

T. C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK ANABİLİM DALI

MUSA ÇİFCİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE'DEKİ İSTATİSTİK BÖLÜMLERİNİN
ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ (VZA)

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ OLCAY ALPAY

SİNOP

2019

TEZ KABUL

Musa ifci tarafından hazırlanan ‘‘Türkiye’deki İstatistik Bölümlerinin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi (VZA)’’ başlıklı bu çalışma, 19.07.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof. Dr. Kamil Demirci
Sinop Üniversitesi /Fen Edebiyat Fakültesi

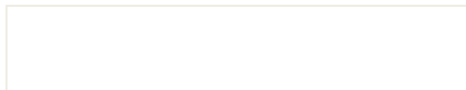
İmza

ye Doç. Dr. Ayten Yiğiter
Hacettepe Üniversitesi / Fen Fakültesi

İmza

ye Dr. Öğr. Üyesi Olcay Alpay
Sinop Üniversitesi / Fen Edebiyat Fakültesi

İmza



ETİK BEYANI

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; 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 çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Musa ÇİFCİ

TEŞEKKÜR

Yaptığım bu tez çalışmasında, konunun belirlenmesi ve hazırlanması konusunda kıymetli bilgisini ve desteğini benimle paylaşan bana bu konuda ı ışık tutan değerli hocam ve tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Olcay Alpay hocama ve tez yazımı sırasında bilgisinden ve tecrübesinden yararlandığım Mutlu Altuntaş hocama çok teşekkür ederim. Bana tez yazımı esnasında her türlü destek çıkan arkadaşım Mehmet Ferhat Aslan'a teşekkürü bir borç bilirim.

Lisans ve yüksek lisans dahil eğitimimin her noktasında bana sonsuz destek veren anneme ve babama çok ama çok teşekkür ediyorum ve haklarını helal etmelerini istiyorum.

Bu çalışma SİNOP ÜNİVERSİTESİ FEF-1901-16-07 numaralı BAP projesi ile desteklenmiştir.

Musa ÇİFCİ

ÖZET

TÜRKİYE’DEKİ İSTATİSTİK BÖLÜMLERİNİN ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ (VZA)

Birden çok karar verme biriminin olması durumunda, bunlardan hangilerinin etkin olduğunu belirlemek ve buna göre karar vermek önemlidir. Etkinlik üzerine çalışma yapan karar vericiler, etkin olmayan karar verme birimlerinin nasıl etkin hale getirileceğine dair bütün senaryoları bilmek ister. Birden fazla girdi ve çıktıyı dikkate alan Veri Zarflama Analizi hem karar verme birimlerinin etkinliklerinin hesaplanmasında hem de analizler sonucu oluşan referans kümelerine bağlı olarak etkin olmayan birimlerin etkin olabilmeleri için nasıl davranmaları gerektiği konusunda yol göstermektedir.

Üniversitelerin etkinliklerinin belirlenebilmesi gerek yönetim gerekse tercihte bulunacak öğrenciler açısından oldukça önemlidir. Öğretim üyelerinin performansları, bölümlerin ve genel olarak üniversitenin diğer üniversiteler arasındaki prestijinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada belirlenen değişkenler ışığında, seçilen İstatistik bölümlerinin etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Etkinlik, İstatistik Bölümleri

ABSTRACT

EFFICIENCY EVALUATION OF THE DEPARTMENT OF STATISTICS IN TURKEY USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)

If there are multiple decision making units, it is important to specify which of them is effective and to decide accordingly. Decision makers working on effectiveness want to know all the scenarios on how to make ineffective decision making units to be effective. Data Envelopment Analysis, which takes into account multiple inputs and outputs, provides guidance on both the calculation of the effectiveness of the decision-making units and how the ineffective units should behave in order to be effective depending on the reference sets formed as a result of the analyzes.

Determining the effectiveness of universities is very important for both the management and the students who will choose the universities. The performance of faculty members plays an important role in determining the prestige of departments and the university in general among other universities. In this study, it is aimed to determine the effectiveness of selected Departments of Statistics in the light of the variables determined.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Efficiency, Department of Statistics

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK BEYANI	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür Taraması.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	4
2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ.....	5
2.1. Verimlilik.....	5
2.2. Etkinlik.....	5
2.3. Teknik Etkinlik	5
2.4. Ölçek Etkinliği ve Toplam Etkinlik	5
2.5. Üretim İmkânları Kümesi ve Üretim Sınırı	6
2.6. Girdi-Çıktı Değişkenleri	6
2.7. Karar Verme Birimi	6
2.8. Referans Kümesi.....	6
2.9. Performans Ölçümü ve Performans Ölçüm Modelleri.....	7
2.9.1. Oran Analizi	7
2.9.2. Parametrik Yöntemler	8
2.9.3. Parametrik Olmayan Yöntemler	8
2.10. Veri Zarflama Analizi Metodu ve Uygulama Alanları	8
2.11. Veri Zarflama Analizi Modelleri	13
2.11.1. Charnes Cooper Rhodes (CCR) Modeli	13
2.11.2. Banker Charnes Cooper (BCC) Modeli	16
3. İSTATİSTİK BÖLÜMLERİNİN ETKİNLİKLERİNİN VZA İLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA.....	20
3.1. CCR Modelinin Analizi	21
3.2. BCC Modelinin Analizi	22
4. SONUÇLAR	26
KAYNAKLAR	28
ÖZGEÇMİŞ.....	33

KISALTMALAR LİSTESİ

DEA: Data Envelopment Analysis

KVB: Karar Verme Birimi

VZA: Veri Zarflama Analizi

SCI: Science Citation Index

CCR: Charnes Cooper Rhodes

BCC: Banker Charnes Cooper



ÇİZELGELER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1. Analize Dahil Edilen Girdi/Çıktı Değişkenleri	20
Çizelge 2. Analizde Kullanılan Veriler	21
Çizelge 3. CCR Modeli Sonuçları.....	22
Çizelge 4. BCC Modeli Sonuçları.....	24



1. GİRİŞ

Veri Zarflama Analizi (VZA), girdi ve çıktı sayısının fazla olması halinde karar verme birimlerinin (KVB) etkinlik ölçümlerinin yapılabilmesi için kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir (Sarı, 2015).

Belli varsayımlar altında çalışıp katsayıları tahmin eden parametrik yöntemlere kıyasla parametrik olmayan bir yöntem olan VZA, matematik tabanlı doğrusal programlama tekniğini esas alır. VZA, parametrik yöntemlere alternatif olarak ortaya çıkmış bir parametrik olmayan yöntemdir. Parametrik olmayan yöntemlerin genel prensibi üretim fonksiyonu için bir analitik forma gerek duymamasıdır. Bu yüzden parametrik olmayan yöntemler daha esnektir. Dolayısıyla birçok girdi ve çıktıya sahip üretim ortamlarında yapılacak etkinlik ölçümüne daha elverişlidir (Sarı, 2015).

1.1. Literatür Taraması

Yapılan araştırmalarda kurumların etkinlik ölçümünde Veri Zarflama Analizini sık kullanıldığı göstermektedir. Finans açısından bankaların etkinliklerinin kıyaslanması üzerine yapılan çalışmalarda etkinlik ölçümlerinde Veri Zarflama Analizinin çok önemli bir paya sahip olduğu görülmüştür. Banka etkinliğinin ölçüldüğü çalışmalara Rangan ve ark. (1988), Vassiloglou ve Giokas (1990), Fukuyama (1993), Favero ve Papi (1995), Lovell ve Pastor (1997), Dekker ve Post (2001), Golany ve Storbeck (1999) ve Mansoury ve Salehi (2011) örnek gösterilebilir. Türkiye'deki bankaların Veri Zarflama Analizi ile etkinliğinin ölçüldüğü çalışmalara örnek olarak ise Cingi ve Tarım (2000), Zaim (1995), Mercan ve ark. (2003), Denizler ve ark. (2000) tarafından hazırlanan çalışmalar örnek gösterilebilir. Bir başka finansal kurum olan sigorta şirketleri de Veri Zarflama Analizi ile etkinlik ölçümü yapmıştır. Sigorta şirketleri için VZA kullanımına örnek olarak Yang, (2006), Cummins ve ark. (1999) ve Kayalı (2007)'nin çalışmaları gösterilebilir.

Son yıllarda, benzer karar verme birimlerinin performansını değerlendirmek için Veri Zarflama Analizi, çok farklı alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bunlar; banka etkinliği (Tabak ve ark., 2009), özel veya kamu okullarının öz sermaye etkinliği (Löber ve Staat, 2010), gelişen ekonomilerde enerji sektörünün etkinliği (Mukherjee, 2009), belirsizlik ortamında maliyet etkinliği (Mostafaei ve Saljooghi, 2010) ve kredi riski ve şirket performansı etkinliği (Psillaki ve ark., 2009) çalışmalarıdır.

Japonya’da yapılan bir çalışmada elektrik/elektronik ve makine araçları üretimi yapan şirketlerin mali etkinliği Diskriminant Analizi ve Veri Zarflama Analizi (VZA) ile incelenmiştir. Altman’nın (1968) kullandığı finansal oranlar bu çalışmada referans alınmıştır. Çalışma sonucundaki analize göre elektrik/elektronik araç üretimi yapan şirketlerin daha etkin olarak çalıştığı belirlenmiştir (Sueyoshi ve Goto, 2010).

Tseng ve ark.’larının yaptığı çalışmalarda, ileri düzeyde teknoloji üreten şirketlerin VZA yöntemi kullanarak performansları incelemişlerdir. Araştırmacılar, şirket performanslarını beş düzeyde incelemişlerdir. Bu düzeyler şirketin; finansal ve rekabet performansı, yenilikçilik yeteneği, imalat yeteneği ve tedarik zinciri şeklindedir. Araştırmacılara göre büyük ölçekli firmalar finansal performans ve yenilikçilik açısından daha etkin çalışmaktadırlar (Tseng ve ark., 2007).

Lee, ve ark.’ları imalat sanayisindeki ISO 14000 belgeli şirketlerin finansal performanslarına ve yönetsel açıdan yaptıkları çalışmalarına Veri Zarflama Analizini uygulamışlardır. Çalışmada araştırmacılar, finansal etkinliği belirlemek amacıyla, satışların büyüme oranını, kâr marjını, öz sermaye getirisini, çalışan başına düşen satış payını ve hisse başına düşen getiriyi değişkenler olarak ele almışlardır. Araştırmacılara göre, ISO 14000 belgesi almış şirketler diğer şirketlere kıyasla oranla daha etkin olarak belirlenmiştir (Lee ve ark., 2008).

Yapılan araştırmalarda sanayide faaliyet gösteren şirketlere yönelik sektör temelli VZA çalışmalarından edilen bulgular şöyle özetlenebilir:

Jajri ve İsmail’in yaptıkları çalışmada, Veri Zarflama Analizini 7 farklı sektörel analizde kullanmışlardır. Araştırmacıların kullandıkları değişkenlerin arasında, çalışan personel sayısı ve sermaye/çalışan oranı, yaratılan katma değer, sermaye büyüklüğü yer almaktadır. Araştırmacılara göre, her sektör diğer bir sektöre göre farklı etkinlik düzeyine sahiptir (Jajri ve İsmail, 2006).

Azadeh ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada, satış sonrası hizmete göre otomobil sektöründeki performans değerlendirmesini yapmışlardır. Araştırmacıların kullandıkları değişkenler arasında; yedek parça maliyeti, değişken maliyet, tüketici memnuniyeti, satış gelirleri yer almaktadır. Araştırmacılara göre belirlenen her faktör kârı maksimum yapacak değişkendir. Araştırmacıların elde ettikleri veriler ışığında etkinlik sıralamasında en etkin değişkenler değişken maliyet ve satış gelirleri olarak bulunmuştur (Azadeh ve ark., 2010).

Chandra ve ark. (1998), çalışmalarından birinde tekstil şirketleri üzerine VZA uygulamışlardır. Değişken olarak, çalışan sayısını, satış değerini ve yatırım tutarını kullanmışlardır. Araştırmacılar, az sayıdaki tekstil şirketinin etkin olarak çalıştığı sonucuna ulaşmışlardır (Chandra ve ark., 1998).

Toth (2009) yılında yaptığı çalışmada, hem Macaristan'da hem de Avrupa ülkelerinde yükseköğretim sistemlerinin verimliliğini karşılaştırmak için VZA yöntemini kullanmış ve etkinliklerinin devletin ve özel sektörün katkısı ya da kişi başına düşen GSYİH ve ebeveynlerin eğitim düzeyi gibi sosyo-ekonomik faktörlerin etkisinden etkilenip etkilenmediğini incelemiştir (Toth, 2009).

Worthington (2010) yılında sınır verim ölçüm tekniklerini kullanarak eğitimdeki nispeten az sayıda deneysel analizin özet niteliğinde bir incelemesini hem eğitimdeki verimsizlik ölçümü hem de eğitim etkinliğinin belirleyicileri açısından inceleyip sunmaya çalışmaktadır (Worthington, 2010).

2011 yılında Thanassoulis ve ark. tarafından yapılan çalışmada ise maliyet yapılarını, etkinliklerini ve verimliliklerini değerlendirmek amacıyla İngiltere'deki yükseköğretim kurumlarına Veri Zarflama Analizi uygulanmıştır.

Nazarko ve Saparauskas (2013) yılında yaptıkları çalışmada ise 19 Polonya teknoloji üniversitesinin karşılaştırmalı verimlilik analizini yapmış ve yükseköğretim kurumları arasında verimlilik modelini tanımlayan potansiyel girdi, çıktı ve çevresel değişkenlerin detaylı analizini yaparak ölçek ekonomilerini elde edilen verimlilikle bağlı olarak incelenmiştir Nazarko ve Saparauskas (2013).

Eğitim alanında ilk olarak yapılan veri zarflama analizi uygulamasında Charnes ve ark. (1978), okulların karşılaştırmalı verimliliklerini ölçmüş takip eden yıllarda ise Bessent ve Bessent, (1980), Bessent ve ark. (1982), Smith ve Mayston, (1987), Färe ve ark. (1989), Ray, (1991), Norman ve Stoker, (1991), Ganley ve Cubbin, (1992), Thanassoulis ve Dunstan, (1994), Alan ve Yeşilyut, (2003), Balkan ve Arıkan, (2010), yaptıkları çalışmalar ile VZA'nın eğitim kurumlarında etkinliklerin belirlenmesi için kullanılmasını elverişli hale getirmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde okullardaki öğrenci, derslik ve personel sayılarının analizlerde benzer girdi değişkenleri olarak kullanıldığı görülmüştür.

VZA ile bazı orta ğretim kurumlarının performanslarının değerlendirilmesi, Sivas ilinde liselerin VZA ile değerlendirilmesi, Dumlupınar niversitesi meslek yüksekokullarının performanslarının VZA yöntemiyle lm, Cumhuriyet niversitesinin verimlilik analizi: Fakülteler düzeyinde VZA yöntemiyle bir uygulama ve VZA ile Türkiye’deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi gibi yapılan tez çalışmaları eğitim alanında yapılan VZA uygulamalarına örnek gösterilebilir.

Eğitim kurumlarının etkinliklik analizleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde 2006 yılında Afonso ve Aubyn, oğunlukla OECD’ye bağlı olan 25 ülkede çıktı olarak eğitim kaynaklarının (PISA sonuçları) ve girdi olarak kullanılan kaynaklar (ğrenci başına ğretmen, okulda harcanan) olmak üzere eğitim sistemindeki etkinliği incelemiş ve iki aşamalı bir prosedür kullanarak eğitim üretim sürecinin yarı parametrik bir modelini tahmin etmeye çalışmışlardır (Afonso ve Aubyn (2006)).

1.2. Çalışmanın Amacı

Hazırlanan bu çalışmanın temel amacı, eğitim sektöründe önemli paya sahip yükseköğretim kurumlarından niversitelerin İstatistik bölümlerinin, gerek yurt içinde gerekse yurt dışında etkin, saygın, tanınan kurumlar olmalarını sağlamak ve yetkin, alanında uzman İstatistik mezunları verebilmeleri için kendilerini diğer niversiteler ile kıyaslamaları ve kaynaklarını etkili şekilde kullanmaları için yol gösterici bir adım atmaktır.

2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Bu bölümde Veri Zarflama Analizinde kullanılan temel tanımlara ve modellere yer verilecektir.

2.1. Verimlilik

Hizmet veren veya üretim yapan firma veya işletmelerin üretim miktarının kullanılan toplam girdilere oranlanmasıyla elde edilir. Başka bir deyişle verimlilik, en fazla çıktının belli bir miktarda girdiyle elde edilmesi ya da en az girdiyle sabit miktardaki çıktının elde edilmesidir. Dolayısıyla verimlilik üretimde kullanılan kaynakların etkin kullanımıdır (Kayalidere ve Kargın, 2004).

2.2. Etkinlik

Eldeki girdiyi kullanarak en fazla çıktıyı üretmektir. Genel olarak etkinlik oranının 1 olması istenir. Oranın 1 olması karar verme biriminin etkin olduğunu gösterir. Yani diğer karar verme birimlerinden daha iyi bir performansa sahip olduğuna işaret eder ve “**etkin karar verme birimi**” adını alır. (Sarı, 2015).

Bir karar verme birimi için etkinlik skoru, çıktılarının ağırlıklı toplamı girdilerinin ağırlıklı toplamına oranlanarak elde edilir. Karar verme biriminin her birinin kendi etkinlik skorlarını maksimum yapması beklenir. Girdi/çıkıtı ağırlıkları seçildikten sonra aynı ağırlık düzeyinde diğer tüm karar verme birimlerinin etkinlik skorlarının 1’e eşit veya 1’den küçük olması beklenir. Eğer karar verme birimlerinin etkinlik skoru 1 ise etkin karar verme birimi olarak kabul edilir ve bu karar verme birimleri etkin sınırdaki kabul edilir. Dolayısıyla VZA, etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin olmayışlarının miktarını ve kaynağını ifade etmektedir (Kayalidere ve Kargın, 2004).

2.3. Teknik Etkinlik

Üretim girdilerinin son ürüne yani çıktıya dönüştürülme aşamasındaki süreç denir. Bu sürecin etkin olması, belirli girdi bileşimlerinin kullanılarak en fazla çıktının üretilmesine bağlıdır. Teknik etkinlik, en az girdinin kullanılmasıyla belirli bir çıktı bileşiminin üretilmesine bağlı olduğundan, eldeki girdi bileşimini en verimli şekilde kullanılarak maksimum çıktıyı üretmesidir (Sarı, 2015).

2.4. Ölçek Etkinliği ve Toplam Etkinlik

Veri Zarflama Analizi, çıktı/girdi oranının büyük olmasına dayanan bir etkinliktir. Ölçek etkinliği genel olarak uygun ölçekte yapılan üretimin başarısı olarak tanımlanabilir. Eğer üretim sürecinde, girdiler belli bir oranda arttığında çıktıdaki artış girdilerdekine oranla fazla ise **ölçeğe göre artan getiriden** söz edilir. Eğer çıktıdaki artış girdilerdeki artıştan az ise bu duruma **ölçeğe göre azalan getiri** denir. Eğer çıktıdaki artış ile girdilerdeki artış miktarı aynı ise buna da **ölçeğe göre sabit getiri** denir (Sarı, 2015). **Toplam etkinlik** ölçek etkinliğinin ile teknik etkinlik çarpımı olarak tanımlanır (Kayalidere ve Kargın, 2004).

2.5. Üretim İmkânları Kümesi ve Üretim Sınırı

Karar verme birimlerinin tümü için etkin olan ve olmayan tüm mümkün girdi/çıktı kombinasyonlarının kümesi **üretim imkânları kümesi** olarak tanımlanır (Sarı, 2015). Üretim imkânları kümesi içinde en iyi girdi/çıktı kombinasyonlarını veren, teknik etkinliği 1 olan tüm karar verme birimlerinin oluşturduğu sınır ise **üretim sınırı** olarak ifade edilir. Bu yüzden üretim sınırı aynı zamanda **etkinlik sınırı** olarakta ifade edilir. Bu nedenle etkinlik sınırını üretim sınırının alt kümesi olarak tanımlamak mümkündür (Kayalidere ve Kargın, 2004).

2.6. Girdi-Çıktı Değişkenleri

Üretimi veya hizmetleri gerçekleştirebilmek için sahip olunması gereken personel, mali kaynaklar (tüketilebilen kaynak veya nakit) gibi üretim sürecine dahil edilen faktörlerin her biri **girdi** olarak tanımlanır. Üretim süreci sonunda elde edilen hizmet ya da ürün ise **çıktı** olarak ifade edilir (Sarı, 2015).

2.7. Karar Verme Birimi

Aynı türde girdiler ile benzer çıktılar üreten firma, kurum, şirket veya işletme gibi birbirlerine göre etkinlikleri incelenen birimler **karar verme birimi** olarak ifade edilir (Sarı, 2015).

2.8. Referans Kümesi

Etkin çıkamayan bir karar verme biriminin etkin olabilmesi kendine yol gösteren etkin karar verme birimlerinin oluşturmuş olduğu küme **referans kümesi** adını alır. Etkin bir

karar verme biriminin referans kümesi yoktur. Referans kümesinde bir tek eleman olabileceği gibi çok daha fazla elemanda olabilir. Referans kümesinin amacı; etkin karar verme birimlerinin etkin olmayan karar verme birimlerine yol göstererek onları etkin hale getirilebilmesidir (Sarı, 2015).

2.9. Performans Ölçümü ve Performans Ölçüm Modelleri

Elde edilen hizmetlerin, işlemlerin ya da ürünlerin yerine getirilmesinde yapılan işlemlerin sonucundaki görevlerin nasıl gerçekleştiğinin bir program yardımıyla tarafsız olarak ölçülmesine **performans ölçümü** denir. Performans ölçümü, hayatta kalabilmek, rakipleriyle aynı kulvarda yer alabilme açısından etkinlik ve verimlilik açısından günümüz şartlarına ayak uydurma bakımından organizasyonlarda önem kazanmıştır.

Performans ölçümü için geliştirilen yöntemler şunlardır:

- i) **Oran analizi:** İki değişken arasındaki veya birçok girdinin kombinasyonu ile sadece bir çıktı arasındaki ilişkiyi inceler.
- ii) **Parametrik yöntemler:** Bir analitik üretim fonksiyonunun varlığını kabul ederek ölçüm yapar.
- iii) **Parametrik olmayan yöntemler:** Daha önceden belirlenen analitik üretim fonksiyonunun varlığını kabul ederek ölçüm yapar (Sarı, 2015).

2.9.1. Oran Analizi

Tek girdi ve tek çıktının birbirine oranına dayanan bir analizdir. Genel olarak avantajları şunlardır:

- 1) Tek bir girdi ve tek bir çıktı olduğundan oluşturulması ve yorumlanması kolay bir analizdir.
- 2) Fazla bilgiye ihtiyaç duymayan bir analizdir.

Oran analizi avantajdan daha fazla dezavantaja sahiptir.

- 1) Çok sayıda girdi veya çıktı varsa oran analizi performansları kıyaslamada yetersizdir.
- 2) Sadece bir orana bakılarak birçok girdi ya da çıktıya sahip karar verme birimlerinin etkinliklerini kıyaslamak mümkün değildir.

- 3) Tüm girdi ve çıktı değişkenleri birbirine oranlandığında bazı oranlara göre bir karar verme birimi etkin çıkarken başka bir orana göre etkin olmadığı sonucu ortaya çıkabildiğinden çok sayıda girdi/çıktı değişkenine sahip modeller için oran analizini kullanarak etkinlik ölçümü yapmak pek mantıklı değildir (Sarı, 2015).

2.9.2. Parametrik Yöntemler

Performans ölçümü yaparken eğer parametrik yöntemler kullanılıyorsa bu durumda genellikle üretim fonksiyonu için birçok girdi ve tek çıktı değişkeni kullanan regresyon teknikleri ile tahmin yapılmaktadır. Çok sayıda girdi ve çıktının ilişkilendirildiği parametrik olan yöntemler geliştirilmiş olsa da, etkinlik ile ilgili araştırmalarda kendine yaygın bir kullanım alanı edinmemiştir (Sarı, 2015).

2.9.3. Parametrik Olmayan Yöntemler

Etkinlik ölçümü yapılırken, yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan ve matematiksel programlamaya dayanan etkinlik ölçüm yöntemi olarak akla gelen ilk yöntem Veri Zarflama Analizidir.

Parametrik olmayan yöntemlerdeki en büyük zayıflıklardan biri, veri tabanına karşı oldukça duyarlı olması ve veri kümesindeki çok küçük bir hatanın ölçüm sonuçlarında çok büyük bozulmalara neden olmasıdır. Veri kümesi hatasız olsa da eğer seçilen girdi/çıktı kombinasyonu üretim sürecini iyi temsil etmiyorsa etkinlik ölçümlerinin sonuçları büyük ihtimalle başarısız olacaktır. Bundan dolayı girdi/çıktı değişkenlerinin meydana gelecek olası hatalardan uzak tutulması ve bu değişkenlerin üretim sürecini en iyi şekilde temsil etmesi, ölçümlerin tutarlı olması bakımından oldukça önemlidir (Sarı, 2015).

2.10. Veri Zarflama Analizi Yöntemi ve Uygulama Alanları

Veri Zarflama Analizi, karar verme birimleri için herhangi bir fonksiyonel yapı varsayımına ihtiyaç duymadan birlikte değerlendirilen ve etkin karar verme birimlerini etkin olmayanlardan ayırabilen bir yöntemdir. Kullanımının giderek yaygınlaşmasının sebebi, etkin karar verme birimleri içerisinde etkin olmayan karar verme birimleri için referans kümeleri belirleyebilmesidir. Veri Zarflama Analizi, etkin olmayan karar verme birimleri ile ilgilenir. Böylece etkin olmama sorununu giderecek gerekli önlemler alınabilir.

Hizmet, üretim veya finans gibi sektörlerde iç veya dış her türlü rekabet içinde bulunan her birim Veri Zarflama Analizinin uygulama alanına girer. Birden çok girdi/çoklu çıktı değişkenine sahip olma temelinde hareket ettiğinden Veri Zarflama Analizi, gerek teorik gerekse uygulama alanında oldukça hızlı şekilde ilerlemektedir. Veri Zarflama Analizi üzerine hastanelerde, eczanelerde, mahkemelerde, postanelerde ve eğitim kurumları gibi çok sayıda kamusal alanda çok sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. Veri Zarflama Analizi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde çok sayıda uygulama olmasına karşılık ülkemizdeki akademisyenler daha çok yöneylem araştırmaları veya iktisadi bildirilerde VZA'yı kullanmışlardır. Yapılan çalışmaların çoğu bankacılık ve sağlık sektörü ile ilgilidir. Veri Zarflama Analizinin ülkemizde çok tercih edilmemesinin başlıca nedenlerinden bazıları; yöntemin nispeten daha karmaşık görünmesi, uygulamada kullanılacak olan veri kümelerine ulaşmada çekilen zorluklar, kamudan alınacak veriler için gerekli alt yapının olmayışı şeklinde sıralanabilir. Son yıllarda Veri Zarflama Analizi paket programlarında yaşanan gelişmeler ve teknik bilgi sağlayacak yayınların artması yöntemin kullanımının yaygınlaşmasına büyük katkı sağlamıştır (Cenger, 2011).

Geliştirilen Veri Zarflama Analizi paket programları yardımıyla,

- Etkin olmayan birimler için kaynakların nasıl kullanılması gerektiğine dair nicel bir referans oluşturulmasında,
- Karar verme birimlerinin karşılaştırılması ile birbiriyle doğrudan ilişkili olmayan amaçlar için etkin girdi/çıktı kombinasyonlarının belirlenmesinde,
- Karşılaştırılan karar verme birimlerinin her biri için etkin olmayan birimlerde etkin olmayışın nedenlerinin ve miktarının belirlenmesinde,
- Etkinliğe göre karar verme birimlerinin etkin veya etkin değil şeklinde sınıflandırılmasında,
- Belirli girdi/çıktı kombinasyonları için mevcut standartların elde edilen performansa göre değerlendirilmesi ve gözden geçirilmesinde,
- Kurumların daha önceki yaptıkları çalışmalardaki sonuçları karşılaştırmada sıklıkla kullanılabilir (Cenger, 2011).

Veri Zarflama Analizi eğer doğru kullanılırsa oldukça etkili bir analizdir. Yöntemin bazı avantajları ise şunlardır:

- Girdi ve çıktı değişkenlerinin sayısı çok fazla iken dahi karar verme birimleri etkinlik ölçümünü belirlemek için kullanılabilir.
- Girdi ve çıktı değişkenlerini aynı biçimde ölçmek için dönüşüm yapmaya veya varsayımlara ihtiyaç duymaz.
- Girdi ve çıktı değişkenleri farklı birimlere sahip olabilir.
- Üretim veya ölçeğin neden olduğu etkin olmayışları ayrı ayrı belirleyebilir (Sarı, 2015).

Dezavantajları ise şunlardır:

- Ölçüm hatasından çok çabuk etkilenir.
- Her ne kadar karar verme birimlerinin etkinliklerini ölçmede yeterli olsa da etkinlik bazında yapılan değerlendirme ile ilgili ipucu vermez.
- Parametrik olmayan bir yöntem olduğundan istatistiksel hipotez testleri sonuçlara uygulanamaz (Roll ve ark., 1989).

VZA, durağan bir analiz şekli olduğundan tek bir dönemdeki karar verme birimleri arasında bir analizi yapar (Perman, 1991). Her bir karar verme birimi için ayrı ayrı doğrusal programlama modellerinin çözümüne ihtiyaç duyulması nedeniyle problemin boyutu büyüdükçe VZA, hesaplama açısından çok zaman alacaktır.

VZA uygulanırken şu adımlar takip edilmektedir:

- 1) **Etkinliği hesaplanacak karar verme birimlerinin seçilmesi:** Yapılan çalışmalar incelendiğinde sıklıkla karar verme birimlerinin sayısı girdi ve çıktı değişkenlerin sayısının toplamının en az 2 katı seçilmektedir. Fakat girdi sayısı A, çıktı sayısı B ile gösterildiğinde karar verme birimi sayısı en az $A+B+1$ olması gerektiği söylenebilir. Karar verme birimleri kümesinin büyük olması, küme içerisindeki girdi/çıktı değişkenleri arasındaki ilişkileri belirlemede daha iyi bir imkan sağlar (Baysal ve ark. 2004).
- 2) **Analizde kullanılacak girdi/çıktı değişkenlerinin seçilmesi:** Analizde fonksiyonel bir varsayım bulunmamasına rağmen, aynı karar verme birimleri için değişik girdi ve çıktı değişkenleri ile farklı etkinlik değerleri elde edilebileceğinden, çalışmanın amacına uygun olarak girdi/çıktı değişkenlerinin seçilmesi gerekmektedir. Model için oldukça önemli bir değişken dikkate alınmaması bu değişkeni kullanan karar

verme biriminin etkinliklerinde düşüşe sebep olabilir. Ayrıca gereğinde fazla girdi/çıktı değişkeni olması VZA'nın karar verme birimlerini etkin veya etkin değil şeklinde sınıflara ayırma performansını azaltabilir. Bunun sebebi ise girdi/çıktı değişkenlerinin sayısı arttıkça karar verme birimlerinin neredeyse tamamı etkin hale gelecektir. Bunun sonucu olarak ta karar verme birimlerinin gerçek etkinlikleri ortaya konulamayacaktır. Eğer girdi/çıktı değişkenlerinin sayısının arttırılması zorunlu ise buna bağlı olarak karar verme birimlerinin de sayısı arttırılmalıdır. (Baysal ve ark. 2004).

- 3) **Verilerin elde edilmesi ve ulaşılan verilerin güvenilir olması:** VZA, veri kümesindeki hatalara karşı oldukça hassas olduğundan veri kümesinin güvenilirliği oldukça önemlidir. Veri kümesi sağlıklı değilse, bu durum karar verme biriminin etkinlik skorlarında hatalara sebep olur.

Girdi/çıktı değişkenleri belirlenmesi ile etkinlik karşılaştırması yapılacak karar verme birimlerine ait belirlenen girdi/çıktı değişkenlerinin veri kümesi elde edilir. Eğer gerekli veri kümesine sahip olamazsa ilgili karar verme birimi analizden çıkarılır. Bunun sonucu geriye kalan karar verme birimleri için etkinlik skorları normalden yüksek hesaplanabilir. Bu nedenle girdi/çıktı değişken seçimi yapılırken veri kümesine erişimin sağlanıp sağlanmadığı dikkate alınmalıdır (Baysal ve ark. 2004).

- 4) **VZA modelinin seçilmesi:** Araştırmacı, girdi/çıktı değişkenlerine ve etkinliği karşılaştırılacak karar verme birimlerine karar verdikten sonra uygun Veri Zarflama Analizi modelini belirleyerek analizini sürdürür. Veri Zarflama Analizinde girdi ve çıktı odaklı olmak üzere iki model vardır. Girdi odaklı model, maksimum çıktı elde etmek için en iyi girdi kombinasyonunu elde etmeye çalışan model olarak tanımlanabilir. Bu modeldeki temel prensip, belli bir çıktı seviyesini ölçmek için karar verme birimlerine ait girdilerin ne oranda azaltılacağını belirlemektir. Çıktı odaklı modelde ise, belirli girdi kombinasyonunu kullanarak maksimum ne kadarlık çıktı elde edilebileceği belirlenmeye çalışılır.

Veri Zarflama Analizi temelinde doğrusal programlamaya dayandığından LINDO, QSB, STORM gibi doğrusal programlama analizi yapan programların dışında EMS, IDEAS, DEAP, ETAKS, Warwick Windows DEA, PIONEER gibi programlarda, geniş raporlama ve sunum imkanlarına sahip oldukları için tercih edilmektedir. VZA çözümü yapana program sayısının gün geçtikçe artması

yöntemin daha olarak yaygın kullanılmasına neden olmaktadır (Baysal ve ark. 2004).

5) Etkinlik değerlerinin hesaplanması: Bir karar verme biriminin %100 etkin olabilmesi için;

Hiçbir çıktı aşağıdaki şu durumlar dışında arttırılamaz:

- Diğer çıktılarından bir veya daha fazlasının azaltılması ya da
- Bir ya da daha fazla girdinin arttırılması

Hiçbir girdi aşağıdaki şu durumlar dışında azaltılamaz:

- Diğer bazı girdilerin arttırılması veya
- Bir veya daha fazla çıktının azaltılması

gibi şartların sağlanması gerekir.

Karar verme birimlerinin her biri için 0 ile 1 arasında bir etkinlik skoru hesaplanır. Eğer etkinlik skoru 1 ise o karar verme birimleri etkin olarak adlandırılır. Etkinlik skoru 1'den küçük olan karar verme birimleri etkin olmayan karar verme birimleri olarak adlandırılır. Etkinlik skorları karar verme birimlerinin etkinlik sınırına olan uzaklıklarını gösterdiğinden, etkin olmayan karar verme birimlerinin 1 değerinden uzaklaşması, bu birimlerin etkin olmadığını gösterir (Baysal ve ark. 2004).

6) Referans kümelerinin oluşturulması: Karar verme birimleri etkin ve etkin olmayan şeklinde sınıflandıktan sonra etkin olmayan karar verme birimleri etkin olabilmek için kendilerini etkin birimlere benzetme yoluna gidebilirler.

Birimler belli bir bölgede yoğunlaşıyorsa, etkin olmayan karar verme birimleri için referans kümelerinin aynı veya benzer birimleri içermesi doğaldır (Baysal ve ark. 2004).

7) Sonuçların yorumlanması: VZA sonucunda elde edilen bulgular ışığında karar verme birimleri detaylı olarak incelenir. Karar verme biriminin tümü için bütün girdi/çıktı kombinasyonları dikkate alınarak genel bir değerlendirme yapılır. Etkin ve etkin olmayan birimler için ortak bulgular araştırıldıktan sonra araştırmanın yapıldığı hizmet veya üretim sektörüne bağlı olarak genel bir durum değerlendirmesi yapılır. Veri Zarflama Analizi ile elde edilen bilgiler sonraki çalışmalarda kullanılabilir olması elde edilen önemli kazanımlardır (Baysal ve ark. 2004).

2.11. Veri Zarflama Analizi Modelleri

Veri Zarflama Analizi doğrusal programlamanın daha gelişmiş bir formudur. Bu sebeple VZA doğrusal programlama modellerindeki tüm özellikleri bünyesinde barındırır. VZA modelleri belli kısıtlar altında amaç fonksiyonunu maksimize veya minimize eder. Girdi veya çıktı odaklı olmak üzere iki farklı şekilde kullanılabilir.

Doğrusal programlama problemlerinde ikili (dual) ve temel modellerin çözümün aynı sonucu vermektedir (Kayalidere ve Kargın, 2004). Dualite, verilen bir temel doğrusal programlama probleminden matematiksel işlemle çoğalan yeni bir doğrusal programlama probleminin adıdır. Dual ve temel problemler birbirleriyle çok yakın ilişkilidir, modellerden herhangi birisi optimal çözüme ulaştığında bu direkt olarak diğerrinin optimal çözümünü verir. Temelden duale geçişde temel problemde amaç minimizasyon ise, dual problemde amaç maksimizasyondur.

Dual modelin tercih edilmesindeki en büyük sebep dual problemin temel probleme göre bazı durumlarda hesaplamaları azaltması ve ek olarak önemli yorumlar verebilmesidir (Kayalidere ve Kargın, 2004).

2.11.1. Charnes Cooper Rhodes (CCR) Modeli

Charnes Cooper Rhodes (CCR) tarafından 1978 yılında ilk Veri Zarflama Analizi modeli önerilmiştir. Bu model teknik etkinliği ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında ölçülmektedir. Bu modelde etkinlik sınırı orijinden başlayıp, etkin olan karar verme birimleri üzerinden geçen bir doğru ile gösterilir. CCR modeli *girdi odaklı* ve *çıkıtı odaklı* olmak üzere iki şekilde gösterilebilmektedir (Göktolga ve Artut, 2011).

Q^* etkinlik skorunu göstermek üzere, girdi odaklı CCR modelinde;

$Q^* = 1$ ise ve artıklar sıfırsa bu karar verme birimi etkindir.

$Q^* < 1$ ise bu karar verme birimi etkin değildir.

Çıkıtı odaklı CCR modelinde;

$Q^* = 1$ ise ve artıklar sıfırsa bu karar verme birimi etkindir.

$Q^* > 1$ ise bu karar verme birimi etkin değildir.

Girdi odaklı temel ve dual Charnes Cooper Rhodes(CCR) modelleri

Girdi odaklı CCR modeli, sabit çıktı düzeyinde, girdi miktarlarının azaltılması diğer bir deyişle herhangi bir çıktı düzeyinde etkin olmayan karar verme birimlerinin girdilerinin ne oranda azaltması gerektiğini belirlemeye çalışan bir modeldir. CCR modelinin temel ve dual formları aşağıdaki gibi gösterilebilir (Göktolga ve Artut, 2011):

Temel Model:

$$\text{Min } \theta$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \theta x_{i0} \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \theta x_{r0} \geq 0 \quad , \quad \lambda_j \geq 0$$

Dual Model:

$$\text{Maks } \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad u_r \geq 0, \quad v_i \geq 0$$

Bu modellerde;

- s çıktı sayısını,
- m girdi sayısını,
- n ise karar verme birimi sayısını gösterir.

Dual modelden de anlaşılacağı üzere, amaç fonksiyonu, karar verme biriminin çıktılarının ağırlıklı ortalamasını maksimum yapmaktadır. Kısıtlar incelendiğinde ise etkinliği karar verme biriminin girdilerinin ağırlıklı ortalaması 1 olmalıdır. Sonraki kısıtla bütün karar verme birimlerinin girdilerinin ağırlıklı ortalamasının çıktıların ağırlıklı ortalamasından büyük olmasını sağlamıştır. Böylece çıktı/girdi oranı tüm karar verme birimleri maksimum 1 olabilir. Bunun sonucu olarak karar verme biriminin ideal çıktı ortalaması en fazla 1 olabilir (Sarı, 2015).

Girdi odaklı CCR modelinin oluşturulmasına ilişkin bir örnek verilecek olursa, 5 karar verme biriminden oluşan aşağıdaki veri setinde 2 girdi ve 1 çıktı değişkeni bulunmaktadır.

I. KVB için model yazılacak olursa;

KVB	1. Girdi	2. Girdi	Çıktı
I	4500	22	500
II	2200	27	260
III	3200	30	180
IV	1000	22	290
V	2800	20	170

$Maks500u$

Kısıtlar

$$500u - 4500v_1 - 22v_2 \leq 0$$

$$260u - 2200v_1 - 27v_2 \leq 0$$

$$180u - 3200v_1 - 30v_2 \leq 0$$

$$290u - 1000v_1 - 22v_2 \leq 0$$

$$170u - 2800v_1 - 20v_2 \leq 0$$

$$4500v_1 + 22v_2 = 1$$

$$u, v_1, v_2 \geq 0$$

şeklinde bir model yazılabilir. Diğer karar verme birimleri için benzer şekilde matematiksel modeller oluşturulup çözüm yapılabilir.

Çıktı odaklı temel ve dual Charnes Cooper Rhodes(CCR) modelleri

x_{ij} : j. karar verme biriminin kullandığı i. girdi miktarı

y_{rj} : j. karar verme birimi tarafından üretilen r. çıktı miktarı

x_{i0} : sıfıncı karar verme biriminin kullandığı i. girdi miktarı

y_{r0} : sıfıncı karar verme birimi tarafından üretilen r. çıktı miktarı

u_r : sıfıncı karar verme birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık

v_i : sıfıncı karar verme birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık

olarak tanımlanırlar (Sarı, 2015).

Temel Model:

$$\text{Max } \phi$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - x_{i0} \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \phi y_{r0} \geq 0 \quad , \quad \lambda_j \geq 0$$

Dual Model:

$$\text{Min } \sum_{r=1}^s v_r x_{r0}$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} = 1 \quad , \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad u_r \geq 0, \quad v_i \geq 0$$

Bu modellerde

- s çıktı sayısını,
- m girdi sayısını,
- n ise karar verme birimi sayısını gösterir.

Dual model incelencek olursa, amaç fonksiyonu karar verme biriminin, girdilerinin ağırlıklı ortalamasının minimum yapmaktadır. Kısıtlara bakılacak olursa, karar verme birimlerine ait çıktıların ağırlıklı ortalamasının 1 olması ve tüm karar verme birimleri için girdilerin ağırlıklı ortalaması çıktıların ağırlıklı ortalamasından büyük olmasını sağlamıştır. Böylece çıktı/girdi oranı tüm karar verme birimleri için en az 1 olur ve böylece bir karar verme birimi için ideal çıktı ortalaması en az 1 olur (Sarı, 2015).

Girdi odaklı CCR modeli ile bir karar verme birimi etkin bulunursa çıktı odaklı CCR modeliyle de etkin bulunur. Aralarında ilişkiye bakıldığında $Q^*=1/Q$ olduğu görülür (Sarı, 2015).

2.11.2. Banker Charnes Cooper (BCC) Modeli

1984 yılında Banker ve ark. tarafından önerilen Banker Charnes Cooper (BCC) modeli, ölçeğe göre değişen getiri varsayımına dayanarak karar verme birimlerinin etkinliğini

ölçen bir modeldir. Bu modelin CCR modelinden farkı modele konvekslik kısıtını ilave etmesidir.

Q^* etkinlik skorunu göstermek üzere,

Girdi odaklı BCC modelinde

$Q^*=1$ ise ve artıklar sıfırsa bu karar verme birimi etkindir.

$Q^*<1$ ise bu karar verme birimi etkin değildir.

Çıktı odaklı BCC modelinde ise

$Q^*=1$ ise ve artıklar sıfırsa bu karar verme birimi etkindir.

$Q^*>1$ ise bu karar verme birimi etkin değildir (Sarı, 2015).

Girdi odaklı temel ve dual BCC modelleri

Girdi odaklı BCC modeli temel olarak aynı düzeyde çıktı elde edebilmek için olması gereken minimum girdi düzeyini araştırır. Model, girdi odaklı CCR modeline $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ konvekslik kısıtını ekler ve incelenen sıfırıncı karar verme birimi için girdi odaklı BCC modelini oluşturur (Sarı, 2015).

Temel Model:

$Min \theta$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \theta x_{i0} \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - y_{r0} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad , \quad \lambda_j \geq 0$$

olur. CCR modelinden farklı olmasını sağlayan konvekslik kısıtı nedeniyle u_0 değişkeni eklenen modelin dual formu aşağıdaki gibidir:

Dual Model:

$$\begin{aligned}
& \text{Maks} \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - u_0 \quad , \quad u_r \geq 0 \\
& \sum_{i=1}^s v_i x_{i0} = 1 \quad , \quad v_i \geq 0 \\
& \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^s v_i x_{ij} \leq 0 \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n
\end{aligned}$$

biçiminde yazılır.

Herhangi bir karar verme birimi için girdi odaklı CCR ve BCC modellerinde bulunan teknik etkinlikler arasında aşağıdaki ilişki söz konusudur.

$$\theta_{BCC}^* \geq \theta_{CCR}^*$$

ifadesi daima doğrudur. Bunun sebebi ise BCC modelinde yer alan konveks üretim imkânları kümesi, CCR modelinde yer alan üretim imkânları kümesinin alt kümesidir. Bunun sonucu olarak eğer bir karar verme birimi CCR modeliyle etkin bulunuyorsa mutlaka BCC modeliyle de etkin bulunur. Ancak bunun tersi doğru değildir (Sarı, 2015).

Çıktı odaklı temel ve dual BCC modelleri

Çıktı odaklı BCC modeli yine çıktı odaklı CCR modeline $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ konvekslik kısıtı

eklenerek elde edilir. Bu modele ilişkin temel ve dual formalar aşağıdaki gibidir:

Temel Model:

$$\begin{aligned}
& \text{Maks } \phi \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - x_{i0} \leq 0 \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \phi y_{r0} \geq 0 \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad , \quad \lambda_j \geq 0
\end{aligned}$$

Dual Model:

$$\begin{aligned} \text{Min} \sum_{i=1}^s v_i x_{i0} - v_0 & , \quad v_i \geq 0 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} = 1 & , \quad u_r \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - v_0 \leq 0 & , \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Girdi ve çıktı odaklı BCC modelleri arasında, CCR modelinde olduğu gibi bir ilişki tanımlanamaz. Fakat çıktı odaklı BCC modeli etkinlik skoru ϕ_{BCC}^* ile çıktı odaklı CCR modeli etkinlik skoru ϕ_{CCR}^* olmak üzere aralarında;

$$\phi_{CCR}^* \geq \phi_{BCC}^*$$

şeklinde bir ilişki olduğu söylenebilir. Bundan dolayı, eğer bir karar verme birimi BCC modeli ile etkin bulunursa, bu birim CCR modeliyle de etkin bulunur. Girdi odaklı modellerde de belirtildiği üzere tersi doğru değildir (Sarı, 2015).

3. İSTATİSTİK BÖLÜMLERİNİN ETKİNLİKLERİNİN VZA İLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Çalışmada, 2008-2017 yılları arasında Türkiye’de açık olan ve öğrenci alan 21 devlet üniversitesinde yer alan İstatistik Bölümlerinin etkinliklerini Veri Zarflama Analizi ile amaçlanmıştır. Etkin olmayan İstatistik Bölümlerinin etkin olabilmeleri için referans almaları gereken diğer üniversiteler belirlenerek, etkin olmayanların etkin hale gelebilmeleri için artırımları veya azaltımları gereken kaynakların belirlenmesi hedeflenmiştir.

Sinop Üniversitesi FEF-1901-16-07 nolu Bilimsel Araştırma Projesi’den alınan veriler üzerinde karar verme birimleri üniversitelerin İstatistik Bölümleri olacak şekilde Veri Zarflama Analizi ile bir etkinlik ölçüm analizi yapılmıştır. Proje akademisyenlerin yaptıkları bilimsel çalışmalarda aldıkları atıf sayılarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmadır. Bu tez çalışmasında ise projedeki verilere ek olarak üniversitelere kayıt olan öğrenci sayıları da dahil edilerek etkinlik ölçümleri yapılmıştır. Analizin yapılabilmesi için girdi/çıktı değişkenlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu seçim yapılırken daha önce eğitim alanında yapılmış olan VZA örnekleri dikkate alınmış ve değişkenler bu çalışmaları referans alarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Analize Dahil Edilen Girdi/Çıktı Değişkenleri

Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkeni
Profesör Sayısı	Atıf Sayısı
Doçent Sayısı	
Dr. Öğr. Üyesi Sayısı	
SCI Yayın Sayısı	
Öğrenci Sayısı	

Çizelge 2. Analizde Kullanılan Veriler

Üniversite	Profesör Sayısı	Doçent Sayısı	Dr. Öğr. Üyesi Sayısı	SCI Yayın Sayısı	Öğrenci Sayısı	Atıf Sayısı
1.)Anadolu Üniversitesi (U1)	2	6	6	98	63	683
2.)Ankara Üniversitesi (U2)	6	4	2	127	96	460
3.)Çukurova Üniversitesi (U3)	5	2	1	85	83	424
4.)Dokuz Eylül Üniversitesi (U4)	5	9	2	77	105	288
5.)Ege Üniversitesi (U5)	1	4	4	103	125	831
6.)Osmangazi Üniversitesi (U6)	5	4	8	75	116	576
7)Gazi Üniversitesi (U7)	7	9	6	132	146	723
8.)Giresun Üniversitesi (U8)	1	1	5	106	26	1485
9.)Hacettepe Üniversitesi (U9)	8	6	3	218	96	2164
10.)Kırıkkale Üniversitesi (U10)	1	1	5	31	65	88
11.)Marmara Üniversitesi (U11)	1	2	1	33	12	95
12.)Mimar Sinan Üniversitesi (U12)	3	4	6	26	65	72
13.)Muğla Üniversitesi (U13)	0	6	6	42	67	93
14.)Erbakan Üniversitesi (U14)	0	2	2	37	25	178
15.)Orta Doğu Teknik Üniversitesi (U15)	3	5	2	106	48	914
16.)Ondokuz Mayıs Üniversitesi (U16)	2	5	3	105	93	741
17.)Selçuk Üniversitesi (U17)	1	3	1	40	90	440
18.)Sinop Üniversitesi (U18)	0	2	4	14	27	6
19.)Yıldız Teknik Üniversitesi (U19)	2	6	5	41	82	76
20.)Fırat Üniversitesi (U20)	1	1	3	41	15	82
21.)Karadeniz Teknik Üniversitesi (U21)	1	1	4	19	25	172

3.1. CCR Modelinin Analizi

Aşağıdaki çizelgelerde ölçeğe göre sabit getiriye dikkate alan CCR ve değişken getiriye dikkate alan BCC modellerinin analiz sonuçları sırasıyla yer almaktadır. Analiz sonuçlarına bağlı olarak her iki modele ait referans kümeleri, artıklar ve girdi/çıkıtı ağırlıklarına göre sonuçlar aşağıda yorumlanmıştır.

Çizelge 3. CCR Modeli Sonuçları

KVB	Skor	Prof	Doç	Dr. Ö.Ü.	SCI	Öğr	Atıf	Referans Küme	Prof {S}	Doç {S}	Dr. Ö.Ü. {S}	SCI {S}	Öğr {S}	Atıf {S}
U1	49.75%	0	0	0	1	0	1	8 (0.46)	0.54	2.52	0.69	0	19.38	0
U2	35.62%	0	0	0.19	0.81	0	1	8 (0.03) 9 (0.20)	0.55	0.23	0	0	14.8	0
U3	58.78%	0	0.62	0.38	0	0	1	9 (0.20)	1.37	0	0	7.25	29.98	0
U4	32.75%	0	0	0.28	0.72	0	1	8 (0.09) 9 (0.07)	0.96	2.42	0	0	25.08	0
U5	67.91%	0.15	0	0.85	0	0	1	8 (0.51) 17 (0.17)	0	1.7	0	9.17	56.36	0
U6	54.82%	0	0	0	1	0	1	8 (0.39)	2.35	1.8	2.45	0	53.51	0
U7	39.69%	0	0	0.4	0.6	0	1	8 (0.47) 9 (0.01)	2.21	3.03	0	0	44.57	0
U8	100.00%	0.45	0.55	0	0	0	1	14						
U9	100.00%	0	0.33	0.67	0	0	1	7						
U10	20.26%	0	0	0	1	0	1	8 (0.06)	0.14	0.14	0.72	0	11.63	0
U11	24.09%	0	0	0.31	0.69	0	1	8 (0.04) 9 (0.02)	0.06	0.33	0	0	0.16	0
U12	19.77%	0	0	0	1	0	1	8 (0.05)	0.54	0.74	0.94	0	11.59	0
U13	46.03%	0	0	0	1	0	1	14 (0.52)	0	1.72	1.72	0	17.78	0
U14	100.00%	0	0.04	0.96	0	0	1	2						
U15	87.72%	0.49	0	0.5	0	0	1	8 (0.15) 9 (0.30) 17 (0.11)	0	2.13	0	7.98	0	0
U16	65.22%	0.3	0	0.69	0	0.01	1	8 (0.25) 9 (0.07) 17 (0.53)	0	1.02	0	6.83	0	0
U17	100.00%	0.4	0	0.6	0	0	1	3						
U18	8.91%	0	0	0	1	0	1	14 (0.03)	0	0.11	0.29	0	1.56	0
U19	13.23%	0	0	0	1	0	1	8 (0.05)	0.21	0.74	0.41	0	9.52	0
U20	14.28%	0	0	0	1	0	1	8 (0.06)	0.09	0.09	0.15	0	0.71	0
U21	64.62%	0	0	0	1	0	1	8 (0.12)	0.53	0.53	2.01	0	13.14	0

Yukarıdaki çizelge incelendiğinde, CCR modeline göre etkin çıkan üniversiteler sırasıyla; Giresun, Hacettepe, Erbakan ve Selçuk Üniversiteleridir. Diğer üniversiteler etkinlik skorları %100'den küçük olduğu için etkin olmayan birimler olarak kabul edilmektedir. Giresun Üniversitesi etkin olmayan karar verme birimleri tarafından 14, Hacettepe Üniversitesi 7, Erbakan Üniversitesi 2 ve Selçuk Üniversitesi 3 kez referans gösterilmiştir. Bu KVB'nin etkin olabilmeleri için etkin üniversiteleri hangi oranlarda referans almaları gerektiğine karar verebilmek için referans kümeleri incelenecek olursa sırasıyla

- ✓ Anadolu Üniversitesi, Giresun Üniversitesini %46 oranında
- ✓ Ankara Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %3 ve Hacettepe Üniversitesini %20 oranında
- ✓ Çukurova Üniversitesi; Hacettepe Üniversitesini %20 oranında
- ✓ Dokuz Eylül Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %9 ve Hacettepe Üniversitesini %7 oranında
- ✓ Ege Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %51 ve Selçuk Üniversitesini %17 oranında

- ✓ Osmangazi Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %39 oranında
- ✓ Gazi Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %47 ve Hacettepe Üniversitesini %1 oranında
- ✓ Kırıkkale Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %6 oranında
- ✓ Marmara Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %4 ve Hacettepe Üniversitesini %2 oranında
- ✓ Mimar Sinan Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %5 oranında
- ✓ Muğla Üniversitesi; Erbakan Üniversitesini %52 oranında
- ✓ Orta Doğu Teknik Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %15, Hacettepe Üniversitesini %30 ve Selçuk Üniversitesini %11 oranında
- ✓ Ondokuz Mayıs Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %25, Hacettepe Üniversitesini %7 ve Selçuk Üniversitesini %53 oranında
- ✓ Sinop Üniversitesi; Erbakan Üniversitesini %3 oranında
- ✓ Yıldız Teknik Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %5 oranında
- ✓ Fırat Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %6 oranında
- ✓ Karadeniz Teknik Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %12 oranında

örnek almalıdır.

Yani referans almak demek ele alınan girdinin referans alınan girdi grubuyla benzerlik göstermesi demektir, kendini o girdi grubuna benzetmeye çalışması demektir.

Anadolu Üniversitesi'nin etkinliğinin %49.75 çıkmasının nedenleri SCI yayın sayısı ve atfın olumsuz etkisinden kaynaklanmaktadır. Eğer Profesör sayısı yaklaşık 1, Doçent sayısı yaklaşık 3 ve Doktor Öğr. Üyesi sayısı yaklaşık 1 birim azalır bu üniversitenin etkin olacağı görülmektedir. Diğer etkin olmayan üniversitelerde çizelgelerdeki veriler ışığında benzer şekilde yorumlanabilir.

3.2. BCC Modelinin Analizi

Çizelge 4. BCC Modeli Sonuçları

KVB	Skor	Prof	Doç	Dr. Ö.Ü.	SCI	Öğr	Atf	Referans Küme	Prof {S}	Doç {S}	Dr. Ö.Ü. {S}	SCI {S}	Öğr {S}	Atf {S}
U1	57.00%	0	0	0.23	0.68	0.1	1	8 (0.35.9) 11 (0.13) 17 (0.19) 21 (0.33)	0.14	1.92	0	0	0	0
U2	59.77%	0.14	0.39	0.38	0	0.09	1	3 (0.48.9) 8 (0.001) 9 (0.09) 11 (0.38) 17 (0.04)	0	0	0	0.33	0	0
U3	100.00%	0	0.61	0.39	0	0	1	2						
U4	50.62%	0	0	0.77	0.01	0.22	1	3 (0.03) 9 (0.01) 11 (0.47) 17 (0.49.9)	1.38	2.03	0	0	0	0
U5	74.96%	0.33	0	0.67	0	0	1	8 (0.44) 14 (0.25) 17 (0.31)	0	1.12	0	9.12	47.94	0
U6	61.03%	0	0	0	1	0	1	8 (0.31) 21 (0.69) 21 (0.13)	2.05	1.44	0.57	0	45.48	0
U7	43.44%	0	0	0.04	0.96	0	1	8 (0.30) 17 (0.57) 21 (0.13)	2.04	1.78	0	0	1.34	0
U8	100.00%	0.37	0.63	0	0	0	1	7						
U9	100.00%	0.01	0.01	0.96	0.01	0.01	1	2						
U10	99.99%	0.29	0.71	0	0	0	1	8 (0.08) 20 (0.12) 21 (0.80)	0	0	1.05	2.96	41.17	168.23
U11	100.00%	0	0	0.45	0	0.55	1	5						
U12	64.07%	0	0	0.5	0.5	0	1	17 (0.05) 18 (0.69) 21 (0.26)	1.61	0.77	0	0	11.9	0
U13	61.03%	0	0	0	1	0	1	14 (0.51) 18 (0.49)	0	1.66	0.67	0	14.9	0
U14	100.00%	0	0.44	0.53	0.03	0	1	2						
U15	100.00%	0.34	0	0.5	0	0.16	1	1						
U16	68.87%	0.19	0	0.57	0	0.24	1	8 (0.22) 11 (0.05) 15 (0.19) 17 (0.54)	0	0.56	0	5.74	0	0
U17	100.00%	0.4	0	0.6	0	0	1	8						
U18	100.00%	0	0	0	1	0	1	3						
U19	55.05%	0	0	0.41	0.59	0	1	11 (0.32) 17 (0.10) 18 (0.58)	0.69	1.21	0	0	16.92	0
U20	100.00%	0	0.46	0	0	0.54	1	1						
U21	100.00%	0	0.46	0	0.42	0.11	1	5						

Çizelge 4 incelenecek olursa, BCC modeline bağlı olarak etkin çıkan üniversiteler sırasıyla; Çukurova, Giresun, Hacettepe, Marmara, Erbakan, Orta Doğu Teknik, Selçuk, Sinop, Fırat ve Karadeniz Teknik Üniversiteleridir. Diğer üniversiteler etkinlik skorları %100'den küçük olduğu için etkin olmayan karar verme birimler olarak bulunmuştur. Çukurova Üniversitesi etkin olmayan karar verme birimleri tarafından 2, Giresun Üniversitesi 7, Hacettepe Üniversitesi 2, Marmara Üniversitesi 5, Erbakan Üniversitesi 2, Orta Doğu Teknik Üniversitesi 1, Selçuk Üniversitesi 8, Sinop Üniversitesi 3, Fırat Üniversitesi 1 ve Karadeniz Teknik Üniversitesi 5 kez referans gösterilmiştir. Bu KVB'nin etkin olabilmeleri için etkin üniversiteleri hangi oranlarda referans almaları gerektiğine karar verebilmek için referans kümeleri incelenecek olursa sırasıyla

- ✓ Anadolu Üniversitesi, Giresun Üniversitesini %35.9, Marmara Üniversitesini %13, Selçuk Üniversitesini %19 ve Karadeniz Teknik Üniversitesini %33 oranında

- ✓ Ankara Üniversitesi; Çukurova Üniversitesini %48.9, Giresun Üniversitesini %0.1, Hacettepe Üniversitesini %9, Marmara Üniversitesini %38 ve Selçuk Üniversitesini %4 oranında
- ✓ Dokuz Eylül Üniversitesi; Çukurova Üniversitesini %3, Hacettepe Üniversitesini %1, Marmara Üniversitesini %47 ve Selçuk Üniversitesini %49.9 oranında
- ✓ Ege Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %44, Erbakan Üniversitesi %25 ve Selçuk Üniversitesini %31 oranında
- ✓ Osmangazi Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %31 ve Karadeniz Teknik Üniversitesini %69 oranında
- ✓ Gazi Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %30, Selçuk Üniversitesini %57 ve Karadeniz Teknik Üniversitesini %13 oranında
- ✓ Kırıkkale Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %8, Fırat Üniversitesini %12 ve Karadeniz Teknik Üniversitesini %80 oranında
- ✓ Mimar Sinan Üniversitesi; Selçuk Üniversitesini %5, Sinop Üniversitesini %69 ve Karadeniz Teknik Üniversitesini %26 oranında
- ✓ Muğla Üniversitesi; Erbakan Üniversitesini %51 ve Sinop Üniversitesini %49 oranında
- ✓ Ondokuz Mayıs Üniversitesi; Giresun Üniversitesini %22, Marmara Üniversitesini %5, Orta Doğu Teknik Üniversitesini %19 ve Selçuk Üniversitesini %54 oranında
- ✓ Yıldız Teknik Üniversitesi; Marmara Üniversitesini %32, Selçuk Üniversitesini %10 ve Sinop Üniversitesini %58 oranında

örnek almalıdır.

Anadolu Üniversitesi'nin etkin çıkmamasının nedenleri Dr. Öğr. Üyesi, SCI yayın sayısı, öğrenci sayısı ve atfın olumsuz etkisinden kaynaklanmaktadır. Eğer Profesör sayısı yaklaşık 1, Doçent sayısı yaklaşık 2 birim azalırsa bu üniversitenin etkin olacağı görülmektedir. Yani bu değerler sıfırlanacak ve çıkan tablo yorumlanacaktır. Böylece referans alması gereken bir küme olmayacaktır. Analiz sonucu buna göre yorumlanacaktır. Diğer etkin çıkmayan üniversiteler de benzer şekilde yorumlanabilir.

4. SONUÇLAR

Etkinlik ölçümü yapılan karar verme birimleri için ürettiği mal veya sunduğu hizmetin kalitesi oldukça önemlidir. Eğitim alanında sunulan hizmetin başarılı ve kalıcı olması üniversitelerin prestijlerini oluşturma ve sürdürmeleri açısından önem teşkil etmektedir. Bu alandaki başarıda elbette ki konusunda uzmanlaşmış akademik kadro, ürettikleri yayınlar ve uluslararası camiada kabul gören dergilerde aldıkları atıflarında etkisi büyüktür. Öğrenciler, üniversite tercihlerinde alanlarında kendilerini kanıtlamış ve kabul görmüş olanlara öncelik vermektedir. Bunun en önemli sebebi ise mezun olduktan sonra iş bulma veya yükselme aşamasında mezun oldukları üniversite ve bölümlerinin adını kullanarak daha kolay kabul görme arzusudur.

Başlıca amacı kar olmayan eğitim, sağlık, ...vb. hizmet sektörlerinde daha iyi hizmet sunmak, performansı artırmak ve buna bağlı olarak sektörde kabul gören, saygın bir kurum olmak amacıyla kendilerini diğer kurumlarla kıyaslayarak etkinlik ve verimliliklerini karşılaştırmak öncelikli amaç olmalıdır. Bu sayede eksiklikler giderilerek ve gerekli düzenlemeler yapılarak kaynaklar daha verimli kullanılıp maksimum etki elde edilebilir.

Çalışmanın uygulama kısmında Türkiye’de öğrenci alımı yapmış ve halen yapmakta olan 21 devlet üniversitesinin İstatistik Bölümlerinin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla VZA analizi yapılmış ve modeller oluşturulmuştur. Çıkan sonuçlar ışığında hangi üniversitelerin etkin hangilerinin etkin olmadığı, etkin olmayanların etkin olabilmek için hangi üniversiteleri kendilerine örnek almaları gerektiği belirlenmeye çalışılmıştır.

Uygulamada öğretim üyeleri, öğrenci sayıları, SCI yayınları ve SCI’da alınan atıf sayıları girdi ve çıktı değişkenler olarak seçilmiştir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan CCR ve değişken getiri varsayımına dayanan BCC modelleri için girdi odaklı analizler yapılmıştır. Analizlerin girdi odaklı yapılmasındaki temel neden, çıktı değişkeni olan atıf sayısı üzerinde hiçbir müdahale olmamasıdır. Çünkü yapılan analizde atıf sayısı sabittir.

Analizler sonucunda CCR modelinde etkin çıkan üniversite sayısı 4 (%20) iken BCC modelinde etkin birim sayısı 10 (%48) olarak bulunmuştur. BCC modeli ölçeğe göre değişen getiriyi kullandığından genel olarak daha esnek bir modeldir. Bu nedenle sonucu bu şekilde bulunması beklenen bir durumdur. Çalışmanın sonuçlarında dikkat çeken noktalardan biri etkin olmayan üniversitelerde özellikle CCR modeli için etkinliği artırmak için öğretim üyesi ve öğrenci sayılarının azaltılması gerektiği görülmüştür. Ancak

kıyaslama yapıldığında öğrenci sayılarının çok daha yüksek oranda azaltılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu durum, üniversitelerde mevcut öğretim üyesi başına düşen öğrenci sayısının fazla olması ve öğretim üyelerinin akademik çalışma yapmalarını zorlaştırdığını düşündürmektedir.

Her iki VZA modeli için etkinlik skoru %100 olan üniversiteler Giresun Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi ve Erbakan Üniversitesi İstatistik Bölümleri olarak belirlenmiştir. Yıldız Teknik Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi'nin İstatistik Bölümleri ise etkinlik skoru en düşük üniversiteler olarak belirlenmiştir.



KAYNAKLAR

- Afonso, A., ve Aubyn, M.S., 2006: Cross-country efficiency of secondary education provision: A semi-parametric analysis with non-discretionary inputs. *Economic Modelling*. Vol. 23(3), pp. 476-491.
- Altman, E., 1968: Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *Journal of Finance*. Vol. 23, pp. 589-609.
- Azadeh, A., Ataei, G.R., Izadbakhsh, H., Asadzadeh, S.M., ve Bukhari, A., 2010: Integrated DEA-ANOVA for performance assessment and optimization of telecommunication sectors in Central Asia. *Journal of Scientific & Industrial Research*. Vol. 69, pp. 330-341.
- Balkan, D., ve Arıkan, M., 2010: Sivas İlindeki Ortaöğretim Kurumlarının Etkinliklerinin Öğrenci Başına Düşen Öğretmen ve Derslik Sayısı Bakımından Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Vol. 11(2), pp. 133-154.
- Baysal, M.E., Uygur, M., ve Toklu, B., 2004: Veri Zarflama Analizi ile TCDD Limanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Çalışması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*. Vol. 19(4), pp.437-442.
- Bessent, A., ve Bessent, W., 1980: Determining the Comparative Efficiency of Schools through Data Envelopment Analysis. *Educational Administration Quarterly*. Vol. 1, pp. 57-75.
- Bessent, A., Bessent, W., Kennington, J., ve Reagan, B., 1982: An Application of Mathematical Programming to Assess Productivity in the Houston Independent School District. *Management Science*. Vol. 28(12), pp. 1355-1367.
- Cenger, H., 2011: İMKB’de İşlem Gören Çimento Şirketlerinin Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. Vol. 25(3-4), pp. 31-44.
- Charnes, A., Cooper, W.W., ve Rhodes, E.L., 1978: Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *EJOR*. Vol. 2, pp. 429-444.

- Cıngı, S., ve Tarım, A., 2000: Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü DEA-Malmquist. TFP Endeksi Uygulaması. Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Tebliği Serisi 1, İstanbul.
- Cummins, J.D., Weiss, M.A., ve Zi, H., 1999: Organizational form and efficiency: the coexistence of stock and mutual property-liability insurers. *Manag. Sci.* Vol. 45 (9), pp. 1254–1269.
- Dekker, D., ve Post, T., 2001: A Quasi-Concave DEA Model with an Application for Bank Branch Performance Evaluation. *EJOR*. Vol. 132(2), pp. 296-311.
- Denizer, C., Dinc, M., ve Tarımcılar, M., 2000: Financial liberalization and banking efficiency: Evidence from Turkey. *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 27(3), pp. 177-195.
- Faere, R., Grosskopf, S., Lovell, C.A.K., ve Pasurka, C., 1989: Multilateral Productivity Comparisons When Some Outputs are Undesirable: A Nonparametric Approach. *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 71 (1), pp. 90-98.
- Favero, C.A., ve Papi, L., 1995: Technical Efficiency and Scale Efficiency in the Italian Banking Sector: A Non-Parametric Approach. *Appl Econ*. Vol. 27(4), pp. 385-395.
- Fukuyama, H., 1993: Technical and Scale Efficiency of Japanese Commercial Banks: A Non-Parametric Approach. *Appl Econ*. Vol. 25(8), pp. 1101-1112.
- Ganley, J.A., ve Cubbin, J.S. 1992: Public Sector Efficiency Measurement: Applications of Data Envelopment Analysis. Elsevier, NORTH-HOLLAND.
- Golany, B., ve Storbeck, J.E., 1999: A Data Envelopment Analysis of the Operational Efficiency of the Operational Efficiency of Bank Branches. *Interfaces*. Vol. 29(3), pp. 14-26.
- Göktolga, G., ve Artut, A., 2011: Sivas İlinde Liselerin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. Vol. 12(2), pp. 63-78.

- Jajri, I., ve Ismail, R., 2006: Technical Efficiency, Technological Change and Total Factor Productivity Growth in Malaysian Manufacturing Sector. Munich Personal RePEc Archive.
- Kayalı, C., 2007: 2000-2006 döneminde Türkiye'de faaliyet gösteren sigorta şirketlerinin etkinlik değerlendirmesi. Yönetim ve Ekonomi, Vol. 14(2), pp. 103- 115.
- Kayalıdere, K., ve Kargın, S., 2004: Çimento ve Tekstil Sektörlerinde Etkinlik Çalışması ve Veri Zarflama Analizi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Vol. 6(1), pp. 196-219.
- Lee, H., Park, Y., ve Choi, H., 2008: Comparative evaluation of performance of national R&D programs with heterogeneous objectives: A DEA approach. European Journal of Operational Research. Vol. 196, pp. 847-855.
- Lovell, C.A.K., ve Pastor, J.T., 1997: Target Setting: An Application to a Bank Branch Network. EJOR. Vol. 98(2), pp. 290-299.
- Löber, G., ve Staat, M., 2010: Integrating categorical variables in data envelopment analysis models: a simple solution technique. European Journal of Operational Research. Vol. 202(3), pp.810–818.
- Mansoury, A., ve Salehi, M., 2011: Efficiency Analysis and Classification of Bank by Using Data Envelopment Analysis (DEA) Model: Evidence of Iranian Bank. International Journal of the Physical Sciences. Vol. 6(13), pp. 3205-3217.
- Mercan, M., Reisman, A., Yolalan, R., ve Emel, A.B., 2003: The effect of scale and mode of ownership on the Turkish banking sector financial performance: dea based approach. Socio-Economic Planning Sciences. Vol. 37, pp. 182-205.
- Mostafaei, A., ve Saljooghi, F.H., 2010: Cost efficiency measures in data envelopment analysis with data uncertainty. European Journal of Operational Research. Vol. 202(2), pp. 595-603.

- Mukherjee, K., 2008: Energy use efficiency in U.S. manufacturing: A nonparametric analysis, *Energy Economics*. Vol. 30(1), pp. 76-96.
- Nazarko, J., ve Saparauskas, J., 2013: Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions. *Technological and Economic Development of Economy*. Vol. 20(1), pp. 25-44.
- Norman, M., ve Stoker, B., 1991: *Data Envelopment Analysis: the Assessment of Performance*. New York, USA, Wiley.
- Pankaj, C., Cooper, W.W., Shangling, L., ve Atiquir. R., 1998: Using DEA to evaluate 29 Canadian textile companies-Considering returns to scale. *International Journal of Production Economics*. Vol. 54, pp. 129-141.
- Psillaki, M., Tsolas, I.E., ve Margaritis, D., 2009: Evaluation of credit risk based on firm performance. *European Journal of Operational Research*. Vol. 201(3), pp. 873-881
- Rangan, N., Grabowski, R., Aly, H.Y., ve Pasurka, C., 1988: The technical efficiency of US banks. *Economics Letters*. Vol. 28(2), pp. 169-175.
- Ray, S.C., 1991: Resource-Use Efficiency in Public Schools: A Study of Connecticut Data. *Management Science*. Vol. 37(12), pp. 1620-1628.
- Sarı, Z., 2015: Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi.
- Smith, P., ve Mayston, D., 1987: Measuring Efficiency in the Public Sector. *Omega*. Vol. 15(3), pp. 181-189.
- Staub, R.B., Souza, G.S., ve Tabak, B.M., 2010: Evolution of bank efficiency in Brazil: A DEA approach. *European Journal of Operational Research*. Vol. 202(1), pp.204-213.
- Sueyoshi, T., ve Goto, M., 2010: Measurement of a linkage among environmental, operational, and financial performance in Japanese manufacturing firms: A use of Data Envelopment Analysis with strong complementary slackness condition. *European Journal of Operational Research*. Vol. 207(3), pp. 1742-175.

- Thanassoulis, E., ve Dunstan, P., 1994: Guiding Schools to Improved Performance Using Data Envelopment Analysis: An Illustration with Data from a Local Education Authority. JORS. Vol. 45(11), pp. 1247-1262.
- Thanassoulis, E., Kortelainen, M., Johnes, G., ve Johnes, J., 2011: Costs and efficiency of higher education institutions in England: a DEA analysis. Journal of the Operational Research Society. Vol. 62(7), pp. 1282-1297.
- Toth, R., 2009: Using DEA to evaluate efficiency of higher education. Applied Studies in Agribusiness and Commerce. Conference Paper. pp. 79-82.
- Tseng, F.M., Chiu, Y.J., ve Chen, J.S., 2007: Measuring business performance in the high-tech manufacturing industry: A case study of Taiwan's large-sized TFT-LCD panel companies, Omega. Vol. 37(3), pp. 686-697.
- Vassiloglou, M., ve Giokas, D., 1990: A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis. JORS. Vol. 41(7), pp. 591-597.
- Worthington, A.C., 2010: An Empirical Survey of Frontier Efficiency Measurement Techniques in Education. Education Economics. Vol. 9(3), pp.245-268.
- Yang, Z.A., 2006: two-stage DEA model to evaluate the overall performance of Canadian life and health insurance companies. Mathematical and Computer Modelling. Vol.43 (7-8), pp. 910-919.
- Yeşilyurt, C., ve Alan, M.A., 2003: Fen Liselerinin 2002 Yılı Göreceli Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle ile Ölçülmesi. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. Vol. 4(2), pp. 91-104.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Musa Çifci

Doğum Yeri: Kastamonu

Medeni Hali: Bekar

E-posta: cificimusa37@gmail.com

Adresi: Bezirgan Köyü Meşeli Mahallesi no:16 DADAY/KASTAMONU

Eğitim

İlköğretim: 1998-2003 Bolatlar İlköğretim Okulu

Ortaöğretim: 2003-2006 Atatürk İlköğretim Okulu

Lise: 2006-2010 Abdurrahmanpaşa Anadolu Lisesi

Lisans: 2010-2015 Sinop Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce

Yds puanı:38

İş Deneyimi

2009-2010: Cengiz Eken Mali Müşavirlik ve Serbest Muhasebecilik Bürosu

2014-2015: Daday Tekstil Ürünleri A.Ş.

2014-2015: Sinop merkez kütüphanesi kısmi zamanlı çalışan