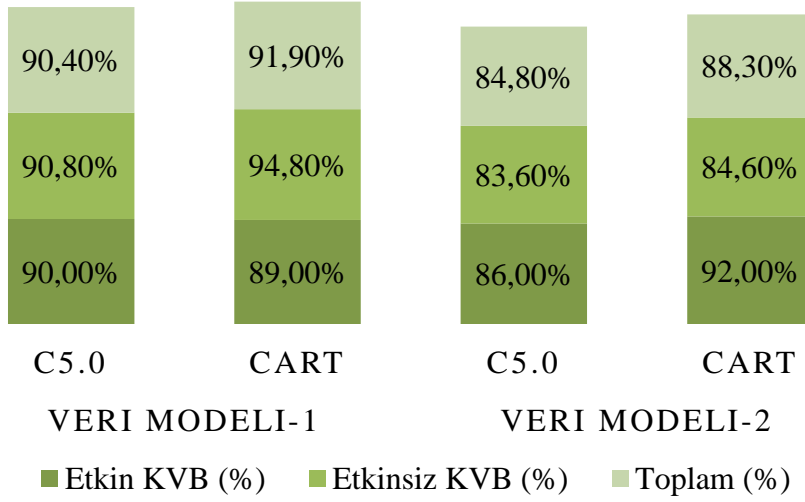
SONUÇ

Bankacılığın finans sektöründe önemli bir yer tuttuğu ve bu sayede ülke ekonomisinin büyümesi konusunda bir belirleyici olabileceği araştırmanın ilk bölümü olan *Giriş* kısmında açıklanmıştır. Sektörün tam etkin olarak çalışmasının oldukça olumlu bir etki yaratacağı düşünülmekle birlikte bankalara gerçekleşmiş olan faaliyetleri üzerinden bir değerlendirme ve gelecek dönemler için karar almada yardımcı bilgiler sunmak üzere bir model geliştirmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada, Türkiye’de işlemlerini sürdüren 22 mevduat bankasının gelir tablosu ve bilanço verilerine VZA uygulanarak bankaların finansal etkinlik skorları hesaplanmıştır. VZA ve VM uygulamalarının tamamında dokuz yıllık (2009-2017) veriler kullanılmıştır. Etkinlik skoruna etki eden finansal oranların tespiti için seçilen otuz finansal oranı önce istatistiksel analizler ile azaltma yoluna gidilmiş, ardından VM sınıflandırma yöntemlerinden karar ağaçları algoritması olan C5.0 ve CART algoritmaları uygulanmıştır. İstatistiksel analizler sonucu iki farklı oran seti belirlenmiş ve her iki algoritma bu setlere ayrı ayrı uygulanmıştır.

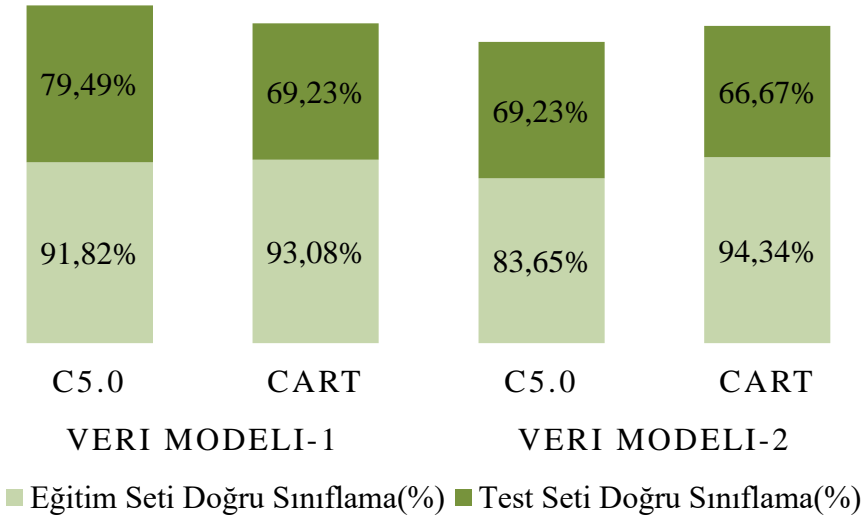
VZA’nın çıktısı yönelimli CCR yöntemi ile ulaşılan etkinlik skorlarından 97 ve üzeri bir puana sahip olan KVB’lerin etkin olduğu varsayımına göre; 100 KVB etkin, 98 KVB etkinsiz olarak sınıflandırılmıştır. Elde edilen sınıflandırma verisi finansal oranlar ile kullanılırken etkin KVB’lere “1” değeri, etkinsiz KVB’lere “0” değeri atanmıştır. Mann-Whitney U testi sonucunda değişkenleri seçilmiş olan Veri Modeli-1 ve Lojistik Regresyon Analizi sonucunda değişkenleri seçilmiş olan Veri Modeli-2 için uygulanan C5.0 algoritması ve CART algoritmasının KVB’leri sınıflandırma başarımları Şekil 18’de sunulmuştur.

Şekil 18 incelendiğinde, etkin KVB’leri sınıflandırmada en başarılı algoritmanın, %92’lik doğruluk ile Veri Modeli-2’ye uygulanan CART algoritması olduğu; etkinsiz KVB’leri sınıflandırmada en başarılı algoritma, %94,80’lik doğruluk ile Veri Modeli-1’e uygulanan CART algoritması olduğu görülmüştür. Toplam doğru sınıflandırma oranlarında en yüksek başarıyı %91,90 oran ile yine Veri Modeli-1’e uygulanan CART algoritması elde etmiştir.



Şekil 18. KVB'lerin sınıflarına göre algoritmaların başarımları¹⁴

Yalnızca bilinen sınıflara göre karşılaştırma yaparak uygun algoritma seçmek hatalı sonuçlara yol açabilir. Bu sebeple Şekil 19'da algoritmaların eğitim ve test setlerinde elde ettikleri başarımlar gösterilmiştir.



Şekil 19. Seçilen veri setine göre algoritmaların sınıflandırma başarımları

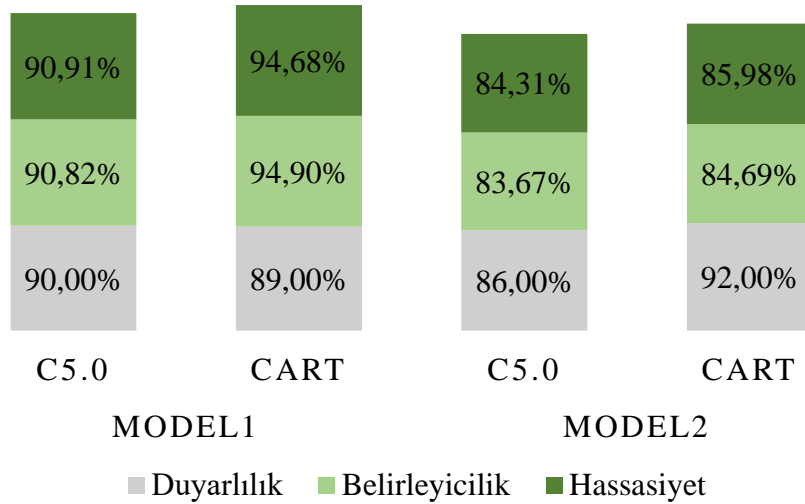
Şekil 19'da görüldüğü gibi, eğitim setinde doğru sınıflandırma oranı en yüksek olan algoritma, %94,34 oran ile Veri Modeli-2'ye uygulanan CART algoritması

¹⁴ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.

olmuştur. Test setleri için aynı değerlendirme yapıldığında bu defa en başarılı algoritma %79,49 ile Veri Modeli-1'e uygulanan C5.0 algoritması olmuştur.

Bu çalışmada algoritmaların ve veri modellerinin karşılaştırılması için seçilen başka bir yöntem ise duyarlılık (sensitivity), belirleyicilik (specificity) ve hassasiyet (precision) istatistikleri olmuştur.

Duyarlılık oranı (gerçek pozitif oran), etkin sınıflandırılanların arasından yüzde kaçının gerçekten etkin olduğunu belirten orandır. Belirleyicilik oranı (gerçek negatif oran) etkisiz sınıflandırılanların arasından kaçının gerçekten etkisiz olduğunu belirten orandır. Hassasiyet oranı, sınıflandırılması doğru (etkin KVB'nin etkin, etkisiz KVB'nin etkisiz sınıflandırılması) olarak yapılan KVB'lerin içerisinde yüzde kaçının etkin KVB olduğunu belirtir (Han vd., 2011, s. 364). Bu çalışmada uygulanan modellerin duyarlılık, belirleyicilik, hassasiyet oranları Şekil 20'de gösterilmiştir.



Şekil 20. Modellerin duyarlılık, belirleyicilik, hassasiyet oranları¹⁵

Şekil 20'de görüldüğü gibi, modeller arasından en yüksek duyarlılık skoru %92 oran ile Veri Modeli-2'ye uygulanan CART algoritmasının, en yüksek belirleyicilik skoru %94,90 oran ile Veri Modeli-1'e uygulanan CART algoritmasının ve en yüksek hassasiyet skoru ise %94,68 oran ile yine Veri Modeli-1'e uygulanan CART algoritmasının olmuştur.

¹⁵ Veri setinin bölünmeden analize dahil edildiği duruma göre düzenlenmiştir.

Veri Modeli-1 ve Veri Modeli-2'ye uygulanan C5.0 algoritmalarının hemen her kriterde uygulanan CART algoritmalarından düşük skorlara sahip olması sebebiyle banka etkinliği problemine çözüm olmaktan uzak oldukları düşünülmektedir. Bunun sebebinin bu çalışma özelinde bağımlı değişken olan etkinlik skoru değişkeninin iki kategorili (etkin, etkin değil) olmasının CART algoritmasının ikili dallanma özelliği ile daha iyi örtüşmesi olduğu düşünülmektedir.

Oluşturulan modeller için kıyaslama yapıldığında en yüksek doğru sınıflandırma değerine sahip olan model, %91,90 doğruluk ile Veri Modeli-1'de uygulanan CART algoritması ile oluşturulan modeldir. Bu model aynı zamanda diğer modeller arasında etkisiz KVB sınıflandırmasında, belirleyicilik ve hassasiyet oranlarında da en yüksek değerlere sahiptir.

Duyarlılık oranının, etkin olarak sınıflandırılan KVB'lerin içerisinde gerçekten etkin olanların yüzdesini göstermesi açısından etkin olmayan bir bankaya etkin sınıflandırılması yapıldığında gelecek dönem için bankanın üzerinde yoğunlaşması gereken değişkenleri göz ardı etmesine sebep olabileceğinden belirleyicilik oranından daha önemli olduğu düşünülmektedir. Belirleyicilik oranı, etkisiz olarak sınıflandırılmış bankalardan gerçekten etkisiz olanların yüzdesini gösterir. Bu durumda gerçekte etkin olan bir bankaya etkisiz sınıflandırılması yapılması model açısından başarısızlık olarak değerlendirilse bile bankanın durumunu daha iyi inceleyeceği düşünülürse etkin konumunu korumasına yardımcı olabilir. Ancak bu açıdan bakıldığında Veri Modeli-1 CART uygulaması tarafından sağlanan etkisiz KVB'lerin doğru sınıflandırılması konusundaki başarısı da gelecek yılların sonuçlarına etki edebilir. Bu noktada iki model arasında yapılacak olan kıyaslama hatalı sonuçlara ulaşılmaması açısından diğer değerlendirme kriterleri ile genişletilebilir.

Veri Modeli-1 ve Veri Modeli-2 için uygulanan CART algoritmalarının karşılaştırılması noktasında önemli olan diğer bir etken ise toplam sınıflandırma başarısıdır. Toplam sınıflandırma başarısı oranlarında da en yüksek değere sahip olan Veri Modeli-1'e uygulanan CART modelinin araştırmanın temelini oluşturan banka etkinliklerinin tahmininde ideal yöntem olarak seçilmesi uygun görülmüştür.

Kıyaslamaya göre, bankaların etkinliğine en fazla katkısı olan finansal oranlar %35,2'lik oran ile BY6, %19,5'lik oran ile SY3, %10,3'lük oran ile BY4 ve %9,7'lik oran ile AK4'tür.

Gelecekte, ulaşılan finansal oranların bankacılık finansında etkilerinin konu alındığı çalışmalar yapılabilir. Ayrıca VZA'nın özelliklerinden biri de etkisizliğin

kaynağının tespit edilebilmesine olanak sağlamasıdır. Etkinsiz KVB'lerin etkin duruma geçmesi için hedefler belirlenip bu hedefleri gerçekleştirmeleri yönünde tavsiyeler verilebilir. Aynı alanda yapılacak olan çalışmalarda daha geniş kapsamlı veriler kullanılarak VM yöntemlerinden farklı yöntemler kullanılıp karşılaştırmalar yapılabilir.



KAYNAKÇA

- Acar, M. F., Erkoç, T. E., Yılmaz, B. (2015). “Türk Bankacılık Sektörü İçin Karşılaştırmalı Performans Analizi”, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 2, 1-11.
- Akbalık, M., Sırma, İ. (2014). "Türkiye’de Yabancı Bankaların Etkinliği; Veri Zarflama Analiz Uygulaması", Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, Cilt:4, Sayı:8, 1-16.
- Akın, A., Kılıç, M., Zaim, S. (2009). “Determinants of Bank Efficiency in Turkey: A Two Stage Data Envelopment Analysis”, 1. International Symposium on Sustainable Development, 9-10 Temmuz 2009, Saraybosna.
- Akkoç, S, Vatansever, K. (2013). “Fuzzy Performance Evaluation with AHP and Topsis Methods: Evidence from Turkish Banking Sector after the Global Financial Crisis”, Eurasian Journal of Business and Economics, Cilt: 6, Sayı: 11, 53-74.
- Akküçük, U. (2011). “Veri Madenciliği Kümeleme ve Sınıflama Algoritmaları”, İstanbul: Yalın Yayıncılık.
- Akpınar, H. (2014). “Data Veri Madenciliği Veri Analizi”, İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim.
- Aksaraylı, M., Pala, O. (2017). “Türk Bankacılık Sektöründe Sermaye Yapısına Göre Performans Sıralama, Kümeleme ve Verimlilik Analizi”, International Journal of Academic Value Studies, Cilt: 3, Sayı: 11, 39-54.
- Aktaş Şen, S. (2006). “Bankacılık Sektörü ve Devlet Müdahaleleri: Politik Devresel Dalgalanmalar Çerçevesinde Türk Bankacılık Sektörü Etkinlik Analizi”, Sosyoekonomi Dergisi, Cilt:4, Sayı:4, 11–30.
- Akyol Özcan, K., Oktay, E. (2018). “Türkiye’deki Mevduat Bankalarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle İncelenmesi”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 32, Sayı: 2, 487-504.
- Akyüz, Y., Yıldız, F., Kaya, Z. (2013), “Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Endeksi ile Toplam Faktör Verimlilik Ölçümü: BİST’te İşlem Gören Mevduat Bankaları Üzerinde Bir Uygulama”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 27, Sayı:4.

- Al Khathlan, K., Malik, S.A. (2010). "Are Saudi Banks Efficient? Evidence Using Data Envelopment Analysis (DEA)", *International Journal of Economics and Finance*, Cilt:2, Sayı:2, 53-58.
- Amile, M., Sedaghat, M., Poorhossein, M. (2012). "Performance Evaluation of Banks using Fuzzy AHP and TOPSIS, Case study: State-owned Banks, Partially Private and Private Banks in Iran", *Caspian Journal of Applied Sciences Research*, Cilt:2, Sayı:3, 128-138.
- Apergis, N., Alevizopoulou, E. (2010). "Bank Efficiency: Evidence from a Panel of European Banks", *Panoeconomicus*, Sayı:3, 329-341.
- Argüden, Y., Erşahin, B. (2008). "Veri Madenciliği: Veriden Bilgiye, Masraftan Değere", İstanbul: ARGE Danışmanlık Yayınları, <http://www.arge.com/wp-content/uploads/2013/02/VeriMadenciligi.pdf>, Erişim Tarihi: 10.12.2018.
- Atan, M. (2003). "Türkiye Bankacılık Sektöründe Veri Zarflama Analizi ile Bilançoya Dayalı Mali Etkinlik ve Verimlilik Analizi, Ekonomik Yaklaşım", *Ekonomik Yaklaşım Dergisi*, Cilt:14, Sayı:48, 71-86.
- Atan, M., Karpat Çatalbaş, G. (2005). "Bankacılıkta Etkinlik ve Sermaye Yapısının Bankaların Etkinliğine Etkisi", *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, Yıl:20, Sayı:237, 49-62.
- Baghirov, A. (2017). "2008 Küresel Kriz Sonrası Azerbaycan Bankacılık Sisteminin Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi", *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Cilt:3, Sayı:1, 1-12.
- Bakırcı, F. (2006). "Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü: VZA ile Bir Analiz", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt:20, Sayı:2, 199-217.
- Bal, H., Gölcükcü, A., (2002). "Data Envelopment Analysis: An Application on Turkish Banking Industry", *Mathematical & Computational Applications*, Cilt:7, Sayı:1, 65-72.
- Bandyopadhyay S., Maulik U. (2005) "Knowledge Discovery and Data Mining". In: "Advanced Methods for Knowledge Discovery from Complex Data", *Advanced Information and Knowledge Processing*, Springer, London.
- Başçı, E. S. (2016). "Determination of Bank's Branch Effectiveness in Turkey with TOPSIS Method", *Proceedings of the Eighth Asia-Pacific Conference on Global Business, Economics, Finance and Banking (AP16Singapore Conference)*, Temmuz 2016, ID: S642, 21-23.

- Bay, M. (2009). "Bankacılık Sektöründe Veri Zarflama Analizi Yöntemini Kullanarak Verimlilik Araştırması", Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Bayyurt, N. (2013). "Ownership Effect on Bank's Performance Multi Criteria Decision Making Approaches on Foreign and Domestic Turkish Banks", *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, Sayı:99, 919 – 928.
- Behdioğlu, S., Özcan, G. (2009), "Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 14, Sayı: 3, 301–326.
- Bektaş, H. (2013). "Türk Bankacılık Sektöründe Etkinlik Analizi", *Sosyoekonomi Dergisi*, Cilt:19, Sayı:19, 277-294.
- Boles, J. S. Donthu, N. and Lohtia, R., 1995. "Salesperson Evaluation Using Relative Performance Efficiency: The Application of Data Envelopment Analysis," *Journal of Personal Selling and Sales Management*, Cilt:15, Sayı:3, 31-49.
- Budak, H. (2011). "Veri Zarflama Analizi ve Türk Bankacılık Sektöründe Uygulaması", *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt: 23 Sayı:3, 95-110.
- Casu, B., Molyneux, P. (2003). "A Comparative Study of Efficiency in European Banking", *Applied Economics*, Sayı: 35, 1865–1876.
- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., Wirth, R. (2000). "CRISP-DM 1.0 Step-by-Step Data Mining Guide", <https://www.the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf>, Erişim Tarihi 07.12.2018.
- Charles, V., Kumar, M., Zegarra, L.F., Avolio, B., (2011). "Benchmarking Peruvian Banks Using Data Envelopment Analysis", *Journal of CENTRUM Cathedra*, Cilt:4, Sayı:2, 147-164.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, Cilt:2, 429-444.
- Chen, T. Y., Yeh, T. L. (2000). "A Measurement of Bank Efficiency, Ownership and Productivity Changes in Taiwan." *The Service Industries Journal*, Sayı: 20, 95–109.
- Chortareas, G. E., Girardone, C., Ventouri, A. (2009). "Efficiency and productivity of Greek banks in the EMU era", *Applied Financial Economics*, Cilt: 19, Sayı:16, 1317-1328.

- Cihangir, M. (2004). "Türkiye’de Banka Birleşmeleri ve Birleşen Bankaların Verimlilik ve Etkinliğinin Ölçülmesi Üzerine Karşılaştırmalı- Uygulamalı Bir İnceleme", Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Cingi, S., Tarım, A. (2000). "Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü DEA-Malmquist TFP Endeksi Uygulaması", Türkiye Bankalar Birliği, Araştırma Tebliğleri Serisi, Sayı:2000-01.
- Coelli T., Rahman, S. Thirtle, C. (2002). "Technical, Allocative, Cost and Scale Efficiencies in Bangladesh Rice Cultivation: A Non-Parametric Approach", Journal of Agricultural Economics, Cilt:53, Sayı:3, 607-626.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M., Zhu, J. (2011). "Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations". In: Cooper, W.W., Seiford, L.M. and Zhu, J., Eds., "Handbook on Data Envelopment Analysis", Springer US, New York, 1-39.
- Çakır, Ö. (2008). "Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması Bankacılık Müşteri Veri Tabanı Üzerinde Bir Uygulama", Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Çalış, A., Kayapınar, S., Çetinyokuş, T. (2014). "Veri Madenciliğinde Karar Ağacı Algoritmaları İle Bilgisayar ve İnternet Güvenliği Üzerine Bir Uygulama", Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt: 25, Sayı: 3-4, 2-19.
- Çalışkan, A.S., Eren, T. (2016). "Bankaların Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Değerlendirilmesi", Ordu Üniversitesi, Bilim Teknoloji Dergisi, Cilt:6, Sayı:2, 85-107.
- Çelik, T., Kaplan, M. (2010). "Türk Bankacılık Sektöründe Etkinlik ve Rekabet: 2002-2007", Sosyoekonomi Dergisi, Sayı: 2010-2, 7-28.
- Demir, Y., Astarçioğlu, M. (2007). "Finansal Tahmin Yoluyla Banka Performansının Belirlenmesi: İMKB’de bir Uygulama", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Cilt:12, Sayı:1, 273-292.
- Demir, Y., Gençtürk, M. (2006). "İMKB’de İşlem Gören Yerli ve Yabancı Bankaların Göreli Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçümü", D.E.Ü.- İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt:21, Sayı:2, 49-74.
- Demirci, A. (2012). "OECD Üyesi Ülkelerin Ekonomik ve Sosyal Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Belirlenmesi", Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

- Demireli, E. (2010). "TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama", *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, Cilt:5, Sayı:1, 101-112.
- Denizer, C., Dinç, M., Tarımcılar, M. (2007). "Financial Liberalization And Banking Efficiency: Evidence From Turkey", *Journal of Productivity Analysis*, Sayı: 27, 177-195.
- Dunham, M. H. (2003). "Data Mining Inductory and Advanced Topics", New Jersey: Prentice Hall/Pearson Education.
- Duranay, S. (2017). "Türk Mevduat Bankalarının Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Görelî Etkinliklerinin Ölçülmesi", *Bilge Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt:1, Sayı:2, 131-143.
- Eleren, A., Özgür, E. (2006). "Türkiye'de Yabancı Sermayeli Mevduat Bankalarının Veri Zarflama Yöntemi ile Etkinlik Analizlerinin Yapılması", *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt:8, Sayı:2, 53-76.
- Emrouznejad, A. ve Anouze, A.L. (2010). "Data Envelopment Analysis with Classification and Regression Tree – A Case of Banking Efficiency", *Expert Systems*, Cilt:27, Sayı:4, 231-246.
- Er, B., Uysal, M. (2012). "Türkiye'deki Ticari Bankalar ve Katılım Bankalarının Karşılaştırmalı Etkinlik Analizi: 2005-2010 Dönemi Değerlendirmesi", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 26, Sayı: 3-4, 365-387.
- Erinci, F. ve Duranay, S. (2016). "Performance of Turkish Commercial Banks with Artificial Neural Networks", *Recent Research in Interdisciplinary Sciences*, Bölüm 46, 603-618, Sofia: St. Kliment Ohridski University Press.
- Ersoy, N. (2018). "Banka Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi", *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt 3, Sayı 2, 478 – 487.
- Erşin, F. (2014). "Küresel Finans Krizinin Türk Bankacılık Sisteminde Ölçek Etkinliği Üzerine Etkileri", *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Farrell, M. J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Society Series A (general)*, Cilt:120, Sayı:3, 253-290.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P. (1996). "From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases", *AI Magazine* Cilt:17 Sayı:3, 37-54.
- Fernandes, F. S., Stasinakis, C., Bardarova, V. (2018). "Two-Stage DEA- Truncated Regression: Application in Banking Efficiency and Financial Development", *Expert Systems With Applications*, Sayı:96, 284-301.

- Fettahoğlu, S., İnal, M., Yaşar, H. (2018). “Türev Ürün Kullanımının Banka Etkinliği ile İlişkisinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma”, *Verimlilik Dergisi*, Sayı:2, 99-113.
- Gamgam, H., Altunkaynak, B. (2017). “SPSS Uygulamalı Regresyon Analizi: Lojistik Regresyon- Eğri Uydurma, Tahmin (Genişletilmiş 2. Baskı)”, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Gasimov, F. (2019). "Banka Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Karşılaştırmalı Ölçümü: Türkiye’de Faaliyet Gösteren Mevduat Bankalarının 2015-2017 Yıllarına Ait Verileri Üzerine Bir Uygulama", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Dış Ticaret Enstitüsü Tartışma Metinleri*, No:209.
- Gehrke, J. (2009). “Classification and Regression Trees”. In “Encyclopedia of Data Warehousing and Mining (Second Edition)”, Wang J. (Ed.), New York: Springer, 192-194.
- Gök, A. (2010). “Türk Bankacılık Sektöründe Mevduat Bankalarının Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Han, J., Kamber, M. & Pei, J. (2011). “Data mining: concepts and techniques”, Burlington: Elsevier Science.
- Hand, D. (1997). “Construction and Assessment of Classification Rules”, England: John Wiley & Sons, Chichester.
- Henriques, I. C., Sobreiro, V.A., Kimura, H., Mariano, E. B. (2018). “Efficiency in The Brazilian Banking System Using Data Envelopment Analysis”, *Future Business Journal*, Sayı:4, 157–178.
- Ikhide, S. I., (2008). “Measuring The Operational Efficiency of Commercial Banks in Namibia”, *South African Journal of Economics*, Cilt:76, Sayı:4, 586-595.
- İnan, A. (2000). “Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik”, *Bankacılar Dergisi*, Sayı:34.
- İşbilen Yücel, L. (2017). “Veri Zarflama Analizi: Frontier Analyst ve Windeap ile Portföy Etkinlik Ölçümü Örneği ve Çeşitli Uygulamalar”, İstanbul: Der Kitabevi.
- Jifa, G. (2013). “Data, Information, Knowledge, Wisdom And Meta-Synthesis of Wisdom-Comment on Wisdom Global and Wisdom Cities”, *Procedia Computer Science*, Sayı: 17, 713 – 719.

- Karacabey, A. A. (2001). "Kitap İncelemesi: Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Tabanlı Göreli Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı", Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, Cilt:56, Sayı:4, s.191-193.
- Kasman, A. (2003). "Finansal Kriz Döneminde Bankaların Etkinliği", İMKB Dergisi, Yıl:7, Sayı:25-26, 83-97.
- Kayri, M., Kayri, İ. (2015). "The Comparison of Gini and Twoing Algorithms in Terms of Predictive Ability and Misclassification Cost in Data Mining: An Empirical Study", International Journal of Computer Trend and Technology, Cilt:27, Sayı:1, 21-30.
- Kecek, G. (2010). "Veri Zarflama Analizi: Teori ve Uygulama Örneği", Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Keskin Benli, Y. (2006). "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası İmalat Sanayi için Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi", Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Keskin Önen, F. (2015). "Türk Bankacılık Sektörünün 1990-2012 Dönemi Etkinlik Analizi ve Kriz-Banka Etkinliği İlişkisi", Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Kılıçaslan, S., Karpat, G. (2004). "Türkiye Hayat Sigortası Sektöründe Etkinliğin İncelenmesi". Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:19 Sayı:1, 1-13.
- Kutlar, A., Kabasakal, A., Babacan, A. (2015). "Dynamic Efficiency of Turkish Banks: a DEA Window and Malmquist Index Analysis for the Period of 2003-2012", Sosyoekonomi Dergisi, Cilt: 23, Sayı:24, 71-97.
- Küçükaksoy, İ., Önal, S. (2013). "Türk Bankacılık Sektöründe Faaliyet Gösteren Bankaların Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Ölçülmesi: 2004-2011 Yılları Uygulaması", İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, Sayı: 18, 56-80.
- Larose, D. T. (2005). "Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining", Hoboken: John Wiley & Sons.
- Lin, S. W., Shiue, Y. R., Chen, S. C., Cheng, H. M. (2009). "Applying enhanced data mining approaches in predicting bank performance: A case of Taiwanese commercial banks", Expert Systems with Applications, Sayı:36, 11543–11551.
- Lorcu, F. (2005). "Veri Zarflama Analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi", Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

- Maudos, J., Pastor, J.M. (2001). "Cost and profit efficiency in banking: an international comparison of Europe, Japan and the USA", *Applied Economics Letters*, Cilt: 8, 383-387.
- Mazgit, İ., Acar Balaylar, N., (2013). "Türkiye'de Yabancı Sermayeli Bankaların Etkinlik Analizi", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, Sayı:21, 317-348.
- McAfee, A., Brynjolfsson, E. (2012). "Big Data: The Management Revolution", *Harvard Business Review*. 90(10), 60-68. <https://hbr.org/2012/10/big-data-the-management-revolution>, Erişim Tarihi:05.12.2018.
- 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*, Sayı:37, 185-202.
- Mercan, M., Yolalan, R. (2000). "Türk Bankacılık Sektöründe Ölçek ve Mülkiyet Yapıları ile Finansal Performans İlişkisi", *İMKB Dergisi*, Yıl:4, Sayı:15, 1-26.
- Oğuzlar, A. (2004). "CART Analizi ile Hanehalkı İşgücü Anketi Sonuçlarının Özetlenmesi", *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt:18, Sayı: 3-4, 79-90.
- Öksüzkaya, M. (2017). "Bulanık Veri Zarflama Yöntemi ile Türk Bankacılık Sektöründe Verimlilik Analizi", *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özbek, A. (2015). "Efficiency Analysis of Foreign-Capital Banks in Turkey by OCRA and MOORA", *Research Journal of Finance and Accounting*, Cilt:6, Sayı:13, 21-30.
- Özdemir, A., Demireli, E. (2013). "Ağırlık Kısıtlı Veri Zarflama Analizi ile Mevduat Bankalarının Etkinlik Ölçümüne Yönelik Bir Uygulama", *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, Cilt:9, Sayı: 19, 215-238.
- Özden, A. (2010). "Günümüzde Etkinlik Kavramı ve Ölçüm Metotları", *Türkiye IX. TARIM Ekonomisi Kongresi*, Şanlıurfa.
- Özel, N.G., Şahin, İ. E., Göral, R. (2017). "Türk Bankacılık Sektöründe Etkinlik ve Verimlilik Analizinin Veri Zarflama Yöntemi ile İncelenmesi: 2013-2015 Dönemi Uygulaması", *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 17, 30. Yıl Özel Sayısı, 85-100.
- Özkan, Y. (2008). "Veri Madenciliği Yöntemleri", İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim.
- Repkova, I. (2015). "Banking Efficiency Determinants in the Czech Banking Sector", *Procedia Economics and Finance*, Sayı: 23, 191-196.

- Pandya, R., Pandya, J. (2015). "C5.0 Algorithm to Improved Decision Tree with Feature Selection and Reduced Error Pruning", *International Journal of Computer Applications*, Cilt: 117, Sayı: 16, 18-21.
- Quinlan, J. R. (1986). "Induction of Decision Trees", *Machine Learning*, 1, 81-106.
- Rezai, M., Ketabi, S. (2016). "Ranking the Banks through Performance Evaluation by Integrating Fuzzy AHP and TOPSIS Methods: A Study of Iranian Private Banks", *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, Cilt:6, Sayı:3, 19–30.
- RuleQuest Research Pty Ltd. (2017). "Is See5/C5.0 better then C4.5?", Erişim Tarihi: 17.05.2019, <https://rulequest.com/see5-comparison.html>.
- Sarıman, G. (2011). "Veri Madenciliğinde Kümeleme Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: K-Means ve K-Medoids Kümeleme Algoritmalarının Karşılaştırılması", *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt:15, Sayı:3, 192-202.
- Savaş, F. (2014). "Veri Zarflama Analizi", Yıldırım, B.F. ve Önder, E. (Editör), "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri", Bursa: Dora Yayınları.
- Seyrek, H.İ., Ata, H.A. (2010). "Veri Zarflama Analizi ve Veri Madenciliği ile Mevduat Bankalarında Etkinlik Ölçümü", *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, Cilt:4, Sayı:2, 67-84.
- Sharma, N. (2008). "The Origin of Data Information Knowledge Wisdom (DIKW) Hierarchy", https://www.researchgate.net/publication/292335202_The_Origin_of_Data_Information_Knowledge_Wisdom_DIKW_Hierarchy, Erişim Tarihi: 07.12.2018.
- Shearer, C. (2000). "The CRISP-DM Model: The New Blueprint for Data Mining", *Journal Of Data Warehousing*, Cilt:5, Sayı:4, 13-22.
- Silahtaroglu, G. (2008). "Kavram ve Algoritmalarıyla Temel Veri Madenciliği", İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim.
- Singh, S., Gupta, P. (2014). "Comparative Study ID3, CART and C4.5 Decision Tree Algorithm: A Survey", *International Journal of Advanced Information Science and Technology*, Cilt:27, Sayı:27, 97-103.
- Sümbüloğlu, K., Akdağ, B. (2007). "Regresyon Yöntemleri ve Korelasyon Analizi", Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.

- Svitalkova, Z. (2014). "Comparison and evaluation of bank efficiency in selected countries in EU", Enterprise and the Competitive Environment 2014 Conference, ECE 2014, 6-7 March 2014, Brno, Czech Republic.
- Şahin, G., Gökdemir, L., Öztürk, D. (2016). "Global Crisis and Its Effect on Turkish Banking Sector: A Study with Data Envelopment Analysis", Istanbul Conference of Economics and Finance (ICEF 22-23 Ekim 2015), Procedia Economics and Finance, Sayı:38, 38-48.
- Şimşek Gürsoy, U. T. (2009). "Veri Madenciliği ve Bilgi Keşfi", Ankara: Pegem Akademi.
- Tan, P. N., Steinbach, M., Kumar, V. (2005). "Introduction to Data Mining", Pearson International Edition, Addison Wesley.
- Tarım, A. (2001). "Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı", Ankara, T.C. Sayıştay Başkanlığı, Araştırma-İnceleme-Çeviri Dizisi: 15.
- Tepe, M. (2006). "Kıyaslama Çalışmasında Veri Zarflama Analizi Kullanımı", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Timor, M., Mimarbaşı, H. (2013). "Banka Şube Hizmet Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ve TOPSIS Yöntemleri ile Karşılaştırılması", İ. Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi, Yıl: 24, Sayı: 75, 13-35.
- Toktaş, P., Demirhan, M.B. (2004). Risk Analizinde Veri Madenciliği Uygulamaları, YA/EM 2004, Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 24. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, 16-19, Adana, Türkiye.
- Tunay, K.B., Akhisar, I. (2015). "Performance Evaluation and Ranking of Turkish Private Banks Using", Management International Conference, 28-30 Mayıs 2015.
- Turgut, A., Ertay, H. İ. (2016). "Bankacılık Sektörünün Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Üzerine Nedensellik Analizi", Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:8, Sayı:4, 114-128.
- Türk, H. (2018). "Türk Bankacılık Sisteminde Veri Zarflama Tekniği ile Banka Etkinliğinin Ölçülmesi", Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Ulucan, A. (2002). "İSO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler", Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, Cilt:57, Sayı:02, 185-202.

- Ulucan, A. (2007). “Yöneylem Araştırması, İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme (2. Baskı)”, Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Uludağ, A.S., Ece, O. (2018). “Türkiye’de Faaliyet Gösteren Mevduat Bankalarının Finansal Performanslarının TOPSIS Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi”, Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, Cilt: 55, Sayı: 637, 49-80.
- Ünal, M. (2014), “Türkiye’de Finans Sektöründe Bankacılığın Yeri”, İzmir Ticaret Odası Ar&Ge Bülten, Erişim Tarihi: 16.05.2019
http://www.izto.org.tr/portals/0/argebulten/bankaciliksektoru_mugeunal.pdf.
- Vaes, K. (2013). “Understanding; Data, Knowledge, Information & Wisdom”, <https://kvaes.wordpress.com/2013/05/31/dataknowledge-information-wisdom/>, Erişim Tarihi: 06.12.2018.
- Wanke, P., Abul Kalam Azad, M.D., Barros, C.P. (2016). "Predicting Efficiency in Malaysian Islamic Banks: A Two-Stage TOPSIS and Neural Networks approach", Research in International Bussiness and Finance, Sayı:36, 485-498.
- Witten, I., Frank, E. & Hall, M. (2011). “Data mining: practical machine learning tools and techniques(Third Edition)”, Burlington, MA: Morgan Kaufmann.
- Xiong, H., Steinbach, M., Tan, P.-N., Kumar, V., & Zhou, W. (2009). “Pattern Preserving Clustering”. In “Encyclopedia of Data Warehousing and Mining (Second Edition)”, Wang J. (Ed.), New York: Springer, 1505-1510.
- Yalçın, D., Karaatlı, M. (2018). “Mevduat Bankası Seçimi Sürecinde TOPSIS ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:23, Sayı:2, 401-423
- Yakut, E., Gemici, E. (2017). “LR, C5.0, CART, DVM Yöntemlerini Kullanarak Hisse Senedi Getiri Sınıflandırma Tahmini Yapılması ve Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması: Türkiye’de BIST’de Bir Uygulama”, Ege Akademik Bakış, Cilt:17, Sayı:4, 461-479.
- Yakut, E., Harbalıoğlu, M. ve Pekkan, N. Ü. (2015). “Turizm Sektöründe BIST’a Kayıtlı İşletmelerin Veri Zarflama Analizi ve Toplam Faktör Verimliliği ile Finansal Performanslarının İncelenmesi”, İşletme Araştırmaları Dergisi, Cilt:7, Sayı:2, 235-257.
- Yayar, R., Baykara, H. V. (2012). “TOPSIS Yöntemi ile Katılım Bankalarının Etkinliği ve Verimliliği Üzerine Bir Uygulama”, Business and Economics Research Journal, Cilt:3, Sayı:4, 21-42.

- Yıldırım, B.F., Demirci, E. (2017). “Banka Performansının TOPSIS-M Uygulaması ile Değerlendirilmesi”, Söke İşletme Fakültesi Priene Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:1, Sayı:1, 35-48.
- Yılmaz, M. (2009). “Enformasyon ve Bilgi Kavramları Bağlamında Enformasyon Yönetimi ve Bilgi Yönetimi”, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, Cilt: 49, Sayı: 1, 95-118.
- Yükçü, S., Atağan, G. (2009). “Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 23, Sayı: 4, 1-13.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Özlem KURU
Doğum Yeri/ Tarihi : İstanbul/1993
Adres : Merkez/ OSMANİYE
İletişim : ozlemkuru@osmaniye.edu.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans : Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı
2016-2019
Lisans : Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim Bilişim
Sistemleri
2012-2016

İŞ TECRÜBESİ

: Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi- Yönetim Bilişim
Sistemleri Bölümü- Araştırma Görevlisi
Ekim 2018

OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM VE BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 04/07/2019

Tez Başlığı / Konusu: Türkiye'deki Mevduat Bankalarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi (VZA), C5.0 ve CART Algoritması ile İncelenmesi: 2009-2017 Dönemi

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 110 sayfalık kısmına ilişkin, 04/07/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme tiplerinden biri uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %19 'dur.

Filtreleme Tip 1 (maksimum %30)

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça dâhil,
- 3- Alıntılar dâhil.

Filtreleme Tip 2 (maksimum %10)

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç,
- 3- Alıntılar dâhil,
- 4- 5 Kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama 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.



04/07/2019

Adı Soyadı: Özlem KURU

Öğrenci No: 1621507102

Anabilim Dalı: Yönetim ve Bilişim Sistemleri

Programı:

Statüsü: Y.Lisans Doktora

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.


Dr. Öğr. Üyesi Emre YAKUT

Dr. Öğr. Üyesi Emre YAKUT

ENSTİTÜ ONAYI

UYGUNDUR.
Arş.Gör.Erdem KÜRKÜ

(Unvan, Ad Soyad, İmza)