

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE TEMEL BİLEŞENLER
ANALİZİNİN KULLANIMI**

**USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS IN DATA
ENVELOPMENT ANALYSIS**

SEDA SÜTÇÜ ASAR

PROF. DR. CEM KADILAR

Tez Danışmanı:

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

İstatistik Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2014

KABUL VE ONAY SAYFASI

SEDA SÜTÇÜ ASAR'ın hazırladığı “Veri Zarflama Analizinde Temel Bileşenler Analizinin Kullanımı” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından İSTATİSTİK ANABİLİM DALI'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hüseyin TATLIDİL

Başkan:

Prof. Dr. Cem KADILAR

Danışman:

Doç. Dr. H. Hasan ÖRKÜ

Üye:

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Fatma SEVİN DÜZ

ETİK SAYFASI

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Seda SÜTÇÜ ASAR

28/05/2014

ÖZET

VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİNİN KULLANIMI

SEDA SÜTÇÜ

Yüksek Lisans Tezi, İstatistik Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. CEM KADILAR

Mayıs 2014, 125 sayfa

Bu tez çalışmasında işletme performanslarını doğrudan etkileyen etkinlik faktörü ve etkinliğin ölçümü konusunda genel bir bilgi aktarılıp daha sonra etkinlik ölçüm yöntemlerinden olan veri zarflama analizi hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

Veri Zarflama Analizi (VZA) birden çok girdi-çıktının olduğu ve girdi-çıktıların farklı ölçü birimlerine sahip olduğu durumlarda, karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerini ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir. VZA'nın uygulama sürecinde, hangi girdi ve çıktıların modele dâhil edileceği konusu önemli ve belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, modele alınacak girdi ve çıktıların belirlenmesinde kararsız kalındığı hallerde, çok değişkenli analiz tekniklerinden Temel Bileşenler Analizi (TBA)'nin, Veri Zarflama Analizi sürecine dâhil edilmesi ile elde edilebilecek avantajlar, sigorta şirketlerinin etkinlik incelemesi üzerinde sunulacaktır.

Çok girdili ve çok çıktılı veri kümelerine uygulanabilen ve parametrik olmayan bir analiz yöntemi olan Veri Zarflama Analizi tüm boyutlarıyla ele alınmıştır. Göreli etkinliğe dayalı bir yaklaşım olan VZA'da seçilecek girdi ve çıktılar alınacak sonuçlar bakımından çok önemli olduğu için bu çalışmada doğru girdi ve çıktıları tespit etmede bir yol gösterici olarak TBA'ya başvurulmuştur. VZA'da TBA kullanıldığında elde edilen sonuçlara göre, Türkiye'de faaliyet gösteren hayat dışı sigorta şirketlerinden 2012 pazar payının %80'ini elinde bulunduran şirketlerin etkin olan ve olmayan sigorta şirketlerine karar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veri zarflama analizi, temel bileşenler analizi, sigorta şirketi.

ABSTRACT

USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS IN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

SEDA SÜTÇÜ

Master Thesis, Department of Statistics

Supervisor: Prof. Dr. CEM KADILAR

May 2014, 125 pages

In this thesis, after presenting general information about activity measurement and about efficiency factor which directly affects business performance, the detailed information about data envelopment analysis is given.

Data envelopment analysis (DEA) is a technique based on linear programming which aims to measure the relative efficiency of Decision Making Units (DMU) in the case of multiple input-output and in the case of input-output with different measurement units. In the application of DEA, the inclusion of input and output to the model is an important issue and plays a decisive role. In this thesis, when it is hard to decide the determination of inputs and outputs to be added to the model, the advantages of the inclusion of Principal Component Analysis that is one of multivariate analysis techniques, to the DEA process are presented on the efficiency analysis of insurance companies.

DEA has been discussed in detail which is implemented to multiple input-output data sets and which is a nonparametric technique. Due to the importance of the selection of inputs and outputs for the results of DEA which is based on a relative effectiveness approach, to identify the correct inputs and outputs, PCA is applied as a guiding in this study. According to the results obtained from PCA in DEA, non-life

insurance companies in Turkey having 80% of the market share in 2012,the active and inactive companies of insurance companies have been determined.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Principle Component Analysis, Insurance Company.

TEŞEKKÜRLER

Bu alıőmada desteklerini benden esirgemeyen, önerileri ile beni yönlendiren, büyük ilgi ve yardımları ile bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cem Kadılar (Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Bölümü)' a;

Çalışma süresince gösterdikleri yakın ilgi, desteklerinden ve önerilerinden dolayı Prof. Dr. Hüseyin Tatlıdil'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Seda SÜTÇÜ ASAR

ANKARA, MAYIS 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜRLER	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER	x
TABLolar	xi
KISALTMALAR	xiii
BİRİNCİ BÖLÜM	1
1. GİRİŞ	1
İKİNCİ BÖLÜM	3
2. ETKİNLİK İLE İLGİLİ KAVRAMLAR VE TANIMLAR	3
2.1.ETKİNLİK SINIRI	3
2.2. ETKİNLİK	5
2.2.1. Teknik Etkinlik	6
2.2.2. Ölçek Etkinliği	7
2.2.3. Tahsis Etkinliği	8
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	11
3. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ	11
3.1. ORAN ANALİZİ	11
2.2. PARAMETRİK YÖNTEMLER	13
3.3. PARAMETRİK OLMAYAN YÖNTEMLER	17
3.4. ETKİNLİK ÖLÇME TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	19

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	22
4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ.....	22
4.1. VZA'NIN TANIMI	22
4.2. VZA 'NIN LİTERATÜR VE TARİHSEL GELİŞİMİ.....	24
4.3. VZA'NIN UYGULANMASINDAKİ AMAÇLAR	25
4.3.1. VZA'nın Uygulama Alanları	26
4.4. VZA'NIN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI	27
4.5. VZA'NIN UYGULAMA AŞAMALARI	29
4.5.1 Karar Verme Birimlerinin Seçimi	30
4.5.2. Girdi ve Çıktıların Seçimi.....	31
4.5.3. Verilere Ulaşma ve Veri Güvenilirliği	32
4.5.4. Modelin Seçimi.....	32
4.5.5. Görelî Etkinliğin Ölçülmesi	32
4.5.6. Referans Gruplarının Belirlenmesi	34
4.5.7. Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Stratejilerin Belirlenmesi.....	34
4.5.8. Sonuçların Değerlendirilmesi	34
4.6. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN SİSTEMATİK YAPISI	35
4.6.1 Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler	36
4.6.2. İki Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	39
4.6.3. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler	41
4.6.4. Çok Girdili ve Çok Çıktılı Sistemler	43
4.7. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN MATEMATİKSEL YAPISI	45

4.7.1. Kesirli Programlama ile VZA	46
4.7.2. Doğrusal Programlama ve Primal Model.....	50
4.7.3. Doğrusal Programlama ve Dual Model	52
4.8. VZA'NIN GRAFİKSEL GÖSTERİMİ	55
4.9. TEMEL VZA MODELLERİ.....	57
4.9.1. CCR Modeli.....	58
4.9.1.1. Girdi Yönelimli CCR Modeli	59
4.9.1.2. Çıktı Yönelimli CCR Modeli	61
4.9.2. BCC Modeli.....	61
4.9.2.1. Girdiye Yönelik BCC Modelleri	62
4.9.2.2. Çıktıya Yönelik BCC Modelleri	64
4.9.3. CCR-BCC Modellerinin Matematiksel Karşılaştırılması.....	67
4.9.3. Toplamsal Model.....	70
4.9.4. Çarpımsal Model.....	71
4.10. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE SÜPER ETKİNLİK (AP) YAKLAŞIMI.....	72
BEŞİNCİ BÖLÜM	74
5. TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ	74
5.1. TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİNE GİRİŞ	74
5.2.VERİ ZARFLAMA ANALİZİ SÜRECİNDE TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİNİN ROLÜ	75
ALTINCI BÖLÜM	77
6. TÜRK SİGORTA ŞİRKETLERİNİN VZA YÖNTEMİ İLE ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ	77

6.1. ÇALIŞMANIN AMACI	77
6.2. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ	78
6.3. KARAR VERME BİRİMLERİNİN SEÇİMİ	78
6.4. ANALİZE DÂHİL EDİLECEK DEĞİŞKENLERİN BELİRLENMESİ	79
6.5. VZA MODELİNİN BELİRLENMESİ	81
6.6. TÜM MÜMKÜN VZA MODELLEMELERİ	81
6.6.1. Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Korelasyonun İncelenmesi	83
6.7. TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ VE BULGULAR.....	84
6.8. EN UYGUN MODELİN TESPİTİ.....	86
6.9. ETKİNLİK DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ.....	89
6.10. REFERANS KÜMESİ VE SAYILARININ BELİRLENMESİ	91
6.11. ETKİN OLMAYAN KARAR BİRİMLERİ İÇİN HEDEF DEĞERLERİ	92
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	95
EKLER.....	104
ÖZGEÇMİŞ	109

ŞEKİLLER

Şekil 1:Girdiye Yönelik Etkinlik Sınırı	4
Şekil 2:Çıktıya Yönelik Etkinlik Sınırı	4
Şekil 3: Teknik Etkinlik.....	6
Şekil 4:Ölçeğe Göre Sabit ve Değişken Getiri	8
Şekil 5: Tahsis Etkinliği	9
Şekil 6:Etkinlik Sınırı ve Regresyon Doğrusu	14
Şekil 7: VZA Etkinlik Sınırı	23
Şekil 8:Tek Girdi/Çıktılı Mağaza Örneklerinin Karşılaştırılması.....	36
Şekil 9: Regresyon Doğrusu ve Etkinlik Üst Sınırı	37
Şekil 10:A firması İçin Etkinlik İyileştirme.....	38
Şekil 11:İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler	39
Şekil 12: A Mağazasına Ait Etkinlik İyileştirmesi.....	40
Şekil 13: Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler	41
Şekil 14: Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemlerde İyileştirme	42
Şekil 15:Veri Zarflama Analizinin Grafikselsel Yapısı	55
Şekil 16: Tablo 11 Verilerine Göre KVB için Ölçeğe Göre Getirinin Belirlenmesi	67
Şekil 17:Yönelimlere Göre VZA Modelleri.....	69
Şekil 18: Modellerin Türlerine Göre Ayrımı	70

TABLolar

Tablo 1: Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması	20
Tablo 2: Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler	36
Tablo 3: İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler	39
Tablo 4: Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler	41
Tablo 5: Hastane Örneği.....	43
Tablo 6: Sabit Ağırlıklar ile Hastanelere Ait Etkinlik Değerleri.....	44
Tablo 7: Sabit Ağırlıklar ve VZA ile Hastanelere Ait Etkinlik Değerleri	45
Tablo 8:Girdiye Yönelik BCC Modelleri.....	62
Tablo 9: Çıktıya yönelik BCC- VZA'nın primal ve dual modelleri	65
Tablo 10: CCR-BCC Modellerinin Karşılaştırılması	67
Tablo 11: CCR-BCC Etkinlik Değerleri Arasındaki İlişki.....	68
Tablo 12:Etkinlikleri Değerlendirilen Hayat Dışı Sigorta Şirketleri.....	79
Tablo 13:Modelde Kullanılan Girdi ve Çıktılar.....	80
Tablo 14:Üç Girdi-Üç Çıktı İçin VZA Modelleri.....	81
Tablo 16: KMO ve Bartlett Testi.....	84
Tablo 15:Süper Etkinlik Yöntemine Göre VZA Skorları	83
Tablo 17:Önemli Temel Bileşenlerin Özdeğer ve Açıklama Yüzdeleri	85
Tablo 18: Bileşen Matrisi	85
Tablo 19:Üç Temel Bileşene Ait Skor Değerlerine Göre Oluşturulan Model.....	87
Tablo 20: VZA ve TBA Kıyaslama	88
Tablo 21:Spearman Sıra Korelasyon Testi	89
Tablo 22: G1G2G3Ç2Ç3 Modeli VZA Etkinlik Sonuçları	89

Tablo 23: G1G2G3Ç2Ç3 Modeli İçin Referans Kümeleri ve Referans Olma Sayıları91

Tablo 24:Etkin Olmayan Birimlerin Hedef Değerleri 93

KISALTMALAR

VZA: Veri Zarflama Analizi

TBA: Temel Bileşenler Analizi

AB: Avrupa Birliği

CCR: Charnes, Cooper and Rhodes

BCC: Banker, Charnesand Cooper

KVB: Karar Verme Birimi

VZA: Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis)

DMU: Karar Verme Birimi (Decision-Making Unit)

WIN4DEAP: Windows Front End For Data Envelopment Analysis Program

AP: (Andersan ve Petersen) Süper Etkinlik

TFP: Toplam Faktör Verimliliği

CRS: Ölçeğe Göre Sabit Getiri

IRS: Ölçeğe Göre Artan Getiri

DRS: Ölçeğe Göre Azalan Getiri

TE: Teknik etkinlik

STE: Saf teknik etkinlik

ÖE : Ölçek etkinliği

BİRİNCİ BÖLÜM

1. GİRİŞ

Sürekli gelişen ve küreselleşen Dünya’da işletmeler buldukları piyasada varlıklarını sürdürebilmeleri için kaynaklarını en etkin biçimde kullanmak zorundadırlar. En az girdi ile en yüksek çıktı bileşimini elde eden işletmeler küreselleşen Dünya’ya ayak uydurabilmektedir. Bu noktada işletmelerin hayatlarını sürdürebilmeleri için, çeşitli performans ölçüm yöntemleri kullanarak gerçekleştirdikleri faaliyetleri ve sonuçlarını çok iyi ölçmeleri ve aksaklıkları bulup gidermeleri gerekmektedir. Bu noktada performans ölçümü kritik bir önem kazanmış ve özellikle son dönemde sıklıkla araştırma konusu olmaya başlamıştır. Performans ölçümü konusunda, **etkinlik kavramı**, önemli bir performans göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim etkinlik, elde edilen çıktıların planlanan çıktılara oranı olduğundan, hedefe ne derece yaklaşıldığını gösterir. Bu sayede yöneticiler, mevcut performansın olumlu ve olumsuz yönde nelerden etkilendiğini belirleyerek, kurum çalışanlarının performansını artıracak önlemler alacaklardır.

Bir şirket performansının ölçümünde etkinliğin öneminin giderek daha da artması ile birlikte, etkinlik ölçümüne yönelik birçok teknik geliştirilmiştir. Bu doğrultuda etkinliğin ölçümünde kullanılan üç temel yöntem bulunmaktadır. Bunlar oran (rasyo) analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemlerdir.

Her birinin çeşitli kullanım alanlarının olmasına karşın, son yıllarda birçok girdi ve birçok çıktının farklı ölçü birimlerine sahip olduğu sektörlerde göreceli etkinliği ölçen ve 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen parametrik olmayan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi ön plana çıkmaktadır.

Charnes 1978 yılında yayınladığı makalesinde benzer girdiler kullanarak benzer çıktılar üreten, girdiyi çıktıya dönüştürmekten sorumlu birimlere “Karar Verme Birimi (KVB) (Desicion Making Unit, DMU)” adını vermiştir. Bu karar verme birimleri kurum, firma, bölüm, işletme, üniversite olabildiği gibi tek bir kuruma ait girdi ve çıktıları gösteren yıl değerleri de olabilir. Veri Zarflama Analizi ile birden çok girdi ve çıktıya sahip bu karar birimlerinin göreceli etkinliği ölçülebilmektedir.

Veri Zarflama Analizi ile gözlenen ya da incelemeye alınan karar birimleri arasında en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten “en iyi” karar verme birimleri belirlenebilmektedir. En iyi olarak belirlenen karar birimleri etkinlik sınırını oluştururken herhangi bir karar biriminin etkinliği bu sınıra göre ölçülmektedir. Yöntem, sınır üzerinde yer alan en iyi karar birimlerini etkin olarak değerlendirirken, sınır üzerinde yer almayan diğer karar birimlerini ise etkinsiz olarak değerlendirmektedir.

Buraya kadar anlatılan süreçte en önemli aşama karar verme birimlerinin etkinliklerinin belirlenmesinde kullanılacak olan girdi ve çıktıların belirlenmesidir.

Doğru girdi ve çıktıları tespit etmede bir yol gösterici olarak Temel Bileşenler Analizi (TBA) önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü TBA sübjektif bir yöntemle seçilecek olan girdi- çıktı bileşimlerini objektif olarak seçmeyi mümkün kılmaktadır. TBA sonucunda oluşan temel bileşen yüklerine dayalı olarak değişken seçimi yapılabileceği gibi, mümkün tüm girdi ve çıktı kombinasyonları için gerçekleştirilen çok sayıda Veri Zarflama Analizi (VZA) sonucunda elde edilen etkinlik skorlarına TBA uygulanarak, duyarlı bir etkinlik incelemesi yapılabilmektedir.

Tez çalışmasında da firma performansını doğrudan etkileyen etkinlik faktörü ve etkinliğin ölçümü üzerinde durulmuştur. Bu amaçla, tezin ikinci bölümünde verimlilik ve etkinlik kavramlarına yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde etkinlik ölçüm yöntemleri değerlendirilmiş ve VZA dışında kalan yöntemler incelenmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde ise etkinlik ölçüm yöntemlerinden VZA ayrıntılı olarak incelenmiş, uygulama bölümü öncesi okuyucunun analiz hakkında bilgi sahibi olması hedeflenmiştir.

Beşinci bölümde ise TBA hakkında kısa bir bilgi verilip TBA'nın, VZA üzerindeki yeri ve öneminden bahsedilmiştir.

Çalışmanın altıncı bölümünde ise uygulama kısmına yer verilmiş olup Türkiye’de faaliyet gösteren 16 hayat dışı sigorta şirketi uygulama kapsamına alınmıştır. Bu aşamada tüm mümkün girdi ve çıktılarından oluşan tüm modellerin VZA sonucunda elde edilen skorları TBA için veri kümesini oluşturmuştur. Daha sonra uygulanan TBA ve VZA skorlarına göre bu sigorta şirketlerinin etkinlik sıralamalarına yer verilmiştir. Elde edilen sonuçların tartışması ise tezin son bölümünde yapılmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

2. ETKİNLİK İLE İLGİLİ KAVRAMLAR VE TANIMLAR

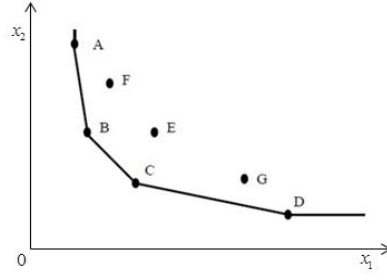
Değişme hızı giderek artan Dünya ekonomisi, bir taraftan, işletmeleri kendine uymaya ve sürekli yenilik yapmaya zorlarken, diğer taraftan, yoğun bir rekabetle karşı karşıya bırakmaktadır. Karmaşık hal alan rekabet ortamı ise işletmeleri kaynakları etkin şekilde kullanmaya zorlamaktadır. Bu gerçek doğrultusunda, günümüz yöneticileri, rekabet ettikleri sektör içindeki konumlarını görelî olarak değerlendirmeye çalışmaktadırlar [1].

Teknolojik gelişmeler neticesinde, işletmelerde daha önceleri temelde yer alan pek çok problem hızla aşılmış ve son zamanlarda etkinlik ve verimlilik konusu ön plana çıkmıştır. Yaşanan rekabet, işletmeleri kaynaklarını en etkin şekilde kullanmaya zorlamıştır. Bunu sağlamak için işletmelerin rekabet ettikleri sektör içinde performanslarını görelî olarak değerlendirmeleri ve etkinlik sınırında yer almak için referans almaları gereken işletmeleri belirlemeleri gerekmektedir [2].

Şirketlerin performanslarının değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden birisi etkinlik analizidir. Etkinlik ölçümü, işletmenin bulunduğu rekabet ortamı içindeki yerini belirlemesine yardımcı olmakta, mevcut girdilerden nasıl en iyi çıktı üretebileceğini göstermektedir.

2.1.ETKİNLİK SINIRI

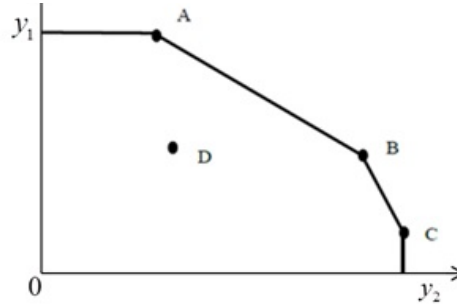
Etkinlik sınırı, karar biriminin belirli bir çıktı miktarını, girdi faktörlerinden ne miktarda kullanarak üretebileceğini göstermektedir. Girdi faktörleri, tek bir çıktı faktörünün üretiminde farklı oranlarda kullanılabiliriyorsa, birbirleri yerine ikame edilebiliyorsa, üretim fonksiyonu $y=f(x_1,x_2)$ şeklinde yazılabilmektedir. Verilen ifadede, sabit çıktı miktarını ve iki girdi faktörünün y çıktı miktarını verebilecek karışımlarını göstermektedir. Sabit üretim düzeyini sağlayan çeşitli faktör bileşimlerinin geometrik yeri etkin sınır olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 1:Girdiye Yönelik Etkinlik Sınırı

Şekil 1'de yer alan etkinlik sınırı, KVB'lerini etkin ve etkin olmayan KVB'leri olmak üzere iki ayrı gruba ayırmıştır. Etkinlik sınırı üzerinde bulunan A, B, C, D gözlemleri etkin; sınırın dışında yer alan E, F, G gözlemleri ise etkin değildir. Etkin olmayan gözlemler için çıktı miktarları sabit tutularak girdi miktarlarında bir azalma söz konusu olduğunda etkinlik sınırına yaklaşma sağlanabilir. Benzer bir süreç tek girdi iki çıktı durumunda da çıktıya yönelik olarak düşünülebilir. Bu durumda da girdi miktarları sabit tutulup çıktı miktarlarının artırılması amaçlanarak etkinlik sınırına yaklaşmak söz konusu olacaktır.

Çıktıya yönelik etkinlik sınırı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2:Çıktıya Yönelik Etkinlik Sınırı

Şekil 2'deki etkinlik sınırı da gözlemleri etkin (A, B, C) ve etkin olmayan (D) gözlemler olarak iki gruba ayırmaktadır [3].

2.2. ETKİNLİK

Etkinlik, bir işletmenin veya örgütün tanımlanmış amaçlarına ve stratejik hedeflerine ulaşmak amacıyla gerçekleştirdikleri faaliyetlerin sonucunda, bu amaç ve hedeflere ulaşma derecesini belirleyen bir performans boyutudur [4]. Etkinlik amaçlara yönelik bir kavramdır. Bu özelliği nedeniyle etkinlik işletme düzeyinde toplam performansı yansıtan en önemli boyuttur.

Etkinlik ölçümü sayesinde kuruluşlar kaynaklarını ne derece etkin kullandıklarını öğrenebilme fırsatına sahip olmaktadır. Etkinlik ölçümü sonucunda elde edilecek bilgi, kaynak kullanımını etkinleştirmek, verimliliği artırmak, doğru kararların alınmasına temel oluşturmak amacıyla kullanılabilir [5].

Var olan girdiden, gerçekten ihtiyaç duyulan çıktının sağlanma derecesini ve var olan kapasitenin kullanılma durumunu gösteren etkinliği aşağıdaki şekilde ifade etmek mümkündür;

$$Etkinlik = \frac{\text{Gerçek çıktı}}{\text{Gerçek kapasite}}$$

Mevcut rekabet ortamı içerisinde etkinlik ölçümü; işletmenin nerede olduğunu belirlemesine olanak vermekte ve eldeki girdilerden ne denli iyi bir biçimde çıktı üretilebileceğini göstermektedir. Bu işletmenin elinde bulundurduğu girdi bileşimini en uygun biçimde kullanarak mümkün olan en çok çıktıyı üretmedeki başarısı “teknik etkinlik” ve uygun ölçekte üretim yapmadaki başarısı da “ölçek etkinliği” olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşenler işletmenin genel ekonomik etkinliğini belirlemeye yardımcı olmaktadır [6].

Etkinlik ölçümü araştırmalarının şu faydaları sağlayacağı öne sürülmektedir:

Öncelikle benzer ekonomik birimlerin karşılaştırılmasına ve daha rasyonel karar verilmesine katkı sağlamaktadır. İkinci olarak, ekonomik birimler arasındaki etkinlik değişmelerinin yönü ve büyüklüğü belirlenmekte, son olarak da, etkinliklerin ve dolayısıyla faktör verimliliğinin artmasında yeni politikaların oluşumuna katkı sağlamaktadır [7].

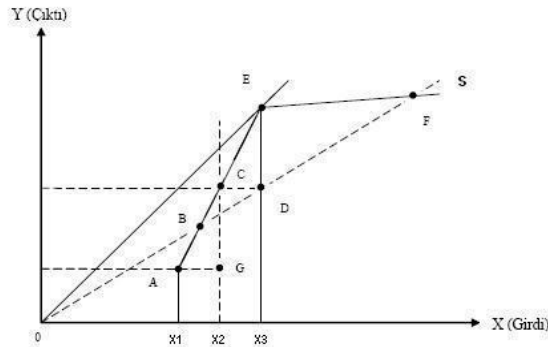
İşletmelerin genel ekonomik başarısını (performanslarını) ölçmek için birbirleriyle ilişkili birtakım kavramlar geliştirilmiştir. Bu kavramlar aşağıda açıklanmıştır.

2.2.1. Teknik Etkinlik

Üretim, girdilerin çıktılara dönüştürülme sürecidir. Bu sürecin etkin olabilmesi mevcut teknoloji ve teknolojik değişme çerçevesinde, belirli bir girdi birleşiminin kullanılarak maksimum çıktının elde edilmesine veya belirli bir çıktı bileşiminin en az girdi kullanılarak üretilmesine bağlıdır. Teknik etkinlik girdi birleşiminin en verimli şekilde kullanılarak mümkün olan maksimum çıktıyı üretme başarısıdır [8].

Teknik etkin olan karar birimlerinin etkin üretim sınırı üzerinde yer almaları gerekmektedir. Bu anlamda üretim sınırı, teknik etkin olan tüm mümkün üretim karışımlarının kümesidir. Başka bir deyişle, etkin üretim sınırında faaliyet gösteren firmalar girdilerin çıktılara dönüştürülmesinde tam teknik etkinliğe (full technical efficiency) sahiptir. Etkin üretim sınırı, bir mal ve hizmetin üretiminde, veri teknoloji seviyesinde, optimal girdi bileşimiyle elde edilebilecek en yüksek üretim miktarlarının oluşturduğu teorik sınır olarak tanımlanmaktadır [9].

Teorik olarak bu sınır, teknik etkinliğe ulaşmış yani üretim sınırını tanımlayan karar birimleri ve bunların doğrusal kombinasyonları sonucunda ortaya çıkan varsayımsal karar birimlerinin oluşturduğu sınır olarak da tanımlanabilir.



Şekil 3: Teknik Etkinlik

Şekil 3'te, **S** etkin üretim sınırı, tam teknik etkinlik koşullarında belirli çıktı düzeylerini üretmek için gerekli minimum girdi miktarlarını göstermektedir. Tek girdi ve tek çıktı durumu dikkate alınarak yapılan analizde de elde edilen sonuçlara göre, A, B, C, E, F karar birimleri etkin üretim sınırının üzerinde bulunmakta ve teknik etkin olarak tanımlanmaktadır. G ve D karar birimleri ise bu sınırın altında, teknik etkin olmayan bir durumdadır. G karar birimi A ile aynı miktarda çıktıyı A 'dan daha fazla

girdi ile üretmektedir. Yine aynı karar birimi G, C ile aynı girdi miktarını kullanmasına karşın, C karar biriminden çok daha az miktarda çıktı üretmektedir. Bu üç karar birimi arasında yaptığımız kısa analizde G karar biriminin C'ye doğru kayarak teknik etkinliğini arttırabileceği sonucuna varabiliriz. Yine aynı üç karar birimi arasında C en verimli karar birimi olarak gözlenmektedir. Teknik etkin olan A, C kadar verimli değildir ve C'ye doğru kayarak teknik etkinliğini korurken verimliliğini de arttırabilir.

Aynı üretim imkânlar kümesinde başka bir karar birimi olan D, B ve F karar birimleri ile aynı verimlilik düzeyine sahip olması karşın teknik etkin değildir. Aynı şekilde E karar birimi ile aynı miktarda girdi kullanarak ondan daha az çıktı elde etmektedir. En yüksek verimlilik düzeyine sahip E'ye doğru kayarak hem verimliliğini hem de teknik etkinliğini arttırabilir. Bu birimin teknik etkinlik derecesi etkin üretim sınırından uzaklığının bir ifadesi olarak **OX2/OX3** oranıdır. G karar biriminin ise etkin üretim sınırına olan uzaklığı **OX1/OX2** oranıdır [10].

2.2.2. Ölçek Etkinliği

Etkinlik ölçümüyle tanımlanması gereken kavramlardan biriside ölçek etkinliğidir. Ölçek etkinliği, optimal ölçekte üretim yapılamayan durumların ortaya çıkardığı kayıpların sonucu olarak görülmesi sebebiyle, uygun ölçekte üretim yapma başarısı şeklinde değerlendirilir. Buna bağlı olarak, işletmelerde en verimli ölçek büyüklüğü kavramı öne çıkar. Banker(1984) tarafından ortaya atılan en verimli ölçek büyüklüğü kadar üretim yapmayan, olması gerekenden daha fazla ya da daha az üretim yapan işletmelerin verimliliklerinin azaldığı belirlenmiştir [11].

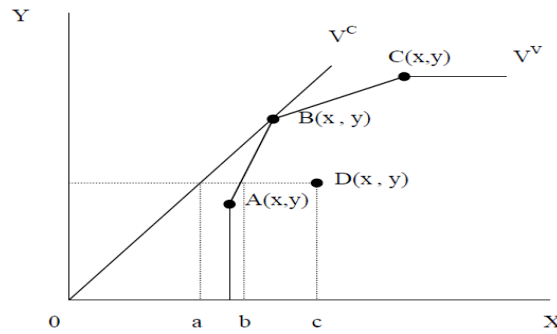
Bir üretim sürecinde, girdiler aynı oranda arttırıldığında çıktı seviyesindeki artış, girdilerdeki artış oranından farklı ise ölçeğe göre değişken getiri söz konusudur. Bu farklılık artı yönde ise, yani çıktılardaki artış girdilerden fazla ise ölçeğe göre artan getiri, eksi yönde ise yani çıktılardaki artış girdilerden daha az ise, ölçeğe göre azalan getiri söz konusudur. Eğer girdiler aynı oranda arttırıldığında çıktı seviyesindeki artış, girdilerdeki artış oranından farklılık göstermiyorsa bir başka deyişle, girdi miktarındaki 1 birimlik artışa karşılık çıktı miktarında da 1 birimlik artış gerçekleşiyorsa, ölçeğe göre sabit getiriden bahsedilir. Herhangi bir işletme için, üretim fonksiyonu, ölçeğe

göre değişken (artan ya da azalan) getiri özelliğine sahip ise çok küçük ya da çok büyük olmak rasyonel değildir [10].

Şekil4'te tek girdi ve tek çıktı için, V^C doğrusu ölçeğe göre sabit getiri, V^V ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımına göre iki ayrı üretim sınırı gösterilmektedir. Ölçek etkinliği V^C doğrusu ile V^V eğrisi arasındaki uzaklık tarafından belirlenmektedir. B noktasındaki bir işletme her iki etkin üretim sınır üzerinde bulunduğu için optimal üretim ölçeğinde faaliyet göstermektedir. A noktasında faaliyet gösteren işletme ise V^V etkin üretim sınırının, ölçeğe göre artan getiri bölümünde yer aldığı için optimal ölçeğine göre küçüktür. Bu nedenle, üretimini her iki etkin üretim sınırının üzerinde bulunan B noktasına gelinceye kadar artırmalıdır. C noktasında bulunan işletme V^V etkin üretim sınırının, ölçeğe göre azalan getiri bölümünde yer aldığı için optimal üretim ölçeğine göre büyüktür ve üretimini azaltmalıdır. D noktasında faaliyet gösteren işletme ise hem ölçek etkinliğine, hem de net teknik etkinliğe sahip değildir.

Bu işletmenin net teknik etkinliği Ob/Oc ve ölçek etkinliği Oa/Ob 'dir [12].

$$\begin{aligned}\text{Teknik etkinlik}(D) &= \text{Net teknik etkinlik} * \text{Ölçek etkinliği} \\ &= (Ob/Oc) * (Oa/Ob) \\ &= Oa/Oc\end{aligned}$$



Şekil 4: Ölçeğe Göre Sabit ve Değişken Getiri

2.2.3. Tahsis Etkinliği

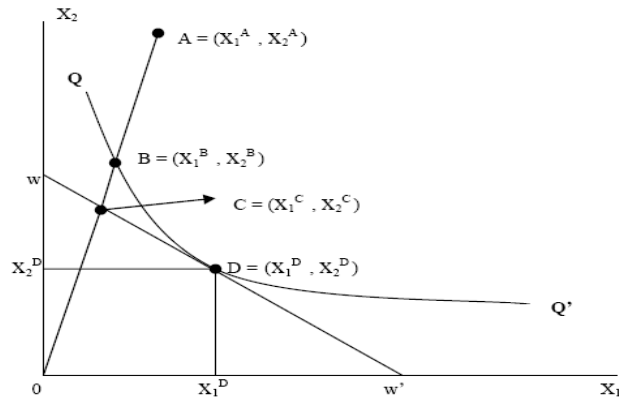
Tahsis etkinliği veya literatürdeki diğer adıyla fiyat etkinliği sayesinde, girdi ve çıktı fiyatları dikkate alınarak, üretim maliyetini minimum yapacak optimal girdi bileşimini seçme öngörüsü yapılabilir.

Tahsis etkinliği, girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki grupta incelenebilir.

a. Girdiye yönelik tahsis etkinliği; işletmedeki girdi fiyatları dikkate alınarak en uygun girdi kombinasyonunu seçebilme öngörüsü olarak ifade edilebilir. İstenilen sürece ait girdi fiyatları belirli iken, KVB ekonomik olmayan bir girdi kombinasyonu seçtiğinde, bu tercihin getireceği maliyet yükü tahsis etkinliği ile değerlendirilir.

b. ıktıya yönelik fiyat etkinliği ise; çıktı fiyatları göz önüne alınarak, KVB'nin kazanacağı geliri en oklayacak çıktı kombinasyonunu seçebilme öngörüsüdür. O dönemdeki çıktı fiyatlarına bakıldığında, KVB'nin uygunsuz çıktı bileşimini tercih etmesinin sebep olacağı gelir kaybı da çıktıya yönelik fiyat etkinliği ile değerlendirilir [11].

şekil 5'te QQ' eğrisi mevcut iyi üretim teknolojiyi kullanarak sabit miktardaki bir çıktıyı üretmek için olası girdi bileşimlerini temsil eden, etkin üretim sınırını, WW' ise eş maliyet doğrusunu temsil etmektedir. QQ' eğrisinin her noktasında firma tam teknik etkinliğine, WW' eş maliyet doğrusunun üzerindeki her noktada ise, tahsis etkinliğine sahiptir. Teknik etkinlik ve tahsis etkinliğinin bir birleşimi olan maliyet etkinliği de, hem etkin üretim sınırında hem de eş maliyet doğrusu üzerinde bulunan D noktasındaki girdi bileşiminde gerçekleşecektir.



şekil 5: Tahsis Etkinliği

A noktasındaki karar birimi ne teknik etkinliğe ne de tahsis etkinliğine sahiptir. Firmanın teknik etkinliğe sahip olmamasının nedeni en uygun teknoloji kullanımını temsil eden etkin üretim sınırı (QQ') zerinde faaliyet göstermemesidir. şekil 5'teki OB doğru parçasının OA doğru parçasına oranına (OB/OA) Farrel teknik etkinlik derecesi denilmektedir. Firma daha iyi teknolojinin kullanımıyla girdi kullanımını

azaltarak teknik etkinlik derecesini yükseltebilir. Benzer şekilde firma en uygun girdi bileşiminde üretim yapmadığı için tahsis etkinliğine de (Farrel tahsis etkinliği) sahip değildir [12].

Bir başka anlatımla, firma **X2** girdisinden fazla, **X1** girdisinden ise az kullanmaktadır. **OC** doğru parçasının **OB** doğru parçasına oranı (**OC/OB**) firmanın tahsis etkinliği derecesi olarak belirlenebilir [13].

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Etkinlik ölçümü, mevcut rekabet ortamı içinde firmanın nerede olduğunun belirlenmesine olanak sağlamakta ve eldeki girdilerden ne denli iyi bir biçimde çıktı üretebileceğini göstermektedir [14].

Bu bağlamda; etkinlik ölçme teknikleri genellikle oran analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar.

3.1. ORAN ANALİZİ

Oran analizi en sıklıkla kullanılan verimlilik ve etkinlik ölçme yöntemidir. Etkinlik ve verimlilik ölçmede çok sık olarak kullanılan oranlar birden fazla girdinin ve çıktının söz konusu olduğu durumlarda yetersiz kalmaktadır. Çünkü bu yöntem esas olarak tek bir çıktının tek girdiye oranı şeklinde tanımlanmaktadır. Tüm girdilerin ve çıktıların ortak bir birime dönüştürülemediği durumlarda etkinliği veya verimliliği ölçmek amacıyla kullanılan girdiler ve çıktılar ayrı ayrı değerlendirilmek zorunda kalmaktadır [9].

Etkinlik ölçüm yöntemlerinden en basiti olan Oran Analizlerine uygulamada tek girdi ve tek çıktıya sahip olan KVB'lerin performanslarının karşılaştırılması durumunda rastlanmaktadır. Tek bir çıktının bir girdiye oranlamasına dayalı bir teknik olan Oran Analizleri; çok az bilgi gerektirmesi ve oldukça kolay bir yöntem olmasından dolayı işletmelerce yaygın olarak kullanılmaktadır [3].

Fakat “etkinlik ölçme sürecine konu olan girdilerin ve çıktıların ayrı ayrı değerlendirilmesi gereken ve bu nedenle de çoğunlukla yorumlanması olanaksız sonuçların ortaya çıkmasına sebep olan bir yöntem olup, esas olarak “tek bir çıktının tek bir girdiye oranı” olarak tanımlanabilir” [7].

Tüm girdi ve çıktı faktörleri ayrı ayrı veya gruplanarak birbirlerine oranları alınsa bile genellikle karar biriminin performansını en iyi gösteren az sayıda oran hesaplanmakta ve performans göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır. “Oran analizi

fiili olarak gerçekleşen verilerin değerlemesini yapan, geçmişe dayalı bir değerlendirme yöntemidir.”

Tipik bir oran analizi için gerekli olan 3 aşama vardır:

- 1) “Karşılaştırılabilir” bir karar birimi grubu oluşturulur. Bu gruplama istatistiksel tekniklere (kümeleme analizi) ve/veya uzman kişilerin yargılarına dayanır. Böyle bir grubun oluşturulması, karşılaştırma sonuçlarının anlamlı olması açısından önemlidir.
- 2) Önemli olduğu düşünülen çeşitli girdi/çıktı ve/veya çıktı/girdi oranları tanımlanır ve her karşılaştırılabilir karar birimi için bu oranlar hesaplanır.
- 3) Karar birimine ait veriler, oranlar şeklinde hesaplanır ve her karar birimine ait oranın, tüm birimlerin toplamı için hesaplanan ortalama değerden farklılığını (altında veya üzerinde olup olmadığı) saptamak amacıyla karşılaştırma yapılır. Yapılan karşılaştırmaya dayanarak karar birimleri grubunun ortalamasından farklı değerlere sahip birimler için ne gibi önlemlerin alınması gerektiği tespit edilir [15].

Oran analizi işletmelerin performansının ölçümünde oldukça kolay bir yöntem olması ve çok az bilgi gerektirmesi nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, finansal analizlerde likidite, faaliyet, kârlılık vb. oranlar kullanılır [16]. Fakat bu noktada oran analizinin zayıf bir yönü karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, finansal analizlerde kullanılan likidite, faaliyet, karlılık vb. oranlar sadece ilgili dönem içerisinde ve ilgili orana konu olan kalem bazında yapılabilir.

Ayrıca oran analizi ile yapılan ölçümlerde, bazı oranlar işletmeyi son derece etkin gösterirken bazı oranlar da oldukça başarısız gösterebilmektedir. Ayrıca kullanılan her orana göre farklı karar birimi en verimli bulunabilir [9].

Bu olumsuzluğun giderilebilmesi için, tekil oranların tek boyutluluğunu dengeleyen “genişletilmiş oran kümeleri” geliştirilmiş ise de bunlar da tek boyutlu yapıdan kurtulamamıştır. Bu nedenle, etkinlik ölçüm çalışmalarında değişik oranların anlamlı bir şekilde ağırlıklandırılarak tek bir ölçütün türetilmesine fazlasıyla ihtiyaç duyulmaktadır [17].

Oran analizinde her bir oranın ayrı ayrı incelenmesi sonucunda genel bir etkinlik değerlendirmesi yapmak mümkün olmamakla beraber, etkin olmayan

birimlerin etkin hale getirilmesi için bir öneri yapılamamaktadır. Bu noktadan hareketle, çok sayıda girdi ve çıktı kullanılacak olan işlemlerde oran analizini kullanmak pek uygun olamamaktadır. Oran analizi sonucu elde edilmiş olan oranlar tek başlarına anlam taşımamakta ve herhangi bir yoruma ışık tutmamaktadır.

2.2. PARAMETRİK YÖNTEMLER

Oran analizinin kullanılamayacağı çok girdinin ve çıktının olduğu durumlarda geliştirilen bir diğer verimlilik ölçüm tekniği parametrik yöntemlerdir. Oran analizi ile firmanın kısıtlı bir yönünün veya işlevsel yönlerinin detayları ile ilgili verimlilik sonuçları elde edilmektedir. Bileşik birimlerin toplam verimliliği mikro ölçekli bu değerlendirmeleri etkisiz kılmaktadır. Parametrik yöntemler ağırlıklı olarak performans ölçümlerinde regresyon analizinden yararlanmaktadır [18].

Basit regresyon analizi, y bağımlı değişkeni ile x bağımsız değişkeni arasındaki bağıntıyı $y=a+bx$ biçiminde ifade eden modeli bulmak ve bu modelde yer alan a ve b katsayılarının önemliliğini test etmektedir. Çoklu regresyon analizinde ise bir bağımlı değişken ve birden çok bağımsız değişken bulunmakta ve $Y=a+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_px_p+e_p$, $p=1,\dots,n$ şeklindeki bir istatistiksel modele dayanmaktadır. Burada, sabit terim a ve regresyon katsayıları b_1, b_2, \dots, b_p bilinmeyen parametrelerdir. e_p , modelin hata terimi olmaktadır [5].

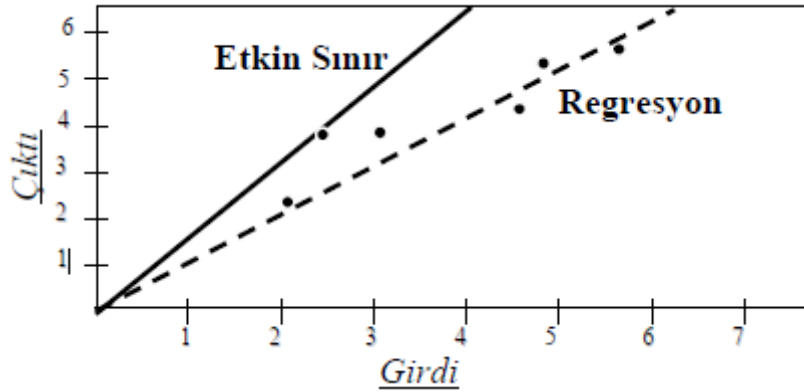
Parametrik yöntemlerle etkinlik ölçümünde genel olarak üretim fonksiyonunun bir çıktısı birçok girdi ile ilişkilendirilerek tanımlanan regresyon teknikleri kullanılmaktadır. Birçok girdi ile birçok çıktının ilişkilendirildiği parametrik yöntemler de geliştirilmiş olmasına rağmen, bu yöntemler yaygın kullanım alanı bulamamıştır. Regresyon analizinde, aralarında neden-sonuç ilişkisi olduğu bilinen bağımlı (açıklanan) ve bağımsız (açıklayan) değişkenler arasındaki ilişkinin nedensel yapısı belirlenmeye çalışılır. Bu nedensel ilişkinin kuramsal olarak var olması ve değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonel yapısının bilinmesi gerekmektedir. Fonksiyonel yapıyı öğrenmek için de değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren nokta grafiklerinden yararlanılır [16].

Çoklu regresyon analizi ile yapılan etkinlik ölçümünde, regresyon doğrusunun üzerinde yer alan birimler etkin olarak tanımlanırken, doğrunun altında kalan birimler

etkin olmayan olarak nitelendirilmektedir. Analiz sonunda elde edilen artık değerleri pozitif ise verimli, negatif ise verimsiz karar birimlerini tanımlamaktadır [10].

Yani eldeki veriler doğrultusunda en etkin karar verme biriminin regresyon doğrusunun üzerinde olduğu ve bu doğrunun etkinlik sınırı olduğu kabul edilerek bu doğrudan sapma göstermeyen karar verme birimlerinin etkin, sapma gösteren karar verme birimlerinin ise etkin olmadığı sonucuna varılır. Ayrıca bu yöntem de her zaman rastgele bir hatanın olacağı da varsayılır.

Şekil 6'da da incelenebileceği gibi bu yöntemde genel olarak bir gözlem kümesi vardır ve bu küme içinde en iyi performans regresyon doğrusu üzerinde olduğu varsayılarak, bu doğrudan sapma göstermeyen gözlemler etkin, sapma gösteren gözlemler ise etkin değil olarak tanımlanır. Ayrıca, bu yöntemle yapılan tahminler sonucu ortaya çıkan ortalama fonksiyon teoride ve pratikte, verimli üretim olanaklarını yansıtmadığından, verimlilik ölçme amaçlı kullanıma durumunda yanılgılara yol açmaktadır. Pratikte, ortalama bir performans standardı benimsemek, aslında bir çeşit verimsizliğin kabullenilmesi anlamına gelmektedir. Çünkü ulaşılabilir olan seviyeyi düşürerek ortalama standartları benimsemek, performansta olabilecek olan ilerlemelerin göz ardı edilmesi demektir [9].



Şekil 6:Etkinlik Sınırı ve Regresyon Doğrusu

Oran analizine göre daha çok tercih edilen regresyon analizinin de bazı eksik ya da yetersiz olduğu noktalar vardır.

İlk olarak, basit regresyon analizinin, birden çok bağımsız değişkene karşın ancak bir bağımlı değişkenin analizini yapabilmesidir. Oluşan modeller, bir/birden çok girdili, tek çıktılı olarak sınırlanmak zorundadır. Dolayısıyla çok çıktılı üretim ve

hizmet birimlerinde, hatta çıktının ne olduğu konusunda bir uzlaşmanın olmadığı bir birimde bu yöntemlerin kullanılabilirliği sınırlıdır [10].

İkinci olarak “regresyon analizinde en büyük sorun ortalama ilişkilerin yani merkezi eğilimin tahmininde en küçük kareler yönteminin (Fiili gözlemlerin doğrusal sapmalarının kareleri toplamının en küçük kılınması) kullanılmasının doğurduğu sonuçlardır” [8].

Bu nedenle etkinlik analizinde en küçük kareler yöntemi kullanıldığından regresyon analizinde en iyi performansa göre etkinlik analizi yerine ortalama performansa göre göreceli verimlilik ölçümü yapılır. Bu nedenle yöntem karar birimlerinin verimlilik, kazanç veya kayıplarını ortaya koyması açısından fazla bilgi sağlayamaz [15].

Üçüncü olarak ise kullanılan üretim fonksiyonunun yapısının belirlenmesine ilişkindir. Regresyon analizi, bir eşitlikte bulunan çıktılarla girdilerin nasıl ilişkilendirildiğine dair parametrik bir üretim fonksiyonun tanımlanmasını gerektirmekte ve verimsiz çalışan karar birimlerini tanımlayamamaktadır. Özellikle yapısal üretim fonksiyonunun tanımlanmasının güç olduğu kurumlarda regresyon analizi performans ölçümünde oldukça yetersiz kalmaktadır. Diğer bir yandan, aynı sektörde faaliyet göstermesine karşın, farklı teknolojiler ve farklı girdi kombinasyonları kullanarak üretim yapan firmalar arasında, üretim fonksiyonunun tek bir yapıda tanımlanmasının zorluğu, regresyon analizinin gerektirdiği ortak bir fonksiyonun kullanılmasını güçleştirmektedir [10].

Parametrik yöntemde üç farklı yaklaşım bulunmaktadır:

Stokastik Sınır Yaklaşımı (Stochastic Frontier Approach): Bu yaklaşımda maliyet, kâr ya da üretimin girdi, çıktı ve çevre faktörleriyle açıklayan bir ilişki kurulmakta ve hata teriminin varlığına izin verilmektedir [19].

Stokastik Sınır Yaklaşımı, bazen Ekonometrik Sınır Yaklaşımı (Econometric Frontier Approach) olarak da kullanılır. Stokastik Sınır Yaklaşımı, maliyet, kar, üretim ile girdi, çıktı ve çevresel faktörler arasında fonksiyonel bir ilişki kurar. Ayrıca bu fonksiyondan sapmanın bir kısmının rastgele olduğunu varsayar. Stokastik Sınır Yaklaşımı (Stochastic Frontier Approach, SFA), girdiler ile çıktılar arasında fonksiyonel bir ilişki olduğunu kabul eder ve etkinlik sınırını tahmin eder. Fonksiyon

belirlendikten sonra, istatistiksel yöntemler kullanılarak fonksiyonun bilinmeyen parametreleri hesaplanır [20].

Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım (Distribution Free Approach): Bu yaklaşımda hata teriminin ve etkin olmayan noktaların dağılımı üzerinde stokastik yaklaşımda olan güçlü varsayımlar kaldırılmıştır. Etkinliğin istikrarlı olması, etkin olmayan noktaların negatif olmayan herhangi bir dağılım göstermesi ve rastgele hatanın ise ortalaması sıfır olacak şekilde dalgalanması yaklaşıma ilişkin temel varsayımlardır. Bu yaklaşım, her işletmenin herhangi bir noktadaki etkin olmamasından ziyade en iyi uygulamadan ortalama sapmasını göstermektedir [19].

Uzun vadede sabit olduğu varsayılan bir işletmenin verimliliğinin teknoloji, yasal düzenlemelerdeki değişiklikler, faiz hadlerinin değişkenliği veya benzeri etkenler yüzünden anlamlı oranda değişmesi durumunda, ölçülen her birimin en iyi gözlemden sapması dikkate alınmaktadır [21].

Kalın Sınır Yaklaşımı (Thick Frontier Approach): Bu yöntemde rastgele hata ve etkin olmayan noktaların dağılımlarına ilişkin herhangi bir kısıt getirilmemektedir. Yaklaşımda bir fonksiyonel yapı belirlenmekte, rastgele hata tahmin edilen performans değerlerinin en yüksek ve en düşük performans gösteren çeyreklerinden oluşmaktadır. En yüksek ve düşük çeyrekler arasında tahmin edilmiş performanstan sapmalar ise etkin olmama olarak kabul edilmektedir [19].

Bu durumda, Kalın Sınır Yaklaşımı, bir tek üretim biriminin etkinliğinin tahmini için uygun olmayan bir yöntem durumuna gelmektedir. Buna karşın kalın sınır yaklaşımı, genel etkinlik düzeyinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Kalın sınır yaklaşımında en yüksek ve en düşük değerlerin rastgele hata sayılarak ayıklanması, aslında stokastik sınır yaklaşımı ve dağılımdan bağımsız yaklaşımındaki kısaltma işlemine benzemektedir [22].

Burada açıklanan üç yaklaşımdan hangisinin diğerlerinden daha iyi ve daha elverişli olduğuna dair verimlilik literatürün de herhangi bir fikir birliği olmadığı görülmektedir. Aksine, bu üç yaklaşımın ortak noktalarına yöneltilen eleştiriler söz konusudur. Bu eleştirileri iki ana başlık altında toplamak mümkündür [23].

- Bu yaklaşımlar, maliyet, kar ve üretim gibi açıklanan değişkenlerle; girdi, çıktı ve çevresel faktörler gibi açıklayıcı değişkenler arasında işlevsel bir ilişki kurduğu için, bu ilişkinin oluşmasını mümkün kılacak bazı davranışsal varsayımlarda bulunmaktadırlar. Eğer bu varsayımlar yanlış ise, açıktır ki modelin bulguları tartışmalı hale gelecektir.
- Kalın sınır yaklaşımı, stokastik sınır yaklaşımı ve dağılımdan bağımsız yaklaşımlarında birden fazla açıklayıcı değişken kullanılabilmeyle beraber, ancak bir tane açıklanan değişken kullanmak mümkündür. Dolayısıyla birden fazla çıktının olduğu, hatta çıktının ne olduğu konusunda bile uzlaşmanın olmadığı bir sektörde, bu yöntemler nispeten kullanışsız hale gelmektedir.

3.3. PARAMETRİK OLMAYAN YÖNTEMLER

Parametrik olmayan yöntemler, doğrusal programlama kökenli teknikler kullanarak hesaplama sonucunda elde edilen etkinlik değerinin etkinlik sınırına olan uzaklığını ölçer. Bu yöntemler, parametrik yöntemlerde olduğu gibi üretim biriminin yapısı ile ilgili varsayımlara girmek zorunda olmadıkları için avantajlıdırlar. Ayrıca, söz konusu yöntemlerin birden fazla açıklayan ve açıklanan değişken kullanabilme gibi bir üstünlükleri daha vardır. Buna karşın rastgele hata terimi içermedikleri için; veri, ölçme ya da diğer nedenlerle oluşan hataları modele aktarır ve etkinlik sınırını yanlış tespit edebilirler [17].

Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri *girdi* ve *çıkıtı yönlü* olmak üzere iki grup halinde incelenebilir. Girdi yönlü olanlar, herhangi bir çıktı düzeyi için etkin olmayan karar birimlerinin girdilerini ne derece azaltmaları gerektiğini araştırırken, çıktı yönlü etkinlik ölçütleri ise herhangi bir girdi bileşimi için etkin olmayan karar birimlerinin etkin duruma getirilebilmesi amacıyla çıktılarını ne kadar artıracabilecekleri üzerinde durmaktadırlar [16].

Parametrik Olmayan Etkinlik Ölçümlerinin Güçlü Yönleri:

- Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri, birçok girdi ve birçok çıktıyı üretim ortamlarında işletmenin değişik boyutlarını herhangi bir birleştirme problemi yaratmadan tek bir etkinlik ölçütüne indirgemeye olanak sağlar. Bunu da, seçilen üretim imkân kümesinin ardında yatan varsayımlar aracılığıyla mümkün olduğunca anlamlı bir şekilde gerçekleştirmeye çalışır.
- Parametrik olmayan etkinlik ölçütlerinin büyük bir çoğunluğu, girdi ve çıktı ölçüm birimlerinden bağımsızdır. Bu özellikleriyle işletmenin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesine imkân sağlamaktadır.
- Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri, üretim fonksiyonunun analitik yapısı hakkında herhangi bir ön varsayım gerektirmezler. Bu açıdan, parametrik yöntemlere göre daha esnek bir yapıya sahiptir.
- Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri, her bir karar birimi için göreceli etkinliği hesaplarken amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı en çoklar ve her bir karar birimi için en uygun çözüm kümesini belirlerler. Oysa parametrik yöntemler endüstri grubunun tümünü göz önüne alıp ortalama etkinliğe göre ölçüm yapmaktadır.

Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri, gözlem kümesini etkin olanlar ve olmayanlar gibi iki ana gruba ayırırken, etkin olmayan her bir karar biriminin etkin hale dönüştürülebilmesi için ne çeşit önlemler alınmasına ilişkin önemli bilgiler türeterek işletme yöneticilerine yol gösterir [6].

Parametrik Olmayan Etkinlik Ölçümlerinin Zayıf Yönleri:

- Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri, esas olarak veri tabanlı yöntemler oldukları için, veri hatalarına karşı son derece duyarlıdır. Bu nedenle, etkinlik ölçümünde kullanılan diğer istatistiksel yöntemlerde olduğu gibi girdi ve çıktı verilerinin olabilecek hatalardan arındırılması için özen gösterilmelidir. Ayrıca, seçilen girdi ve çıktı bileşenlerinin üretim dönüşümünü iyi bir şekilde temsil edemediği durumlarda etkinlik ölçümü başarısız olmaktadır.
- Parametrik olmayan etkinlik ölçütlerinin önerdikleri zarflama tekniği, bazı durumlarda yetersiz kalmaktadır. Özellikle, doğal olarak zarflama imkânının

bulunmadığı durumlarda kuramsal karar birimi yeterince anlamlı olmamaktadır.

- Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri belirli bir gözlem kümesinden hareketle görelî etkinliği ölçmektedir. Gözlem kümesindeki aşırı derecede büyük ya da küçük girdi ve çıktı değerlerine sahip olan bazı gözlemler etkinlik sınırının oluşmasında problem yaratabilir.
- Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri, her ne kadar parametrik olmayan sınıfla tanılsa da, çok fazla sayıda karar değişkeninin (girdi ve çıktı ağırlıklarının her bir karar birimi açısından) hesaplanmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla çok fazla sayıda parametrenin yorumlanması gereğini beraberinde getirmektedir.

Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri her ne kadar etkin olan ve etkin olmayan karar birimlerini birbirlerinden ayırıyorsa da, etkin olan ve etkinlik sınırını oluşturan karar birimlerinin birbirleriyle karşılaştırılmasında yetersiz kalmaktadırlar [6].

Birçok girdi ve çıktının gözlemlendiği ve gözlenen bu girdi ve çıktıların tek bir toplam girdi ve çıktıya dönüştürülemediği durumlarda üretim etkinliğini ölçmek için kullanılan Veri Zarflama Analizi (VZA), en sık kullanılan parametrik olmayan yöntemlerden birisidir [7].

Parametrik yöntemlerin yukarıda belirtilen sakıncalarını ortadan kaldırmak amacıyla parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemlerinden birisi olan veri zarflama analizi bu tezin kapsamını oluşturmaktadır. Yöntem ilk olarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ortaya konulmuştur.

Veri Zarflama Analizi dördüncü bölümde detaylı olarak ele alınacaktır.

3.4. ETKİNLİK ÖLÇME TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölüme kadar anlatılan etkinlik ölçme tekniklerinin sağladıkları fayda açısından birbirlerine göre artı ve eksi yönleri vardır.

Her model kendi içinde tutarlı olduğu halde ölçümü yapılan birim için anlamsız olabilmektedir. Burada asıl üzerinde durulması gereken konu ölçülmek istenen duruma karşı en uygun modelin seçilmesidir [8].

Etkinlik ölçüm modellerinin nasıl kullanılacağına bilinmesi sağlıklı sonuç almak açısından önemlidir. Bu nedenle modeller arasındaki yöntem farklılıkları bilinmelidir. Tüm modelleri ve özellikle de parametrik olmayan bir yöntem olan VZA'yı detayları ile inceledikten sonra yapılan karşılaştırma daha anlamlı olmaktadır.

Tablo 1'de karşılaştırma yapabilmek adına her üç yöntemde kullanılan çeşitli analiz tekniklerinden birer örnek verilmiştir [24].

Tablo 1: Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

YÖNTEM SINIFI			
KARŞILAŞTIRMA ÖLÇÜTLERİ	Oran Analizi	Parametrik Yöntemler	Parametrik Olmayan Yöntemler
ÇÖZÜM TEKNİĞİ	Oranlamalar	Regresyon	İstatistiksel programlamalar
İÇERİK	Tek girdi/tek çıktı	Çok girdi/tek çıktı	Çok girdi/çok çıktı
VERİ TEMİNİ	Basit	Basit	Detaylı
UYGULAMA	Kolay	Kolay	Kolay (detaylı)
PERFORMANS ÖLÇÜMÜNE UYGUNLUK	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

Oran analizi, genel performans ölçümünde birçok yetersizlikleri olmasına karşın tek girdili ve tek çıktılı durumlar için basitliği ve sadeliği nedeniyle en uygun değerlendirme yöntemi olarak görülebilir. Ancak oran analizindeki oranlama, göreceli de olsa en iyiye göre değil, var olan değerlerin birbirine bölümüyle elde edilir. Bu ise; bir performans iyileştirmesine yönelik bir teknik değil, yalnızca bir durum belirlemesidir.

Parametrik yöntemler ise etkinliği ölçülecek olan birimin üretim fonksiyonunun analitik yapıya sahip olduğu varsayılarak bu fonksiyonun parametreleri belirlenmeye çalışılır. Parametrik yöntemlerle etkinlik ölçümünde genel olarak regresyon teknikleri ile tahmin yapılırken, burada da üretim fonksiyonu çoğunlukla bir tek çıktı ile birçok girdiyi ilişkilendirerek tanımlanmaktadır.

Parametrik olmayan yöntemler ise istatistiksel programlamayı çözüm tekniği olarak kabul eder. Bu yöntemler, üretim fonksiyonu ardında herhangi analitik formun varlığını öngörmez. Çok girdili ve çok çıktılı üretim ortamlarında performans ölçümü yapabilmek için uygun yapıya sahiptir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

4.1. VZA'NIN TANIMI

VZA, birden çok girdi-çıkıtının olduğu ve girdi-çıkıtların farklı ölçü birimlerine sahip olduğu durumlarda, karar birimlerinin görelî performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir. VZA da temel varsayım, tüm işletmelerin benzer stratejik hedeflere sahip olması ve aynı tür girdi kullanıp aynı tür çıktı üretmesidir [17].

Literatürde “Data Envelopment Analysis (DEA)” olarak geçen Veri Zarflama Analizi, doğrusal programlama teorisinin prensiplerine dayanan ve literatürdeki adı “Decision Making Units (DMU)” olan “*Karar Verme Birimlerinin (KVB)*” görelî verimliliğini tahmin etmek amacıyla tasarlanmış olan parametrik olmayan bir yöntemdir. VZA da “Karar Verme Birimi” teriminin anlamı, bazı girdileri bazı çıkıtlara dönüştürmekten sorumlu işletme ya da ekonomik kuruluşlardır. Bu tanım içerisine şirketler, organizasyonlar, şirket içi departmanlar, ülkeler vb. girebilir [8].

Karar Verme Birimi terimi ilk kez Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında önerilen CCR modelinde kullanılmıştır. *Veri Zarflama Analizi* terimi bu araştırmacıların “Amerikan Devlet Okullarındaki Eğitimde Program Tamamlama Deneyinin Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi” isimli raporunda tanıtılmıştır. *Program Tamamlama* 1970’lerin başlarında Amerika’da uygulanan ulusal anlamda büyük bir teşebbüstür ve amacı dezavantajlı öğrenciler için tasarlanan eğitim programlarını değerlendirmektir. Ancak denenen istatistiksel yaklaşımların sonuçları tatmin edici olmamıştır. Edwardo Rhodes, Carnegie Mellon Üniversitesinde yapmış olduğu bir doktora tezinde danışmanı olan Cooper’ın dikkatini, Farrell’in 1957 yılında “Journal of the Royal Statistical Society” isimli dergide yayınlanan “Verimlilik Etkinliğinin Ölçümü” adlı makalesi çekmiştir [16].

VZA, herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten “en iyi” gözlemleri, diğer bir ifadeyle etkinlik sınırını oluşturan KVB’leri belirler. Söz konusu sınırı “referans” olarak kabul edip, etkin olmayan KVB’lerin bu sınıra olan etkinlik düzeylerini radyal olarak ölçer. VZA çoklu

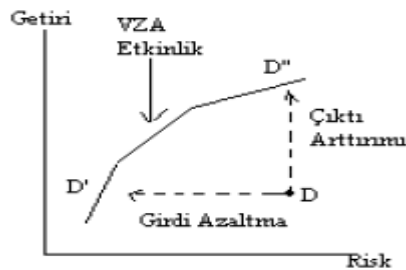
girdi ve çıktı değişkenlerinin bir doğrusal programlama modelinde kullanılarak her bir gözlem için bir tek etkinlik skorunun elde edilmesini sağlar [8].

Karar verme birimleri tarafından istenilen amaçlar doğrultusunda kullanılan üretim faktörleri girdi, yine bu amaca yönelik üretilen mal ve hizmetler çıktı olarak ele alınır. Söz konusu olan girdi ve çıktılar karar verme biriminin hizmet ettiği alan ve amaca göre farklı içeriğe sahip üretim faktörlerinden meydana gelir. Tüm karar verme birimleri üretime dâhil olan girdileri bir ya da daha fazla çıktıya dönüştürür [11].

KVB'nin bir çıktı kümesini oluşturmak için kaynakları ne kadar etkin kullandığını ölçmeyi amaçlayan VZA'da en iyi performans gösteren KVB'nin etkinlik skoru %100 iken diğer KVB'lerin etkinlik skoru 0–100 arasında değişmektedir [16].

VZA, karar alma birimlerinin etkin olmama miktarlarını ortaya koyarken, etkinliğe sebep olan kaynağı da ortaya koyabilmektedir. Bu da etkinlik ölçümü sonrasındaki strateji belirleme sürecine olumlu katkılar sağlamaktadır. Çünkü yöntemin bu özelliği sayesinde, çalışma sonuçlarına bakarak yönetici, etkin olmayan birim / birimlerde ne kadarlık bir girdi azaltma ve/veya çıktı miktarını artırmak gerektiğine ilişkin olarak karar alabilecektir. Böyle bir yaklaşım sayesinde, tüm birimlerin etkin sınır tarafından zarflanması sağlanmış olmakta ve bu sınırın dışında hiçbir birim kalmamaktadır. VZA'nın bu şekilde oluşturduğu parçalı doğrusal etkin sınır, analize ilişkin tüm noktaları içermesi nedeniyle tekniğe "veri zarflama" adının verilmesine neden olmuştur [25].

Bu anlatılanlar Şekil 7'deki gibi de gösterilebilir.



Şekil 7: VZA Etkinlik Sınırı

Temel Veri Zarflama Analizi anlayışında, VZA etkinlik sınırını belirtmekte ve standartları kıyaslamaktadır. Şekil 7’de x eksenini riski, y eksenini ise getiri göstermektedir.

D, etkin olmayan karar alma birimini göstermektedir. Etkinliğini arttırmak için risk D' 'ye kadar azaltılmalı, getiri ise D'' 'ye kadar arttırılmalıdır. D' ve D'' , D karar alma birimi için hedef noktalar olarak belirtilmektedir. VZA da çoklu performans ölçümleri, girdi ve çıktı şeklinde ifade edilmektedir. Şekil 7’de risk VZA girdisi, getiri ise VZA çıktısı olarak adlandırılmaktadır [26].

4.2. VZA ‘NIN LİTERATÜR VE TARİHSEL GELİŞİMİ

Veri Zarflama Analizinin hikâyesi Carnegie Mellon Üniversitesinin Şehir ve Halk İlişkileri okulunda Edwardo Rhodes’in doktora tezi ile başlar. W.W. Cooper danışmanlığı altında Edwardo Rhodes, federal hükümetin desteğiyle Amerika’da devlet okullarına devam eden (çoğunlukla siyah ve İspanyol) dezavantajlı öğrenciler için olan “Program Follow Through” eğitim programı değerlendirilmiştir. “Program Follow Through”a katılan ve katılmayan eşleştirilmiş birtakım okul gruplarının performansını karşılaştırmayı içermektedir[27]. Burada çoklu girdi ve çıktılarla tahmin yapmak amacıyla CCR (Chares, Cooper, Rhodes) formülasyonu olarak bilinen VZA oransal formülü ortaya atılmış ve VZA’yı ilk tanıtan çalışma olarak “European Journal of Operations Research”de yayınlanmıştır. Bu CCR formülü, ölçeğe göre sabit getiri durumunu varsaymaktaydı [8].

Başlangıçta yalnız teknik etkinliğin ölçümünde kullanılıp, ölçeğe has sabit getiri varsayımıyla uygulanan VZA yöntemi, 1984’te Banker, Charnes ve Cooper (BCC) tarafından ölçek etkinliğinde de uygulanmıştır. BCC, teknik etkinliğin ve ölçek getirisinin hesaplanması için CCR’nin doğrusal programlama modelinde bazı değişikliklere yer vermişlerdir. Özellikle Banker, 1984’te verimli ölçek kavramı ve ölçek getirisinin hesabı üzerine çalışmalar yapmıştır [11]. BCC modeli CCR modelinin ölçeğe göre sabit getiri varsayımını esnekleştirme ve çoklu çıktı çoklu girdi durumunda karar vericinin performansını ölçeğe göre artan azalan ya da sabit getiri varsayımı altında araştırmaya imkân tanımaktadır [10].

Bu formüller detaylı bir şekilde Seiford ve Thrall (1990:35-87) tarafından incelenmiş ve sınıflandırılmıştır. Ayrıca Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından ortaya atılan toplamsal model ve çarpımsal model adı altındaki farklı formüller de literatürde yer almaktadır. Ayrıca kategorik değişkenlerin de VZA modeli ile değerlendirilmesi yönünde çalışmalar yapılmıştır [15].

2000'li yıllara gelindiğinde veri zarflama analizi üzerine yapılmış çalışmaların binlerle ifade edilebildiğini söyleyebiliriz. 1978-2007 yılları arasında yayınlanmış 4000'den fazla esere ulaşmak mümkündür. Bu sayı yayınlanmamış çalışmalar, konferans, sunum ve bildirilerle 7000'in üzerine çıkmaktadır [28].

VZA literatürünün Türkiye'de ki bazı örnekleri ise aşağıdaki gibi sıralanabilir.

İçöz [3], 2013 yılındaki çalışmasında Türkiye'deki İstatistik bölümlerinin görece etkinliklerini ölçmeye çalışmıştır. VZA'nın CCR modeli yaklaşımına göre etkinlik değerlendirmesi yapmıştır.

Tekin [12], 2011 yılındaki çalışmasında Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ile Türkiye'nin görece finansal etkinliklerinin değerlendirilmesine ilişkin bir uygulama yapmış ve VZA modellerinden girdiye yönelik CCR modelini tercih etmiştir. Ayrıca, 27 AB Ülkesi ile Türkiye'nin finansal etkinliğinin değerlendirmesini yapmıştır.

Keklik [20], "Bankalarda Kredi Riski Yönetimi Performans Analizi ve Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Uygulama" çalışmasında yabancı sermayeli bankalardan Türkiye'de kurulmuş olanları çalışması kapsamında değerlendirerek etkinlik ölçümünü gerçekleştirmiştir. Çalışmasının sonunda ise risk yönetiminin bankalar için hayati öneme sahip olduğu ve uygulama sonucunda elde edilen bulgular bankanın hedef kitlesi, pazarlama stratejisi, risk alma karakteristiği gibi özellikleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

4.3. VZA'NIN UYGULANMASINDAKİ AMAÇLAR

Veri zarflama analizi uygulamanın temel amaçları şöyle sıralanabilir :

- 1) Her bir KVB için girdi ve çıktı faktörlerinin herhangi birinde göreceli etkin olmayan kaynaklarının ve miktarlarının belirlenmesi,

- 2) Göreceli etkinlik değerlerine göre birimlerin sınıflandırılması,
- 3) Kıyaslanan KVB yönetimlerinin değerlendirilmesi,
- 4) KVB'lerin kontrolleri dışındaki program ve politikaların verimliliklerini değerlendirmek ve programdaki etkin olmama ile yönetimde etkin olmamayı ayırt etmek,
- 5) İncelenen KVB'lerin istenilen çıktılarını üretmek için sınırlı kaynaklarını yeniden belirlemek,
- 6) KVB'ler arasındaki karşılaştırma ile etkin birimlerin ya da etkin girdi-çıkıtı kümelerinin belirlenmesi,
- 7) Spesifik girdi-çıkıtı kümeleri için yürürlükteki standartların gerçekleşen performansa göre incelenmesi ve gözden geçirilmesi,
- 8) Benzer konularda daha önce yapılmış çalışma sonuçlarının karşılaştırılması,
- 9) Çok sayıda değişken ve kısıtların bir arada değerlendirildiği istatistiksel programlama tekniklerini kullandığı için kullanıcıya daha rahat çalışma imkânı sunması,
- 10) İstatistiksel programlamanın sahip olduğu geniş teori ve metodoloji birikimi sayesinde yol gösterici analizlerin ve yorumların yapılabilmesine olanak sağlaması [6].

4.3.1. VZA'nın Uygulama Alanları

VZA, aynı amaç ve hedeflere sahip işletmelerin etkinliğini göreceli olarak ölçmektedir. Yöntem, bugüne kadar sağlık hizmetleri (hastaneler, doktorlar), eğitim (okullar, üniversiteler), bankalar, imalat sektörü, kıyaslama, yönetim performanslarının değerlendirilmesi, restoranlar, toptancılar, şehirler, kamu kurumları ve bölgesel gelişme alanlarında göreceli kaynak kullanımı verimliliği ölçümü yapmak amacıyla uygulanmıştır.

Veri Zarflama Analizinin kullanılabileceği bazı konular şunlardır

- **Eş Grupların Kullanımı:** VZA, her etkin olmayan birim için ona karşılık gelen bir küme etkin birim tanımlar ve bu birimler etkin olmayan birimler ile eş grup

oluştururlar. Eş gruptaki, her birimin girdi-çıkıtı yönlendirmesini alır ve etkin olmayan birimle aynı ağırlıkları kullanarak etkin hale gelir.

- **Etkin Çalışma Uygulamalarının Belirlenmesi:** İyi çalışma uygulamalarının belirlenmesi ve dökümünün yapılması sadece görelî etkin olmayan birimler için değil, aynı zamanda görelî etkin birimler için de etkinliğin artırılmasına imkân sağlayabilir.
- **Hedef Belirleme:** Pratikteki uygulamalarda sıklıkla görelî etkin olmayan birimlerin performanslarının iyileştirilmesinde rehber olmak üzere hedeflerin belirlenmesi arzu edilir. VZA ile girdi ve çıkıtı seviyelerinde hedefler belirlemek mümkündür.
- **Etkin Stratejilerin Belirlenmesi:** VZA kolaylıkla birimlerin içinde çalıştıkları politikaları ve programları karşılaştırmada kullanılabilir. Ayrıca modelin uygun çözümü ile yönetsel ve program etkinlikleri değerlendirilebilir.
- **Zaman Boyunca Etkinlik Değişimlerini Gözlenmesi:** VZA ile etkinliğı saptanmış bir firma daha sonraki dönemlerde etkinliğini yitirebilir ve referans olma özelliğini kaybeder.
- **Kaynak Ataması:** VZA, görelî etkin ve etkin olmayan birimlerin belirlediğı gibi etkin olmayan birimler için kaynak koruma ve çıkıtı artırma potansiyelleri için tahminler verir. Bunların ikisi de yöntemi, kaynakların birimlere atanması için uygun kılar. Görelî etkin ve etkin olmayan birimlerin belirlenmesi kaynakların prensipte hangi yönde transfer edilmeleri hakkında ilk işareti verir. [29]

Bilgisayar teknolojilerinin hızla gelişimi, her alanda üretilen yeni yazılımlar veri zarflama analizi tekniğine de çözüm kolaylıkları sağlamıştır ve DEA Solver, EMS, IDEA, Warwick DEA, Pioneer, Frontier Analyst gibi yazılımlar sayesinde modelin kullanılabilmesi için en azından bir sorun ortadan kalkmış durumdadır [5].

4.4. VZA'NIN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

VZA'nın avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- 1) VZA, çok girdi ve çok çıkıtıyı işleyecek yetenektedir [30].

- 2) VZA, girdi ve çıktı verilerinin rastgele bir mekanizma ile üretilmediğini, yani deterministik olduğunu varsaymaktadır. Bu sebepten dolayı parametrik olmayan ve verilerin belirli bir fonksiyonel dağılım kuralına uyması gibi bir varsayımı taşımayan bir yöntem olarak deterministik durumlar için daha avantajlı bir etkinlik analizi yöntemi olarak kullanılmaktadır [28].
- 3) VZA, verimsiz bir karar biriminin performansını, kümesindeki görel olarak verimli olan karar birimlerinin seviyesine çıkarmak için bir tek yol değil, alternatif yollar belirler. Burada karar verme birimine uygun iyileştirme yolunu seçmek, karar vericinin yargısı ve tecrübesi ile şekillenir [31].
- 4) Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilmektedir. Bu durumda, onları aynı biçimde ölçebilmek için çeşitli varsayımlar kullanmaya, dönüşümler yapmaya gerek yoktur.
- 5) VZA çalışmasında gereksinim duyulan veriler ve analiz sonuçlarını içerecek detaylı bir veri tabanı yaratılabilmektedir. Böylelikle konu ile ilgili belgeleme güçlenmektedir [7].
- 6) Homojen olan birimler kendi aralarında kıyaslanır [8].
- 7) Etkin olmayan karar verme birimlerinin nasıl etkin duruma getirilebileceği hakkında önemli ipuçları verir [8].
- 8) Etkinlik analizi, istatistiksel sınır tahmin yöntemlerinin ortaya çıkardığı ortalama fonksiyonun yerine, en iyi gözlemlerce oluşturulan sınır fonksiyonuna göre yapıldığı için, belirlenen hedefler, en iyi performans göstermiş birimler örnek alınarak yapılmaktadır. Bu da VZA ile yapılan etkinlik analizinin anlamını ve geçerliliğini güçlendirmektedir [31].

VZA'nın dezavantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

1. VZA genel olarak fiziksel girdi ve çıktı ölçüleri ile test edildiğinden teknik girdi çıktı verimliliği ile sınırlıdır. Yöntemin yetenekleri çıktı ve girdilere (eğer mümkünse) görel fiyatlar veya öncelikli ağırlıklar atanarak güçlendirilebilir.
2. Kalitatif girdi ve çıktı ölçüleri sonuçları zayıflatabilmektedir. İlgili girdi ve çıktıların üretim sürecini doğru olarak yansıtabilmesi, yöntemin sağlıklı sonuçlar vermesi açısından hayatsal öneme sahiptir. Kritik bir girdi ya da çıktı inceleme dışı bırakıldığında yöntemin verdiği sonuçlar yanıltıcı ve yanlış olabilir.

3. Başvuru grubuna dâhil olan karar verme birimlerinin diğerlerine göre üstünlüğünün göreceli olması, bu birimlerinin kendi başlarında değerlendirildiğinde de gerçekten verimli olup olmadıkları hakkında bir yorum yapılabilmesini güçleştirmektedir. Bu sebeple VZA etkinlik sonuçları, görecelilik çerçevesinde değerlendirilmelidir [31].
4. Parametrik olmayan bir yöntem olan VZA, istatistiksel hipotez testleri için çok uygun kabul edilmemektedir. Soyut ve kategorik bileşenlere karşı duyarlı değildir (örneğin, servis kalitesi)
5. Veri Zarflama Analizi, ölçüm hatasına karşı çok duyarlıdır.
6. Veri Zarflama Analizi, karar noktalarının performansını ölçmek açısından yeterlidir, fakat bu değerlendirmenin mutlak etkinlik bazındaki yorumu ile ilgili ipucu vermez.
7. Veri Zarflama Analizi, statik bir analiz şeklindedir, bir tek dönemdeki karar noktası verileri arasında bir kesit analizi yapar. Analiz sonucunda her karar noktası için tek bir etkinlik tahmini elde edilmektedir ve bu tahminin istatistiksel özelliklerinin elde edilmesi çok zordur.
8. Her karar noktası için ayrı bir doğrusal programlama modelinin çözümü gerektiğinden, büyük boyutlu problemlerin Veri Zarflama Analizi ile çözümü, hesaplama açısından zaman alıcı olabilir [30].

4.5. VZA'NIN UYGULAMA AŞAMALARI

VZA uygulama süreci 8 ana aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar belirli prensipleri ve VZA sonucunu etkileyecek önemli basamakları göstermektedir.

- Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi
- Girdi ve Çıktıların Seçimi
- Verilere Ulaşma ve Veri Güvenilirliği
- Modelin Seçimi
- Görelî Etkinliğin Ölçülmesi
- Referans Gruplarının Belirlenmesi

- Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri için Stratejilerin Belirlenmesi
- Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu aşamalar sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

4.5.1 Karar Verme Birimlerinin Seçimi

VZA da ilk adım birbirleriyle karşılaştırmalı etkinlik ölçümü yapılacak olan karar verme birimlerinin (KVB- Decision Making Units – DMU) seçimidir. Bu birimlerin üretim teknolojisi açısından birbirlerine benzer olmaları, diğer bir deyişle gözlem kümesinin homojen olması elde edilecek sonuçların anlamlı olması açısından önemlidir.

Bir grubun homojen olması demek, o grubu oluşturan karar birimlerinin aynı girdi-çıktı karmalarına sahip olmaları ve dışsal etkenlerin birbirinden çok farklı olmadığı anlamına gelir. Gözlem kümesinin içerdiği karar birimi sayısının belirli bir değerin üstünde olması ile türetilen etkinlik ölçütlerinin birbirlerinden farklı olması olanağı sağlanır. Aksi takdirde, herhangi bir girdi-çıktı oranında avantajlı olan karar birimi tüm ağırlıkları kendi açısından en çoklar ve etkinlik sınırına erişir [31].

VZA ile verimlilikleri ölçülüp karşılaştırılacak olan KVB'nin sayısının, anlamlı ve doğru sonuçlar elde edilebilmesi bakımından belirli bir değerin üzerinde olması gerekmektedir [32]. Vassiloglou Ve Giokas [33], VZA ile verimliliklerin sağlıklı olarak ölçülebilmesi için gerekli karar birimi sayısının girdi ve çıktı toplamının en az üç katı olması gerektiğini, [34] Bowlin ise her bir girdi ve çıktı başına en az üç karar biriminin seçilmesi gerektiğini söyleyerek aynı görüşü savunmuşlardır. Norman Ve Stoker [35], kullanılacak girdi-çıktı sayısının çokluğuna bağlı olmakla birlikte, deneyimlere dayanarak bu sayının en az 20 olması gerektiği üzerinde durmaktadır. Boussofiene, Dyson, Thanassoulis [36]'da, girdi sayısı m , çıktı sayısı da s ise en az $m+s+1$ tane karar biriminin araştırma sonuçlarının güvenilirliği açısından gerekli bir kısıt olduğunu belirtmiştir. Diğer yandan [36]'nın değerlendirmeye alınan KVB sayısının, değişken sayısının en az iki katı olması gerektiği yönünde de görüşü mevcuttur [8].

Ahn [37], KVB seçiminde iki noktaya dikkat çekmiştir. Birisi, her bir KVB kullandığı kaynaklarla ürettiği çıktılarından sorumlu herhangi bir birim olarak tanımlanmış olmalıdır. Diğeri, etkinlik sınır ölçümü sonucunun anlamlı çıkabilmesi için üzerinde çalışılan KVB'lerin sayısı yeterince büyük olmalıdır. İfade edilen büyüklük oranı, girdi ve çıktı sayılarıyla ilişkilendirildiği için bir sonraki alt bölümde açıklanmıştır [38].

4.5.2. Girdi ve Çıktıların Seçimi

VZA, veri tabanlı bir etkinlik ölçme tekniği olduğundan, yapılacak ölçümün sağlıklı olması seçilen girdi ve çıktıların da anlamlı olması ile mümkündür. Bu aşamadaki amaç, üretim teknolojisini en iyi şekilde ifade edecek girdi ve çıktıların seçilmesi ile tüm karar verme birimlerinin girdi ve çıktı verilerinin elde edilmesidir [5].

VZA oluşturulurken hangi birimlerin çıktı ve hangi birimlerin girdi olduğunun belirlenmesi oldukça önemlidir. Çıktılar karar verme birimlerinin çalışmaları sonucundaki elde ettikleri değer, girdiler ise bu çıktıları oluştururken sahip oldukları spesifik özellikleridir. Bu sebepten girdi ve çıktıların seçimi amaca yönelik olarak değişebilmektedir.

Aynı karar verme birimi için farklı girdi-çıkıtı grupları birimin etkinliğinin değişmesine sebep olabilir. Eğer modelde önemli bir değişken göz ardı edilir ise o değişkeni fazlaca kullanan birim etkin çıkmayabilir veya tam tersi bir durum söz konusu olabilir [8].

Literatürdeki uygulamalarda modele yeni girdi ve çıktılar eklenmesiyle daha önce etkinsiz görünen karar birimlerinin sınır üzerinde yer alabildiği görülmüştür. VZA'da girdi ve çıktı sayılarını azaltabilmenin bir yolu, ikili korelasyonlara bakmaktır. Eğer iki girdi arasında mükemmel bir korelasyon mevcutsa, içlerinden biri, etkinlik değerlerinde değişime yol açmadan modelden çıkarılabilir. Çıktılar için de aynısı geçerlidir. Eğer girdi ve çıktı çiftleri yüksek pozitif korelasyona sahip fakat birbiri yerine kullanılacak konumda değilse, yine de bir tanesi modelden çıkarılabilir. Ancak bu durumda etkin olmayan birimlerden bazılarının etkinlik değeri düşecektir. Etkin birimler ise bu durumdan etkilenmez [31].

Girdi ve çıktıların sayısal miktarının belirlenmesinde farklı görüşler bulunmaktadır. Babacan, Kartal, Bircan [39] çalışmalarında girdi-çıkıtı sayısı ile ilgili olarak $N > m+s$; (N =KVB sayısı, m : girdi sayısı, s : çıkıtı sayısı) eşitsizliğine dikkat ettiklerini belirtmişlerdir.

4.5.3. Verilere Ulaşma ve Veri Güvenilirliği

VZA'da girdi ve çıktıları tanımlandıktan sonra bu verilere ulaşma aşamasına gelinir. Eğer herhangi bir KVB için bu verilere ulaşamıyorsa veya verilerin güvenilir olup olmadığından şüpheleniliyorsa o KVB ya analizden çıkarılır ya da başka girdi-çıkıtı değişkenleri belirlenmeye çalışılır. Fakat VZA'nın yapısı gereği bir KVB analizden çıkarılırsa diğer KVB'lerin görelilik değeri değışecektir. Bu sebeple en başta veri güvenliğinin ve kalitesinin yüksek olduğu girdilerin ve çıktıların belirlenmesi analizin güvenilirliği açısından çok büyük önem taşımaktadır [8].

4.5.4. Modelin Seçimi

VZA'da kullanılan belirli problemlere göre oluşturulmuş birçok model vardır. En temel modelleri bulan araştırmacıların ismi ile anılan CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) ve BCC (Banker, Charnes, Cooper) modelleridir. VZA modeli seçilirken, eğer girdiler üzerinde kontrol var ise girdi odaklı, çıktıları üzerinde de kontrol var ise çıkıtı odaklı bir model kurulması gerekmektedir. CCR modelleri ile toplam teknik etkinlik değeri, BCC modelleri ile ise saf teknik etkinlik değeri bulunur. Bu değeri bir birine oranlanması ile ölçek etkinliği hesaplanabilir (Bu modeller gelecek alt bölümde anlatılacaktır) [41].

4.5.5. Görelilik Etkinliğinin Ölçülmesi

VZA uygulama sürecinde karar verici birimler için girdi-çıkıtı kombinasyonları ve modelin belirlenmesinin ardından gelen en önemli nokta karar verici birimlerin etkinliğinin ölçülmesidir.

Bir KVB'nin göreceli etkinliği 0 ile 1 arasında bir değer alır. 1 değeri o karar verme biriminin etkinliği anlamını taşıırken diğer değerler düzeltilmeye muhtaç girdi veya çıktı değerlerinin olduğu anlamına gelir. Bunun yanında VZA ile etkinliği 1 değerini alan, yani etkin olan karar verme birimleri arasında da etkinlik sıralamasına imkân vermektedir. Bu yapılırken etkinlik değerinin maksimum değerinin 1 olabilmesi koşulunun kaldırıldığı süper etkinlik modülü ile işlem yapılır [41].

VZA da KVB'lerin girdi ve çıktıları incelenerek, en iyi performansa sahip olanlar seçilir ve bu KVB'ler kullanılarak *etkin sınır* oluşturulur. Oluşturulan bu etkin sınır üzerinde yer almayan KVB'lerin etkinlik değerleri yine bu etkin sınıra göre belirlenir. Optimal girdi bileşimiyle elde edilebilecek en yüksek üretim miktarlarının oluşturduğu bu teorik sınıra *etkin üretim sınırı* denir. Analiz sonucunda, elde edilen etkin KVB'lerin oluşturduğu etkin üretim sınırının tüm KVB'leri sarması nedeniyle yöntemin adı VZA olarak belirlenmiştir. Etkin ya da etkin olmayan tüm girdi-çıkıtı dönüşümleri ise *Üretim İmkân Kümesi'ni (ÜİK Production Possibility Set-PPS)* oluşturur [17].

VZA, tablolar halindeki verileri kullanarak karar verici birimin etkinliğini tespit etmektedir. Göreceli etkinlik ölçümü doğrusal programlamaya dayandığı için bu ölçümlerde, modelin çözümü için bilgisayar yazılımları, paket programları veya VZA'ya özgü programlar kullanılmaktadır [5].

Profesyonel paket programlar (Warwick DEA, Dea excel Solver, Frontier Analyst, Ideas) veya Lindo, Winqsb, EMS (Efficiency Measurement System) gibi programlarla çözüm gerçekleştirilebilir.

VZA'nın göreceli etkinliği ölçme şekli iki aşamalı olarak kısaca şu şekilde özetlenebilir:

- Herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten “en iyi” gözlemleri (ya da etkinlik sınırını oluşturan KVB'leri) belirler.
- Söz konusu sınırı “referans” olarak kabul edip, etkin olmayan KVB'lerin bu sınıra olan uzaklıklarını (ya da etkinlik düzeylerini) “radyal” olarak ölçer.

4.5.6. Referans Gruplarının Belirlenmesi

VZA analizinde etkin ve etkin olmayan karar verme birimleri belirlenirken tüm karar verme birimleri birbirleriyle kıyaslanarak sonuca varıldığı için etkin olmayan birimler kendilerini etkin birimlere benzetme yoluna giderler. Çünkü ancak bu şekilde etkin olabilirler. İşte kendilerini benzetmeye çalıştıkları bu etkin karar verme birimlerinin oluşturduğu kümeye referans kümesi denir. Etkin olmayan bir karar verme birimi değişik kombinasyonlarla kendisini etkin hale getirebildiği için bu konuda herhangi bir sınırlama yoktur [8].

Literatürde, verimsiz bir karar verme biriminin başvuru grubunda yer alan birimlerle, yalnızca girdi-çıkıtı kombinasyonu olarak değil, yönetsel uygulamalar açısından derinlemesine incelemeler yapılarak karşılaştırılması gerektiği yer almaktadır [7].

4.5.7. Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Stratejilerin Belirlenmesi

VZA'nın uygulanmasından elde edilen en büyük kazanç, etkin olmayan karar verme birimlerine performanslarının iyileştirebilmeleri için izlenecek olan yolun ortaya konulmasıdır. Çünkü hesaplamalardaki, etkin birimlerin elde edilebilir imkânlar kullandıkları varsayıldığında, verimli birimlerin teknolojisi verimsiz birim için de ulaşılabilir kabul edilmektedir. Ancak pratikte bu her zaman mümkün olmaz. Etkin olmayan birimlerde fiziksel kısıtlar olabilir, ya da kontrol edilemeyen girdiler olabilir. Hedeflere doğru girişilen iyileştirme çabaları sonuçsuz kalabilir.

4.5.8. Sonuçların Değerlendirilmesi

Buraya kadar anlatılan aşamalar yapıldıktan sonra sonuçlar için detaylı bir incelemeye gidilir.

Karar birimlerinin detaylı olarak incelenmesinin ardından sonuçlar, her bir karar verme birimi için bütün girdi ve çıktılarının göz önünde bulundurulduğu genel bir değerlendirilmeye alınır. Fakat modelin sonuçları yorumlanırken dikkat edilmesi

gereken en önemli nokta, etkinlik sonuçlarının sadece göreceli etkinlik değerlerini yansıttığıdır. Yani, analiz sonuçlarına göre bir KVB'nin %100 etkin çıkması, sadece karşılaştırıldığı diğer KVB'lere göre, söz konusu girdi ve çıktılar çerçevesinde %100 etkinliği ifade etmektedir. Bu sonuç, söz konusu olan KVB'nin kendi başına değerlendirildiğinde kaynak kullanımında %100 etkin olduğu anlamına gelmemektedir [38].

Tahminin etkinlik sınırının ait olduğu endüstriyel ya da hizmet sektörlerine yönelik yorumlar yapılır. VZA ile belirlenen hedeflere ulaşılmaya bile, elde edilen bilginin daha sonra değerlendirilebilmesi, iyileştirmelere açık olunması anlayışı önemli kazanımlardır [7].

4.6. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN SİSTEMATİK YAPISI

Tek girdi/çıkıtlı sistemleri inceleyen yöntemlerden farklı olarak çoklu girdi/çıkıtlı sistemlerin incelenmesine yönelik olan VZA 'nın teorik yapısından bahsetmeden önce konunun daha iyi anlaşılabilmesi için sistematik yapıya değinilecektir. Bu bölümde karar birimlerinin girdi sayısına ve üretim sonucunda elde ettikleri çıktı sayısına göre ayrı ayrı sistematik yapılar oluşturularak, bu yapılarda gerçekleştirilen etkinlik analizleri incelenecektir. Bölümün tamamında Cooper ve arkadaşları [42]'nin çalışması kaynak olarak alınmış, bazı kısımların çevirilerinde Erkorol [10]'dan yararlanılmıştır. Bölümde incelenecek yapılar:

- Tek girdi ve tek çıkıtlı sistem,
- İki girdili ve tek çıkıtlı sistem
- Tek girdili ve iki çıkıtlı sistem ve
- Çok girdili ve çok çıkıtlı sistemler şeklindedir.

4.6.1 Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler

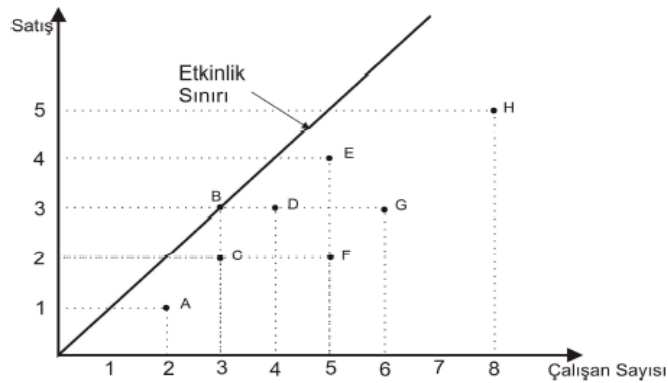
Böyle bir sistemde etkinlik, basitçe *çıkıtı/girdi* formülü ile ölçülebilir. Bunun için girdi-çıkıtı tablosu oluşturularak, sekiz ayrı mağazanın örnek bir etkinlik analizi aşağıdaki gibi yapılabilir.

Tablo 2: Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler

Mağaza	A	B	C	D	E	F	G	H
Çalışan Sayısı	2	3	3	4	5	5	6	8
Satış	1	3	2	3	4	2	3	5
Satış/Çalışan	0,5	1	0,667	0,75	0,8	0,4	0,5	0,625

Bu tablo Keklik [20]'den alınmıştır.

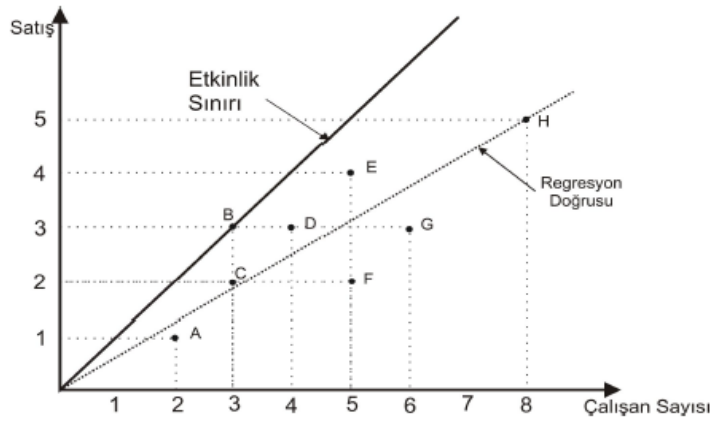
Tablo 2'de en alt satır, çalışan başına düşen satış miktarını vermektedir. Bu miktar işletme ve yatırım analizi konularında sıklıkla kullanılan bir etkinlik ölçütüdür. Bu ölçüt yardımı ile B Mağazasının en etkin, F mağazasının ise en az etkin olduğu görülmektedir. Şekil 8'de aynı verilerin grafiksel gösterimi verilmiştir. Dikey ekseninde satışlar, yatay ekseninde çalışan sayısı gösterilmektedir.



Şekil 8: Tek Girdi/Çıktılı Mağaza Örneklerinin Karşılaştırılması

Bu grafik Keklik [20]'den alınmıştır.

Her bir noktayı orijinle birleştiren doğrunun eğimi, o nokta için kişi başına düşen satış miktarını verir. Tüm noktalar arasında en büyük eğime sahip olanın B noktası olduğu görülmektedir. Bu doğru, **etkinlik üst sınırı** ya da **verimlilik ufuk çizgisi** olarak adlandırılır. Tekniğin ismi, etkinlik üst sınırının örneklem kümesindeki en az bir noktadan geçmesi ve diğer tüm noktaların bu sınır üzerinde ya da altında yer alması özelliğinden esinlenilerek verilmiştir. İstatistik dilinde bu şekilde bir sınırın bu noktaları “zarfladığı” söylenilir. Bu verileri kullanarak, ekonomik tahminlerde bulunan regresyon doğrusu da çizilebilir ki, Şekil 9’da gösterildiği gibi bu doğru veri noktalarının tam ortasından geçmektedir.



Şekil 9: Regresyon Doğrusu ve Etkinlik Üst Sınırı

Veri kümesinin sadece ortalamasını temsil eden bu doğrunun üzerinde kalan noktaların mükemmel, altında kalanların ise zayıf olarak nitelendirilmesi hata olur. Diğer yandan, üst sınır en iyi mağazanın performansını tanımlar ve diğer işyerlerinin etkinliğini, kendisine olan uzaklıkları ile ölçer. Bu noktadan hareketle, istatistiksel regresyon analizi yaklaşımı ile veri zarflama analizi yaklaşımı arasında çok temel bir fark olduğu görülebilmektedir. İlk yaklaşım, gözlemlerin ortalama ya da merkezi eğilim davranışını ortaya koyarken, ikinci yaklaşım, en iyi performans ve diğer performansların üst sınırı ile olan uzaklıklarının değerlendirilmesiyle ilgilidir. Bu nedenle, sözü edilen iki görüş açısının, aynı sistem için değerlendirme amaçlı kullanılması durumunda çok farklı açılımlara yol açabileceği görülmektedir. Örneğin, VZA mevcut gözlemlerin etkinliğinde iyileşme sağlamak için ileride incelenmek ya da kıyaslama yapılmak üzere B gibi bir Mağazayı belirlerken, istatistiksel yaklaşım B mağazasını, F ve diğerlerinin dahil olduğu bir sepet içerisinde eriterek bir ortalama

belirler ve olası etkinlikte iyileşme önerilerini, bu ortalamayı baz alarak yapar. Diğer işyerleri, B ile karşılaştırıldığında, diğer işyerlerinin etkin olmadığı görülmektedir. B'ye göre diğer işyerlerinin etkinliği:

$$0 \leq \frac{\text{Diğer İşyerlerinin Çalışan Başına Düşen Satışı}}{\text{B İşyerinin Çalışan Başına Düşen Satışı}} \leq 1$$

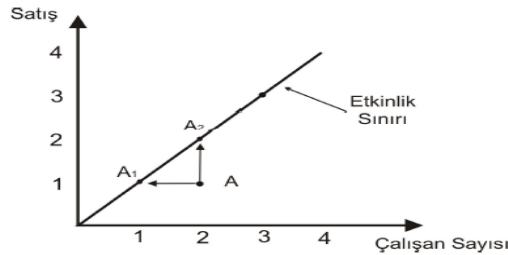
Bu hesaplamanın sonucunda oluşan mağaza etkinlik değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Bu işyerleri etkinliklerine göre sıralandığında:

$$1=B>E>D>C>H>A=G>F=0,4$$

En kötü olan F Mağazası, B Mağazasının etkinliğinin $0,4 \times \%100 = \%40$ 'ına sahiptir.

Firmaların etkinliklerini belirledikten sonra şimdi etkin olmayan firmaları nasıl etkin hale getirebiliriz? Yani, etkin olmayan noktalar etkinlik sınırına nasıl yaklaştırılabilir? sorusuna yanıt aranabilir. Örneğin, etkin olmayan işyerlerinden A mağazasını verimli hale getirmek için grafik üzerindeki A noktasını zarflama eğrisi üzerine çekmek gerekmektedir. Bu da girdiyi (çalışan sayısı) (1,1) koordinatlarındaki A1 seviyesine kadar azaltmak ya da çıktıyı (satış) (2,2) koordinatlarındaki A2 seviyesine yükseltmekle olabilir. A1-A2 doğru parçası, mevcut çıktı seviyesini azaltmayacak ve mevcut girdi seviyesini arttırmayacak şekilde, A mağazasına yönelik olası etkinlik iyileşme senaryolarının incelenmesini sağlar.



Şekil 10:A firması için Etkinlik İyileştirme

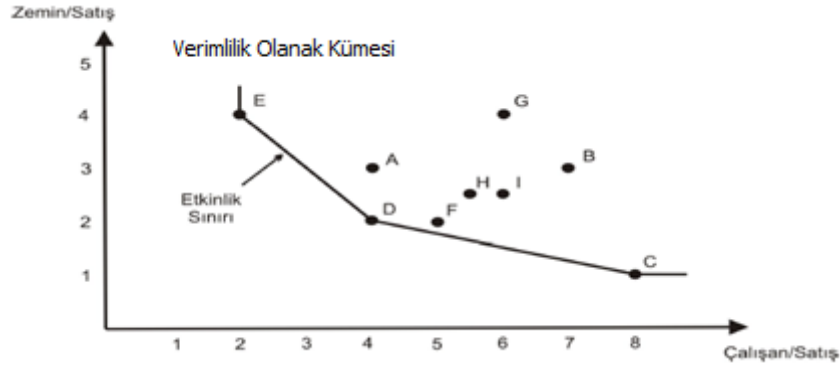
4.6.2. İki Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler

Çoklu girdi ve tek çıktı analizini göstermek için, iki girdi ve tek çıktıya sahip 9 mağazaya ait performans, girdi ve çıktıların listelendiği Tablo 3 incelenebilir. “Sabit Ölçekli Getiri” varsayımı altında, çıktılar 1’e indirgenmiş ve girdi değerleri 1 birim çıktı üretebilmek üzere normalize edilmiştir.

Tablo 3: İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler

Mağaza		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Çalışan (x 10)	X_1	4	7	8	4	2	5	6	5,6	6
Zemin (1000 m ²)	X_2	3	3	1	2	4	2	4	2,5	2,5
Satış (100.000 TL)	Y	1	1	1	1	1	1	1	1	1

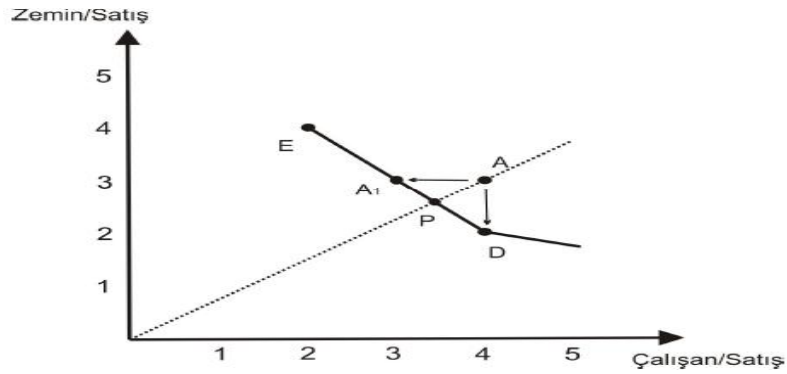
Örneğin, grafiksel gösterimi ise Şekil 11’de gösterilmiştir. Yatay ekseninde x_1/y , dikey ekseninde ise x_2/y değerleri gösterilmiştir.



Şekil 11: İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler

Etkinliğe bu açıdan bakıldığında, bir birim çıktı üretirken girdileri en az kullanan mağazaları daha verimli olarak nitelendirmek doğaldır. Bu sebeple orijine en yakın, E, D ve C noktalarının oluşturduğu eğri, etkinlik üst sınırını oluşturur. Bu sınırın üzerindeki tüm noktalar için, herhangi bir girdi değerinde bir iyileştirmeye gitmek (girdi azaltılması), diğer girdi değeri için kötü sonuçlar doğuracağından, bu noktalarda

iyileştirme yapmak söz konusu değildir. Etkinlik üst sınırı zarflanmış olan noktaların tamamı “Verimlilik Olanak Kümesi” ni oluşturur. Mevcut teknolojik imkânlarla gerçekleştirilmesi mümkün olan girdi-çıkıtı karışımı (x, y)’lerin kümesi **Verimlilik Olanak Kümesi** olarak tanımlanmaktadır. Sınırdan olmayan mağazaların verimlilikleri, sınır üzerinde bulunan mağazalara bağlı olarak hesaplanabilir. Örneğin, etkin olmayan A noktasının etkin olmama ölçümü için, orijin noktasından A noktasına bir doğru çizilmektedir. Bu doğru, sınır doğrusunu P noktasında kesmekte ve A’nın etkinliği OP/OA olarak hesaplanabilmektedir. Bu demektir ki, A’nın etkin olmaması, D ve E’nin kombinasyonu kullanılarak değerlendirilebilir. Çünkü P noktası D ve E’nin oluşturduğu doğrunun üzerindedir. D ve E, A’nın referans (başvuru) grubu olarak adlandırılır. Referans grubu etkin olmayan her nokta için farklılık arz eder. Örneğin, B noktasının referans grubu, C ve D’den oluşmaktadır. Bununla birlikte D noktası, etkin olmayan birçok mağazanın referans grupları içinde yer aldığından, gözlem grubunun bir temsilcisi olarak görülebilir. C ve E mağazaları da etkindir. Ancak bu mağazaların sahip olduğu bireysel özellikler, (bir girdiden çok yüksek oranda kullanmaları gibi) gözlem grubunun genelinden uzak düşmelerine sebep olmuştur.



Şekil 12: A Mağazasına Ait Etkinlik İyileştirmesi

Şekil 12 incelendiğinde, A Mağazası, X_1 girdisini 3.4’e, X_2 girdisini de 2.6’ya düşürmek suretiyle P noktası üzerine gelerek etkin konuma ulaşabileceği söylenebilir. Çünkü P noktası orijine en yakın (etkin) firmaların oluşturduğu etkinlik sınırı ile etkin olmayan A firmasının orijine olan en kısa mesafesini temsil eden OA doğru parçasının kesişim noktasıdır. Bununla birlikte, DA_1 üzerindeki herhangi bir nokta da etkinlik iyileştirmesi için hedef alınabilir. D noktasına x_1 ‘in azaltılmasıyla, A_1

noktasına da x_2 'nin azaltılmasıyla ulaşılabilir. Muhtemel bir diğer iyileştirme imkânı ise; girdilerin mevcut durumu korunarak çıktılarının artırılmasıdır.

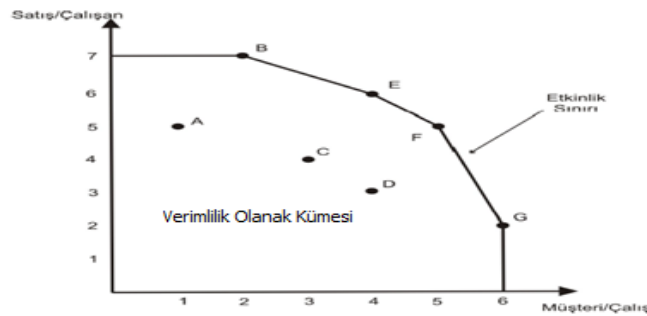
4.6.3. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler

Tablo 4'de yedi farklı mağazaya ait çalışan (satış elemanı) başına müşteri (10 kişi) ve satış miktarını (100 000 TL) göstermektedir.

Tablo 4: Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler

Mağaza		A	B	C	D	E	F	G
Çalışan	X	1	1	1	1	1	1	1
Müşteri	Y_1	1	2	3	4	4	5	6
Satış	Y_2	5	7	4	3	6	5	2

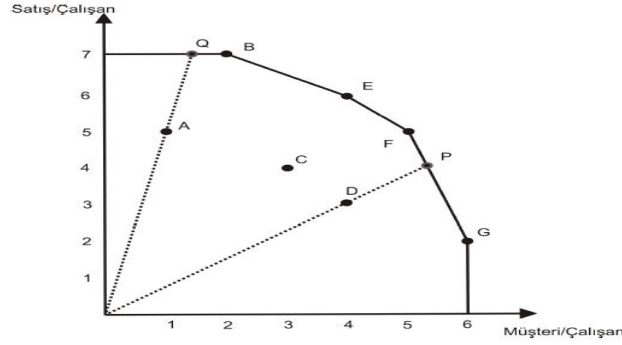
Anlatım kolaylığı açısından çalışan sayısı bire indirgenmiş, böylece Tablo 4'deki değerler çalışan başına satış ve müşteri olarak yer alabilmiştir. Veriler doğrultusunda etkinlik üst sınırı B,E,F ve G mağazaları tarafından belirlenmiştir.



Şekil 13: Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler

Şekil 13 'te de görülebileceği gibi, verimlilik olanak kümesi etkinlik üst sınırı ve eksenlerle sınırlandırılmış bölgedir. A, C ve D mağazaları etkin değildir ve etkin olamama durumları sınır çizgisine göre hesaplanabilir. Örneğin, şekil 14'te olduğu

gibi D'nin etkinliği: $m(0,D)/m(0,P) = 0,75$ olarak hesaplanabilir. Burada $m(0,D)$ D noktasının orijine olan uzaklığı, $m(0,P)$ P noktasının orijine olan uzaklığıdır.



Şekil 14: Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemlerde İyileştirme

$m(0,D) / m(0,P)$ oranı “radyal ölçüt” olarak adlandırılır. Burada kullanılan mesafe ölçümü, Öklidyen mesafesidir. Yani:

$$m(0,D)=\sqrt{4^2 + 3^2}=5$$

$$m(0,P)=\sqrt{(16/3)^2 + 4^2}$$

$$m(0,D)=5$$

$$m(0,P)=\frac{20}{3}$$

Buradan

$$m(0,D)/m(0,P) = \frac{5}{\frac{20}{3}} = \frac{15}{20} = 0,75$$

olarak hesaplanır.

Burada hesaplanan etkinlik çıktıya yöneliktir. D mağazasının ulaştığı çıktı seviyesinin ulaşabileceği çıktı seviyesine oranıdır ve tüm çıktılara ait olduğu için, etkinliğe ulaşmak için her iki çıktıda, birbirlerine oranları bozulmadan P noktasına varıncaya kadar arttırılmalıdır. Burada ifade edildiği gibi, çıktıların ya da girdilerin kendi aralarındaki oransal ilişkiyi değiştirmeden giderilen etkinsizliğe *teknik etkinsizlik* denir. Bir başka etkinsizlik türü ise çıktıların ya da girdilerin sadece bir kısmında

etkinsizliğin gözlemlenmesiyle ortaya çıkar. Bu etkinsizlik türü, giderilmesi durumunda girdilerin ya da çıktıların karışımındaki oranı bozacağından, *karışık etkinsizlik* olarak adlandırılır. Teknik etkinsizlik kavramı D ve P noktaları ile anlatılabilirken, karışık etkinsizlik, A, Q ve B noktaları ile açıklanabilir. A mağazasına ait etkinsizliğin giderilmesi için A'nın teknik etkinsizliğinin de yapılan iyileştirme, sonucu A noktası Q noktasına yaklaştırılarak teknik etkinsizliği giderilir. Ancak Q noktası B noktası ile karşılaştırılacak olursa, B noktasının birinci çıktı olan müşteri sayısında yetersiz kaldığı gözlemlenecektir. Bu demektir ki; müşteri sayısı çıktısı için diğer çıktı olan satış miktarını azaltmadan ya da girdi miktarı olan çalışan sayısını arttırmadan, iyileştirme yapılabilmesi söz konusudur. Böyle bir iyileştirme çıktıların birbirleriyle olan karışım oranlarını değiştirecektir.

4.6.4. Çok Girdili ve Çok Çıktılı Sistemler

Bu noktaya kadar değindiğimiz örnekler etkinlik kavramının grafiksel olarak ortaya koyulmasında yararlı olmakla beraber, gerçek hayattaki sistemler çoklu girdi ve çıktı yapısına sahip oldukları için daha farklı yöntemler geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Tablo 5'de 12 farklı hastaneye ait doktor, hemşire, yatan ve taburcu olan hasta sayıları verilmiştir. Göreli etkinlikleri araştırılan 12 hastaneye ait verilerde doktor ve hemşire sayısı girdi, yatan hasta ve taburcu olup çıkan hasta sayısı çıktı olarak alınmıştır.

Tablo 5: Hastane Örneği

Hastane	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Doktor	20	19	25	27	22	55	33	31	30	50	53	38
Hemşire	151	131	160	168	158	255	235	206	244	268	306	284
Taburcu	100	150	160	180	94	230	220	152	190	250	260	250
Yatan	90	50	55	72	66	90	88	80	100	100	147	120

Hesaplamayı sadeleştirecek bir yol olarak, girdi ve çıktılar önceden belirlenmiş ağırlıklarla ağırlıklandırılır. Sonuçta elde edilecek oran, etkinliğin değerlendirilmesi için bir indeks verecektir. Örnek olarak:

$$\frac{v_1(\text{Doktor sayısının ağırlığı})}{v_2(\text{Hemşire sayısının ağırlığı})} = \frac{5}{1}$$

$$\frac{u_1(\text{Taburcu hasta sayısının ağırlığı})}{u_2(\text{Yatan hasta sayısının ağırlığı})} = \frac{1}{3}$$

Bu şekilde bir ağırlıklandırma, Tablo 6'daki etkinlik skorlarını verecektir.

Bu hesaplamadaki etkinlik sonuçları, en büyük etkinlik değeri 1 olacak şekilde normalleştirilmiştir.

Tablo 6: Sabit Ağırlıklar ile Hastanelere Ait Etkinlik Değerleri

Hastane	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Etkinlik(sa)	1	0,9	0,77	0,89	0,74	0,64	0,82	0,74	0,84	0,72	0,83	0,87

Etkinliğin hesaplanmasında kullanılan bu yaklaşım (sabit ağırlıklar verilmesi), hesaplama kolaylığı açısından yararlı görünmekle birlikte, ağırlıklandırma değerine ilişkin pek çok soruyu da gündeme getirecektir. Daha da önemlisi herhangi bir karar birimi için etkinlik sonucunun ne ölçüde kendisinden ya da ağırlıklandırmadaki varsayımdan etkilendiğine ilişkin belirsizlikler ortaya çıkacaktır. Veri zarflama analizi bunun tam tersine, değişken ağırlıklar kullanır. VZA'da ağırlıklar, doğrudan veri kümesinin kendisinden üretilir ve böylece sabit ağırlık seçimindeki çok sayıda varsayım ve hesaplamadan kaçınılmış olunur. Daha da önemlisi; ağırlıklar, hastaneye en iyi ağırlık kümesini verecek şekilde seçilir. Burada kullanılan en iyi ifadesi, her bir hastanenin her bir girdi ve çıktısına ağırlıklar belirlerken, o hastanenin çıktı/girdi oranının diğer hastanelere göre maksimizasyonu anlamına gelmektedir. En iyi kavramı, tüm sonuçlar için aşağıdaki şartlar altında geçerlidir:

- Bütün veri ve ağırlıklar pozitif ya da sıfırdır.
- Sonuçta ortaya çıkan oran 0 ile 1 aralığında olmalıdır.

- Etkinliği maksimize edilen hedef birim için uygulanan tüm ağırlıklar, tüm birimlere uygulanmaktadır.

Bunun sonucunda; hedef birim, etkinlik hesaplaması sırasında elde edilen ağırlık kümesinden daha iyi bir ağırlık kümesi seçemez. Çünkü elde edilen ağırlık kümesi, o birimin diğer birimlere göre etkinliğini maksimize ederken seçebileceği en iyi ağırlıklardan oluşmaktadır. Bu yolla hesaplanmış etkinlik değerlerini Tablo 7’de gösterecek olursak:

Tablo 7: Sabit Ağırlıklar ve VZA ile Hastanelere Ait Etkinlik Değerleri

Hastane	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Etkinlik(sa)	1	0,9	0,77	0,89	0,74	0,64	0,82	0,74	0,84	0,72	0,83	0,87
Etkinlik(CCR)	1	1	0,88	0	0,76	0,84	0,9	0,8	0,96	0,87	0,96	0,96

Buradaki CCR sonuçları yorumlanacak olursa, C hastanesi için, 0,88 çıkan etkinlik, aynı hastanenin, A hastanesine göre %12 daha az etkin olduğunu gösterir. Bu da demektir ki; etkin başvuru grubunun üyeleriyle kıyaslandığında C hastanesi, bütün hastanelerin kendi etkinliklerini ölçmek için “en iyi” ağırlıklarını seçebildiği bir ortamda %12’lik bir etkinsizliği göstermektedir.

VZA ile her bir birim için etkinsizliğin kaynakları ve miktarları ölçülebilmektedir. Daha da ötesi, bu etkinsizlikleri karşılaştırabilmek için referans grupları da girdi ve çıktılar arasındaki ilişkilerin fonksiyonel olarak tanımlanmasına ve bu ilişkilerin her bir farklı birim için aynı olduğunu kabul etmeksizin hesaplanabilmesidir.

4.7. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN MATEMATİKSEL YAPISI

VZA, Farrell’in oluşturduğu teknik etkinlik yaklaşımı geliştirilerek, doğrusal programlamayla ağırlıklandırılmış girdi ve çıktılarla yapılan ölçümlere dayandırılmıştır. Farrell’a göre bir ekonomik karar biriminin etkinliği, üretim fonksiyonuyla elde edilen sonuçların ya en gelişmiş üretim tekniği ile ya da en iyi

girdi-çıktı birlikteliğini tanımlayan etkin üretim fonksiyonuyla belirlenen en iyi sonuçlarla kıyaslanarak ölçülmelidir. Buna göre, girdi ve çıktı miktarına bağlı olarak bir etkinlik sınırı belirlenmekte ve incelenilen karar biriminin bu sınıra uzaklığı, o karar biriminin bu sınıra uzaklığı, o karar biriminin nispi etkinliği olarak değerlendirilir [11].

Veri Zarflama Analizi tekniğinin özü benzer girdiler kullanılarak çıktı ya da çıktılar ortaya koyan sorumlu karar birimlerinin karşılaştırmalı teknik etkinliklerinin değerlendirilmesidir. Söz konusu değerlendirme istatistiksel olarak üç şekilde ifade edilebilir. Bunlar;

- Kesirli Programlama ile VZA
- Doğrusal Programlama ile VZA
- Dualite Yöntemi ile VZA

4.7.1. Kesirli Programlama ile VZA

Tek girdi ve çıktının olması durumunda verimlilik ölçümünü veren kesirli (oransal) model, etkinlik ölçümünün dolayısıyla VZA'nın temelini oluşturmaktadır.

$$\theta = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}}$$

Çoklu girdi ve çıktının olması durumunda ise θ 'nın etkinliği sadece kıyaslama ile elde edilebilecek göreceli bir ölçümdür. Yukarıdaki formül kullanılarak yapılan kıyaslamalarda çıktının sabit tutulması durumunda θ 'nın büyük (küçük) çıkması, daha az (fazla) girdi kullanılarak performansın arttırılabildiği (azaltılabileceği) anlamına gelmektedir. Bu sebeple etkinlik ölçümünün temelini verimlilik oluşturmaktadır.

Tek girdi ve tek çıktının bulunduğu durumlarda bu formülü kullanmak mümkündür. Fakat KVB'ler çoğu zaman birden fazla girdi veya çıktıya sahiptirler. Buna göre "n" adet KVB'nin, "s" adet çıktıyı, "m" adet girdi kullanarak ürettiği düşünülürse herhangi bir KVB'nin göreceli etkinliği, bir araya getirilmiş ağırlıklı çıktıların yine bir araya getirilmiş ağırlıklı girdilerine oranlanmasıyla elde edilir. Aynı işlem "k" adet benzer işi yapan KVB için yapıldığında her birimin etkinliği

bulunmaktadır. Ancak bu tip bir değerlendirmede verilecek ağırlık objektif olmayabilecektir. Her KVB'ye kendi girdi-çıktı ağırlıklarını verme sansı tanınrsa, tüm birimler muhtemelen en iyi oldukları çıktıların ağırlığını en yüksek vereceklerdir. Bu noktada etkinlik ölçme probleminde bir yol ayrımına gelinmektedir. Birinci seçenek; her problem için özel ağırlık kümelerini belirlemeye çalışmaktır. Fakat bu durumsal bir süreç olduğundan her problemde kullanılabilir genel bir yöntem bulmak mümkün değildir. İkinci seçenek ise doğru ağırlık setini bulmaya çalışmaktan ziyade, tüm organizasyonel birimlerin göreceli etkinliklerini bulmaya çalışmaktır.

VZA'nın ana fikri her bir KVB'nin kendi ağırlık kümesini oluşturmaya müsaade etmesidir. Bu anlamda karar verme birimi "k", ağırlıklarını kendi toplam faktör verimliliğini maksimize edecek şekilde seçebilmekte ve de kendi özel durumunu etkinlik analizi çerçevesinde tanımlaması mümkün olabilmektedir. KVB'lerinin kendilerini etkin yapacak ağırlıkları seçerken taraflı olmalarını engelleyebilmek için probleme iki kısıt eklenmiştir. Bu kısıtlardan ilkinde göre karar verme birimleri ağırlıklarını öyle seçmelidirler ki, seçtikleri ağırlıklar kullanılarak diğer karar verme birimlerinin etkinliği ölçüldüğünde hiçbir karar verme biriminin etkinliği 1'i (%100'ü) geçmemelidir. Aksi halde karar verme birimi "k" için toplam faktör verimlilik değeri sınırsız bulunacaktır. Ayrıca, karar verme birimi "k" nın elde ettiği etkinlik skorunun diğer karar verme birimlerinin skorları çerçevesinde normalize edilmesi gerekir. İkincisine göre de, hiçbir ağırlık negatif değeri taşımamalıdır.

Kümeler

s = üretimden elde edilen çıktı sayısı,

m = üretimde kullanılan girdi sayısı,

$k \in \{1,2,\dots,n\}$ dikkate alınan karar verme birimi kümesi,

$j \in \{1,2,\dots,n\}$ karar verme birimi kümesi,

$r \in \{1,2,\dots,s\}$ tüm çıktıların kümesi,

$i \in \{1,2,\dots,m\}$ tüm girdilerin kümesi,

$l \in \{1,2,\dots,p\}$ tüm kontrol edilemeyen faktör kümesi,

Parametreler

Y_{rk} = etkinliği ölçölen “k” karar birimine ait r’inci çıktı miktarı,

Y_{rj} = j karar verme birimi tarafından üretilen r’inci çıktı miktarı,

X_{ik} =etkinliği ölçölen “k” karar birimine ait i’inci girdi miktarı,

X_{ij} = j karar verme birimi tarafından kullanılan i’inci girdi miktarı,

Değişkenler

u_{rk} =k karar verme biriminin r’inci çıktı miktarı için vereceği ağırlık,

v_{ik} =k karar verme biriminin i’inci girdi miktarı için vereceği ağırlık,

Amaç Fonksiyonu

Temel etkinlik formölüne göre sanal girdi ve çıktılar bilinmeyen ağırlıklar(u_r, v_i) altında aşağıdaki gibi tanımlanmıştır. Buradaki sanal çıktı; karar verme biriminin bütün çıktılarının toplamını her biri farklı ağırlıkta olmak üzere bir çıktı gibi ifade etmektedir. Aynı şekilde sanal girdi de; birimlerin bütün girdilerinin toplamını her birinin aygırlık katsayılarını da göz önünde tutarak bir girdi gibi ifade etmektedir.

$$\theta = \frac{\text{çikti}}{\text{girdi}} = \frac{u_{1k}y_{1k} + u_{2k}y_{2k} + \dots + u_{sk}y_{sk}}{v_{1k}x_{1k} + v_{2k}x_{2k} + \dots + v_{mk}x_{mk}} \quad (1)$$

m adet girdisi ve s adet çıktısı olan n adet organizasyonel KVB için maksimize edilecek sanal çıktı / sanal girdi oranının matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$\max h_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk}y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik}x_{ik}} \quad (2)$$

Burada h_k , dikkate alınan “k” KVB’nin sanal girdi ve sanal çıktı değerine göre elde edilen etkinlik değeri, olmaktadır.

Kısıtlar

Karar verme birimi “k” ağırlıklarını kendi toplam faktör verimliliğini maksimize edecek şekilde seçebilmelidir. Böylece, her karar biriminin kendi özel durumunu etkinlik analizi çerçevesinde tanımlaması mümkün olmaktadır. Ancak, karar birimi “k”nın seçtiği ağırlık kümesinin diğer karar birimlerine uygulandığında hiçbir karar biriminin toplam faktör verimliliği 1’in üzerine çıkmamalıdır. Aksi halde karar birimi “k” için toplam faktör verimlilik değeri sınırsız bulunur. Etkinlik skorlarının belirli bir aralıkta olması için sınır getirilmesi gerekmektedir. Bu üst sınır 1 olarak seçilmiştir. Ayrıca, karar birimi “k”nın elde ettiği etkinlik skorunun diğer karar birimlerinin skorları çerçevesinde normalize edilmesi gerekir. Bu kısıt şu şekilde ifade edilebilir:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij}} \leq 1 \quad (j=1, \dots, n), (k=1, \dots, n) \quad (3)$$

Son olarak kullanılacak girdi ve çıktı ağırlıklarının negatif olmaması gerekmektedir. Bu koşulu sağlayan kısıt da aşağıda verilmiştir:

$$\begin{aligned} u_{rk} &\geq 0; & r &= 1, 2, \dots, s; k = 1, 2, \dots, n \\ v_{ik} &\geq 0; & i &= 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Bu programın amaç fonksiyonundaki oran her ne kadar ağırlıklı çıktının ağırlıklı girdiye oranını ya da verimlilik kavramını yansıtmaktaysa da, doğrusal bir ifade olmadığından dolayı çözüm tekniği açısından bazı problemlerle karşılaşmaktadır. 1962 yılında Charnes ve Cooper’ın önerdiği değişken dönüşümü yardımıyla yukarıdaki kesirli VZA modeli, VZA’nın çarpan modeli olarak isimlendirilen doğrusal forma çevrilebilmektedir [6].

4.7.2. Doğrusal Programlama ve Primal Model

Uygulamada, verimlilik değerinin hesaplanmasında kullanılan formülde kesir kullanılmamaktadır [43]. Kesirli programlama seti ölçülme safhasında çözüm güçlükleri yaratmaktadır. Bu nedenle formülünün paydasının 1'e eşit olacağı varsayımı ile doğrusal programlama modeli haline dönüştürülmekte ve bu şekilde etkinlik ölçümünü kolayca gerçekleştirmektedir. Kesirli programlama için doğrusal programlama modellerinin çözümünü veren Simpleks algoritmasına benzer bir yöntem bulunmamaktadır.

Kısaca, kesirli programlama modeli ile doğrusal programlama modeli birbirine denktir denilmektedir. Bu durumu daha iyi analiz edebilmek için bir sonraki aşama olarak doğrusal programlama ile veri zarflama analizini ele almak doğru olacaktır [12].

"p" sayıda KVB için doğrusal program kesirli fonksiyondaki amaç fonksiyonunun paydasını "1" e eşitleyerek yapılır.

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

[10]

Amaç Fonksiyonu

Kesirli VZA modelindeki amaç fonksiyonunun paydası 1'e eşitlenip bir kısıt haline getirdikten sonra geriye kalan pay primal modelin amaç fonksiyonunu oluşturulacaktır.

$$Maxh_k = \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}$$

Kısıtlar

VZA'nın primal modelinin ilk kısıtı; kesirli programlama modelinde verilen kısıtın her iki tarafının payda değeri ile çarpılarak düzenlenmesi sonucunda bulunur. Paydada yer alan değer pozitif bir reel sayı olduğundan eşitsizliğin her iki tarafının da aynı reel sayı ile çarpılması eşitsizliği bozmayacaktır. İkinci kısıt ise kesirli programlamanın amaç fonksiyonunun paydasından gelen kısıttır. Olağan bir şekilde girdi ve çıktı ağırlıklarının da negatif olmaması gerekmektedir.

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} \leq 0 \quad j=1,2,\dots,n; k=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1$$

$$u_{rk}, v_{ik} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$$

VZA analizinin sonuçlarını alabilmek için model her karar verme biriminin kendi parametreleriyle yeniden çözülmelidir. Primal modelin çözümü sonucunda, etkinliği ölçülen “k” karar verme birimi için $h_k^* = 1$, $v_{ik}^* > 0$ * ve $u_{rk} > 0$ olmak üzere en az bir v^* , u^* optimal çözümü varsa karar verme birimi “k” etkindir. Diğer durumlarda ise “k” karar verme birimi etkin değildir. Etkin olmayan bir karar verme birimi için $j \in \{1, 2, \dots, n\}$ ve $R_k = \{j: \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} = \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij}\}$ olacak şekilde bir R_k kümesi tanımlanacak olursa bu küme karar verme birimi “k” için referans kümesini oluşturacaktır.

Bu küme aynı zamanda etkinlik sınırını oluşturan kümenin de bir alt kümesidir. Her ne kadar bulunan ağırlık değerleri karar verme birimi “k” için seçilmiş olsalar da başka karar verme birimleri için bu ağırlıklar daha uygun olabilmekte ve kısıtın her iki tarafını eşitleyerek etkinlik değerini 1 yapabilmektedir. İşte bu tip karar verme birimleri sınır üzerinde yer alarak “k” karar verme birimi için referans kümesini ya da diğer bir deyişle rol modellerini tanımlar. Bu durumda etkin olmayan karar verme birimi “k”, girdilerini belirli bir oranda azaltarak kendisine referans olan bu karar verme birimlerinin doğrusal kombinasyonları sonucunda oluşan ve etkin olan karar verme birimine benzemeye çalışacaktır. Kısıt sayısının daha az olması ve yönetsel açıdan önemli bilgiler içermesi nedeniyle primal modelinin dual formu da incelenmelidir. Zarflama modeli olarak da adlandırılan bu model aşağıda anlatılmaktadır [6].

4.7.3. Doğrusal Programlama ve Dual Model

Herhangi bir doğrusal programlama modeli için aynı verileri kullanan ortak bir doğrusal programlama modeli geliştirmek mümkündür. Gerçek, yani primal (birincil) program ya da dual (ikincil) programın çözümü modellenen problem hakkında aynı bilgiyi vermektedir. VZA doğrusal programı da buna bir sorun teşkil etmez [44].

Aynı amaca yönelik olan bu yöntemlerden dual olanının kullanılmasının sağladığı yararlar şunlardır:

- Primal model, bazen dual modelden daha fazla sayıda kısıtlayıcıya sahip olabilir. Genelde doğrusal programlar ne kadar çok kısıt içerirlerse çözümleri de o oranda zorlamaktadır. Problemin boyutu büyüdükçe bu özellik dual yöntemi avantajlı kılmaktadır.
- DP teorisinden bilinmektedir ki bir dual problemin çözümündeki dual değişkenlerin değerleri primal modeldeki gölge fiyatları açıklayabilmektedir. Bir VZA çözümlemesinde de bu özellikten yararlanılarak, dual değişkenlerin, her bir KVB'nin etkinliğinin 1'den büyük olmasını engelleyen kısıtlara ilişkin gölge fiyatlar olarak değerlendirilebilir.

Kanonik formda verilen DP probleminin genel matematiksel modelindeki amaç fonksiyonu maksimizasyondur ve tüm kısıtların eşitsizliği (\leq) yönündedir. Bu eşitsizlik dual model haline dönüştürüldüğünde;

- Kanonik şekildeki maksimizasyon, minimizasyona ve kısıtlamanın yönü de (\geq) olur.
- Dual modelin değişkenlerinin amaç fonksiyonlarındaki katsayıları olarak, primal modelin kısıtlamalarının sağ tarafındaki sabitler alınır.
- Dual modelin kısıtlamalarının sağ tarafındaki sabitler, primal modelin amaç fonksiyonundaki katsayılarıdır.
- Primal modelin kısıtlamalarının sol tarafındaki teknolojik katsayılar, dual modelin kısıtlamalarının sütun katsayıları olur.

Dual modeldeki kısıtlayıcı sayısı primal modelin değişken sayısına eşittir ve modellerdeki değişkenler negatif değerli değillerdir[5].

Modelin dual şekli şu şekilde gösterilebilir:

Amaç Fonksiyonu

Burada amaç; girdi minimizasyonu altında, çıktıları sabit tutarak girdileri minimum yapmaya çalışmaktır. Kurulan modelin amaç fonksiyonu aşağıdaki gibidir;

$$\text{Min } \theta_k$$

Kısıtlar

İlk kısıt sabit tutulan çıktıların karşılaştırmasını ifade etmektedir. Bu kısıt ile her bir j. KVB'nin r. çıktısı, etkin sınırı oluşturan işletmelerin r. çıktısının maksimum doğrusal kombinasyonundan daha büyük olmayacaktır. İkinci kısıtta ise KVB'lerin de ki girdilerin minimum yapılmaya çalışıldığı gösterilmektedir. Her bir j. KVB'nin i girdisi, tüm işletmeler tarafından kullanılan i. girdinin ağırlıklı doğrusal kombinasyonu ile oluşturulan seviyeden daha küçük bir girdi seviyesi θ_k vasıtasıyla ölçülebilecektir.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} y_{rj} - s_{rk}^+ = y_{rk} \quad r=1,2,\dots,s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} x_{ij} + s_{ik}^- = \theta_k x_{ik} \quad i=1,2,\dots,m$$

$$\lambda_j, s_{ik}^-, s_{rk}^+ \geq 0 \quad j=1,2,\dots,n$$

$$\infty < \theta_k < +\infty$$

n = Karşılaştırmanın yapıldığı KVB'lerin sayısı,

s = Üretimden elde edilen çıktı sayısı,

m = Üretimde kullanılan girdi sayısı,

$k \in \{1,2,\dots,n\}$ dikkate alınan KVB kümesi,

$j \in \{1,2,\dots,n\}$ tüm KVB kümesi,

$r \in \{1,2,\dots,s\}$ tüm çıktıların kümesi,

$i \in \{1,2,\dots,m\}$ tüm girdilerin kümesi,

θ_k = Girdiye yönelik zarflama modelinde en iyi sınırı elde etmek için dikkate alınan “k” KVB’nin etkinlik değeri,

λ_{jk} =Girdiye yönelik modelde etkinliği ölçülen “k” karar biriminin diğer birimlere (j) göre aldığı ağırlık değeri,

Y_{rj} = j. KVB tarafından üretilen r’inci çıktı miktarı,

Y_{rk} = Etkinliği ölçülen “k” karar birimine ait r’inci çıktı miktarı,

s_r^+ =KVB’nin r’inci çıktısına (VZA ile “radyal” olarak ölçülemeyen fakat artırılması mümkün olan) ait atıl değer (yeterli miktarda üretilmeyen çıktı),

X_{ij} = j karar verme birimi tarafından kullanılan i’inci girdi miktarı,

X_{ik} =Etkinliği ölçülen “k” karar birimine ait i’inci girdi miktarı,

s_i^- =KVB’nin i’inci girdisine (VZA ile “radyal” olarak ölçülemeyen fakat azaltılması mümkün olan) ait atıl değer (fazla miktardaki kontrol edilebilen girdi)

Dual modelde yer alan θ_k ve λ_{jk} dual değişkenleri yönetsel açıdan önemli bilgiler içermektedir. Dual değişken θ_k ’nin yorumlanması kolaydır. Dikkat edilecek olursa θ_k negatif veya pozitif tüm reel değerleri alabilmektedir. Öte yandan, dualite teorisinden bilindiği üzere optimal bir çözümün bulunması durumunda primal model ile dual modelin amaç fonksiyonlarının değeri bir birine eşittir. Primal modelin amaç fonksiyonu etkinlik skorunu verdiği ve etkinlik skoru negatif bir değer olamayacağı için θ_k dual değişkeni sınırsız olarak tanımlansa dahi alabileceği değerler negatif olmayanlar ile sınırlıdır. $\theta_k = 0$ olması durumunda ise bir çelişkinin ortaya çıktığı görülmektedir. θ_k ’nin sıfır olması durumunda;

$$\sum_{i=1}^m v_{jk} x_{ij} = 1$$

bulunur. Toplam ifadesinde yer alan X_{ij} ’ler pozitif oldukları için eşitsizlik sadece $\lambda_{jk} = 0$ durumunda sağlanır. Sonuç olarak, θ_k sıfır değerini de alamayacağından θ_k ’nin tanım kümesi (0,1] olarak bulunur.

Dual değişken λ_{jk} ise referans kümenin belirlenmesinde kullanılır. $\lambda_{jk} > 0$ olan karar birimleri etkin olarak değerlendirilir ve bu karar birimleri, etkin olmayanlar için referans kümesini oluştururlar. Genellikle, eğer “k” etkin ise, o zaman referans kümesindeki tek karar birimi kendisi olacaktır ve dual değişken, λ_{kk} ’nin değeri 1.0’aeşit bulunacaktır.

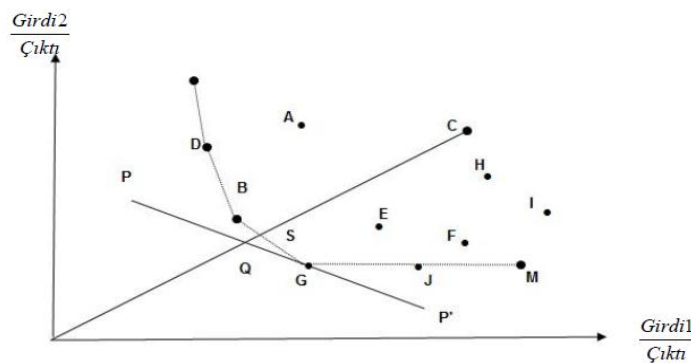
Zarflama modelinin çözümü sonucunda elde edilen optimal değerler θ_k^* , s_{ik}^-* ve s_{rk}^+* şeklinde tanımlanırsa, etkinliği ölçülen KVB “k” için aşağıdaki durumlardan biri geçerli olacaktır.

- $\theta_k^* < 1$ ise KVB “k” etkin değildir.
- Eğer $\theta_k^* = 1$ ve aylak değişkenlerden herhangi birinin değeri sıfırdan farklı ise ($s_{ik}^-* \neq 0$, $s_{rk}^+* \neq 0$) KVB “k” etkin değildir. Tümleyici aylaklık teoremi gereği, zarflama modelindeki pozitif aylak değişkenlere karşılık gelen, çarpan modelindeki v_{ik}^* ve u_{rk}^* değişkenleri sıfıra eşit olmak zorundadır. Bu değişkenlerden (v_{ik}^* ve u_{rk}^*) birinin sıfır olması durumunda ise $\theta_k^*=1$ olsa dahi KVB “k” tam etkin olarak değerlendirilemez.
- Eğer $\theta_k^* = 1$ ve tüm aylak değişkenler sıfır ise ($s_{ik}^-*=0$, $s_{rk}^+*=0$) tümleyici aylaklık teoremi gereği, aylak değişkenlere karşılık gelen tüm v_{ik}^* ve u_{rk}^* pozitif olduğundan KVB “k” etkin olarak değerlendirilir.

λ_{jk}^* değerini alan tüm KVB’leri, etkin olmayan “k” KVB’inin referans kümesini oluştururlar. Bu küme $R_k = \{j / \lambda_{jk} > 0, j \in (1,2,\dots,n)\}$ şeklinde ifade edilir.

4.8. VZA’NIN GRAFİKSEL GÖSTERİMİ

VZA modelini grafik yardımıyla bir örnek üzerinde aşağıdaki gibi açıklanır.



Şekil 15:Veri Zarflama Analizinin Grafikselleştirilmesi

Şekil 15'te A,B,C,D,E,F,G,H,I,J karar birimleri verilmiştir. Her birim tek bir çıktıyı üretmek koşuluyla I_1 ve I_2 girdilerini üretime dâhil etmektedir. Karar birimleri arasında en sol ve en aşağıda olan diğerlerinden daha etkindir. Bu üretim için ihtiyaç duyulan girdi miktarından daha azı kullanılarak, karar birimlerinin sahip olduğu çıktı miktarı elde edilmiştir. Bu sebeple en etkin nokta orijindir, orijine en yakın karar birimi de en etkin olandır.

Şekil 15'in üzerindeki etkin sınır D,B,G,J noktalarının geçtiği eğri ile ifade edilmektedir. Etkin sınırı çizme yöntemi ise şu şekilde açıklanabilir; ilk olarak yatay eksenin üzerinden yukarı yönde bir doğru olduğu varsayılır. Bu doğru, yatay eksene paralel uzatıldığında, ilk noktaya değene kadar yukarı doğru sürdürülür ve ikinci bir noktaya değinceye dek devam ettirilir. Aynı işlem, doğru dikey eksene paralel oluncaya kadar tekrarlanır. Kısaca özetlemek gerekirse, doğrunun temas ettiği her yeni bir nokta kırılma noktası niteliğindedir. Eğer tamamı kırık doğru ise bu doğruyu oluşturan noktalar kümesi etkin sınırı ifade eder.

Şekil 15'te etkin sınır üzerindeki D,B,G,J,M karar birimleri etkindir. Kalan diğer A,E,F,C,I,H karar birimleri etkin sınır üzerinde olmadığından etkin olmayan karar birimleri olarak değerlendirilir. Etkin sınırın analiz sürecine dâhil olan tüm noktalarını çevrelemesi ve bir zarf gibi içine alması sebebiyle bu yöntem "Veri Zarflama Analizi" denilmiştir.

Etkin sınırın üzerinde yer almayan karar birimlerinin etkinlikleri, etkin sınıra olan uzaklıklarına göre belirlenir. Örneğin; C noktası ile etkinliğinin en çok olduğu orijin arasındaki doğru ile etkin sınır S noktasında kesişmektedir. S ve C noktaları aynı doğru üzerinde olduklarından, aynı girdi miktarını temsil edeceklerdir. Buradan yola çıkarak, C'nin etkinliği C ve S noktalarının merkeze olan uzaklıkları oranına eşit olduğunu görebiliriz.

Bu aşamada, toplam etkinlik hesabında bölüşüm etkinliği ve teknik etkinlik oranları belirlenmelidir. PP' maliyet minimizasyon eğrisi olmak üzere, teknik etkinlik X noktasının merkeze olan radyal uzaklığı, bölüşüm etkinliği ise maliyet minimizasyon eğrisine uzaklığı ile ölçülür. Bu ölçümler doğrultusunda;

$$\text{Teknik etkinlik} = OS/OC$$

$$\text{Bölüşüm etkinliği} = OQ/OS$$

Aşağıda belirtilen formülden de anlaşılacağı gibi; toplam etkinlik, teknik etkinlikle bölüşüm etkinliğinin çarpımına eşittir.

$$\begin{aligned}\text{Toplam etkinlik} &= (\text{OS/OC}) * (\text{OQ/OS}) \\ &= \text{OG/OC}\end{aligned}$$

C noktasının etkinliği, etkin sınır üzerindeki diğer noktalarla da kıyaslanabilir. C noktası aynı girdi miktarını üretime katarak, etkinliği etkin sınır üzerindeki S noktasındayken gerçekleştirebilir. Ayrıca S noktası diğer etkin D,B,G,J,M noktalarının ağırlıklı ortalaması durumundadır. Bu sebeple, bu noktalar “etkin referans kümesini” meydana getirir.

Etkin sınır üzerindeki diğer bir nokta olan M noktasının etkinliğini incelediğimizde iki farklı durum söz konusudur. M noktası etkin sınır üzerinde olmasına rağmen, etkin olarak nitelendirilemez. Çünkü aynı çıktı miktarını, girdilerden herhangi birini artırarak J noktasındaki değerlerle üretilebilirdi. Buna karşın, M noktası “ölçek etkin” olarak değerlendirilir. Teknik etkinlik kısaca; her girdinin ayrı ayrı çıktı üzerindeki etkinliğini temsil ederken, ölçek etkinliği tüm girdilerin ortak etkisinin çıktı üzerindeki toplam etkisini nitelemektedir.

Açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, iki veya ikiden az girdi ve çıktıya olduğu durumlarda, etkinlikten bahsedebilmek için grafiksel gösterim yapılabilir. Fakat üçten fazla boyutu bir düzlemde grafikte göstermek mümkün olmayacağından, ikiden fazla değişkenin analizinde bu yöntem tercih edilmeyecektir [11].

Temel olarak VZA modelleri ikiye ayrılmaktadır. Bunlar; Ölçeğe Göre Sabit Getirili Veri Zarflama Analizi ve Ölçeğe Göre Değişken Getirili Veri Zarflama Analizi modelleridir. Bu modeller de kendi içerisinde girdi ve çıktı odaklı olmak üzere yine ikiye ayrılmaktadır.

Şekil 7’de etkin olmayan karar alma biriminin etkinlik sınırına ulaşabilmesi için girdinin azaltılması ya da çıktının artırılması gerekmektedir. Etkinlik sınırı, girdi azaltması ve çıktı artırılmasının gerek olmadığı karar alma birimlerinden oluşmaktadır [26].

4.9. TEMEL VZA MODELLERİ

Temel olarak VZA modelleri ikiye ayrılmaktadır. Bunlar; Ölçeğe Göre Sabit Getirili Veri Zarflama Analizi ve Ölçeğe Göre Değişken Getirili Veri Zarflama Analizi modelleridir. Bu modeller de kendi içerisinde girdi ve çıktı odaklı olmak üzere yine ikiye ayrılmaktadır.

Girdi odaklı yaklaşım şu soruya cevap arar: "Çıktı miktarını düşürmeden girdiler orantısal olarak ne kadar azaltılabilir?". Fakat etkinlik açısından bu sorunun yerine çıktı odaklı yaklaşımla farklı bir soru da sorulabilir: "Girdi miktarları sabitken çıktı miktarları orantısal olarak ne kadar artırılabilir?" Diğer taraftan, "Ölçeğe Göre Sabit Getiri'nin (Constant Return to Scale - CRS) yanında, girdinin azaltılması durumunda "Ölçeğe Göre Artan Getiri" (Increasing Return to Scale - IRS) ve girdinin artırılması durumunda ise "Ölçeğe Göre Azalan Getiri" (Decreasing Return to Scale - DRS) durumunu ortaya çıkarmaktadır.

Belirtilen özellikler ile CCR ve BCC modelleri alt maddelerde açıklanmaktadır [38].

4.9.1. CCR Modeli

Doğrusal programlama modeli olup, veri zarflama analizinin temel modeli olarak isimlendirilir. Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı altında toplam etkinliği ölçmeye çalışmaktadır. Model, etkin olmayan kaynakları belirtmekte ve bu kaynakların miktarı hakkında bilgi vermektedir [45].

CCR modeli, sabit ölçek varsayımı üzerine kurulmuştur. Eğer (x,y) vektörü gerçekleşebilir ise, (tx,ty) gibi bir vektör de gerçekleşebilme imkanına sahiptir. CCR modelinin n kez çözülmesi sonucunda girdi ve çıktı ağırlıkları ile bunlara dayalı olarak etkinlik sınırı elde edilmektedir. Bu sınır, göreceli etkinlik kriteri olarak değerlendirilmekte ve en az bir karar biriminin bu sınır üzerinde (yani etkin) olacağı düşünülmektedir. CCR modelinde etkin sınır, ölçeğe göre sabit getiri altında oluşturulmakta ve optimal ölçekte faaliyette bulunan karar birimleri için geçerli olmaktadır [38].

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında geliştirilen CCR modeli girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere iki farklı şekilde yorumlanmaktadır. Bu yöntem temel olarak:

1. Toplam etkinlik hakkında genel bir değerlendirme yapmaktadır.
2. Kaynakları belirleyerek yetersiz olanları tahmin etmektedir [8].

4.9.1.1. Girdi Yönelimli CCR Modeli

Belli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştıran girdiye yönelik CCR modelleri çalışmamızın bu bölümünde incelenecektir. Daha öncede belirttiğimiz gibi, modelin ek kullanım ve yorumuna imkân sağlayan dual modelin amaç fonksiyonunda, belirli bir düzey için etkinliği ölçülen KVB 'ye ait girdilerin kesirsel olarak ne kadar azaltılacağı araştırılmaktadır. Kesirsel modeldeki girdinin azaltılması, tek başına etkinliği sağlamak için yeterli olmamaktadır. Dual modelde radyal olarak ölçülemeyen fakat azaltılması veya artırılması mümkün olan atıl girdi ve çıktı vektörünün hesaplanması mümkündür. Böylece; incelenen karar verme birimlerinin hangi girdi ve/veya çıktısının ne oranda kullanılmadığını yani atıl bırakıldığı görülebilir. Aynı zamanda; bu model sayesinde referans kümesinin bulunması daha kolaydır ve daha kısa sürmektedir [10].

VZA'dan adet karar verme biriminin her birisine ait m adet girdi ve s adet çıktı varsa, j 'inci karar verme biriminin i 'inci girdi miktarı $X_{ij} \geq 0$ ve j 'inci karar verme birimi tarafından üretilen r 'inci çıktı miktarı $Y_{rj} \geq 0$ olmak üzere, girdi yönelimli kesirli VZA modeli:

$$Enb \frac{u_{1k}y_{1k} + u_{2k}y_{2k} + \dots + u_{sk}y_{sk}}{v_{1k}x_{1k} + v_{2k}x_{2k} + \dots + v_{mk}x_{mk}} = Enb \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk}y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik}x_{ik}}$$

(3)

$$\frac{u_{1k}y_{1j} + u_{2k}y_{2j} + \dots + u_{sk}y_{sj}}{v_{1k}x_{1j} + v_{2k}x_{2j} + \dots + v_{mk}x_{mj}} \leq 1 \Rightarrow \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk}y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik}x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n$$

(4)

$$u_{rk} \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad r=1,2,\dots,s$$

$$v_{ik} \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad i=1,2,\dots,m$$

(5)

biçiminde gösterilir. Birinci (3) ve ikinci (4) model ile üçüncü (5) maddede belirtilen kısıtlardaki şekiller:

Enb : En büyükleme

u_{rk} : k karar birimi tarafından r'inci çıktıya verilen ağırlık,

v_{ik} : k karar birimi tarafından i'inci girdiye verilen ağırlık,

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi,

Y_{rj} : j'inci karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ij} : j'inci karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi,

ε : Pozitif çok küçük bir değer

olarak ifade edilir. Modeldeki kısıtlar, her bir KVB için sanal çıktının sanal girdiye oranının 1'i geçmemesi gerektiğini ve en iyi amaç fonksiyonu değerinin (θ_k^*) en fazla 1 olacağını gösterir.

Yukarıda tanımlanan kesirli modelin doğrusal programlama ile çözülebilmesi için Charnes ve Cooper 1962'de $\sum_{i=1}^m v_{ik}x_{ik}$ dönüşümünü yapmışlar ve modeli;

$$\text{Enb } u_{1k}y_{1k} + u_{2k}y_{2k} + \dots + u_{sk}y_{sk} = \text{Enb } \sum_{r=1}^s u_{rk}y_{rk}$$

$$v_{1k}x_{1k} + v_{2k}x_{2k} + \dots + v_{mk}x_{mk} = 1 \Rightarrow \sum_{i=1}^m v_{ik}x_{ik} = 1$$

$$u_{1k}y_{1j} + u_{2k}y_{2j} + \dots + u_{sk}y_{sj} \leq v_{1k}x_{1j} + v_{2k}x_{2j} + \dots + v_{mk}x_{mj} \Rightarrow \sum_{r=1}^s u_{rk}y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik}x_{ij} \leq 0$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0; \quad v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \Rightarrow u_r \geq 0; \quad v_i \geq 0 \quad (6)$$

şeklinde ifade ederek dördüncü (6) doğrusal programlama modelini geliştirmişlerdir.

Girdi yönelimli CCR modeli denilen bu model; ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, görece toplam etkinliği ölçmekte ve kesirli modelle aynı en iyi çözümü vermektedir [38].

4.9.1.2. Çıktı Yönelimli CCR Modeli

Girdi düzeyini değiştirmeden çıktı yönünde maksimum kazanç sağlamaya yönelik olan CCR modelidir. Doğrusal programlama modeli aşağıdaki şekilde yazılmaktadır [46].

$$E_k = \text{Min} \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} \leq 0$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$u_{rk} \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad r=1,2,\dots,s$$

$$v_{ik} \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad i=1,2,\dots,m$$

u_{rk} : k karar birimi tarafından r'inci çıktıya verilen ağırlık,

v_{ik} : k karar birimi tarafından i'inci girdiye verilen ağırlık,

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi,

Y_{rj} : j'inci karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ij} : j'inci karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi,

ε : Pozitif çok küçük bir değer

Amaç fonksiyonu E_k nın alacağı en küçük değer 1'dir ve bu değer 1'e eşit olması halinde "k" karar biriminin etkin olduğu, 1'den büyük olması halinde "k" karar biriminin etkin olmadığı sonucuna varabiliriz [18].

4.9.2. BCC Modeli

Buraya kadar ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında araştırma yapan CCR modelini incelendi. 1978 yılında Charnes v.d tarafından geliştirilen model değişken getirili örneklerde kullanılamamakta ve karar birimlerinin teknik ve ölçek etkinlik skorlarını birlikte içeren toplam etkinlik değerlerini sağlamaktadır. Bu kısıtlamalardan kurtulmaya yönelik olarak geliştirilen BCC modeli geliştirilmiştir [10].

BCC modelleri ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında teknik etkinlik skorunu ölçmektedir. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımında; üretim ölçeğindeki değişimlerin verimliliği etkilediği düşünülür ve ölçeğe göre artan, azalan ve sabit getiri olabileceği anlamına gelir. Girdi vektöründeki herhangi bir radyal artışı, çıktı vektöründe daha küçük (büyük) oranda bir radyal artışa neden olması durumunda ölçeğe göre azalan (artan) getiri söz konusudur.

Teknik etkinlik skorunun tespit edilmesiyle ölçek etkinlik skorunu belirlemede mümkün hale gelecektir. KVB'nin elinde bulundurduğu girdi bileşimini en uygun biçimde kullanarak mümkün olan en çok çıktıyı üretmedeki başarısı “teknik etkinlik” ve uygun ölçekte üretim yapmadaki başarısı da “ölçek etkinliği” olarak tanımlanmaktadır. Bu iki etkinlik skorunun çarpımı sonucunda ise toplam etkinlik skoru elde edilecektir [6].

1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen ve kişilerin isimlerinin baş harflerine göre BCC olarak adlandırılan modelin girdiye yönelik modelleri bir sonraki bölümde verilmiştir.

4.9.2.1. Girdiye Yönelik BCC Modelleri

Tablo 8:Girdiye Yönelik BCC Modelleri

Primal Model:	Dual model:
Amaç Fonksiyonu:	Amaç Fonksiyonu:
$\text{Max } \sum_{r=1}^S u_{rk} y_{rk} - b_k$	$\text{Min } \theta_k$

<p>Kısıtlar:</p> $\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} - b_k \leq 0;$ $j=1,2,\dots,n$ $\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1$ <p>$u_{rk}, v_{ik} > 0$; $r=1,2,\dots,s$ $i=1,2,\dots,m$; b_k serbest</p>	<p>Kısıtlar:</p> $\sum_{r=1}^s \lambda_{jk} y_{rj} - S_{rk}^+ = y_{rk}, \quad r=1,2,\dots,s$ $\sum_{r=1}^s \lambda_{jk} x_{ij} - S_{ik}^- = \theta_k x_{ik}, \quad i=1,2,\dots,m$ $\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1 \quad j=1,2,\dots,n$ $S_{rk}^+, S_{ik}^-, \lambda_{jk} \geq 0$
---	---

n: Karşılaştırmanın yapıldığı KVB'lerin sayısı,

s: Üretimden elde edilen çıktı sayısı,

m: Üretimde kullanılan girdi sayısı,

$k \in \{1,2,\dots,n\}$ dikkate alınan KVB kümesi,

$j \in \{1,2,\dots,n\}$ tüm KVB kümesi,

$r \in \{1,2,\dots,s\}$ tüm çıktıların kümesi,

$i \in \{1,2,\dots,m\}$ tüm girdilerin kümesi,

θ_k :Girdiye yönelik zarflama modelinde en iyi sınırı elde etmek için dikkate alınan "k" KVB'nin etkinlik değeri,

b_k : Amaç fonksiyonunu en çoklamaya yardımcı olan ağırlık,

λ_{jk} :Girdiye yönelik modelde etkinliği ölçülen "k" karar biriminin diğer birimlere (j) göre aldığı ağırlık değeri,

u_{rk} : k KVB'nin r'inci çıktı miktarı için vereceği ağırlık,

v_{ik} : kKVB'nin i'inci girdi miktarı için vereceği ağırlık,

Y_{rj} : j KVB tarafından üretilen r'inci çıktı miktarı,

Y_{rk} : Etkinliği ölçülen "k" KVB 'ne ait r'inci çıktı miktarı,

S_{rk}^+ : k KVB'nin r'inci çıktısına (VZA ile "radyal" olarak ölçülemeyen fakat artırılması mümkün olan) ait atıl değer (yeterli miktarda üretilmeyen çıktı),

X_{ij} : j KVB tarafından kullanılan i'inci girdi miktarı,

X_{ik} :Etkinliği ölçülen "k" KVB'ne ait i'inci girdi miktarı,

S_{ik}^- :k KVB'nini'inci girdisine (VZA ile "radyal" olarak ölçülemeyen fakat azaltılması

mümkün olan) ait atıl değer (fazla miktarda kullanılan girdi)

Tablo 9'dan da incelenebileceği gibi burada verilen modeller girdi yönlü CCR modellerine oldukça benzemektedirler. Sahip olduğu avantajlar sebebiyle analizlerde dual modeli kullanılacaktır.

Bu modelin ilk kısıtı tüm KVB çıktılarının, sınırı oluşturan KVB'lerinin r'inci çıktılarının maksimum lineer kombinasyonundan daha büyük olmadığını ifade etmektedir.

İkinci kısıtta her bir KVB'ye ait girdilerin θ_k ile çarpılarak tüm girdilerin ağırlıklı lineer kombinasyonundan daha büyük olmamasının sağlandığı yani girdilerin minimum yapılmaya çalışıldığı ifade edilmektedir.

BCC zarflama modelinin CCR zarflama modeline göre sahip olduğu tek fark λ 'ların (ağırlıkların) toplamının 1'e eşit olduğu kısıttır. Buna "konvekslik kısıtı" denilmekte ve λ 'ların hepsinin etkin sınır toplamını oluşturması gerektiğini ifade etmektedir. Bu kısıt ölçeğe göre değişken getiriye müsaade eder ve işletmeler sadece üretimin benzer ölçekteki diğer çalışmaları ile kıyaslanır.

$0 < \theta \leq 1$ arasındaki θ değeri KVB'ler için teknik etkinlik skorunu temsil edecektir. Burada 1 değeri KVB'nin tamamen etkin olduğunu göstermektedir.

Girdiye yönelik CCR ve BCC modellerinin primal modelleri arasındaki fark ise BCC modeline yeni bir değişkenin (b_k) eklenmiş olmasıdır.

$b_k = 0 \Rightarrow$ Ölçeğe göre sabit getirili çıktı miktarı;

$b_k > 0 \Rightarrow$ Ölçeğe göre azalan getirili çıktı miktarı;

$b_k < 0 \Rightarrow$ Ölçeğe göre artan getirili çıktı miktarını göstermektedir.

Bu değişikliklerle etkinlik sınırının yapısı değişmiştir. CCR modelinde orijinden geçen etkinlik doğrusu BCC modelinde orijinden geçmek zorunda değildir. Bu yapıyla BCC modeli CCR modelinden ayrılmaktadır. Modellerin diğer değişkenler açısından yorumunda bir farklılık yoktur [6].

4.9.2.2. Çıktıya Yönelik BCC Modelleri

BCC modelinin çıktıya yönelik primal ve dual modelleri Tablo 5’de verilmiştir. Çıktı yönlü BCC modelinde, CCR modelinden farklı olarak zarflama modeline λ ’ların toplamı 1’e eşitleyen bir kısıtın, primal modeline ise c_k değişkeninin ilave edilmesidir. Buradaki amaç ölçeğe göre sabit olmayan getiriye sağlamaktır.

Tablo 9: Çıktıya yönelik BCC- VZA’nın primal ve dual modelleri

Primal Model:	Dual model:
Amaç Fonksiyonu:	Amaç Fonksiyonu:
$\text{Min } \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} + c_k$	$\text{Max } \varphi_k$
Kısıtlar:	Kısıtlar:
$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} = 1;$ $j=1,2,\dots,n$	$\sum_{j=1}^n \mu_{jk} y_{rj} - S_{rk}^+ = \varphi_k y_{rk}, \quad r=1,2,\dots,s$
$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} - c_k \leq 0;$	$\sum_{j=1}^n \mu_{jk} x_{ij} - S_{ik}^- = x_{ik}, \quad i=1,2,\dots,m$
$u_{rk}, v_{ik} \geq 0$	$\sum_{j=1}^n \mu_{jk} = 1 \quad j=1,2,\dots,n$
$r=1,2,\dots,s; i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n; c_k$ serbest	$S_{rk}^+, S_{ik}^-, \mu_{jk} \geq 0$

n: Karşılaştırmanın yapıldığı KVB’lerin sayısı,

s: Üretimden elde edilen çıktı sayısı,

m: Üretimde kullanılan girdi sayısı,

$k \in \{1,2,\dots,n\}$ dikkate alınan KVB kümesi,

$j \in \{1,2,\dots,n\}$ tüm KVB kümesi,

$r \in \{1,2,\dots,s\}$ tüm çıktıların kümesi,

$i \in \{1,2,\dots,m\}$ tüm girdilerin kümesi,

φ_k :Çıktıya yönelik zarflama modelinde en iyi sınırı elde etmek için dikkate alınan “k” KVB’nin etkinlik değeri,

c_k : Amaç fonksiyonunu en azlamaya yardımcı olan ağırlık,

μ_{jk} : Çıktıya yönelik modelde etkinliği ölçülen “k” karar biriminin diğer birimlere (j) göre aldığı ağırlık değeri,

u_{rk} : k KVB’nin r’inci çıktı miktarı için vereceği ağırlık,

v_{ik} : kKVB’nin i’inci girdi miktarı için vereceği ağırlık,

Y_{rj} : j KVB tarafından üretilen r’inci çıktı miktarı,

Y_{rk} : Etkinliği ölçülen “k” KVB ‘ne ait r’inci çıktı miktarı,

S_{rk}^+ : k KVB’nin r’inci çıktısına (VZA ile “radyal” olarak ölçülemeyen fakat arttırılması mümkün olan) ait atıl değer (yeterli miktarda üretilmeyen çıktı),

X_{ij} : j KVB tarafından kullanılan i’inci girdi miktarı,

X_{ik} :Etkinliği ölçülen “k” KVB’ne ait i’inci girdi miktarı,

s_{ik}^- :k KVB’nini’inci girdisine (VZA ile “radyal” olarak ölçülemeyen fakat azaltılması mümkün olan) ait atıl değer (fazla miktarda kullanılan girdi) [6].

Üretim sınırının ölçeğe göre değişken getiri özelliği göstermesinden dolayı BCC modeli yardımıyla hesaplanan teknik etkinlik skorları girdi ve çıktıya yönelik olarak farklı değerler alacaktır. Oysa CCR modelinde her iki durumda da hesaplanan toplam etkinlik skoru aynı değere sahiptir. Teknik etkinlik skorunun BCC modelinin çözümü sonucunda bulunması, toplam etkinlik skorunun da CCR modeli ile bulunması, ölçek etkinlik skorunun hesaplanmasına olanak verir. Teknik etkinlik ve ölçek etkinliği birlikte "toplam etkinlik" veya "VZA etkinliği" olarak adlandırılır [47].

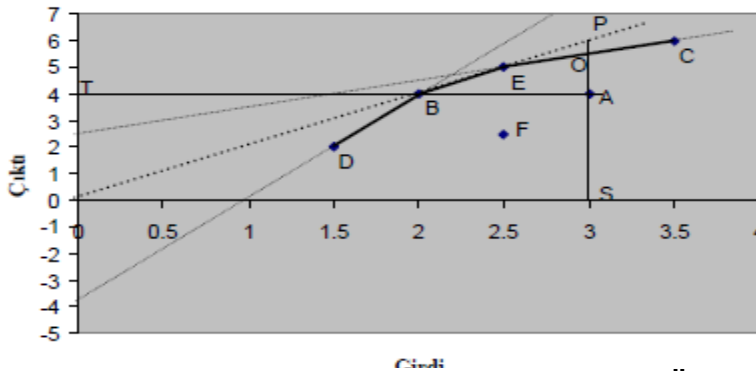
Şayet bir KVB hem CCR modelinde, hem de BCC modelinde tam etkin (%100) olarak belirlenirse, söz konusu KVB’nin “en üretken ölçek büyüklüğünde hizmet verdiği kanıtlanmış olur. KVB’nin BCC modeline göre tam etkin, CCR modeline göre etkinsiz çıkması durumunda ise, söz konusu KVB’nin yerel olarak etkin çalıştığı, ancak genel olarak etkin çalışmadığını anlaşılacaktır [6].

4.9.3. CCR-BCC Modellerinin Matematiksel Karşılaştırılması

Bu modelleri aşağıdaki örnekle açıklamak mümkündür.

Tablo 10: CCR-BCC Modellerinin Karşılaştırılması

KVB	A	B	C	D	E	F
Girdi	3	2	3,5	1,5	2,5	2,5
Çıktı	4	4	6	2	5	2,5



Şekil 16: Tablo 10 Verilerine Göre KVB için Ölçeğe Göre Getirinin Belirlenmesi

Şekil 16'da görüldüğü gibi CCR modelinin etkin üretim sınırı, BE doğrusunun da içinde bulunduğu orijinden çizilmiş olan (noktalı çizgi) doğrudur ve CCR'ye göre yalnızca B ve E işletmeleri etkindir.

BCC modelinde ise etkin üretim sınırı; D, B, E ve C noktalarını birleştiren doğru parçalarından oluşmaktadır ve D, B, E ve C işletmeleri BCC'ye göre etkin işletmelerdir. Ayrıca BCC'ye göre; DB doğrusu Y eksenini negatif bir değerde kestiği için ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing Return to Scale-DRS), EC doğrusu Y eksenini pozitif bir değerde kestiği için ölçeğe göre artan getiri (Increasing Return to Scale-IRS), BE doğrusu Y eksenini orijinden kestiği için ise ölçeğe göre sabit getiri (Constant Return to Scale-CRS) göstermektedir.

vardır. Şekil 16'dan ilgili değerler okunduğunda, A işletmesinin çıktıya yönelik BCC etkinliği:

$$OS / AS = 5.5 / 4 = 1.375 \text{ olurken,}$$

CCR etkinliği:

$$PS / AS = 6 / 4 = 1.5$$

olmaktadır.

Yani çıktıya yönelik BCC modeline göre A işletmesinin girdi değeri olan 3'ü değiştirmeden çıktı değerini 1.375 kat artırıp, $4 \cdot 1.375 = 5,5$ değerine getirirsek A işletmesi etkin olur. Çıktıya yönelik CCR modeline göre ise A işletmesinin çıktı değerini 1,5 kat artırıp, $4 \cdot 1.5 = 6$ değerine getirirsek A işletmesi etkin olur.

A işletmesinin girdiye yönelik BCC modelindeki etkinliği:

$$TB / TA = 2 / 3 = 0.667 \text{ olurken,}$$

CCR etkinliği de:

$$TB / TA = 2 / 3 = 0.667 \text{ olmaktadır.}$$

Yani girdiye yönelik BCC ve CCR modellerine göre A işletmesinin çıktı değeri olan 4'ü değiştirmeden girdi değerini 0.667 katı değeri olan, $3 \cdot 0.667 = 2$ değerine getirirsek A işletmesi etkin olur.

Örnekteki grafikte de çok açık görüldüğü gibi, BCC modelinde etkin üretim sınırı, KVB'leri CCR modelinden daha sıkı sarar. Bu sebeple ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında elde edilen etkinlik değerleri, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında elde edilen etkinlik değerlerine eşit ya da daha büyük değerler verir.

Tablo 11: CCR-BCC Etkinlik Değerleri

$BCC \text{ Etkinlik Değeri} \geq CCR \text{ Etkinlik Değeri}$
--

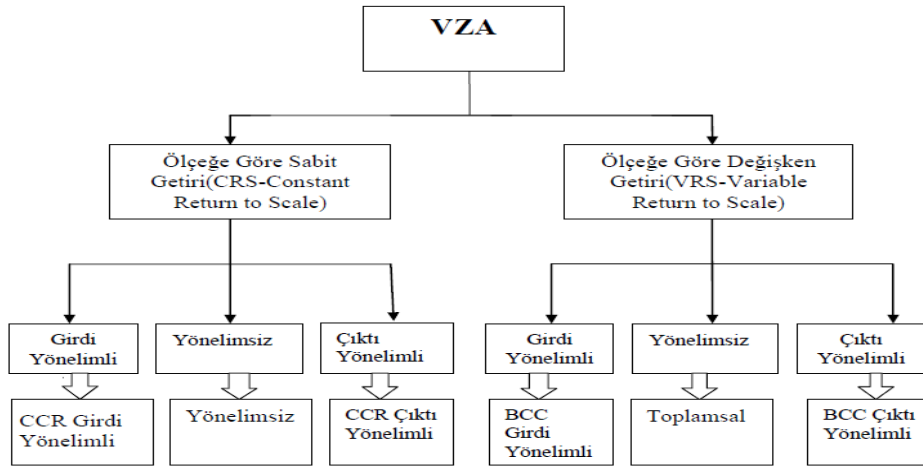
CCR modeli tarafından üretilen etkinlik değerine teknik etkinlik (TE), BCC modelinin ürettiği etkinlik değerlerine saf teknik etkinlik (STE) adı verilmektedir. Bu iki etkinlik değeri arasındaki oransal farka ölçek etkinliği (ÖE) denir. Bu etkinlik değerleri arasındaki ilişki şu şekildedir:

$$TE = STE * \text{ÖE}$$

TE ve STE değerlerinin birbirine eşit olması yani ÖE değerinin 1 olması durumunda değerlendirilen birimin optimal ölçekte faaliyet gösterdiği söylenebilir.

Eğer ÖE birden farklı bir değere sahipse ilgili birimin ölçeğini değiştirmesi gerekmektedir [17].

Her iki grup, kendi teorik ve metodolojik gelişim süreci doğrultusunda girdi yönelimli (input oriented), yönelimsiz (non-oriented) ve çıktı yönelimli (output oriented) olmak üzere üçe ayrılır. Girdi yönelimli modelde, herhangi bir çıktı düzeyi için etkin olmayan karar birimlerinin girdilerinin ne seviyede azalması gerektiği tespit edilir. Yani bu modelde, girdi miktarı en aza indirgenmeye çalışılır. Öte yandan, çıktı yönelimli modelde ise, herhangi bir girdi bileşimi için çıktıların ne seviyede artırılması gerektiği belirlenerek, çıktıların maksimize edilmesi amaçlanır. VZA modellerinin yönelimlerine göre sınıflandırılması Şekil 17’de verilmiştir [11].



[20]

Şekil 17:Yönelimlere Göre VZA Modelleri

Yöntemi kısaca özetleyelim. Veri kümesinde x_i 'ler girdileri ve v_i 'ler girdi ağırlıklarını, y_j 'ler çıktıları ve u_j 'ler de çıktı ağırlıklarını göstermek üzere,

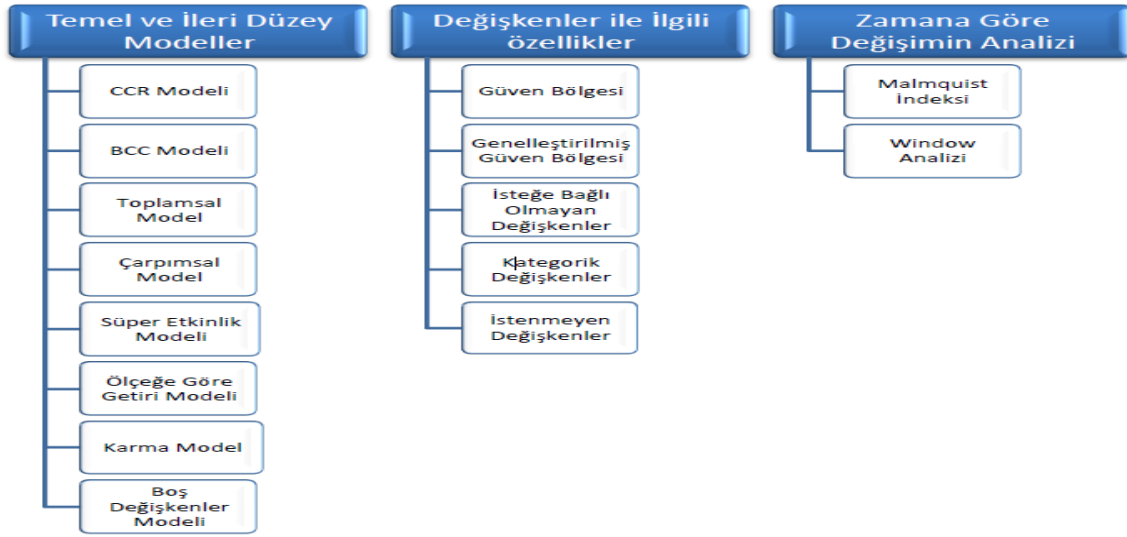
Sanal (virtual) girdi: $v_1x_{10} + \dots + v_mx_{m0}$

Sanal (virtual) çıktı: $u_1y_{10} + \dots + u_sy_{s0}$

şeklindedir.

Bu durumda, doğrusal programlama kullanılarak **Sanal Çıktı / Sanal Girdi** oranını maksimum kılacak ağırlıkları belirlenmeye çalışılır.

Anlatılan modelleri Temel ve İleri Düzey Modeller, Değişkenler İle İlgili Özellikler ve Zamana Göre Değişimin Analizi olarak üç grupta toplamak mümkündür. Şekil 18'de bu ayırım verilmiştir [8].



Şekil 18: Modellerin Türlerine Göre Ayırımı

4.9.3. Toplamsal Model

BCC modelinden sonra 1985 Charnes ve arkadaşları tarafından geliştirilen toplamsal model (Additive Model) daha sonra 1989 Banker ve arkadaşları tarafından iyileştirilmiştir. CCR ve BCC modelleri girdiye ve çıktıya odaklı olarak değerlendirme yaparken bu model iki çeşit odaklanmayı da beraber incelemektedir.

Burada asıl amaç, fazla kullanılan girdi (s_{ik}^-) ve üretilmeden kalan çıktıyı (s_{rk}^+) eş zamanlı olarak ele alıp etkinlik sınırı üzerinde en uzaktaki etkinsiz karar verme birimine ulaşmaya çalışmaktır. Bu model sonucunda bir etkinlik skoru değeri elde edilmez. Karar verme birimlerinin etkin olup olmadıkları aylak değişken değerlerine bakılarak belirlenir. Eğer her iki aylak değişkenin değeri de sıfır ise o karar verme birimi bu modele göre etkin olacaktır [48].

Amaç fonksiyonu:

$$\max z = \sum_{i=1}^m s_{ik}^- + \sum_{r=1}^s s_{rk}^+$$

Kısıtlar :

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_{jk} + s_{ik}^- = X_{ik}$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_{jk} - s_{rk}^+ = Y_{rk}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} \geq 1$$

$$i = 1, \dots, m \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_{jk}, s_{ik}^-, s_{rk}^+ \geq 0$$

Y_{rj} : j. Karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı,

X_{ij} : j. Karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi,

λ_j : j. Karar biriminin aldığı yoğunluk değeri,

s_i^- : k. karar biriminin i. değerine ait atıl değer,

s_r^+ : k. karar biriminin r. değerine ait atıl değer,

Bu model VZA'nın BCC zarflama versiyonu ile uyumludur. Toplamsal model ile BCC versiyonu arasındaki fark, modelde θ (bağıl verimsizlik miktarı)'nın çıkarılmış ve tüm etkisizliklerin aylak ve artık (s_i^- ve s_r^+) değişkenlerinde tutulmuş olmasıdır. Bu nedenle verimlilik için tek test tüm aylak ve artık değişkenlerinin sıfır olup olmadığıdır [48].

Kısaca, toplamsal model ölçeğe göre değişken getiriye dayanan ve veri zarflamayı Charnes-Cooper'ın etkin olmama analizi ile ilişkilendirilen bir modeldir [24].

4.9.4. Çarpımsal Model

CCR, BCC ve toplamsal modellerde çıktıların ve girdilerin toplamsal kombinasyonu tavsiye edilirken 1982, 1983 yılında Charnes v.d, bir çarpımsal kombinasyon yöntemi (Multiplicative Model) sunmuşlardır. Bu modelin temel farklılığı, gerçek çıktıların ve gerçek girdilerin toplamsal olarak (eklenmek suretiyle) değil çarpımsal olarak (çarpılmak suretiyle) biçimlendirilmiş olmasıdır. Yani, denklemlerdeki toplama işareti (Σ) çarpım işaretiyle (Π) değiştirilmiştir [6].

Çarpımsal model şu şekilde formüle edilmiştir:

Amaç fonksiyonu:

$$EK z_p = \sum_{r=1}^s s_{rk}^+ - \sum_{i=1}^m s_{ik}^-$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \log(x_{ij}) + s_{ik}^- = \log(x_{ip})$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \log(y_{rj}) - s_{rk}^+ = \log(y_{rp})$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$s_{ik}^-, s_{rk}^+, \lambda_j \geq 0; \quad j = 1, \dots, n; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m$$

Toplamsal modele benzer şekilde, çarpımsal model de etkinsizlikleri sadece aylak değerler (s^+ ve s^-) vasıtasıyla belirler ve herhangi bir yoğunluk veya orantılı değişken göz önüne alınmaz [45].

4.10. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE SÜPER ETKİNLİK (AP) YAKLAŞIMI

Veri Zarflama Analizi yöntemlerinden CCR ve BCC'de etkin olan birimler 1 değerini alırlarken etkin olmayan birimler, girdi yönlü ise 1'den küçük, çıktı yönlü ise 1'den büyük değerler alırlar. Dolayısıyla, bu durum karar birimlerinin etkinlik

sıralaması yapılmasına imkan tanımamaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için bazı yöntemler geliştirilmiştir.

Andersen ve Petersen diye bilinen (AP) süper etkinlik yöntemi, etkin karar verme birimlerinin diğer tüm birimlerle birlikte karşılaştırılması ve sıralanması üzerine kurulmuş olan ilk sıralama yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yaklaşım, parametrik yöntemlere dayanan sıralamalarda karşılaştırmayı kolaylaştırır ve etkin birimleri sıralamak için bir temel oluşturur.

Formülasyonu aşağıdaki gibidir.

$$a_p = \min a_p$$

Kısıtlar;

$$\left(\sum_{j=1, j \neq p}^n \lambda_j X_j \right) \leq a_p x_p$$

$$\left(\sum_{j=1, j \neq p}^n \lambda_j Y_j \right) \geq Y_p$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, N; \quad r = 1, \dots, p; \quad i = 1, \dots, m$$

Burada;

X_j : m boyutlu girdi vektörünü

Y_j : s boyutlu çıktı vektörünü

λ_j : KVB ağırlıklarını

p: incelenen KVB'yi

a_p : p.nci KVB için amaç fonksiyonunun optimal değerini göstermektedir.

AP (süper etkinlik) modeli, genellikle CCR ve BCC modelleriyle benzerlik taşımaktadır. Modelin, diğer iki modelden tek farkı, değerlendirme altındaki birimin süper etkinlik modelinde referans kümede yer almasıdır [44].

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ

5.1. TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİNE GİRİŞ

İstatistiksel araştırmalarda belli bir araştırma konusu üzerinde çok sayıda değişkenle çalışma durumu söz konusu olabilir. Genelde bu değişkenlerden bazılarının birbiri ile yüksek derecede, bazılarının da nispeten daha düşük derecede ilişkili olması mümkündür. İstatistiksel analizler genel olarak değişkenlerin ilişkisiz

olmasını arzu eder. Çünkü hem değişkenler arasında yüksek derecede ilişki bulunması hem de değişken sayısının çok fazla sayıda olması bazı sorunların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu sorunlardan birkaçı şu şekilde sıralanabilir:

i. Değişkenler arasında ilişki bulunması, örneğin regresyon analizinde çoklu bağlantı sorununu ortaya çıkarır.

ii. Değişken sayısının aşırı sayıda çok olması işlem gücünü, zaman, maliyet ve güncelliği kaybetme gibi sorunların ortaya çıkmasına sebep olur.

İstatistiksel analizlerde geçerli ve güvenilir sonuçlara ulaşabilmek için öncelikle varsa bu tür sorunların giderilmesi gereklidir. Temel Bileşenler Analizi (TBA) bu amaçla kullanılan birçok değişkenli istatistiksel analiz tekniğidir [44].

TBA'da p sayıda başlangıç değişkenine karşılık elde edilen p sayıda temel bileşenin her biri, orijinal değişkenlerin doğrusal bir bileşimidir. Dolayısıyla, her bir temel bileşen bünyesinde tüm değişkenlerden belirli oranda bilgiyi barındırır. Bu özelliği sayesinde TBA, p boyutlu veri kümesi yerine, ilk m önemli temel bileşenin kullanılması yoluyla boyut indirgemesi sağlayabilmektedir. İlk m temel bileşen toplam varyansın büyük kısmını açıklıyorsa, geriye kalan $p-m$ temel bileşen ihmal edilebilir.

TBA bu yönüyle, başka analizlerle birlikte kullanıldığı hallerde, gerek diğer analizin öncesinde değişken sayısının azaltılması ya da bağımlı değişkenlerden bağımsız yeni değişkenlerin türetilmesi amacıyla, gerekse diğer analizin sonucunda elde edilen çok sayıda çözüm kümesini daha az boyutta ya da kavramsal anlamlılığı ortaya çıkarmak üzere kullanılabilir.

Bu çalışmada TBA'nın ikinci kullanım amacından yararlanılacaktır. [49]

5.2.VERİ ZARFLAMA ANALİZİ SÜRECİNDE TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİNİN ROLÜ

VZA sürecini iyileştirmek ve daha güvenilir etkinlik analizleri yapabilmek amacıyla TBA'dan ne yönde faydalanılacağı Yıldırım [49] tarafından ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

Parametrik olmayan bir etkinlik yöntemi olan VZA, girdiler ve çıktıları ağırlıklandırarak ve KVB'lerini sıralayarak uygulanan bir doğrusal programlama tekniğidir. TBA ise girdiler ve çıktılar tarafından tanımlanan yeni çoklu ölçümleri bir

araya getirir. Parametrik olmayan istatistiksel testler VZA ve TBA'dan elde edilen sıralamalar arasındaki tutarlılığı doğrulamak için kullanılabilir [50].

VZA literatüründe TBA uygulamaları incelendiğinde ilk olarak, karar birimlerinin etkinlik sıralamalarında VZA ve TBA tekniklerinin karşılaştırıldığı çalışmalara rastlanmaktadır [49].

Bu iki yöntemi karşılaştırmak yerine birbirine entegre ederek VZA sürecinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar da yayınlanmıştır. Bu bağlamda, TBA'nın VZA sürecindeki katkıları üç yönde ortaya çıkmaktadır:

1. VZA uygulamalarında girdi ve çıktı sayısındaki artışın ayırım gücünde düşüşe sebep olduğu ve bazı karar birimlerinin görece olarak önemli olmayan bir girdi ya da çıktıdan dolayı etkin kabul edilebildiği bilinmektedir. Bu bulgu, VZA çalışmalarında değişken sayısına limit getirilmesini gerektirmektedir. Bu amaçla, araştırmacıya analizden çıkarılacak girdi ve çıktılar konusunda inisiyatif veren teknikler yerine objektif bir teknik olarak TBA'dan yararlanılabilir.
2. Görece etkinliğe dayalı bir yaklaşım olan VZA'da seçilecek girdi ve çıktılar elde edilecek sonuçlar üzerinde önemli rol oynamaktadır. Doğru girdi ve çıktıları tespit etmede bir yol gösterici olarak da TBA'ya başvurulabilir. Temel bileşen yüklerine dayalı olarak değişken seçimi yapılabileceği gibi, Cinca ve Molinero[51] tarafından önerilen yaklaşım da dikkate alınabilir. İlgili çalışmada, mümkün tüm girdi ve çıktı kombinasyonları için gerçekleştirilen çok sayıda VZA sonucunda elde edilen etkinlik skorlarına TBA uygulanarak, duyarlı bir etkinlik incelemesi yapılmıştır.
3. VZA, sınır bazlı bir yöntem olduğundan ölçüm hatalarına karşı duyarlı bir tekniktir. TBA yardımıyla orijinal girdi ve çıktı değerleri yerine, önemli temel bileşenlerin yük değerleri baz alınarak yapılan VZA'da ölçüm hatalarının etkisi de azaltılabilmektedir [49].

Bu 2 yöntemin birbirine entegrasyonu aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

VZA'da model seçimi önemli bir konudur. KVB için etkinlik tahmini modeldeki girdi ve çıktıların önemli ölçüde bağlıdır. Aynı zamanda girdi ve çıktıların sayılarına da bağlıdır. Bu sebepten girdi ve çıktıların seçimi oldukça önemlidir.

VZA ve çok değişkenli istatistiksel teknikler farklı çalışmalarda birbirlerine entegre edilebilir. Bir modeldeki etkin KVB'nin sayısı girdi ve çıktıların sayısına bağlı olduğu için girdi ve çıktıların sayısının kontrolü çok önemlidir. Bazı çalışmalarda temel bileşenler kullanılmış ve bu nedenle VZA skorlarından elde edilen verilerle kullanılabilir model sayısı azaltılmıştır. Bu sebepten girdi ve çıktıların seçimi oldukça önemlidir.

Cinca ve Molinero yöntemine göre tüm mümkün VZA model türleri için ayrı ayrı etkinlik skorları hesaplanır. Daha sonra TBA kullanılarak bu skorlar analiz edilir. Bu modelin denkleği ya da farklılığı bu yaklaşımla kolaylıkla bulunabilir [51].

ALTINCI BÖLÜM

6. TÜRK SİGORTA ŞİRKETLERİNİN VZA YÖNTEMİ İLE ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ

6.1. ÇALIŞMANIN AMACI

Çalışmanın amacını, sigortacılık sektöründe, yer alan 29 hayat dışı sigorta Şirketi ile temel bileşenler analizi kullanarak girdi ve çıktıların belirlenmesi ve daha sonra veri zarflama analizi kullanarak etkinlik düzeylerinin belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu noktada amaç, Türkiye'deki hayat dışı sigorta Şirketleri arasında bir etkinlik değerlendirmesi yaparak, etkinlik düzeylerinin belirlenmesi, etkin olmayan

şirketlerin etkin hale getirebilmek için girdi ve çıktı miktarlarında nasıl bir değişim yapılması gerektiğinin belirlenmesidir.

6.2. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Bu tez çalışmasında Türkiye'deki işletmelerin etkinlik ölçümlerinin yapılabilmesi için VZA'nın değerlendirilmesi üzerinde duruldu. Birbirinden farklı işletmelerin veya karar birimlerinin etkinliklerinin ölçme ve değerlendirme üzerine birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan VZA, girdi/çıktıya dayalı etkinlik ölçümlerinde sıklıkla ve başarıyla kullanılmaktadır. Dolayısıyla, bu tez çalışmasında da sigorta şirketlerinin etkinlik durumları öncelikle çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden Temel Bileşenler Analizi ile girdi ve çıktı seçimi konusunda bir çözüm önerisi getirilmiş daha sonra Bölüm 4'de verilen etkinlik ölçümünde parametrik olmayan bir teknik olan VZA ile incelenip sonuçları yorumlanmıştır.

Yapılan analizlerde VZA için EMS Version1.3 ve TBA için SPSS 17.0 paket programları kullanılmıştır.

6.3. KARAR VERME BİRİMLERİNİN SEÇİMİ

Sigorta şirketleri için yapılan analizlerin ortak amacı, şirketlerin mali yapısının sağlamlığını belirlemektir. Şirketlerin mali yapılarının sağlam olması, otomatik olarak sektörün ve buna bağlı olarak ekonominin güçlenmesi anlamına gelmektedir [26].

Veri Zarflama Analizi uygulanırken yapılması gereken ilk aşama karar birimlerinin seçilmesidir. İkinci aşama analize dâhil edilecek değişken sayısının ve değişkenlerin belirlenmesiyken, üçüncü aşama belirlenen değişkenlerin analiz edilmesidir. Son aşama ise analiz sonucu elde edilen bulguların yorumlanması dolayısıyla da sigorta şirketlerinin etkinliğinin analizidir

Karar verme birimleri, T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı Sigorta Denetleme Kurulu tarafından her yıl yayınlanan "2012 Yılı Türkiye'de Sigortacılık ve

Bireysel Emeklilik Faaliyetleri Hakkında Raporu'nda yer alan veriler göz önünde bulundurularak alınmıştır.

2012 yılı içerisinde Türk sigortacılık sektöründe faaliyet gösteren hayat dışı sigorta şirketleri, çalışmanın kitlesi olarak belirlenmiştir. VZA yönteminin benzer faaliyet alanına sahip homojen birimler arasında ölçümlene yapma özelliğinden dolayı, çalışmada Türkiye'de hayat dışı branşta faaliyet gösteren sigorta şirketleri ele alınmıştır. Emeklilik sigorta şirketleri aynı zamanda hayat alanında da faaliyet gösterdiğinden homojenlik oluşturmaması nedeniyle kitleye dâhil edilmemiştir. Çalışmada, VZA yönteminin güvenilir olması için; 2009, 2010 ve 2011 yıllarında faaliyetlerine devam eden hayat dışı branştaki 29 sigorta şirketinden toplam prim üretiminin %80'ini içeren sigorta şirketleri ele alınmıştır. Çalışmanın veri kümesini oluşturan hayat dışı sigorta şirketleri Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 12:Etkinlikleri Değerlendirilen Hayat Dışı Sigorta Şirketleri

AKSIGORTA	GUNES
ALLIANZ	HDI
ANADOLU	MAPFRE GENEL
AVIVA	SOMPO JAPAN
AXA	RAY
ERGO	YAPI KREDI
EUREKO	ZIRAAT
GROUPAMA	ZURICH

6.4. ANALİZE DÂHİL EDİLECEK DEĞİŞKENLERİN BELİRLENMESİ

Analiz için kullanılabilir değişkenlerin listesi oldukça geniştir. Ancak genel olarak herhangi bir karar alma birimi tarafından kullanılan bir kaynak, girdi olarak analize dâhil edilebilmektedir. Çıktı değişkenleri ise karar alma birimlerinin kaynakları ürün veya hizmet üretimine çevirmesi ile sonuçlandırdığındaki performans ve aktivite ölçümleridir. Ek olarak çevresel faktörlerde üretim sürecini etkileyebilmektedir[36]. Yani bu çevresel faktörlerde girdi olarak alınabilmektedir. Dolayısıyla analize dâhil edilecek bu geniş listedeki değişken sayısı sınırlandırılmalıdır. Bununla ilgili çeşitli yöntemler kullanılmaktadır [52]. Bu yöntemlerden en çok kullanılanlardan biri değişken sayısının, karar alma birimlerinin sayısına bağlı olarak sınırlandırılmasıdır. Buna göre, genel olarak VZA modeli içindeki girdi ve çıktıların sayısının toplamı, analize dâhil edilen karar alma birimleri sayısının üçte birinden fazla olmamalıdır [53].

Yapılacak VZA çözümlerinde TBA'dan analizin en önemli aşamalarından biri olan girdi ve çıktıların belirlenmesi noktasında, sübjektif yaklaşımları ortadan kaldıran yardımcı bir teknik olarak yararlanılmıştır. Şöyle ki, üç girdi (Bankalar Hariç Acente Sayısı, Personel Sayısı, Öz Sermaye) ve üç çıktı (Prim Üretimi, Teknik Kar/Zarar, Dönem Net Karı/Zararı) için tek bir VZA uygulaması yapılarak sigorta şirketlerinin etkinlik yönünden sıralanması mümkündür. Fakat bazı girdi ya da çıktıların analize alınmaması sonucun iyileştirilmesini sağlayabilmektedir. Ayrıca, toplam girdi ve çıktı sayısındaki artışın etkin karar birimi sayısını arttırdığı da bilinmektedir. Bu tespitlere dayalı olarak, altı değişken arasından modelden çıkarılmak üzere seçim yapmak yerine, değişkenlerin her birinin çözüm sürecine katkı sağlayabileceği düşünülerek, mümkün tüm girdi-çıkıtı kombinasyonları için çok sayıda VZA uygulanmıştır [49].

Kullanılacak olan girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 13:Modelde Kullanılan Girdi ve Çıktılar

GİRDİLER	ÇIKTILAR
Acente Sayısı (Bankalar Hariç)	Prim Üretimi
Personel Sayısı	Teknik Kar/Zarar

Öz sermaye	Dönem Net Karı/Zararı
------------	-----------------------

6.5. VZA MODELİNİN BELİRLENMESİ

Çalışmanın amacına göre girdi yönlü veya çıktı yönlü modellerden biri kullanılabilir. Girdi yönlü model, en etkin şekilde, en fazla çıktıyı elde etmek için kullanılabilen en uygun girdi bileşimini oluşturmaya çalışır. Çıktı yönlü model ise, belirli bir girdi bileşimini kullanarak, en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştıran modellerdir. Araştırmada girdi yönlü VZA modeli kullanılmıştır. Çalışmada girdi odaklı yöntemin kullanılmasının nedeni, firmaların girdi miktarlarının, çıktı miktarlarına göre daha fazla kontrol altında olmasıdır

6.6. TÜM MÜMKÜN VZA MODELLEMELERİ

Analizlerin ilk aşamasında, mümkün tüm girdi ve çıktı kombinasyonları için 49 adet VZA modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan VZA modelleri Tablo 14'de gösterilmiştir. Daha sonra oluşturulan bu VZA modelleri için VZA uygulaması yapılmış ve etkinlik skorları bir veri kümesi oluşturacak biçimde düzenlenmiştir.

Tablo 14:Üç Girdi-Üç Çıktı İçin VZA Modelleri

MODEL	GİRDİ	ÇIKTI
G1Ç1	G1	Ç1
G1Ç2	G1	Ç2
G1Ç3	G1	Ç3
G1Ç1Ç2	G1	Ç1Ç2
G1Ç1Ç3	G1	Ç1Ç3
G1Ç2Ç3	G1	Ç2Ç3
G1Ç1Ç2Ç3	G1	Ç1Ç2Ç3
G2Ç1	G2	Ç1
G2Ç2	G2	Ç2
G2Ç3	G2	Ç3
G2Ç1Ç2	G2	Ç1Ç2

G2Ç1Ç3	G2	Ç1Ç3
G2Ç2Ç3	G2	Ç2Ç3
G2Ç1Ç2Ç3	G2	Ç1Ç2Ç3
G3Ç1	G3	Ç1
G3Ç2	G3	Ç2
G3Ç3	G3	Ç3
G3Ç1Ç2	G3	Ç1Ç2
G3Ç1Ç3	G3	Ç1Ç3
G3Ç2Ç3	G3	Ç2Ç3
G3Ç1Ç2Ç3	G3	Ç1Ç2Ç3
G1G2Ç1	G1G2	Ç1
G1G2Ç2	G1G2	Ç2
G1G2Ç3	G1G2	Ç3
G1G2Ç1Ç2	G1G2	Ç1Ç2
G1G2Ç1Ç3	G1G2	Ç1Ç3
G1G2Ç2Ç3	G1G2	Ç2Ç3
G1G2Ç1Ç2Ç3	G1G2	Ç1Ç2Ç3
G1G3Ç1	G1G3	Ç1
G1G3Ç2	G1G3	Ç2
G1G3Ç3	G1G3	Ç3
G1G3Ç1Ç2	G1G3	Ç1Ç2
G1G3Ç1Ç3	G1G3	Ç1Ç3
G1G3Ç2Ç3	G1G3	Ç2Ç3
G1G3Ç1Ç2Ç3	G1G3	Ç1Ç2Ç3
G2G3Ç1	G2G3	Ç1
G2G3Ç2	G2G3	Ç2
G2G3Ç3	G2G3	Ç3
G2G3Ç1Ç2	G2G3	Ç1Ç2
G2G3Ç1Ç3	G2G3	Ç1Ç3
G2G3Ç2Ç3	G2G3	Ç2Ç3
G2G3Ç1Ç2Ç3	G2G3	Ç1Ç2Ç3
G1G2G3Ç1	G1G2G3	Ç1
G1G2G3Ç2	G1G2G3	Ç2
G1G2G3Ç3	G1G2G3	Ç3
G1G2G3Ç1Ç2	G1G2G3	Ç1Ç2
G1G2G3Ç1Ç3	G1G2G3	Ç1Ç3
G1G2G3Ç2Ç3	G1G2G3	Ç2Ç3
G1G2G3Ç1Ç2Ç3	G1G2G3	Ç1Ç2Ç3

6.6.1. Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Korelasyonun İncelenmesi

Bu bölümde belirlenen toplam 49 model için uygulanan VZA modeli skorları üzerinde herhangi bir değişikliğe gidilip gidilmemesini belirlemek amacıyla bu değişkenlere ilişkin korelasyon incelenmesi yapıldı.

Çizelgedeki korelasyon değerleri incelendiğinde bu modellerden 34 tanesinde %90'ın üzerinde bir ölçüde kuvvetli bir ilişkinin bulunduğu görülmüş ve bu değişkenler modelden çıkarılmıştır. Daha sonrasında ise geriye kalan 15 model için elde edilen VZA süper etkinlik skorlarına temel bileşenler analizi uygulanmıştır.

Tablo 15'de verilen 16 şirkete ait girdi-çıktı kombinasyonları için yapılan VZA uygulamaları sonucunda elde edilen etkinlik skorları, Tablo 15'de sunulmuştur.

Tablo 15:Süper Etkinlik Yöntemine Göre VZA Skorları

FİRMALAR	g1ç1	g1ç3	g1ç1ç2	g1ç2ç3	g1ç1ç2ç3	g2ç1	g2ç2	g2ç1ç2	g2ç1ç3	g3ç1	g3ç3	g1g2ç1ç3	g1g2ç2ç3	g1g3ç1ç2	g1g2g3ç2ç3
AKSIGORTA	0,41	1,67	0,46	1,67	1,67	0	0,16	0,05	0,09	0,01	0,14	0,54	0,37	0,46	0,41
ALLIANZ	0,55	0,12	0,61	0,2	0,6	0,01	0,2	0,05	0,03	0,01	0,12	0,73	0,51	0,61	0,54
ANADOLU	0,66	0,07	0,69	0,12	0,69	0,01	0,12	0,07	0,03	0,01	0,07	0,77	0,42	0,69	0,45
AVIVA	0,34	0,27	0,47	0,45	0,47	0	0,45	0,03	0,02	0,02	0,62	0,76	0,76	0,78	0,85
AXA	1,38	0,01	1,38	0,02	1,38	0,01	0,02	0,08	0,01	3,45	0,5	1,48	0,44	3,45	7,45
ERGO	0,28	0,11	0,33	0,17	0,33	0	0,17	0,04	0	0,01	0,24	0,43	0,37	0,36	0,43
EUREKO	0,45	0,19	0,54	0,32	0,54	0,02	0,32	2,35	0	0,01	0,16	0,55	0,38	0,54	0,38
GROUPAMA	0,45	0,15	0,52	0,26	0,52	0	0,26	0,02	0	0,09	0,1	1,83	1,83	0,53	1,83
GUNES	0,32	0,09	0,36	0,16	0,36	0	0,16	0,04	0	0,01	0,17	0,47	0,38	0,37	0,43
HDI	0,39	0,26	0,51	0,45	0,51	0	0,45	0,03	0	4	1,6	0,85	0,85	1,63	1,63
MAPFRE GENEL	0,39	0,13	0,45	0,23	0,45	0	0,23	0,05	0,17	0,01	0,12	0,57	0,47	0,45	0,47
RAY	0,36	0,35	0,58	0,58	0,58	0	0,58	0,03	0	0,01	0,61	0,95	0,95	0,85	1,06
SOMPO JAPAN	0,38	0,26	0,5	0,43	0,5	0,01	0,42	0,05	0	0,01	0,33	0,68	0,68	0,51	0,7
YAPI KREDİ	0,45	0,12	0,5	0,2	0,5	2,55	0,2	0,08	0,06	0,01	0,16	0,55	0,36	0,51	0,37
ZIRAAT	0,72	0,6	1,75	1,69	1,75	0	1,69	1	1	0,02	0,62	1,76	1,7	1,76	1,7
ZURICH	0,4	0,34	0,57	0,56	0,56	0,01	0,56	0,05	0,02	0,02	0,62	0,77	0,77	0,84	0,85

6.7. TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ VE BULGULAR

Tablo 16: KMO ve Bartlett Testi

Değişkenler Tarafından Oluşturulan Ortak Varyans Miktarı		,203
Bartlett Testi	Ki-Kare	513,450
	Serbestlik derecesi	105
	Sig.	,000

Değişkenler arasındaki ilişkilerin önemli olup olmadığını ve verilerimizin temel bileşenler analizine uygun olup olmadığı anlamak için KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) ve Bartlett Küresellik Testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 16'da verilmiştir. Buna göre Bartlett testi sonucu da (Sig.=0,000<0,05) anlamlı bulunmuştur. Bu demektir ki veri kümesi temel bileşenler analizi için uygundur.

15 değişkenli veri kümesinde değişkenlerin ölçü birimleri farklılık gösterdiği ve varyansları birbirine yakın bulunmadığı için standartlaştırılmış veriler üzerinden analiz yapılmıştır. Standartlaştırılmış veriler kullanıldığından korelasyon matrisinden yararlanılmıştır.

Öz değer sayısını belirlemek için, Tablo16'da "öz değer" kolonunda

$$\frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{p} \geq 0,67$$

koşulunu sağlayan λ sayısına ya da "toplam başlangıç özdeğerleri" kolonunda 1'den büyük λ sayısına bakılır. Burada, 1'den büyük 5 tane özdeğer olduğu görülmektedir.

$$\lambda_1= 5,537, \lambda_2= 3,526, \lambda_3= 1,723, \lambda_4 = 1,529, \lambda_5 = 1,030$$

$$\frac{(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5)}{p} = \frac{5,537+3,526+1,723+1,529+1,030}{15} = 0,88966 > 0,67$$

Koşul sağlandığı için 5 tane temel bileşen olduğu söylenebilir.

Tablo 17:Önemli Temel Bileşenlerin Özdeğer ve Açıklama Yüzdeleri

Temel Bileşen	Özdeğer	Varyans Açıklama Yüzdesi	Kümülatif Yüzde
1	5,537	36,916	36,916
2	3,526	23,507	60,424
3	1,723	11,484	71,908
4	1,529	10,194	82,102
5	1,030	6,865	88,966

λ_1 toplam varyansın %36,916'sını, λ_2 toplam varyansın %23,507'sini, λ_3 toplam varyansın %11,484'ünü, λ_4 toplam varyansın %10,194'ünü ve λ_5 toplam varyansın %6,865 açıklamaktadır. Beşi birlikte toplam varyansın %88,966'sını açıklamaktadır. Yani 15 değişkenli veri kümesini 5 değişkenle açıklamak mümkündür. %11,034'lük varyans kaybı söz konusudur, ancak hatalı sonuç almamak için bu kaybı göze alırız. Birbirleriyle ilişkili 15 değişkenden, ilişkisiz 5 değişken elde edilerek bağımlılık yapısı ortadan kaldırılmış ve temel bileşenler analizinin amacı olan boyut indirgeme sağlanmıştır.

Tablo 18: Bileşen Matrisi

BİLEŞEN MATRİSİ					
	Temel Bileşenler				
	1	2	3	4	5
g1ç1	,704	-,547	,291	-,319	-,038
g1ç3	,196	,606	,606	,409	-,148
g1ç1ç2	,938	-,006	,023	-,276	,093
g1ç2ç3	,501	,759	,296	,282	-,006
g1ç1ç2ç3	,795	,254	,541	,000	-,076
g2ç1	-,211	-,041	,096	-,306	,287
g2ç2	,629	,600	-,381	,027	,220
g2ç1ç2	,174	,271	-,008	-,378	,634
g2ç1ç3	,696	,561	-,103	-,202	,154

g3ç1	,438	-,692	,006	,473	,214
g3c3	,381	-,183	-,351	,749	,345
g1g2c1c3	,808	-,050	-,349	-,167	-,368
g1g2c2c3	,555	,339	-,621	,020	-,350
g1g3c1c2	,809	-,555	,093	,069	,109
g1g2g3c2c3	,674	,680	,136	,055	,127

Tablo 18’de yer alan temel bileşen yükleri hangi modelin hangi modellerle aynı değişken altında toplandığını gösterir. Daha önce, Tablo 17’de görüldüğü gibi bu ölçek 5 bileşenden oluşmaktaydı. Her bir model, bir ya da daha çok bileşen altında toplanabilmektedir. Bu tablodaki değerlerin büyüklüğü modelin ilgili bileşene ne ölçüde büyük bir güçle ait olduğunu göstermektedir. Örneğin, g1g2g3c2c3 modeli 1. bileşene büyük bir kuvvetle bağlıdır, ya da başka bir deyişle, g1g2g3c2c3 modeli 1. bileşenin varyansına büyük katkı sağlamaktadır.

6.8. EN UYGUN MODELİN TESPİTİ

MODELLER	Temel Bileşenler					(Temel Bileşen Skorları)*(Temel Bileşenlerin Modeli Açıklama Yüzdeleri)	MODELİN TEMEL BİLEŞEN YÜKÜ
	1	2	3	4	5		
g1ç1	,704	-,547	,291	-,319	-,038	$(0,704*0,369)+(-0,547*0,235)+(,291*0,114)+(-0,319*0,101)(-0,038*0,068)$	0,1365
g1ç3	,196	,606	,606	,409	-,148	$(0,196*0,369)+(0,606*0,235)+(0,606*0,114)+(-0,409*0,101)(-0,148*0,068)$	0,3115
g1ç1ç2	,938	-,006	,023	-,276	,093	$(0,938*0,369)+(-0,006*0,235)+(0,023*0,114)+(-0,276*0,101)(0,093*0,068)$	0,3332

g1ç2ç3	,501	,759	,296	,282	-,006	(0,501*0,369)+(-0,759*0,235)+(0,296*0,114)+(0,282*0,101)(-0,006*0,068)	0,4245
g1ç1ç2ç3	,795	,254	,541	,000	-,076	(0,795*0,369)+(-0,254*0,235)+(0,541*0,114)+(0,000*0,101)(-0,076*0,068)	0,4124
g2ç1	-,211	-,041	,096	-,306	,287	(-0,211*0,369)+(-0,041*0,235)+(0,096*0,114)+(-0,306*0,101)(-0,287*0,068)	-0,0897
g2ç2	,629	,600	-,381	,027	,220	(0,629*0,369)+(-0,600*0,235)+(-0,381*0,114)+(-0,027*0,101)(-0,220*0,068)	0,3510
g2ç1ç2	,174	,271	-,008	-,378	,634	(0,174*0,369)+(0,271*0,235)+(-0,008*0,114)+(-0,378*0,101)(0,634*0,068)	0,1323
g2ç1ç3	,696	,561	-,103	-,202	,154	(0,696*0,369)+(0,561*0,235)+(-0,103*0,114)+(-0,202*0,101)(0,154*0,068)	0,3701
g3ç1	,438	-,692	,006	,473	,214	(0,438*0,369)+(-0,692*0,235)+(0,006*0,114)+(0,473*0,101)(0,214*0,068)	0,0697
g3c3	,381	-,183	-,351	,749	,345	(0,381*0,369)+(-0,183*0,235)+(-0,351*0,114)+(0,749*0,101)(0,345*0,068)	0,1630
g1g2c1c3	,808	-,050	-,349	-,167	-,368	(0,808*0,369)+(-0,050*0,235)+(-0,349*0,114)+(-0,167*0,101)(-0,368*0,068)	0,2122
g1g2c2c3	,555	,339	-,621	,020	-,350	(0,555*0,369)+(-0,339*0,235)+(-0,621*0,114)+(0,020*0,101)(-0,350*0,068)	0,1968
g1g3c1c2	,809	-,555	,093	,069	,109	(0,809*0,369)+(-0,555*0,235)+(-0,093*0,114)+(0,069*0,101)(0,109*0,068)	0,2022
g1g2g3c2c3	,674	,680	,136	,055	,127	(0,674*0,369)+(0,680*0,235)+(0,136*0,114)+(0,055*0,101)(0,127*0,068)	0,4399

15 adet VZA sonucu başarılı bir biçimde beş boyuta indirildikten sonra, son aşamada temel bileşen skorları ile bu temel bileşenlerin modeli açıklama yüzdeleri çarpılarak en uygun modelin bulunması hedeflenmiştir.

Tablo 19:Üç Temel Bileşene Ait Skor Değerlerine Göre Oluşturulan Model

** 1. Temel bileşenin açıklama yüzdesi %36.9, 2. Temel bileşenin açıklama yüzdesi % 23.5, üçüncü temel bileşenin açıklama yüzdesi % 11.4, dördüncü temel bileşenin açıklama yüzdesi % 10,1 ve beşinci temel bileşenin açıklama yüzdesi %6,8

Tablo 19'da görüldüğü gibi her bir modelin temel bileşen skorları ile bu temel bileşenlerin modeli açıklama yüzdeleri çarpılmış ve elde edilen oranlara göre en uygun modelin bulunması hedeflenmiştir. Tablo 19'da en büyük çarpım değerine sahip olan model 0,4399 ile g1g2g3ç2ç3 modelidir.

Tablo 20: VZA ve TBA Kıyaslama

ŞİRKET ADI	G1G2G3Ç2Ç3 Modeli VZA Sonucuna Göre Sıralama	G1G2G3Ç1Ç2Ç3 Modeli VZA Sonucuna Göre Sıralama
AKSIGORTA	12	11
ALLIANZ	8	8
ANADOLU	10	7
AVIVA	6	6
AXA	1	1
ERGO	11	13
EUREKO	13	10
GROUPAMA	2	2
GUNES	11	12
HDI	4	4
MAPFRE GENEL	9	9
RAY	5	5
SOMPO JAPAN	7	8
YAPI KREDİ	14	10
ZIRAAT	3	3
ZURICH	6	6

Tablo 20'deki kıyaslamaya bakıldığında her iki modelin etkinlik sıralamasında benzer noktalar olduğu görünmektedir. Zira her iki modelde etkinlik skoru bakımından etkin bulunan ilk 5 şirket (Axa, Groupama, Ziraat, HDI, Ray) aynı bulunmuştur.

Bir sonraki aşama bu 2 model arasındaki yapılan sıralamaların anlamlı olup olmadığı noktasının tespit edilmesi için Spearman Sıra Korelasyon Testi'nin yapılmasıdır. Teste ait sonuçlar Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21:Spearman Sıra Korelasyon Testi

			g1g2g3c2c3	g1g2g3c1c2c3
Spearman'nin rho katsayısı	g1g2g3c2c3	Korelasyon katsayısı	1,000	,927**
		Sig. (2-yönlü)	.	,000
		N	16	16

İki sıralama için hesaplanan Spearman Sıra Korelasyon katsayısı 0,927 bulunmuştur. Bu değer, iki sıralama arasında yüksek derecede ve pozitif yönde uyum olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, G1G2G3Ç1Ç2Ç3 modeli tüm girdi ve çıktıları içerse de, 15 VZA sonucuna uygulanan TBA sonucunda elde edilen temel bileşen yükleri sonucunda elde edilen G1G2G3Ç2Ç3 modeli, tüm girdi-çıkıtı kombinasyonlarının analiz sonuçlarına dayandığından, daha fazla bilgi içermektedir. Dolayısıyla, TBA kullanımına dayalı bu yaklaşımın, etkinlik sıralaması için daha güvenilir olduğu düşünülmektedir.

6.9. ETKİNLİK DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Tez çalışmasının uygulama kısmında, çalışma kapsamına alınmış olan 16 firmanın göreceli etkinlikleri; veri zarflama analizinin girdiye yönelik CCR modeli kullanılarak tablolar halinde elde edilmiştir.

Analiz kapsamına 2012 yılı verileri dâhil edilmiştir. Söz konusu veriler Hazine Müsteşarlığı resmi web sitesinden elde edilmiş; ardından EMS version1.3. bilgisayar paket programı ile analize sokulmuş, elde edilen sonuçlar tablolar halinde sıralanmıştır.

Tablo 22: G1G2G3Ç2Ç3 Modeli VZA Etkinlik Sonuçları

FİRMA	SKOR	SONUÇ
AKSIGORTA	0,41	Etkin değil
ALLIANZ	0,54	Etkin değil

ANADOLU	0,45	Etkin değil
AVIVA	0,85	Etkin değil
AXA	7,45	Etkin
ERGO	0,43	Etkin değil
EUREKO	0,38	Etkin değil
GROUPAMA	1,83	Etkin
GUNES	0,43	Etkin değil
HDI	1,63	Etkin
MAPFRE GENEL	0,47	Etkin değil
RAY	1,06	Etkin
SOMPO JAPAN	0,70	Etkin değil
YAPI KREDI	0,37	Etkin değil
ZIRAAT	1,7	Etkin
ZURICH	0,85	Etkin değil

Hayat dışı sigorta şirketlerinden 16'sı üzerinde yapılan VZA sonucu elde edilen görelî etkinlik skorları ve etkinlik yüzdeleri Tablo 22'de verilmektedir. Elde edilen skorlar 0 ve daha büyük oranlardadır. Süper etkinlik modeline göre KVB'lerden skoru 1 ve daha büyük olanlar için "etkindir" denilebilir. Tabloda yer alan 16 KVB arasından 5 tanesi %100 etkin çıkmıştır. Bu firmaların görelî etkinlik skorları 1 ve daha büyüktür. Söz konusu firmalar Tablo 22'de de görüleceği üzere Axa, Groupama, Ziraat, HDI, Ray şirketleridir.

Analiz sonuçlarına göre %100 ve üzeri etkin kabul edilen 5 firmayı sırasıyla Zürich, Aviva %85'lik; ve Sompo Japan %70'lik bir skorla takip etmektedirler. Yapılan araştırmalarda kimi çevrelerce %90'nın üzerindeki etkinlik yüzdelerine sahip karar verme birimlerinin tam etkin olarak kabul edildiğine rastlanmıştır.

Etkinlik sıralamasına göre, 16 şirket arasında etkinlik skoru en düşük sigorta şirketleri sırasıyla Yapı Kredi %37, Eureka,%38, Aksigorta %41'lik skorlar ile tespit edilmiştir.

6.10. REFERANS KÜMESİ VE SAYILARININ BELİRLENMESİ

Gözlem grubundaki etkin olmayan karar birimlerinin her biri için VZA, etkinlik sınırı üzerindeki bir grup etkin karar birimini referans grubu olarak belirler ve karşılaştırmanın gözlem grubuna oranla daha küçük bir grup ile yapılmasını sağlar. Analizin sonucunda şirketler için oluşan referans grupları ve referans olma sayıları Tablo 23'de verilmiştir.

Tablo 23: G1G2G3Ç2Ç3 Modeli İçin Referans Kümeleri ve Referans Olma Sayıları

SIRA	FİRMA (KVB)	Referans Kümesi
1	AKSIGORTA	8 (0,22) 10 (0,67) 12 (0,24)
2	ALLIANZ	8 (0,40) 10 (0,34) 12 (0,40)
3	ANADOLU	8 (0,60) 10 (0,42)
4	AVIVA	10 (0,42) 12 (0,43) 15 (0,08)
5	AXA	0
6	ERGO	8 (0,08) 10 (0,87)
7	EUREKO	8 (0,06) 15 (0,89)
8	GROUPAMA	9
9	GUNES	8 (0,16) 10 (0,92)
10	HDI	7
11	MAPFRE GENEL	8 (0,31) 12 (0,39) 15 (0,36)
12	RAY	6
13	SOMPO JAPAN	8 (0,07) 12 (0,64) 15 (0,32)
14	YAPI KREDI	8 (0,10) 12 (0,96) 15 (0,06)
15	ZIRAAT	6
16	ZURICH	10 (0,41) 15 (0,55)

Bu bölüme kadar analize ilişkin yapılan açıklamalarda firmaların etkinlik yüzde ve skorları tablolar halinde verilmiş buna ek olarak da süper etkinlik modeline göre %100 ve daha üzeri etkin olduğu sonucuna varılan firmalardan elde edilen bulgular tablolar halinde listelenmiştir. Ancak yapılan analizler sadece etkinlik skorlarına ilişkin

bulgularla sınırlı değildir. Gerçekleştirilen analizlerde etkinlik skorlarına ulaşmanın yanında referans kümelerine ilişkin bulgulara da rastlanılmıştır. Bu bulgular tablolar halinde açıklanacaktır. VZA' da etkin KVB'ler tarafından (etkinlik değeri %100'e eşit ya da %100'den daha büyük olan) oluşturulan kümeye **referans kümesi** denir. Bu amaçla Tablo 23'de firmalar için gerçekleştirilmiş olan göreceli finansal etkinlik ölçümlerinden elde edilen referans sonuçlarına yer verilmiştir.

Öncelikle referans kümesine ilişkin yapılan tanıma göre, ilk olarak Tablo 23'de göz önünde bulundurulması gereken bulgular, %100 etkin karar verme birimlerinin yani daha önce bahsi geçen 5 firmanın diğer firmalar için kaçar defa referans olduklarıdır. Buna göre, tablodan da görüleceği üzere, Groupama 9, HDI 7, RAY 6 ve Ziraat 6 kez diğer firmalara referans olmuşlardır.

Diğer firmalar için sonuçlar değerlendirilecek olursa, örneğin Ak sigorta şirketi için [Groupama (0,22) HDI (0,67) Ray (0,24)] değerlerinin içerdikleri anlam şöyle ifade edilebilir: Köşeli olmayan parantez içerisinde yer alan değerler Ak sigorta şirketinin söz konusu referanslara verdiği ağırlıkları göstermektedir.

Bunun dışında çıktı değişkenlerinden "Prim Üretimi" değişkeninin TBA sonucunda elde ettiğimiz uygun model "g1g2g3ç2ç3" olduğu için hedef değerleri hesaplanmamıştır.

6.11. ETKİN OLMAYAN KARAR BİRİMLERİ İÇİN HEDEF DEĞERLERİ

VZA, etkin birimleri belirlerken, etkin olmayan birimlere de etkin olmaları için girdilerinin veya çıktılarının miktarlarında yüzdesel olarak ne kadar değişiklik yapmaları gerektiğini de açıklamaktadır. Tablo 23'de etkin olmayan şirketler ve referans grupları gösterilmiştir.

Etkin olmayan KVB için hedef değerlerinin nasıl hesaplanacağını göstermek amacıyla etkin olmayan KVB'lerden "Ak sigorta" şirketini örnek alalım. Bu örneğin devamında diğer firmaların hedef değerleri ve potansiyel iyileştirme oranları verilecektir.

Ak sigorta şirketinin etkinlik değeri Tablo 22'ye göre %41 dir; yani bu şirket etkin değildir. Bu şirket için referans kümesi; $RK = \{ \text{Groupama}, \text{HDI}, \text{Ray} \}$ 'dir. Kıyaslama sütunundan referans yüzdeleri Ak sigorta şirketi için Groupama şirketinin girdilerinin %22'si (0,22), HDI Şirketi'nin girdilerinin %67'si (0,67) ve RAY Şirketi'nin

girdilerinin %24'ü (0,24) olduğu görülmektedir. Bu değerlerden yola çıkarak Ak sigorta şirketi için hedeflenen girdi değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

Hedeflenen Acente Sayısı= $3716*0,22+1144*0,67+844*0,24=1786$

Hedeflenen Personel Sayısı= $397*0,22 + 224*0,67 + 183*0,24 = 281$

Hedeflenen Öz sermaye Tutarı= $530,746*0,22+50,830*0,67+ 90,198*0,24=172,467$

Yani Ak Sigorta şirketi Personel Sayısı 690'dan 281'e, Hedeflenen Acente Sayısını 1804'ten 1786'ya ve Hedeflenen Öz sermaye Tutarı 423,598'den 172,467'ye düşürmelidir. Böylece etkinliği %41 iken düzeltmeler sonucu etkin hale gelecektir.

Tablo 24:Etkin Olmayan Birimlerin Hedef Değerleri

KVB	Etkinlik Skoru (%)	Gerçek Değerler			Hedef Değerler		
		Personel Sayısı	Acente Sayısı	Öz sermaye	Personel Sayısı	Acente Sayısı	Öz sermaye
AKSIGORTA	0,41	690	1804	423,598	281	1786	172,467
ALLIANZ	0,54	572	2218	493,810	308	2212	265,659
ANADOLU	0,45	740	2726	756,361	332	2710	339,796
AVIVA	0,85	214	841	79,929	181	841	67,717
AXA	7,45	523	2176	12,976			
ERGO	0,43	528	1279	199,848	226	1279	86,681
EUREKO	0,38	329	231	339,777	126	225	116,208
GROUPAMA	1,83	397	3716	530,746			
GUNES	0,43	626	1653	307,631	269	1647	131,682
HDI	1,63	224	1144	50,830			
MAPFRE GENEL	0,47	497	1478	492,528	235	1478	233,833
RAY	1,06	183	844	90,198		-	
SOMPO JAPAN	0,70	258	789	176,851	181	789	125,212
YAPI KREDI	0,37	591	1165	383,163	252	1165	169,997
ZIRAAT	1,7	115	3	94,791		-	
ZURICH	0,85	183	457	86,137	183	457	72,975

Diğer şirketlerin etkin hale gelebilmesi için izlemeleri gereken yollar aşağıdaki açıklanmıştır.

Allianz şirketi Personel Sayısı 572'den 308'e, Hedeflenen Acente Sayısını 2218'den 2212'ye ve Hedeflenen Öz sermaye Tutarı 493,810'den 265,659'a düşürmelidir. Böylece etkinliği %54 iken düzeltilmeler sonucu etkin hale gelecektir.

Anadolu şirketi Personel Sayısı 740'dan 332'ye, Hedeflenen Acente Sayısını 2726'dan 2710'a ve Hedeflenen Öz sermaye Tutarı 756,361'den 339,796'a düşürmelidir. Böylece etkinliği %45 iken düzeltilmeler sonucu etkin hale gelecektir.

Aviva şirketi Personel Sayısı 214'den 181'e, Hedeflenen Acente Sayısını değiştirmemeli ve Hedeflenen Öz sermaye Tutarı 79,929'dan 67,717'ye düşürmelidir. Böylece etkinliği %85 iken düzeltilmeler sonucu etkin hale gelecektir.

Ergo şirketi Personel Sayısı 528'den 226'ya, Hedeflenen Acente Sayısını değiştirmemeli ve Hedeflenen Öz sermaye Tutarı 199,848'dan 86,681'ye düşürmelidir. Böylece etkinliği %43 iken düzeltilmeler sonucu etkin hale gelecektir.

Eureko şirketi Personel Sayısı 329'dan 126'ya, Hedeflenen Acente Sayısını 231'den 225'e'a ve Hedeflenen Öz sermaye Tutarı 339,777'den 116,208'a düşürmelidir. Böylece etkinliği %38 iken düzeltilmeler sonucu etkin hale gelecektir.

Güneş şirketi Personel Sayısı 626'dan 269'a, Hedeflenen Acente Sayısını 1653'den 1647'ye ve Hedeflenen Öz sermaye Tutarı 307,631'den 131,682'ye düşürmelidir. Böylece etkinliği %43 iken düzeltilmeler sonucu etkin hale gelecektir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasının ikinci bölümünde etkinlik kavramı hakkında genel bir bilgi verilmiştir. Daha sonra üçüncü bölümünde etkinlik ölçme yöntemleri kategorilerine ayrılmış ve bu yöntemler hakkında detaylı bir şekilde bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümünde ise çok girdili ve çok çıktılı veri setlerine uygulanabilen ve parametrik olmayan bir analiz yöntemi olan Veri Zarflama Analizi tüm boyutlarıyla ele alınmıştır.

Görelî etkinliğe dayalı bir yaklaşım olan VZA'da seçilecek girdi ve çıktılar alınacak sonuçlar için çok önemli olmaktadır. Bu çalışmada doğru girdi ve çıktıları tespit etmede bir yol gösterici olarak da TBA'ya başvurulmuştur. Temel bileşen yüklerine dayalı olarak değişken seçimi yapılabileceği gibi, [51] Cinca ve Molinero tarafından önerilen yaklaşım da dikkate alınabilir. İlgili çalışmada, mümkün tüm girdi ve çıktı kombinasyonları için gerçekleştirilen çok sayıda VZA sonucunda elde edilen etkinlik skorlarına TBA uygulanarak, duyarlı bir etkinlik incelemesi yapılmıştır.

Türkiye'de hizmet veren 16 hayat dışı sigorta şirketinin etkinlik incelemesi üzerinde, çok sayıda VZA sonrasında uygulanan TBA tekniğinin, karar birimlerinin etkinlik sıralamasında görecelikten kaynaklanan zaafı giderebileceği gösterilmeye çalışılmıştır. Etkin ve etkin olmayan karar birimlerinin belirlenmesinde, tek bir VZA'ya dayalı yaklaşım yerine mümkün tüm girdi-çıkıtı kombinasyonlarına dayalı bir yaklaşım önerilmiştir.

Çalışma kapsamında, sigorta şirketleri mali performansları yönünden üç girdi değişkeni (personel sayısı, acente sayısı ve sermaye) ve üç çıktı değişkeni (prim üretimi, teknik kar- zarar, mali kar-zarar) baz alınarak karşılaştırılmıştır. Tüm girdi-çıkıtı kombinasyonları için oluşturulan 49 modele ayrı ayrı VZA uygulanmış, bu analizler sonucunda elde edilen etkinlik skorları TBA için kullanılacak veri kümesini oluşturmuştur. Daha sonra bu veri kümesi TBA için uygun veri kümelerine dönüştürülmesi için bu modeller arasındaki karşılıklı korelasyonlara bakılmıştır. Bu verinin TBA uygulanmasına engel olacak olan yüksek derecede ilişkili olan 34 model veri kümesinden çıkarılmış ve geriye 15 model kalmıştır. Bu 15 modelden oluşan veri kümesine TBA uygulanmıştır.

%88,960 oranında açıklama sağlayan ilk üç temel bileşenle boyut indirilmesi yapılmıştır. Bu temel bileşenler, tüm girdi-çıkıtı kombinasyonlarından türetildiği için alternatif tüm modellerin bilgisini taşıma üstünlüğüne sahiptir. Standart VZA uygulamalarından farklı olarak bu çalışmada, sigorta şirketlerinin etkinlik sıralaması bir tek VZA uygulamasına dayalı olarak değil, 15 VZA sonucuna uygulanan TBA skorlarına dayalı olarak elde edildiğinden yüksek güvenilirliğe sahiptir. Elde edilen bulgulara göre, en etkin sigorta şirketleri, Axa, Groupama, HDI, RAY ve Ziraat sigorta şirketleridir. Etkinlik skoru en düşük olan sigorta şirketleri sırasıyla Yapı-kredi, Euroka, Aksigorta ve Güneş sigorta şirketleri olarak tespit edilmiştir.

Bir sonraki aşamada etkin olmayan karar birimleri için hedef değerler gösterilmiştir. Örneğin, Ak Sigorta şirketi Personel Sayısı 690'dan 281'e, Hedeflenen Acente Sayısını 1804'ten 1786'ya ve Hedeflenen Öz sermaye Tutarı 423,598'den 172,467'ye düşürdüğü zaman etkinliği %41 iken düzeltmeler sonucu etkin hale gelecektir. Bir diğer etkin olmayan sigorta şirketi Euroka, Personel Sayısı 329'dan 126'ya, Hedeflenen Acente Sayısını 231'den 225'e'a ve Hedeflenen Öz sermaye Tutarı 339,777'den 116,208'a düşürmelidir. Böylece etkinliği %38 iken düzeltmeler sonucu etkin hale gelecektir.

Verimsiz olarak belirlenen şirketler, aynı girdi ve çıkıtı kombinasyonları kullanılarak verimli hale getirilebilir. Fakat şirket etkisizliğinin nedeni yalnızca girdi-çıkıtı değişkenlerine bağlı olmayabilir. Etkisizliğe sebep olacak, başka şirket içi etmenler de incelenmelidir. Fakat tezimiz bu gibi incelenmesi gereken etmenleri inceleme konusunu içermemektedir. Bu sebepten ötürü tezimizin sonuçlarının % 100 doğru sonuçlar vereceği iddia edilememektedir.

VZA uygulamalarını geliştirmede TBA dışında, Diskriminant Analizi, Kümeleme Analizi, Kanonik Korelasyon Analizi gibi diğer çok değişkenli istatistik tekniklerden de yararlanılabilir.

Bu araştırmanın, Veri Zarflama Analizi uygulamalarını geliştirmek ve bilgi edinmek isteyen araştırmacılara faydalı olması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

[1] YAKUT E., *İmalat Sanayisinde Firma Etkinliğinin Ölçümü Ve Finansal Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Gaziantep, **2008**.

[2] ATAN M. ve Kılıcı M., *Etkinlik / Verimlilik Çalışmalarında Kullanılan Veri Zarflama Analizi Üzerine Karşılaştırmalı Yaklaşımlar*. 4. İstatistik Kongresi, İstatistik Mezunları Derneği ve Türk İstatistik Derneği, Antalya, ss.1, **2005**.

[3] İÇÖZ C., *Türkiye'deki İstatistik Bölümlerinin Görelî Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, Eskişehir **2013**

[4] http://dergiler.sgb.gov.tr/calismalar/maliye_dergisi/yayinlar/md/md140/Kamu%20Harcamaları%20A.%20ARSLAN_.pdf (Nisan **2014**)

[5] ARIĞ T.T., *Etkinlik Hesaplama Yöntemi Olarak Veri Zarflama Analizi Ve İMKB'de İşlem Gören İmalat Sanayi Şirketlerinin Görelî Finansal Etkinliklerinin Değerlendirilmesine İlişkin Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı İşletme Yönetimi Yüksek Lisans Programı, İstanbul, **2011**.

[6] KASAP Y., *Türkiye Kömür Madenciliğinde Etkinlik ve Verimlilik Gelişimi: Veri Zarflama Analizi*, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, **2008**.

[7] KILINÇ F. E., *Türk Sigortacılık Sektörünün Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Etkinliğinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Isparta, **2009**.

[8] DEPREN Ö. *Veri Zarflama Analizi Ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **2008**.

[9] TARIM A., *Veri Zarflama Analizi-Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı*, İnceleme, Sayıştay Yayınları, Ankara, **2001**.

[10] ERKOROL G., *Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümü ve Sektörel Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İzmir, **2009**.

[11] ZEREY G., *Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Etkinlik Ölçümü Ve Bir Uygulama*, T.C. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı Yöneylem Araştırması Bilim Dalı İstanbul, **2010**.

[12] TEKİN, A.S., *Etkinlik Hesaplama Yöntemi Olarak Veri Zarflama Analizi Ve Avrupa Birliği Ülkeleri İle Türkiye'nin Görelî Finansal Etkinliklerinin Değerlendirilmesine İlişkin Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, TC. Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı İşletme Yönetimi Yüksek Lisans Programı, İstanbul, **2011**.

[13] AKTAŞ H., *İşletme Performansının Ölçülmesinde Ver Zarflama Analizi Yaklaşımı, Yönetim Ve Ekonomi, Yıl:2001 Cilt:7 Say :1*Manisa, **2001**.

[14] <http://www.ekodialog.com/Konular/etkinlik-olcme-yontemleri.html>(Nisan 2014)

[15] DEMİR G., *İstatistiksel Veri Zarflama Analizi Ve Bir Uygulama*, Cumhuriyet Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, **2004**.

[16] DENİZ N., *Türkiye'deki İllerin Kaynak Kullanımlarına Göre Görelî Etkinliklerinin Klasik Ve Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemleri İle Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2009**.

[17] ORUÇ K.O., *Veri Zarflama Analizi İle Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri Ve Üniversitelerde Bir Uygulama*, Doktora Tezi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Isparta, **2008**.

[18] YÜRÜŞEN S, *Veri Zarflama Analizi İle Bayi Performansının Hesaplanması; Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **2011**.

[19] BERGER, A. And HUMPREY, D., “*Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research*”, Wharton School, Financial Institutions Center, Working Paper No:97-05, **1997**.

[20] KEKLİK G, *Bankalarda Kredi Riski Yönetimi Performans Analizi Ve Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Kütahya, **2011**.

[21] ÖZDEMİR Y., *Türkiye’deki Sağlık Bakanlığı’na Bağlı Ağız Ve Diş Sağlığı Merkezlerinin Veri Zarflama Analizi İle Göreceli Teknik Verimliliklerinin Ölçülmesi*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2011**.

[22] YILDIZ U., *Özel Sağlık Sigortacılığı Sektöründe Faaliyet Gösteren Şirketlerin Veri Zarflama Analizi İle Etkinliğinin Ölçülmesi*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tokat, **2012**.

[23] <http://www.ekodialog.com/> (**Nisan 2014**)

[24] KIRAN B., *Kalkınmada Öncelikli İllerin Ekonomik Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Adana, **2008**.

[25] ÖNER A., *Veri Zarflama Analizi ve Finans Sektöründe Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Ana Bilim Dalı İstatistik Bilim Dalı, İstanbul, **2008**.

[26] KIRER H., *Veri Zarflama Analizi ve Sigorta Sektörü Üzerine Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, TC Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı İktisat Teorisi Bilim Dalı, İstanbul, **2007**.

[27] CHARNES, A., COOPER, W. W., LEWIN A. Y., and SEIFORD L. M., "Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications", Kluwer Academic Publisher, Norwell, MA, **1994**.

[28] EMROUZNEJAD A., B: R. PARKER, G. TAVARES, "Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA" *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol.42, s.152, **2008**.

[29] ÜNLÜ B., *Tarıma Dayalı Sanayi İşletmelerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, **2013**.

[30] ARTUT A., *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültelerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümü*, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, **2013**.

[31] TEPE M., *Kıyaslama Çalışmasında Veri Zarflama Analizinin Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümü, İstanbul **2006**

[32] BAŞ, İ. M., ve ARTAR, A., "*İşletmelerde Verimlilik Denetimi Ölçme ve Değerlendirme Modelleri*", MPM Yayınları, Ankara, 435,17, (**1991**).

[33] VASSILOGLOU, M, and GIOKAS, D., "A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: an Application of Data Envelopment Analysis", *Journal of the Operational Research Society*, 41(7), 591-7, **1990**.

[34] BOWLİN, W. F., "An Analysis of the Financial Performance of Defense Business Segments Using Data Envelopment Analysis", *Journal of Accounting and Public Policy*, 18(4/5), 287-310, **1999**.

[35] NORMAN, M., and STOKER, B., "Data Envelopment Analysis : The Assesment of Performance", Waley, New York, 7, 29-35., **1991**.

[36] BOUSSOFİANE, A.,DYSON, r. G., and THANASSOULIS, e., "Applied Data Envelopment Analysis", European Journal of Operational Research, 52, 1-15, **1991**.

[37] AHN, T.S., "Efficiency Related Issues in Hiher Education: A Data Envelopment Analysis Approach", Ph.D. Thesis, The University Of Texas at Austin, Texas, **1987**.

[38] BAYLI D., *Türkiye'deki Devlet Üniversiteleri'nin Etkinlik Analizleri(Veri Zarflama Analizi ile Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yönetim Bilimi ve Organizasyon Yüksek Lisans Programı, İZMİR **2013**.

[39] BABACAN, A., KARTAL, M., BİRCAN, H., *Cumhuriyet Üniversitesi'nin Etkinliğinin Kamu Üniversiteleri İle Karşılaştırılması: Bir VZA Tekniği Uygulaması*, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 8, Sayı 2, ss. 97-114, **2007**.

[40] TALLURI, S. "*Data Envelopment Analysis: Models and Extensions*", Decision Sciences Institute, Decision Line, Vol: 31, No: 3, May, pp. 8-11, **2000**.

[41] SEVİMLİ Ö.,*Sağlık Kurumlarında Veri Zarflama Analizi Tekniği İle Verimlilik Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, TC Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı Hastane Ve Sağlık Kurumları Yönetimi Bilim Dalı İstanbul, **2013**.

[42] COOPER, WILLIAM. W. SEIFORD L. M., Kaoru Tone, "Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, Second Edition" , Springer, USA , **2007**.

[43] CHARNES, A., W.W.COOPER Programming With Linear Fractional Functional, Naval Research Logistics Quarterly, No:9, **1962**.

[44] ÖNER B., *Türkiye’de İllerin Ekonomik Performanslarının Veri Zarflama Analizi ve Temel Bileşenler Analizi Yöntemleri İle Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. On dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, **2013**.

[45] BUZKIRAN o. B., *Veri Zarflama Analizi İle Türkiye’de Organ Nakli Merkezlerinin Performans Kıyaslaması*, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya, **2012**

[46] YILDIZ U., *Özel Sağlık Sigortacılığı Sektöründe Faaliyet Gösteren Şirketlerin Veri Zarflama Analizi İle Etkinliğinin Ölçülmesi*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tokat, **2012**.

[47] KAYNAR O., *Veri Zarflama Analizi ve Göreceli Etkinlik Analizi Üzerine Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi, Sivas, **2004**.

[48] BOWLIN, W. F., *Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA)*, Journal of Cost Analysis, Fall 1998, pp. 3-27, **1998**.

[49] YILDIRIM E.İ., *Veri Zarflama Analizinde Girdi ve Çıktıların Belirlenmesindeki Kararsızlık Problemi İçin Temel Bileşenler Analizine Dayalı Bir Çözüm Önerisi*, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt/Vol:39, Sayı/No:1, **2010** .

[50] J. ZHU, *Data Envelopment Analysis vs. Principal Component Analysis: An illustrative Study of Economic Performance of Chinese Cities*. *European Journal of Operational Research*.111, 50-61, **1998**.

[51] C. SERRANO CINCA, C. MAR MOLINERO, *Selecting DEA Specifications and Ranking Units via PCA*, University of Southampton, **2001**.

[52] JANET M. WAGNER, DANIEL G. SHIMSHAK, “Stepwise Selection of Variables in Data Envelopment Analysis: Producers and Managerial Perspectives”, *European Journal of Operation Research*, Vol180, s.58, **2007**.

[53] LEA FRIEDMAN, ZILLA SINUANY-STERN, "Combining Ranking Scales and Selecting Variables in the DEA Context: The Case of Industrial Branches", Computers Operation Research, Vol 25, No 9, s.783, **1998**.

EKLER

EK 1: Girdi ve Çıktılar

ŞİGORTA ŞİRKETLERİ (Hayat-Dışı Sigorta Şirketleri)	Personel Sayısı	Acente Sayısı (Bankalar Hariç)	Özsermaye	Prim Üretimi	Teknik Kar/Zarar	Dönem net karı/zararı
AKSIGORTA	690	1804	423,598	1,311,332	54,694	48,673
ALLIANZ	572	2218	493,810	1,444,877	83,952	60,006
ANADOLU	740	2726	756,361	2,234,633	-72,500	-63,981
AVIVA	214	841	79,929	339,992	-57,689	-55,931
AXA	523	2176	12,976	2,386,250	-600,316	-529,748
ERGO	528	1279	199,848	683,285	-92,723	-78,731
EUREKO	329	231	339,777	685,400	566	7,672
GROUPAMA	397	3716	530,746	826,803	-15,049	-26,163
GUNES	626	1653	307,631	922,457	-2,886	-19,986
HDI	224	1144	50,830	398,547	-34,895	-45,914
MAPFRE GENEL	497	1478	492,528	886,587	61,023	38,683
RAY	183	844	90,198	304,400	9,648	3,737
SOMPO JAPAN	258	789	176,851	450,962	30,639	29,291
YAPI KREDİ	591	1165	383,163	1,227,381	85,576	75,773
ZIRAAT	115	3	94,791	378,775	57,898	45,352
ZURICH	183	457	86,137	341,952	-13,835	-15,964

EK2: KMO and Bartlett's Testi

Değişkenler Tarafından Oluşturulan Ortak Varyans Miktarı		,203
Bartlett Testi	Ki-Kare	513,450
	Serbestlik derecesi	105
	Sig.	,000

EK 3: Süper Etkinlik Yöntemine Göre VZA Skorları

FİRMALAR	g1ç1	g1ç3	g1ç1ç2	g1ç2ç3	g1ç1ç2ç3	g2ç1	g2ç2	g2ç1ç2	g2ç1ç3	g3ç1	g3ç3	g1g2ç1ç3	g1g2ç2ç3	g1g3ç1ç2	g1g2g3ç2ç3
AKSIGORTA	0,41	1,67	0,46	1,67	1,67	0	0,16	0,05	0,09	0,01	0,14	0,54	0,37	0,46	0,41
ALLIANZ	0,55	0,12	0,61	0,2	0,6	0,01	0,2	0,05	0,03	0,01	0,12	0,73	0,51	0,61	0,54
ANADOLU	0,66	0,07	0,69	0,12	0,69	0,01	0,12	0,07	0,03	0,01	0,07	0,77	0,42	0,69	0,45
AVIVA	0,34	0,27	0,47	0,45	0,47	0	0,45	0,03	0,02	0,02	0,62	0,76	0,76	0,78	0,85
AXA	1,38	0,01	1,38	0,02	1,38	0,01	0,02	0,08	0,01	3,45	0,5	1,48	0,44	3,45	7,45
ERGO	0,28	0,11	0,33	0,17	0,33	0	0,17	0,04	0	0,01	0,24	0,43	0,37	0,36	0,43
EUREKO	0,45	0,19	0,54	0,32	0,54	0,02	0,32	2,35	0	0,01	0,16	0,55	0,38	0,54	0,38
GROUPAMA	0,45	0,15	0,52	0,26	0,52	0	0,26	0,02	0	0,09	0,1	1,83	1,83	0,53	1,83
GUNES	0,32	0,09	0,36	0,16	0,36	0	0,16	0,04	0	0,01	0,17	0,47	0,38	0,37	0,43
HDI	0,39	0,26	0,51	0,45	0,51	0	0,45	0,03	0	4	1,6	0,85	0,85	1,63	1,63
MAPFRE GENEL	0,39	0,13	0,45	0,23	0,45	0	0,23	0,05	0,17	0,01	0,12	0,57	0,47	0,45	0,47
RAY	0,36	0,35	0,58	0,58	0,58	0	0,58	0,03	0	0,01	0,61	0,95	0,95	0,85	1,06
SOMPO JAPAN	0,38	0,26	0,5	0,43	0,5	0,01	0,42	0,05	0	0,01	0,33	0,68	0,68	0,51	0,7
YAPI KREDİ	0,45	0,12	0,5	0,2	0,5	2,55	0,2	0,08	0,06	0,01	0,16	0,55	0,36	0,51	0,37
ZIRAAT	0,72	0,6	1,75	1,69	1,75	0	1,69	1	1	0,02	0,62	1,76	1,7	1,76	1,7
ZURICH	0,4	0,34	0,57	0,56	0,56	0,01	0,56	0,05	0,02	0,02	0,62	0,77	0,77	0,84	0,85

EK 4:Toplam Varyansın Açıklanma Oranı

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,661	37,741	37,741	5,661	37,741	37,741
2	3,457	23,050	60,790	3,457	23,050	60,790
3	1,657	11,049	71,839	1,657	11,049	71,839
4	1,523	10,154	81,993	1,523	10,154	81,993
5	1,045	6,967	88,960	1,045	6,967	88,960
6	,977	6,514	95,474			
7	,491	3,271	98,745			
8	,122	,816	99,561			
9	,056	,373	99,934			
10	,007	,046	99,980			
11	,003	,018	99,998			
12	,000	,002	99,999			
13	5,213E-5	,000	100,000			
14	3,097E-5	,000	100,000			
15	3,318E-7	2,212E-6	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

EK 5:Bileşen matrisi

	Component				
	1	2	3	4	5
g1ç1	,704	-,547	,291	-,319	-,038
g1ç3	,196	,606	,606	,409	-,148
g1ç1ç2	,938	-,006	,023	-,276	,093
g1ç2ç3	,501	,759	,296	,282	-,006
g1ç1ç2ç3	,795	,254	,541	,000	-,076
g2ç1	-,211	-,041	,096	-,306	,287
g2ç2	,629	,600	-,381	,027	,220
g2ç1ç2	,174	,271	-,008	-,378	,634
g2ç1ç3	,696	,561	-,103	-,202	,154
g3ç1	,438	-,692	,006	,473	,214
g3c3	,381	-,183	-,351	,749	,345
g1g2c1c3	,808	-,050	-,349	-,167	-,368
g1g2c2c3	,555	,339	-,621	,020	-,350
g1g3c1c2	,809	-,555	,093	,069	,109
g1g2g3c2c3	,674	,680	,136	,055	,127

ExtractionMethod: Principal Component Analysis.

a 5 componentsextracted.

EK 6:Spearman Sıra Korelasyon Testi

Correlations

			g1g2g3c2c3	g1g2g3c1c2c3
Spearman's rho	g1g2g3c2c3	Correlation Coefficient	1,000	,927**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	16	16
	g1g2g3c1c2c3	Correlation Coefficient	,927**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	16	16

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ÖZGEÇMİŞ

KİMLİK BİLGİLERİ

Adı Soyadı : Seda Sütçü

Doğum Yeri : Kırşehir

Medeni Hali : Evli

E-posta : sutcuseda@gmail.com

Adresi : Akdere 356. Cadde 27/11 Mamak/Ankara

EĞİTİM

Lise : 50. Yıl Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi

Lisans : Gazi Üniversitesi

Yüksek Lisans : Hacettepe Üniversitesi

Doktora : -

Yabancı Dil Ve Düzeyi: İngilizce/ iyi

İş Deneyimi: 2010 Gelir İdaresi Başkanlığı Gelir Uzmanı

Deneyim Alanları: -

Tezden Üretilmiş Projeler Ve Bütçesi: -

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu İle Katıldığı Toplantılar: -