



**TÜRK İMALAT SANAYİ FİRMALARININ ETKİNLİKLERİNİN ÇOK
PERİYOTLU İKİ AŞAMALI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE
MALMQUIST ENDEKS YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ**

Başak APAYDIN AVŞAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSTATİSTİK ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2017

Başak APAYDIN AVŞAR tarafından hazırlanan “TÜRK İMALAT SANAYİ FİRMALARININ ETKİNLİKLERİNİN ÇOK PERİYOTLU İKİ AŞAMALI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE MALMQUIST ENDEKS YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Meral EBEGİL

İstatistik Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Başkan: Prof. Dr. Hasan BAL

İstatistik Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye: Prof. Dr. Özgür YENİAY

İstatistik Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Tez Savunma Tarihi: 11/08/2017

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN

Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Başak APAYDIN AVŞAR

15/08/2017

TÜRK İMALAT SANAYİ FİRMALARININ ETKİNLİKLERİNİN ÇOK PERİYOTLU İKİ AŞAMALI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE MALMQUIST ENDEKS

YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Başak APAYDIN AVŞAR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2017

ÖZET

Ülkemiz ekonomisi açısından büyük öneme sahip imalat sanayi bünyesinde yer alan çok sayıda firmanın, etkinliğini ölçmek firma yöneticileri ve karar vericilerin yönetim stratejilerini geliştirmeleri açısından oldukça önemlidir. Bu tez çalışmasında, yüksek katma değer yaratan bu sektör firmalarının etkinliğini ölçmek için çok periyotlu iki aşamalı bir VZA modeli tanımlanmıştır. Geleneksel VZA yönteminden farklı olarak firmaların, finansal etkinlikleri ve faaliyet etkinlikleri iki alt süreçte ele alınmıştır. Söz konusu yöntem imalat sanayi firmaları üzerinde ilk defa bu çalışmada uygulanmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan bu yöntem ile firmaların genel etkinlikleri ölçülürken iki alt sürece ayırarak etkinsizliğin kaynağı tespit edilmeye çalışılmıştır. Buna göre Türkiye Kamu Aydınlatma Platformu (KAP)'nda yer alan 90 imalat sanayi firmasının 2013-2015 dönemi verileri kullanılarak etkinlik ölçümü yapılmıştır. Çalışmada birinci aşama girdileri olarak; çalışan sayısı, toplam aktifler ve ödenmiş sermaye kullanılırken birinci aşama çıktıları ve aynı zamanda ikinci aşama girdileri olarak; hasılat ve faaliyet giderleri kullanılmıştır. İkinci aşama çıktıları olarak ise net kâr marjı, faaliyet kârlılığı, aktif kârlılığı ve öz sermaye kârlılığı kullanılmıştır. Ayrıca firmaların birden fazla periyoda sahip olması nedeniyle Malmquist endeks yöntemi uygulanarak firmaların etkinlik değişimi incelenmiştir. Son olarak, firmalara girdi, süreç ve çıktı değişkenleri bakımından uygulanan bir kümeleme analizi yöntemiyle elde edilen sonuçların çok periyotlu iki aşamalı VZA etkinlik sonuçlarına göre oluşan kümelerle bir karşılaştırmasına yer verilmiştir.

Bilim Kodu : 20517
Anahtar Kelimeler : İmalat Sanayi, Etkinlik Ölçümü, Çok Periyotlu İki Aşamalı Sistem, Veri Zarflama Analizi, Malmquist Endeks, Kümeleme Analizi
Sayfa Adedi : 98
Danışman : Doç. Dr. Meral EBEGİL

THE EFFICIENCY INVESTIGATION OF TURKISH MANUFACTURING
INDUSTRY BY MULTI-PERIOD TWO-STAGE DATA ENVELOPMENT
ANALYSIS AND MALMQUIST INDEX

(M.Sc. Thesis)

Başak APAYDIN AVŞAR

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2017

ABSTRACT

Measuring the efficiency of a large number of companies in the manufacturing industry, which has a large precaution in terms of the economy of the country, is very important in terms of developing management strategies for company managements and decision makers. In this study, a multi-period, two-stage DEA model is defined to measure the efficiency of firms in manufacturing industry which is high value added. Unlike the traditional DEA method, firms' financial efficiency and activity efficiency are handled in two sub-processes in two-stage DEA. This method is applied for the first time on the manufacturing industry firms in this thesis. In this study, it was tried to determine the source of inefficiency by dividing into two sub-processes while measuring the general efficiency of the firms. Data of 90 manufacturing industry companies on the Public Disclosure Platform of Turkey (KAP) were used for efficiency measurement for 2013 - 2015 period. Number of employees, total assets and paid-in capital are considered as first stage inputs and revenue and operating expenses are considered as first stage outputs and second stage inputs are. As the second stage outputs, net profit margins, operating profitability, asset profitability and equity profitability were used. In addition, due to the fact that firms have more than one period, Malmquist index method was used to examine the efficiency changes of the firms. Finally, a clustering analysis method was conducted using input, process and output variables and the results were compared to the multi-period, two-stage DEA efficiency values.

Science Code : 20517
Key Words : Manufacturing Industry, Efficiency Measurement, Multi Period
Two-Stage System, Data Envelopment Analysis, Malmquist
Index, Clustering Analysis
Page Number : 98
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Meral EBEGİL

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Meral EBEGİL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca birikim ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Doç. Dr. H. Hasan ÖRKÇÜ'ye teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam esnasında değerli fikirlerinden faydalandığım Sayın Doç. Dr. Bünyamin ER'e ve Sayın Dr. Önder BELGİN'e teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmam boyunca destek ve ilgilerini benden esirgemeyen sevgili eşim Fatih Murat AVŞAR'a ve sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. TEMEL KAVRAMLAR VE ETKİNLİK ÖLÇÜM YAKLAŞIMLARI	7
2.1. Performans	7
2.2. Verimlilik	8
2.3. Etkililik.....	9
2.4. Etkinlik.....	9
2.4.1. Etkinlik ölçümünde temel kavramlar	12
2.4.2. Etkinlik sınırı	13
2.4.3. Teknik etkinlik ve ölçek etkinliği.....	14
2.5. Etkinlik Ölçüm Yaklaşımları	17
2.5.1. Oran analizi	17
2.5.2. Parametrik yöntemler	18
2.5.3. Parametrik olmayan yöntemler	20
2.5.4. Performans ölçüm modellerinin karşılaştırılması	22
3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ METODOLOJİSİ	25

Sayfa

3.1. Veri Zarflama Analizi Kavramı ve Tarihsel Gelişimi.....	25
3.2. Veri Zarflama Analizi Kullanım Amaçları ve Uygulama Alanları.....	27
3.3. Veri Zarflama Analizi Uygulama Aşamaları	28
3.4. Veri Zarflama Analizi'nin Grafikselsel Gösterimi	32
3.5. Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri	32
3.5.1. CCR modelleri	34
3.5.2. BCC modelleri	37
3.6. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri.....	40
3.7. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi.....	40
4. İKİ AŞAMALI VE ÇOK PERİYOTLU VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİ.....	45
4.1. İki Aşamalı VZA Modeli	45
4.2. Çok Periyotlu İki Aşamalı VZA Modeli.....	48
5. UYGULAMA.....	57
5.1. Türkiye'de İmalat Sanayi Sektöründe Mevcut Durum	57
5.2. Çalışmada Kullanılan Firmaların Genel Özellikleri	59
5.3. Çalışmanın Amacı, Kapsamı, Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri	60
5.4. İki Aşamalı VZA Sonuçları	61
5.5. Çok Periyotlu İki Aşamalı VZA Sonuçları	64
5.6. Malmquist Endeks Sonuçları	66
5.7. Çok Periyotlu İki Aşamalı VZA Sonuçları Üzerine Kümeleme Analizi	69
6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	71
KAYNAKLAR	75
EKLER.....	81
ÖZGEÇMİŞ	97

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Etkililik ve etkinlik ilişkisi.....	11
Çizelge 2.2. Etkinlik ölçüm yöntemlerinin karşılaştırması.....	23
Çizelge 5.1. Firmaların yer aldığı sektör dağılımı (NACE Rev. 2) ve genel özellikleri	59
Çizelge 5.2. Üç yıllık iki aşamalı VZA sonuçları.....	61
Çizelge 5.3. Çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları.....	66
Çizelge 5.4. Yıllık ortalama malmquist endeks özet sonuçları.....	68

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Performans amaçları	8
Şekil 2.2. Etkinlik ve etkililik ilişkisi.....	10
Şekil 2.3. Üretim imkânları kümesi	12
Şekil 2.4. Etkinlik sınırı	14
Şekil 2.5. Teknik etkinlik ve ölçek etkinliği	15
Şekil 2.6. Ölçeğe göre getiri türleri.....	16
Şekil 3.1. 1978-2016 yılları arasında VZA kullanılarak yapılan yayınların dağılımı ...	27
Şekil 3.2. VZA'nın uygulama aşamaları.....	29
Şekil 3.3. VZA'nın grafiksel gösterimi.....	32
Şekil 3.4. VZA modelleri.....	33
Şekil 3.5. Malmquist TFP endeksi.....	43
Şekil 4.1. İki aşamalı üretim sistemi.....	45
Şekil 4.2. Çok periyotlu iki aşamalı üretim sistemi	49
Şekil 5.1. Sanayi üretim endeksi Mart 2017 [2010=100]	57
Şekil 5.2. İmalat sanayinde kapasite kullanım oranı.....	58
Şekil 5.3. Çalışmada kullanılan girdi ve çıktılar.....	60
Şekil 5.4. Firmaların girdi, süreç ve çıktı değişkenleri bakımından karşılaştırması.....	64
Şekil 5.5. Firmaların malmquist endeks bileşenleri bakımından karşılaştırılması	69

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
ACSEL	Acıselsan Acıpayam Selüloz San. ve Tic. A.Ş.
ADANA	Adana Çimento Sanayi Ticaret A.Ş.
ADEL	Adel Kalemcilik Ticaret ve Sanayi A.Ş.
AEFES	Anadolu Efes Biracılık ve Malt Sanayi A.Ş.
AFYON	Afyon Çimento Sanayi T. A.Ş.
AKCNS	Akçansa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
AKSA	Aksa Akrilik Kimya Sanayi A.Ş.
ALCAR	Alarko Carrier Sanayi ve Ticaret A.Ş.
ALKA	Alkim Kâğıt Sanayi ve Ticaret A.Ş.
ALKIM	Alkim Alkali Kimya A.Ş.
ALYAG	Altınyâğ Kombinaları A.Ş.
ANACM	Anadolu Cam Sanayi A.Ş.
ARCLK	Arçelik A.Ş.
ARSAN	Arsan Tekstil Ticaret ve Sanayi A.Ş.
ASCEL	Asil Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
ASLAN	Aslan Çimento A.Ş.
ASUZU	Anadolu Isuzu Otomotiv San. ve Tic. A.Ş.
ATEKS	Akın Tekstil A.Ş.
ATPET	Atlantik Petrol Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.
AVOD	A.V.O.D. Kurutulmuş Gıda ve Tarım Ürün. A.Ş.
AYES	Ayes Çelik Hasır ve Çit Sanayi A.Ş.
AYGAZ	Aygaz A.Ş.
BAGFS	Bagfaş Bandırma Gübre Fabrikaları A.Ş.
BAKAB	Bak Ambalaj San. ve Tic. A.Ş.
BAKAN	Bakanlar Medya A.Ş.
BALAT	Balatacılar Balatacılık San. ve Tic. A.Ş.
BANVT	Banvit Bandırma Vitaminli Yem Sanayi A.Ş.
BASCM	Baştaş Başkent Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Kısaltmalar**Açıklamalar**

BCC	Banker- Charnes -Cooper
BFREN	Bosch Fren Sistemleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.
BISAS	Bişaş Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.
BLCYT	Bilici Yatırım Sanayi ve Ticaret A.Ş.
BOLUC	Bolu Çimento Sanayi A.Ş.
BOSSA	Bossa Ticaret ve Sanayi İşletmeleri T.A.Ş.
BRISA	Brisa Bridgestone Sabancı Lastik San. ve Tic. A.Ş.
BRKO	Birko Birleşik Koyunlular Mensucat Tic. ve San. A.Ş.
BRKSN	Berkosan Yalıtım Ve Tecrit Maddeleri Üretim ve Tic. A.Ş.
BRSAN	Borusan Mannesmann Boru San. ve Tic. A.Ş.
BSOKE	Batisöke Söke Çimento Sanayi T.A.Ş.
BTCIM	Batıçim Batı Anadolu Çimento Sanayi A.Ş.
BUCIM	Bursa Çimento Fabrikası A.Ş.
BURCE	Burçelik Bursa Çelik Döküm Sanayi A.Ş.
BURVA	Burçelik Vana Sanayi ve Ticaret A.Ş.
CCOLA	Coca-Cola İçecek A.Ş.
CCR	Charnes- Cooper- Rhodes
CELHA	Çelik Halat ve Tel Sanayi A.Ş.
CEMAS	Çemaş Döküm Sanayi A.Ş.
CEMTS	Çemtaş Çelik Makina Sanayi ve Ticaret A.Ş.
CIMSA	Çimsa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
CMBTN	Çimbeton Hazırbeton ve Prefabrik Yapı Eleman. San. ve T. A.Ş.
CMENT	Çimentaş İzmir Çimento Fabrikası T.A.Ş.
COMDO	Componenta Dökümcülük Ticaret ve Sanayi A.Ş.
CRS	Constant Return to Scale-Ölçeğe Göre Sabit Getiri
DAGI	Dagi Giyim Sanayi ve Ticaret A.Ş.
DARDL	Dardanel Önentaş Gıda Sanayi A.Ş.
DEA	Data Envelopment Analysis
DENCM	Denizli Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş.
DERIM	Derimod Konfeksiyon Ayakkabı Deri San. ve Tic. A.Ş.
DESA	Desa Deri Sanayi ve Ticaret A.Ş.
DEVA	Deva Holding A.Ş.

Kısaltmalar**Açıklamalar**

DGKLB	Doğtaş Kelebek Mobilya Sanayi ve Ticaret A.Ş.
DGZTE	Doğan Gazetecilik A.Ş.
DIRIT	Diriteks Diriliş Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.
DITAS	Ditaş Doğan Yedek Parça İmalat ve Teknik A.Ş.
DMSAS	Demisaş Döküm Emaye Mamulleri Sanayi A.Ş.
DMU	Decision Making Unit
DOBUR	Doğan Burda Dergi Yayıncılık ve Pazarlama A.Ş.
DOGUB	Doğusan Boru Sanayi ve Ticaret A.Ş.
DRS	Decreasing Return to Scale- Ölçeğe Göre Azalan Getiri
DURDO	Duran Doğan Basım ve Ambalaj Sanayi A.Ş.
DYOBY	Dyo Boya Fabrikaları Sanayi ve Ticaret A.Ş.
ED	Etkinlik Değişimi
EGEEN	Ege Endüstri ve Ticaret A.Ş.
EGGUB	Ege Gübre Sanayi A.Ş.
EGPRO	Ege Profil Ticaret ve Sanayi A.Ş.
EGSER	Ege Seramik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
EKIZ	Ekiz Kimya Sanayi ve Ticaret A.Ş.
EMKEL	Emek Elektrik Endüstrisi A.Ş.
EMNIS	Eminiş Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş.
EPLAS	Egeplast Ege Plastik Ticaret ve Sanayi A.Ş.
ERBOS	Erbosan Erciyas Boru Sanayi ve Ticaret A.Ş.
EREGL	Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş.
ERSU	Ersu Meyve ve Gıda Sanayi A.Ş.
ESEMS	Esem Spor Giyim Sanayi ve Ticaret A.Ş.
FMIZP	Federal-Mogul İzmit Piston ve Pim Üretim Tesisleri A.Ş.
FRIGO	Frigo-Pak Gıda Maddeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.
FROTO	Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.
GEDZA	Gediz Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş.
GENTS	Gentaş Genel Metal Sanayi ve Ticaret A.Ş.
GOLTS	Göltaş Göller Bölgesi Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
GOODY	Goodyear Lastikleri T.A.Ş.
GUBRF	Gübre Fabrikaları T.A.Ş.

Kısaltmalar**Açıklamalar**

HATEK	Hateks Hatay Tekstil İşletmeleri A.Ş.
HEKTS	Hektaş Ticaret T.A.Ş.
HURGZ	Hürriyet Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş.
HZNR	Haznedar Refrakter Sanayi A.Ş.
IDAS	İdaş İstanbul Döşeme Sanayi A.Ş.
IHEVA	İhlas Ev Aletleri İmalat Sanayi ve Ticaret A.Ş.
IHGZT	İhlas Gazetecilik A.Ş.
IZMDC	İzmir Demir Çelik Sanayi A.Ş.
IZOCM	İzocam Ticaret ve Sanayi A.Ş.
JANTS	Jantsa Jant Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KAP	Kamu Aydınlatma Platformu
KAPLM	Kaplamin Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KARSN	Karsan Otomotiv Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KARTN	Kartonsan Karton Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KATMR	Katmerciler Araç Üstü Ekipman Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KENT	Kent Gıda Maddeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KERVİT	Kerevitaş Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KLMSN	Klimasan Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KNFRT	Konfrut Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KONYA	Konya Çimento Sanayi A.Ş.
KORDS	Kordsa Global Endüstriyel İplik ve Kord Bezi San. ve Tic. A.Ş.
KRATL	Karakaş Atlantis Kıymetli Madenler Kuyumculuk Telekomünikasyon San. ve Tic. A.Ş.
KRDMA	Kardemir Karabük Demir Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KRSAN	Karsusan Karadeniz Su Ürünleri Sanayi A.Ş.
KRSTL	Kristal Kola ve Meşrubat Sanayi Ticaret A.Ş.
KRTEK	Karsu Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KUTPO	Kütahya Porselen Sanayi A.Ş.
KVB	Karar Verme Birimi
LUKSK	Lüks Kadife Ticaret ve Sanayi A.Ş.
MAKTK	Makina Takım Endüstrisi A.Ş.
MEMSA	Mensa Sınai Ticari ve Mali Yatırımlar A.Ş.

Kısaltmalar**Açıklamalar**

MERKO	Merko Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.
MNDRS	Menderes Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.
MPI	Malmquist Productivity Index
MRDIN	Mardin Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
MRSHL	Marshall Boya ve Vernik Sanayi A.Ş.
NIBAS	Niğbaş Niğde Beton Sanayi ve Ticaret A.Ş.
NUHCM	Nuh Çimento Sanayi A.Ş.
OLMIP	Olmuksan İnternational Paper Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş.
ORMA	Orma Orman Mahsulleri İntegre Sanayi ve Ticaret A.Ş.
OTKAR	Otokar Otomotiv ve Savunma Sanayi A.Ş.
OYLUM	Oylum Sınai Yatırımlar A.Ş.
OZBAL	Özbal Çelik Boru Sanayi Ticaret ve Taahhüt A.Ş.
ÖE	Ölçek Etkinliği
PARSN	Parsan Makina Parçaları Sanayi A.Ş.
PE	Saf Etkinlik
PENGD	Penguen Gıda Sanayi A.Ş.
PETKM	Petkim Petrokimya Holding A.Ş.
PETUN	Pınar Entegre Et ve Un Sanayi A.Ş.
PIMAS	Pimaş Plastik İnşaat Malzemeleri A.Ş.
PINSU	Pınar Su Sanayi ve Ticaret A.Ş.
PNSUT	Pınar Süt Mamulleri Sanayi A.Ş.
PRKAB	Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş.
PRZMA	Prizma Pres Matbaacılık Yayıncılık Sanayi ve Ticaret A.Ş.
RODRG	Rodrigo Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.
ROYAL	Royal Halı İplik Tekstil Mobilya Sanayi ve Ticaret A.Ş.
SAMAT	Saray Matbaacılık Kağıtçılık Kırtasiyecilik Tic. ve San. A.Ş.
SANFM	Sanifoam Sünger Sanayi ve Ticaret A.Ş.
SARKY	Sarkuysan Elektrolitik Bakır Sanayi ve Ticaret A.Ş.
SASA	Sasa Polyester Sanayi A.Ş.
SAYAS	Say Reklamcılık Yapı Dekorasyon Proje Taah. San. ve Tic. A.Ş.
SED	Saf Etkinlik Değişimi
SEKUR	Sekuro Plastik Ambalaj Sanayi A.Ş.

Kısaltmalar**Açıklamalar**

SELGD	Selçuk Gıda Endüstri İhracat İthalat A.Ş.
SERVE	Serve Kırtasiye Sanayi ve Ticaret A.Ş.
SILVR	Silverline Endüstri ve Ticaret A.Ş.
SKTAS	Söktaş Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.
SNPAM	Sönmez Pamuklu Sanayi A.Ş.
SODA	Soda Sanayi A.Ş.
SODSN	Sodaş Sodyum Sanayi A.Ş.
TATGD	Tat Gıda Sanayi A.Ş.
TBORG	Türk Tuborg Bira ve Malt Sanayi A.Ş.
TCMB	Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
TD	Teknolojik Değişme
TED	Teknolojik Etkinlik Değişimi
TFP	Total Factor Productivity
TFV	Toplam Faktör Verimliliği
TIRE	Mondi Tire Kutsan Kâğıt ve Ambalaj Sanayi A.Ş.
TKURU	Taze Kuru Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.
TMPOL	Temapol Polimer Plastik ve İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş.
TMSN	Tümosan Motor ve Traktör Sanayi A.Ş.
TOASO	Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.
TRCAS	Turcas Petrol A.Ş.
TRKCM	Trakya Cam Sanayi A.Ş.
TTRAK	Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş.
TUKAS	Tukaş Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.
TUPRS	Tüpraş-Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ULKER	Ülker Bisküvi Sanayi A.Ş.
UNYEC	Ünye Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
USAK	Uşak Seramik Sanayi A.Ş.
VANGD	Vanet Gıda Sanayi İç ve Dış Ticaret A.Ş.
VESBE	Vestel Beyaz Eşya Sanayi ve Ticaret A.Ş.
VESTL	Vestel Elektronik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
VKING	Viking Kâğıt ve Selüloz A.Ş.

Kısaltmalar**Açıklamalar****VRS**

Variable Return to Scale- Ölçeğe Göre Değişen Getiri

VZA

Veri Zarflama Analizi

YATAS

Yataş Yatak ve Yorgan Sanayi ve Ticaret A.Ş.

YBTAS

Yibitaş Yozgat İşçi Birliği İnşaat Malzemeleri Tic. ve San. A.Ş.

YONGA

Yonga Mobilya Sanayi ve Ticaret A.Ş.

YUNSA

Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret A.Ş.



1. GİRİŞ

Sanayi, ülkelerin ekonomik gelişimi, sürdürülebilir büyümesi, yarattığı istihdam ve ekonomiye sağladığı katma değer açısından oldukça önemli bir role sahiptir. Dünya ekonomisine en büyük katkıyı sunan sanayi sektörü ise imalat sanayidir. 1980 yılı ve sonrasında meydana gelen ve tüm dünyayı etkisi altına alan küreselleşme akımı ile birlikte imalat sanayi, dünyada olduğu gibi Türkiye’de de önemli bir değişim ve dönüşüm süreci içerisine girmiştir.

Küresel ekonominin gerisinde kalmamak ve uluslararası rekabete ayak uydurabilmek için imalat sanayinin üretim yapısının ve teknolojisinin dönüştürülmesi 2023 hedeflerine de konularak üzerinde önemle durulmaktadır. Söz konusu hedefler doğrultusunda Türkiye’nin, dünyanın en büyük 10 ekonomisinden biri olma, kişi başı geliri 25 bin dolara yükseltme ve 500 milyar dolar ihracat yapma gibi hedeflere erişebilmesi için, yüksek teknolojlili üretim kabiliyetine sahip olması gerekmektedir. Yüksek gelirli bir ekonomi de ancak imalat sanayinin yüksek teknolojlili bir yapıya kavuşturulmasıyla mümkün olacaktır [1].

Söz konusu kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için sanayide üretim artışının yüksek düzeyde olması gerekmektedir. İmalat sanayi, istihdam ve üretim artışına sağladığı fayda nedeniyle ekonomilerin kalkınma ve büyüme sürecinde önemli rol oynamakta ve gelişmekte olan ülkeler için ayrı bir konumda yer almaktadır [2].

İmalat sanayinin 2014 yılı itibariyle ekonomi içindeki payına bakılırsa, çalışan sayısının %26,8’ini, girişim sayısının %12,4’ünü ve faktör maliyetiyle katma değer %35,5’ini oluşturmaktadır [3]. 2015 yılı sanayi ve hizmet istatistiklerine göre sanayi sektörünün istihdamdaki payı %28,8 olurken bu sektörde cironun %81,8’ini imalat sanayi oluşturmaktadır [4]. 2016 yılı sonu itibariyle imalat sanayinin toplam ihracattaki payı ise %93,7 olarak gerçekleşmiştir [5]. Bu bağlamda ihracatın oldukça büyük bir kısmını kapsayan imalat sanayinde, üretimin etkin ve verimli bir şekilde yapılması sonucu elde edilecek kaynak tasarrufu ve bununla birlikte gerçekleşecek üretim artışları, ülke ekonomisine oldukça önemli miktarda katkı sağlayacaktır. İmalat sanayinde firmaların etkinlik ve verimlilik göstergeleri pek çok açıdan önem arz etmektedir. Bunun temel nedeni ekonomik anlamda kaynakların sınırlı isteklerin ise sınırsız olduğu günümüzde var olan

rekabet, firmaları kaynaklarını optimal kullanmaya yönlendirmiştir. Bu bağlamda firmalar, hedeflenen planlarından sapmalarını belirleyerek mevcut rekabet ortamında piyasadaki yerlerini tespit edebilmek amacıyla çeşitli ölçümlere ihtiyaç duymaktadırlar [6].

Firmaların başarılı olabilmeleri ve mevcut pazarlarda rekabeti sürdürebilmeleri ancak mevcut rekabet güçlerini doğru olarak ölçmeleri ve gerekli tedbirleri zamanında almaları ile mümkün olacaktır. Bu amaçla, firmalar önemli iki alt sisteme ihtiyaç duyar. Bunlardan ilki, geçmişte gerçekleştirilen faaliyetlerdeki başarının değerlendirilmesi için gerekli olan sistemdir. Bu alt sistem ile, olması istenen sonuçlara ulaşıp ulaşılmadığı ya da ne derecede ulaşıldığı tespit edilmektedir. İkinci kontrol alt sistemi ise, firmaların ileriye yönelik kararlar alması için gereken planlama alt sistemidir. Bu iki alt sistemin birlikte yürütülmesi, firmaların rekabet gücü ya da mevcut etkinlik düzeyini artırmasına imkân sağlar. Bu nedenle, etkinlik ölçümleri firmaların gelecek dönemlerdeki başarıları açısından oldukça faydalı göstergelerdir [7].

İşletmelerin performans anlayışı günümüze gelene dek sürekli gelişim ve değişim göstermektedir. Bu kapsamda önemini yitiren, yeni oluşan ve daha fazla önem kazanan performans anlayışları ortaya çıkmıştır. Bu gelişim kısaca, en düşük maliyet ile en çok üretim ve yüksek kâr hedefi olan geleneksel yönetim anlayışından, günümüzün rekabetçi koşullarının gereği olan müşteri tatmini, kalite ve yenilik gibi çok farklı ölçütlere ağırlık vererek geleceğin yönetim anlayışına geçiş olarak açıklanabilir [8].

Bu aşamada yöneticiler için esas sorun, kullanılan birden fazla girdi ile üretim sonucunda elde edilen birden fazla çıktının birlikte değerlendirilmesidir. Bu noktada birden çok girdi-çıktının olduğu ve bunların farklı ölçü birimlerine sahip olduğu durumlarda sıkça kullanılan ve işletmelerin görece etkinliğini ölçmeyi amaçlayan Veri Zarflama Analizi (VZA) (Data Envelopment Analysis-DEA) yöntemi yöneticiler için önemli bir araç olmuştur. İlk kez 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes [9] tarafından geliştirilen, doğrusal programlama tabanlı bir teknik olan VZA'da temel varsayım, tüm karar verme birimlerinin (KVB) benzer stratejik hedeflere sahip olması ve aynı tür girdi kullanıp aynı tür çıktı üretmesidir [10]. Bu analiz yardımıyla firmaların, etkin olup olmadıkları belirlenmekte ve eğer etkinsizlik durumu söz konusu ise buna neden olan faktörleri belirleyerek gerekli önlemleri almalarına imkân sağlanmaktadır.

VZA kullanılarak ülkemiz ekonomisi açısından büyük bir öneme sahip olan imalat sanayi bünyesinde yer alan çok sayıda firmanın faaliyet ve finansal açıdan ne derece etkin olduğu konusu bu tez çalışmasının temel amacını ortaya koymaktadır. Geleneksel VZA metodolojisi, girdi ve çıktıdan oluşan iki faktör kullanılarak tek aşamada süreçlerin etkinliğini ölçmeye çalışır. Ancak gerçek hayatta bu durum etkinliğin ya da etkinsizliğin kaynağını açıklamada yeterli gelmemektedir. VZA'nın bu kısıtının üstesinden gelmek amacıyla mevcut süreci iki alt sürece ayırarak oluşan ve bu süreçlerde ilk işleme dâhil edilen girdilerin bu girdiler kullanılarak elde edilen ara ürünler ile bu ara ürünlerin kullanımıyla elde edilen nihai çıktılar arasındaki sürecin göreceli etkinliğini ölçen çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalara aşağıda yer verilmiştir.

Akther, Fukuyama ve Weber [11], yaptıkları bir çalışmada 19 ticari ve 2 kamu bankası olmak üzere toplam 21 bankanın 2005-2008 yılları arasındaki dönemlerde göreceli etkinliğini iki aşamalı ve çok periyotlu modeller ile incelemiştir. Çalışmada ilk aşama girdileri olarak işgücü, fiziki sermaye ve öz sermaye kullanılırken ara ürün olarak da adlandırılan ilk aşamanın çıktısı olarak banka mevduatı alınmıştır. İlk aşamanın çıktısı olan banka mevduatı ikinci aşamanın girdisi olarak kullanılmış ve nihai çıktı olarak, krediler, yatırımlar ve batık krediler kullanılmıştır.

Chen, Zhu, Yu ve Noori [12], ABD'de otomobil üreticilerinin sürdürülebilir tasarım performanslarını 2009 yılı verileri kullanılarak iki aşamalı VZA ile ölçümlemişlerdir. Çalışmanın ilk aşamasında otomobillerin mühendislik özellikleri ile müşteri özellikleri arasındaki süreç etkinliği analiz edilirken, ikinci aşamada ise müşteri özellikleri ile çevresel faktörler arasındaki süreç etkinliği analiz edilmiştir.

Chiu, Huang ve Ma [13], Çin'in 30 sahil bölgesinin etkinliğini transit geçiş ve ekonomik etkinlikleri bakımından iki aşamalı olarak ölçümlemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre Çin'in sahil bölgelerinin gelişimi transit geçişte etkin olmadığı ve bunun sebebinin ise transit geçişle ekonomik etkinlik arasında pozitif bir ilişkinin olmamasından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Cook, Liang ve Zhu [14], Tayvan'da hayat dışı diğer genel sigorta branşlarında yer alan 24 sigorta şirketinin etkinliğini iki aşamalı VZA yöntemi kullanarak ölçümlemişlerdir. Çalışmada ilk aşama girdileri olarak işletme giderleri ve sigorta giderleri alınmış, ilk aşama

çıktıları (aynı zamanda ikinci aşama girdileri) olarak ise doğrudan yazılmış primler ile mükerrer sigorta primleri kullanılmıştır. İkinci aşama nihai çıktısı olarak ise sigortalama kârı ile yatırım kârı kullanılmıştır.

Güner [15], yaptığı bir çalışmada 13 Türk limanının etkinliğini iki aşamalı bir VZA modeli ile ele almıştır. Bu limanların etkinlik ölçümüne ilişkin olarak; operasyonel, faaliyet ve genel etkinlik olmak üzere 3 farklı etkinlik boyutu belirlemiştir. Çalışma neticesinde firma yöneticilerinin, limanların etkinliğine ilişkin olarak finansal etkinliğe odaklanmaları gerektiği ifade edilmiştir.

Kao ve Hwang [16], yaptıkları bir çalışmada geleneksel VZA yönteminin etkinlik ölçümünde yeterli bilgi vermemesi nedeniyle KVB'lerin üretim sürecindeki etkinliğini iki alt süreçte ve bu iki alt süreçinde birbiriyle ilişkili olarak birlikte değerlendirildiği model önerisinde bulunmuşlardır. Çalışmada Tayvan'da yer alan 24 sigorta şirketi üzerinde bir uygulama yapmışlardır. Kao ve Hwang [17]'in, ele aldıkları bir başka makalede ise yine Tayvan'da yer alan 21 sigorta şirketinin etkinliklerini 2000-2002 yılları arasındaki 3 yıllık periyotta iki aşamalı çok periyotlu VZA modelleri kullanarak ölçümlemişlerdir.

Karaoğlu [18], Türkiye'de 20 havaalanı şirketinin 2009-2013 yılları arası dönemde etkinliklerini çok periyotlu iki aşamalı VZA yöntemini kullanarak analiz etmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre en iyi performansa sahip iki havaalanı şirketinin İstanbul Atatürk ve Antalya havaalanı olduğu ifade edilmiştir.

Li, Dai, Huang ve Wang [19], Çin'in Anhui eyaletinde yer alan 17 yapı bankasının etkinliğini iki aşamalı süreçte ele almışlardır. Çalışma sonucunda tüm iki aşamalı sürecin ancak iki ayrı aşamanın etkin olması durumunda ve tüm iki aşamalı işlemin toplam etkinlik skorunun iki aşamadaki etkinliklerinin söz konusu etkinlik sınırını aşmaması durumunda etkin olduğu bulgularını elde etmişlerdir.

Lu, Wang, Hung ve Lu [20], yaptıkları bir çalışmada ABD'de faaliyet gösteren 30 havayolu şirketinde işletme performansı ile kurumsal yönetim arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bunun için ilk olarak şirketlerin üretim etkinliğini ve pazarlama etkinliğini iki aşamalı VZA kullanarak ortaya koymuşlardır. Daha sonrasında ise şirketlerin kurumsal yönetim

özelliklerinin performanslarını etkileyip etkilemediğini regresyon analizi yardımıyla araştırmışlardır.

Premachandra, Zhu, Watson ve Galagedera [21], ABD’de 1993-2008 döneminde 66 büyük yatırım fonu ailesinin göreceli etkinlikleri iki aşamalı VZA ile incelenmişlerdir. Çalışmada toplam etkinlik operasyonel yönetim etkinliği ve portföy yönetimi etkinliği olarak iki aşamada incelenmiş ve araştırma bulgularında en iyi performansa sahip aileler, performansı geride olan aileler ile performansı zaman boyunca iyileşme gösteren ailelere ilişkin sonuçlara yer verilmiştir.

Ren, Li ve Guo [22], yaptıkları çalışmalarında bölgesel su kaynaklarının verimliliğine ilişkin olarak genişletilmiş iki aşamalı VZA yöntemini kullanmışlardır. Bunun için Çin’in Gansu eyaletinde 2004-2013 yılları arası gerçek veriler üzerine bir durum çalışması yaparak; bu bölgede su kaynaklarının etkin kullanımının oldukça önem arz ettiğinin altını çizerek, bu konuda bölgesel farklılıklarının oldukça fazla olduğunu ve karar vericilerin su kaynaklarının şehirler arasındaki farklılıklarını gidermek amacıyla plan yapmaları gerektiğini belirtmişlerdir.

Wu, Xiong, An, Sun ve Wu [23], Çin’in 30 sanayi bölgesinin 2006-2010 yılları arasında enerji verimliliğini tespit etmek amacıyla endüstriyel sistemleri iki aşamalı bir sistem ile enerji kullanım ve kirlilik arıtma aşaması olarak iki alt süreçte değerlendirmişlerdir. Çalışmanın neticesinde Çin’deki endüstriyel performansın 2006-2010 döneminde büyük ölçüde iyileştiğini, ancak altı alanın belirgin farklılık derecelerine sahip olduğunu ve bu sonuçlara göre, endüstriyel performansın özellikle de enerji verimliliğinin artırılması için gerekli politika önerilerine yer verilmiştir.

Yang [24], Kanada’da yaşam ve sağlık (Y&S) sigorta endüstrisi için işletme ve işletme stratejilerinin ikili etkilerini değerlendirirken önemli yönetsel bilgiler sağlamak için iki aşamalı bir VZA modeli uygulamıştır. Oluşturulan bu model ile sigorta şirketleri için üretim performansının ve yatırım performansının entegrasyonunu sağlayarak ve yönetimin genel performans değerlendirmesini ve ilgili sigortacılar için verimliliğin nasıl sistematik bir şekilde elde edileceğinin ortaya konması hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda Kanada Y&S sigorta sektörünün incelenen dönemde (1998 yılı) oldukça etkili bir şekilde faaliyet gösterdiğini tespit etmiştir.

İmalat sanayi alanında yapılan literatür incelemesinde bu alanda çok periyotlu iki aşamalı VZA yöntemi kullanılarak yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle, ilk kez bu tez çalışması kapsamında imalat sanayi sektöründe yer alan firmaların, firma yöneticileri ve karar vericilerin yönetim stratejilerini geliştirmeleri açısından çok periyotlu iki aşamalı bir VZA modeli tanımlanmıştır.

Bu bağlamda oluşturulan tez çalışması altı ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde yapılan kısa bir girişten sonra ikinci bölümde etkinlik ölçümünde sıkça kullanılan etkinlik, etkililik, verimlilik gibi temel kavramlar verilmekte ve etkinlik ölçüm yaklaşımlarından kısaca söz edilmektedir. Üçüncü bölümde parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemi olan VZA metodolojisi, detaylı olarak ele alınmış ve temel modellere yer verilmiştir. Ayrıca bu bölümde belirli bir zaman periyodunda etkinlik değişimlerinin incelenmesinde kullanılan Malmquist toplam faktör verimlilik endeksinin teorik yapısı hakkında bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde çok periyotlu iki aşamalı VZA modelleri tanıtılmıştır. Beşinci bölümde çalışmanın uygulama kısmına yer verilerek Türkiye'deki imalat sanayi sektöründe faaliyet gösteren Türkiye Kamu Aydınlatma Platformu (KAP)'unda yer alan 90 firmanın 2013-2015 yılları gelir tablosu ve bilançolarında yer alan veriler ve bağımsız denetçi raporları dikkate alınarak söz konusu imalat sanayi firmalarının etkinlik değerlendirmesi, çok periyotlu iki aşamalı VZA ve Malmquist endeks yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde ayrıca firmalara girdi, süreç ve çıktı değişkenleri bakımından bir kümeleme analizi uygulanarak elde edilen küme sonuçlarının çok periyotlu iki aşamalı VZA etkinlik sonuçlarına göre elde edilen kümeler ile bir karşılaştırmaya da yer verilmiştir. Altıncı ve son bölümde ise çalışmaya ilişkin genel bir değerlendirme yapılarak ileride gerçekleştirilecek çalışmalara yönelik önerilere yer verilmiştir.

2. TEMEL KAVRAMLAR VE ETKİNLİK ÖLÇÜM YAKLAŞIMLARI

Bu bölümde, tez çalışmasında sıklıkla bahsedilen temel kavramlara ilişkin açıklamalara yer verilmektedir. Kavramların açıklanmasının ardından, etkinlik ölçüm yöntemleri hakkında kısa bilgilere de yer verilmiştir.

2.1. Performans

Performans, bir işi yapan bireyin, bir grubun ya da bir kuruluşun o işle amaçlanan hedefe ne ölçüde ulaşabildiğinin nicel ve nitel olarak göstergesidir. Diğer bir ifadeyle, herhangi bir işte gösterilen başarı derecesidir [25]. Çok geniş bir uygulama alanı olan performans kavramıyla, bazen finansal performansa, bazen politika etkinliğine, bazen de iş süreçlerine veya ürün ve hizmet kalitesine odaklanılmaktadır [26]. Bir sistemin genel performansı ise yukarıdaki tüm faktörleri içine alacak şekilde ele alınmaktadır.

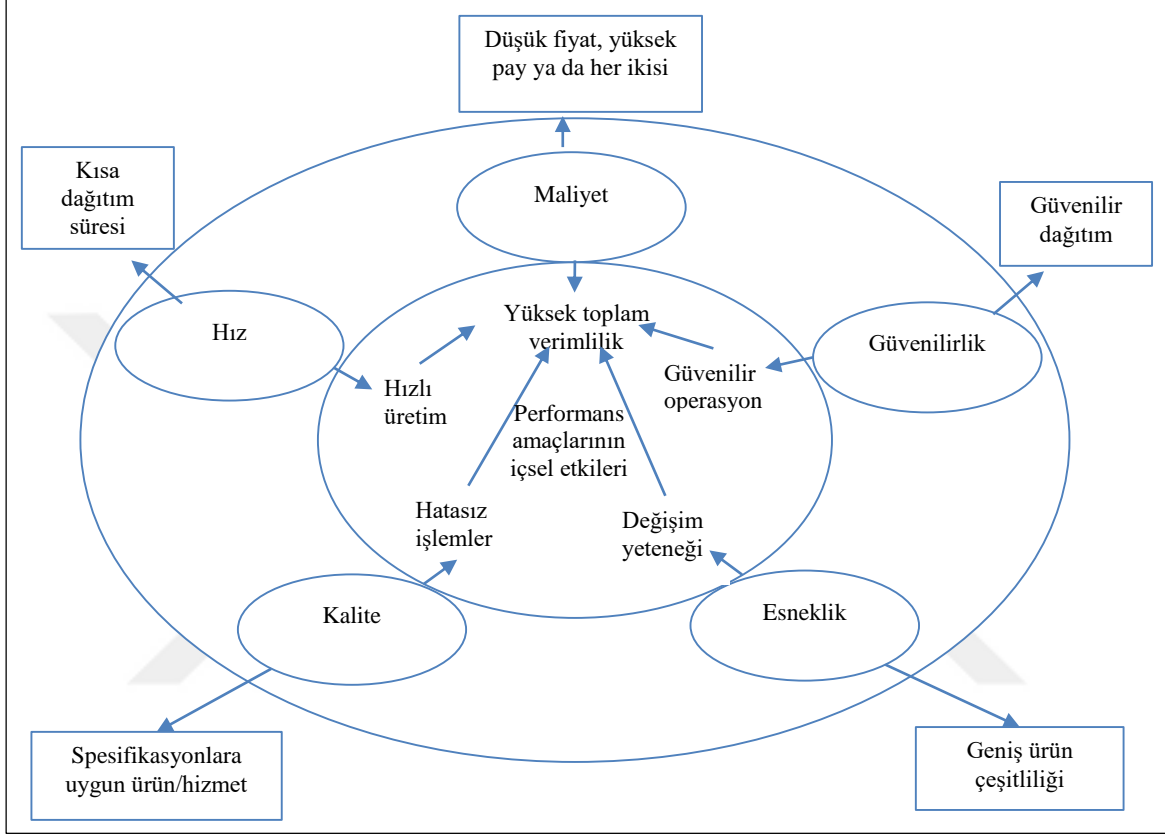
Performans ölçümü, içinde birbiriyle bağlantılı değişik faktörlerin bulunduğu çok boyutlu bir yapıdır. Bu noktada performans ölçümü, çok sayıda bilginin ortak bir faktörde toplanmasına imkân sağlayarak performansın zaman boyunca izlenmesine olanak sağlamaktadır.

Bir başka açıdan, performans ekonomik ve operasyonel bakış açılarını içinde barındıran geniş bir kavramdır [27]. Slack [28], bir işletme için performans amaçlarını maliyet, esneklik, hız, güvenilirlik ve kalite olarak sıralamaktadır. Bu performans amaçlarının etkileri Şekil 2.1’de gösterilmektedir.

Söz konusu performans amaçlarının verimlilik üzerindeki olumlu etkilerine bakılacak olursa;

- Yüksek kaliteli operasyonlar, yeniden işleme için ortaya çıkacak zaman ve işgücü kayıplarını önler.
- Hızlı operasyonlar, operasyonlar arasında meydana gelen stokların ve bunların yönetilmesiyle ilgili çabaların azalmasını sağlar.
- Güvenilir operasyonlar, dağıtımların planlandığı şekilde gerçekleşmesini sağlar. Bu sayede diğer operasyonların etkin biçimde işlenmesini sağlar.

- Esnek operasyonlar, değişen koşullara hızlı biçimde ve operasyonun geri kalan kısmında aksamaya neden olmadan uyumu kolaylaştırır.
- Düşük maliyetli operasyonlar daha yüksek kârlar elde etmeyi ve ürünlerini daha rekabetçi bir fiyatla satılmalarını sağlar.



Şekil 2.1. Performans amaçları

2.2. Verimlilik

Verimlilik kavramı ilk olarak Alman bilim adamı G. Agricola tarafından kullanılmıştır. [29]. Genel bir tanımlamayla verimlilik, belli bir zaman periyodunda bir üretim sisteminin ürettiği çıktı ile üretimde kullanılan girdi arasındaki ilişki olarak ifade edilebilir. Bu bağlamda verimlilik, çeşitli mal ve hizmetlerin üretimindeki kaynakların (emek, sermaye, arazi, malzeme, enerji, bilgi, vb.) etkin kullanımını ifade eder [30].

Bir başka açıdan, verimlilik bir işletmede işgücü, hammadde, malzeme, makine ve donanım gibi temel üretim kaynaklarının yanı sıra sermayenin kullanımı, teknolojik seçim, örgütlenme ve yönetim, çalışma ve yaşam koşulları ile günümüzde oldukça değer kazanan

bilgi ve zaman gibi kaynaklar arasındaki etkileşimlerin bir sonucudur. Bu ilişkinin çıktı/girdi gibi tek ve basit bir ölçütle açıklanması ise yeterli gelmemektedir. En azından kalitenin göz önüne alınmadığı verimlilik değerlendirmelerinin anlamlı olmayacağı artık açıkça kabul edilmektedir [8].

Söz konusu verimlilik boyutunun önemi verimlilik artışlarının yöneticiler, çalışanlar ve hatta ulusal çıkarlar açısından taşıdığı anlamda çok daha önemli hale gelmektedir. Verimlilik artışları işletme düzeyinde daha iyi kalitede, daha düşük maliyetle daha çok üretim ve daha çok gelir ve kâr demektir. Yöneticiler ve çalışanlar verimlilik artışlarından kaynaklanan maliyet azalmalarının karşılığını kâr ve ücret artışları olarak dengeli bir biçimde paylaştıklarında ve bu paydan sabit ya da daha düşük fiyatlarla müşterilerde yararlandıklarında verimliliğin olumlu sonuçları tüm ülke düzeyinde hissedilmektedir. Sonuç halkın yaşam düzeyinde gelişme, azalan enflasyon ve azalan işsizlik olarak gözlenmektedir [8].

2.3. Etkililik

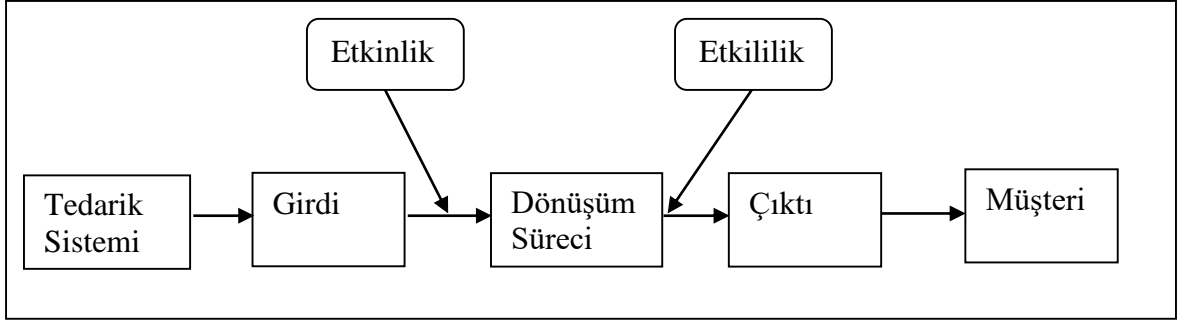
Etkililik, çıktılarla daha doğrusu amaçlarla ilgili bir kavramdır [31]. Etkililik işleri doğru yapmanın bir ölçüsüdür ve matematiksel olarak,

$$\text{Etkililik} = \frac{\text{Gerçekleşen Çıktı}}{\text{Planlanan Çıktı}} \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Bu ifadede planlanan çıktı değeri iş etüdü gibi tekniklerle elde edilmiş olan standart değerlerdir. Örneğin bir üretim tesisinde bir ürün için planlanan aylık üretim değeri 200 birim ve gerçekleştirilen üretim miktarı 160 birim ise bu durumda etkililik %80 olarak gerçekleşmiştir denilir.

2.4. Etkinlik

Literatürde etkinlik ve etkililik kavramları sık sık birbirinin yerine kullanılır ancak bunlar birbirinden farklı kavramlardır. Şekil 2.2’de ifade edildiği gibi etkinlik mevcut kaynakların kullanımı ile ilgili bir performans ölçüsü iken etkililik çıktılarla ilişkili bir performans ölçüsüdür.



Şekil 2.2. Etkinlik ve etkililik ilişkisi

Bununla birlikte etkinlik ölçümü, mevcut rekabet ortamı içinde işletmenin nerede olduğunun belirlenmesine olanak sağlamakta ve eldeki girdilerden ne denli iyi bir biçimde çıktı üretebileceğini göstermektedir [7].

Mevcut girdileri kullanarak en fazla çıktıyı üretmek veya belirli bir çıktıyı üretmek için en az girdiyi kullanmak olarak tanımlanan etkinlik, işletme düzeyinde kaynakların, yani müşteriye ulaşacak mal ve hizmetlerin üretilebilmesi için kullanılan girdilerin belirli standartlarla karşılaştırılması sonucu bulunan bir göstergedir. Etkinlik matematiksel olarak;

$$\text{Etkinlik} = \text{Fiili Miktar} / \text{Standart Miktar} \quad (2.2)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Eşitlik 2.2' de etkinlik olarak ifade edilen oran sonucunun bir olması istenir. Burada birtakım girdileri birtakım çıktılara dönüştürmekten sorumlu (işletmeler, ekonomik kuruluşlar, hükümet programları vb.) birimler Karar Verme Birimi (KVB) (Decision Making Unit-DMU) olarak tanımlanır. Bir değerine sahip olan KVB'lerin performansları görece olarak diğerlerinden daha iyidir ve etkin KVB olarak nitelendirilir. Oranın bu değere ulaşamaması durumunda, söz konusu faaliyetin gerçekleştirilmesinde hedefin ya da planlananın altında bir performans sergilendiği düşünülür. Performansı diğerlerine göre iyi olmayan KVB'lerin her biri ise etkin olmayan KVB olarak tanımlanmaktadır. Nihayetinde etkinlik ölçümünün konusu, kaynakların belirli bir zamanda ve biçimde kullanımı ile gerçekleşen sonuçların, hedeflenen sonuçlara göre değerlendirilmesidir. Buna göre etkinliği, görece olarak en iyi uygulama sınırıyla gözlenen girdi-çıktı kombinasyonları arasındaki uzaklık olarak tanımlamak mümkündür. Etkinlik boyutu sağlanmadan yüksek verimlilik düzeyine ulaşmak ise mümkün değildir [32].

Etkinlik, mevcut kaynakların kullanımıyla ilgili bir kavram olup bir işletme etkin olmakla birlikte etkili çalışamayabilir ya da tam tersi bir durum söz konusu olabilir. Çizelge 2.1’de çeşitli etkinlik ve etkililik bileşimlerine ilişkin değerlendirmelere yer verilmiştir [33].

Çizelge 2.1. Etkililik ve etkinlik ilişkisi

		Kaynak Kullanımı	
		Kötü	İyi
Amaca Ulaşma Derecesi	Yüksek	Etkili fakat etkin değil; bazı kaynaklar israf ediliyor.	Etkin ve etkili; amaçlar başarıyor ve kaynaklardan iyi yararlanılıyor: Yüksek verimlilik alanı
	Düşük	Ne etkin ne de etkili; amaçlar başarılamıyor ve süreçlerde kaynaklar boşa harcanıyor.	Etkin fakat etkili değil; kaynaklar boşa harcanmıyor fakat amaçlar gerçekleştirilemiyor.

Çizelge 2.1 incelendiğinde, amaca ulaşma derecesinin yüksek, kaynak kullanımının kötü olması durumunda işletmenin etkili fakat etkin olmadığı anlaşılmaktadır. Bu duruma müşteri isteklerini karşılayan fakat bunu gerçekleştirirken süreçlerde kaynaklarını boşa harcayan bir işletme örnek olarak verilebilir. Amaca ulaşma derecesi düşük ve kaynak kullanımı kötü olan bir işletme ne etkin ne de etkilidir. Diğer bir ifadeyle hem müşteri isteklerini karşılayamamakta hem de kaynaklarını süreçlerde boşa harcamaktadır. Amaca ulaşma derecesi düşük fakat kaynak kullanımı iyi olan bir işletme ise etkin fakat etkili değildir. Yani, süreçlerde kaynaklarını boşa harcamamakta ancak müşteri isteklerini de karşılayamamaktadır. Amaca ulaşma derecesi yüksek ve kaynak kullanımı iyi olan bir işletme hem etkili hem de etkindir. Bu durum yüksek verimlilik alanını ifade etmektedir ve böyle bir işletme müşteri beklentilerini karşılarken süreçlerde kaynaklarını boşa harcamamaktadır. Yalnızca etkin olmak verimliliği artırmak için yeterli koşul değildir. Sanayide genellikle maliyetleri düşürme amacıyla bu yöne doğru bir yönelim vardır. Fakat yüksek verimliliğin sağlanması etkinlik ve etkililiğin doğru kombinasyonunun elde edilmesiyle sağlanabilir [34].

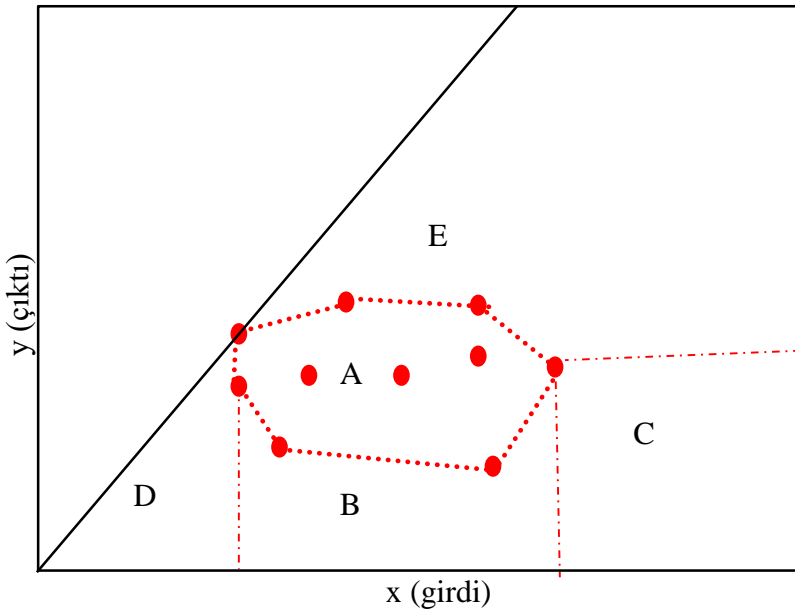
2.4.1. Etkinlik ölçümünde temel kavramlar

Bu bölümde önemli bir performans ölçme boyutu olan etkinlik ile ilgili literatürde sıkça bahsedilen temel kavramlar şekiller yardımıyla açıklanmıştır.

Üretim imkânları kümesi

Üretim teknolojisi bir üretim sürecinde girdilerin çıktılara dönüştürülmesi olarak kısaca tanımlanabilir. Bu dönüşüm sürecinin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi, ya belirli bir girdi birleşimi kullanılarak en çok çıktı üretilecek şekilde ya da belirli bir çıktı miktarı için en az girdi kullanılacak şekilde yapılmasına bağlıdır. Üretim imkânları kümesi ise belirli bir üretim teknolojisi tarafından mümkün kılınan etkin ya da etkin olmayan tüm girdi ve çıktı dönüşümlerini içermektedir [7].

Şekil 2.3'te tek girdi (x) kullanarak, tek çıktı (y) elde eden bir üretim sistemi ele alınmıştır. Buna göre Şekil 2.3'teki noktalar, üretim vektörlerini (girdi-çıkı vektörlerini) temsil etmektedir. A'nın içinde bulunduğu alan bir üretim imkânları kümesini göstermektedir. A ile B kümelerinin birleşimi ile bir başka üretim imkânları kümesi elde edilebilmektedir. Bu şekilde çeşitli üretim imkânları kümesi tanımlanabilmektedir [7].



Şekil 2.3. Üretim imkânları kümesi

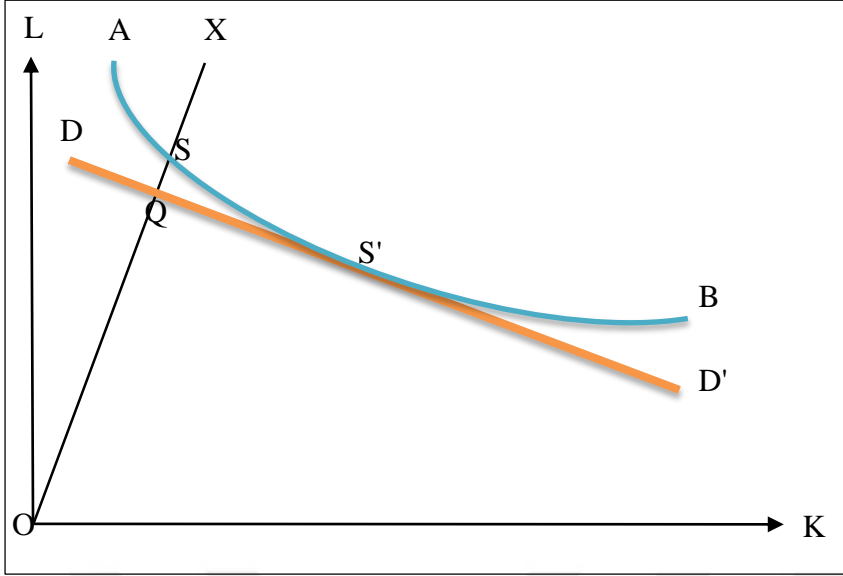
Referans kümesi

Etkinlik analizi KVB'lerin göreceli etkinliklerini ölçen bir tekniktir. Analiz sonucunda etkin olmayan KVB'nin etkin konuma gelebilmesi için ölçüt olarak alınacak etkin KVB'ler vardır. Söz konusu bu karar birimlerinin oluşturduğu kümeye ise referans kümesi denir [35].

2.4.2. Etkinlik sınırı

Üretim veya hizmet sisteminin, kaynakları optimal kullanarak etkinliği artırmak üzere üretimi ne kadar artırabileceğini bilmesi önemlidir. Etkinlik tanımı ile bir işletmenin etkinliği söz konusu olduğu zaman genellikle girdi setinden en yüksek çıktının elde edilmesindeki başarı akla gelmektedir. Yani etkin bir üretim fonksiyonunun bilindiği varsayımından hareketle, tam etkin bir işletmenin herhangi bir girdi setinden elde ettiği gelir kastedilmektedir. Farrell'in yaklaşımının temelini oluşturan ve teknik etkinlik ölçümünde kullanılan üretim fonksiyonunun bilindiğini varsayarak, etkinlik sınırı Şekil 2.4'de daha iyi açıklanabilir [36].

Etkinlik sınırını açıklarken Şekil 2.4'de belirtilen AB eş ürün eğrisi, farklı girdi miktarları kullanılarak elde edilebilecek çıktı miktarını gösteren eğri olarak ifade edilir. Buna göre K ve L girdilerini kullanarak (g) çıktısını üreten bir işletmenin üretim fonksiyonu $g = f(K, L)$ eşitliğiyle ifade edilir. Etkin üretim fonksiyonuna ait eş ürün eğrisinin Şekil 2.4'deki gibi AB eş ürün eğrisi üzerindeki S noktası, etkin işletmenin kullandığı faktör bileşimlerini gösterir. Diğer bir deyişle işletme birim çıktısı X noktasında üretmektedir. Buna göre aynı dalda faaliyet gösteren X işletmesi daha az etkin bir faaliyet göstermektedir. Çünkü Q kuruluşu X kuruluşuna oranla aynı seviyede mal ürettiği halde, her iki faktörden de (K ve L girdileri) $\frac{OS}{OX}$ oranında daha az kullanılmaktadır. Dolayısıyla $\frac{OS}{OX}$ oranı, X işletmesinin teknik etkinlik göstergesi olarak kabul edilebilir [34]. Bu oran birden küçük bir değer taşımaktadır. Potansiyel veya maksimum performans sınırı olarak tanımlanır. Performans iyileştikçe etkinlik oranı 1'e yaklaşır [32].



Şekil 2.4. Etkinlik sınırı

2.4.3. Teknik etkinlik ve ölçek etkinliği

Üretim mevcut girdi bileşiminin en verimli çıktıya dönüştürülmesi sürecidir. Bu bakımdan, üretim bir dönüşümü ifade eder. Üretimin gerçekleşmesi sürecinde mevcut girdi(ler) kullanılarak çıktı(lar) meydana gelir. Mevcut girdi(ler) ile meydana gelen tüm girdi-çıkıtı bileşenlerinin oluşturduğu küme üretim imkânları kümesidir ve bu küme içerisinde en iyi girdi-çıkıtı bileşenini veren KVB'lerin oluşturduğu sınır ise üretim sınırı olarak ifade edilir [37].

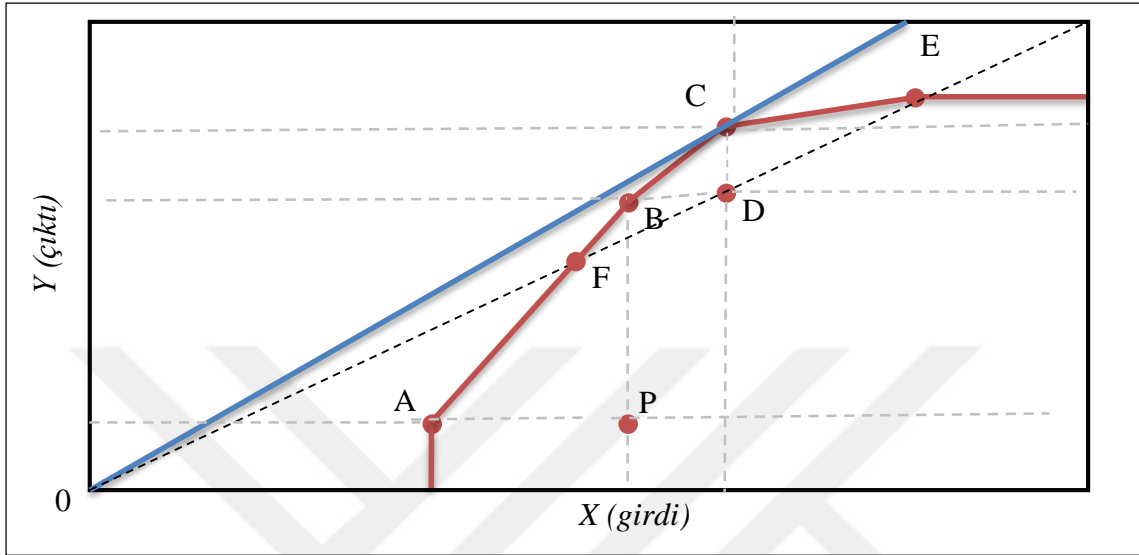
Teknik etkinlik

Bir üretim biriminin girdilerini en verimli biçimde kullanmasıyla mümkün olan en fazla miktardaki çıktıyı üretme başarısıdır. Böylece teknik etkin olan KVB'lerinin üretim sınırı üzerinde yer almaları gerekmektedir. Etkin sınırın altında yer alan KVB'ler ise, görelî olarak, kaynaklarını israf etmektedirler. İsrafta bulunmayan üretim birimleri ise teknik etkindirler [38].

Ölçek etkinliği

En verimli ölçek büyüklüğüne olan yakınlık olarak ifade edilmektedir. Çıktı/girdi oranına dayalı olan bu etkinlik türü kısaca uygun ölçekte üretim yapmadaki başarı olarak da

tanımlanabilir. *Toplam etkinlik* ise teknik etkinlik ile ölçek etkinliğinin çarpımı şeklinde ifade edilir. Bu kavramların daha iyi anlaşılabilmesi için Şekil 2.5'i irdelemek yararlı olacaktır.



Şekil 2.5. Teknik etkinlik ve ölçek etkinliği

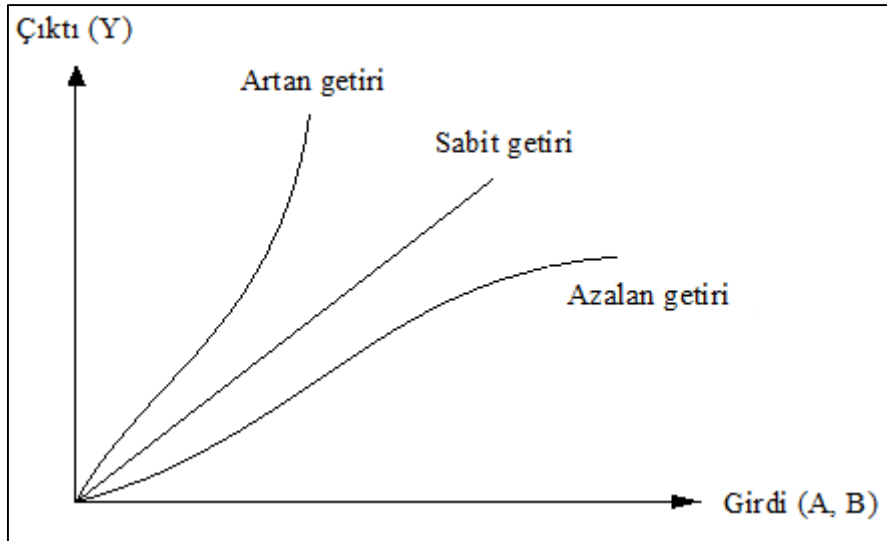
Buna göre A, B, C, D, E, F ve P noktaları birer KVB'yi temsil etmek üzere Şekil 2.5'de verilen A ve B KVB'leri etkin sınırdaki yer almaları ve teknik etkin olarak tanımlanmaktadır. P karar verme birimi ise, A ile aynı miktarda çıktı elde etmekte fakat daha fazla girdi kullanmaktadır. Diğer taraftan, P KVB'si B ile aynı miktarda girdi kullanmakta ancak B'ye göre daha az çıktı üretmektedir. Bu nedenle, P'nin, girdi azaltımı ya da çıktı artırımı imkânı bulunmasından dolayı teknik etkinsizlik içinde olduğu söylenebilir. P KVB'nin girdi-çıkıtı bileşeni B'nin girdi-çıkıtı bileşenine doğru kaydırılarak teknik etkinliğini ve verimliliğini artırması mümkündür. Çünkü böylece üretim sınırına yaklaşır ve çıktı/girdi oranı büyür. Buna karşın A karar verme biriminin girdi-çıkıtı bileşeni B'nin girdi-çıkıtı bileşenine doğru kaydırıldığında üretim sınırından ayrılmadığından teknik etkinliğini koruyacaktır. Bu üç gözlemin verimliliklerini, çıktı/girdi oranını temel alarak hesapladığımızda ise, B'nin diğer iki KVB'den daha verimli olduğu, P'nin ise en verimsiz KVB olduğu ortaya çıkmaktadır. A ve B birimleri teknik etkin olmalarına karşın, A biriminin B'ye göre verimliliğinin düşük olduğu ortaya çıkmıştır [38].

Görel olarak en verimli KVB olan C gözlemi ise, en verimli ölçek büyüklüğüne sahiptir. C birimi ile D birimi karşılaştırılırsa, D KVB'sinin üretim sınırı üzerinde yer almaması

sebebiyle kaynaklarını iyi kullanmadığı sonucuna varılır. Ancak D, en verimli ölçek büyüklüğünde bulunan C ile aynı girdi ölçeğinde yer almaktadır. Sonuç olarak, D KVB'sinin optimum ölçekte olduğu ancak girdilerini iyi kullanamadığı için teknik etkinsizliğe sahip olduğu anlaşılmaktadır. Benzer şekilde A ile D KVB'leri kıyaslandığında, A biriminin teknik olarak etkin olduğu ancak D biriminin teknik etkin olmadığı görülmektedir. Buna karşın çıktı/girdi oranı ile verimlilikleri karşılaştırıldığında, D KVB'sinin verimliliği, A KVB'sinin verimliliğinden yüksektir. Benzer şekilde F, D ve E karar birimlerinin üçü de aynı verimlilik seviyesinde bulunmaktadır. Ancak sadece D KVB'si optimum ölçekte faaliyette bulunmakta, diğer KVB'ler F ve E ise teknik etkin olmalarına rağmen faaliyetleri optimum ölçekte değildir. Buradan anlaşılmaktadır ki, etkinlik ve verimlilik kavramları, ayrı tanımlamaları olmasından dolayı, birbirlerini içermemektedir [38].

Ölçeğe göre getiri

Bir firmanın A ve B girdilerinin aynı oranda artırılmaları veya sabit bir sayı ile çarpılmaları üretim ölçeğinin değiştirilmesi anlamına gelir. Bunun sonucu olarak ürün miktarında meydana gelen değişiklik ölçeğe göre getiri olarak adlandırılır [38]. Ölçeğe göre getirinin üç farklı biçimi olan ölçeğe göre sabit getiri, ölçeğe göre artan getiri ve ölçeğe göre azalan getiri kavramları Şekil 2.6'daki gibi tanımlanır.



Şekil 2.6. Ölçeğe göre getiri türleri

Ölçeğe göre sabit getiri

Firmanın A ve B girdilerini kullanarak Y ürettiği kabul edilirse, üretim fonksiyonu $y=f(A, B)$ olarak yazılabilir. Üretim ölçeği λ oranında değiştirildiğinde ürettiği çıktı miktarı da λ oranında değişiyorsa, bir başka ifade $\lambda =1$ ise buna ölçeğe sabit getiri denir [39].

Ölçeğe göre artan getiri

Firmanın üretim ölçeğini λ oranında değiştirdiğinde ürettiği çıktı miktarı λ oranından daha yüksek bir oranda değişebilir. Başka bir ifade ile girdi miktarındaki herhangi bir radyal artış çıktı miktarında daha büyük bir radyal artışa neden olabilir. Bu durum ise ölçeğe göre artan getiriye ($\lambda >1$) ifade eder. Burada radyal ifadesi ile girdilerdeki her bir bileşen için aynı oranda girdi azalmasını, çıktılardaki bileşenler için aynı oranda çıktı artışının var olduğu kabul edilmektedir.

Ölçeğe göre azalan getiri

Çıktı miktarı λ oranından daha düşük oranda değişirse, ölçeğe göre azalan getiri ($\lambda <1$) gerçekleşmiş olur. Bir başka ifade ile üretimde kullanılan girdi miktarı artığında ürettiği çıktı buna göre daha az artıyorsa ölçeğe göre azalan getiri söz konusudur.

2.5. Etkinlik Ölçüm Yaklaşımları

Etkinlik analizi için kullanılan ölçüm sistemleri, önceki kısımlarda verilen tanımlar ekseninde değerlendirildiğinde üç ana grupta sınıflandırılabilir. Bunlar oran analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olarak aşağıda özetlenebilir. Bu kısımda sözü edilen yöntemler üzerinde durulacaktır.

2.5.1. Oran analizi

Örgütsel performansın belirlenmesinde ve değerlendirilmesinde en basit ve yaygın olarak kullanılan yöntem oran analizidir. Tek girdinin tek çıktıya oranı olarak tanımlanan oran analizi (ya da rasyo analiz) yaklaşımında her bir oran, performansla ilgili boyutlardan sadece bir tanesini göz önüne alırken performansın diğer boyutları göz ardı etmektedir. Örneğin;

finansal analizlerde kullanılan oranlar (likidite, mali bünye, faaliyet, karlılık vs.) o faaliyet dönemi içindeki olayların yorumunu, yalnızca ilgili orana konu olan kalemler bazında yapabilirler [40].

Oran ölçümü yapılan bir işletme ya kendi içerisinden sayısal değerlerle ya da başka işletmelerin benzer değerleriyle ilişkilendirilir. Tek başına bir oran bir işletmenin başarısının ya da başarısızlığının belirlenmesinde yeterli değildir. Oran analizi sonucunda bazıları işletmenin son derece başarılı olduğu, diğer taraftan bazıları da işletmenin son derece başarısız olduğu sonucuna varabilir. Bu nedenle etkinlik ölçümünde oran analizi kullanan işletmelerde tek bir etkinlik ölçütü elde etmek için kullanılan oranların uygun bir şekilde ağırlıklandırılması gerekmektedir [35].

2.5.2. Parametrik yöntemler

Parametrik yöntemlerde etkinlik ölçümü, gerçekleştirilecek olan endüstri dalına ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı ile yapılır ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılır. Performansla ilgili literatürde çok yaygın bir şekilde kullanılan “Cobb-Douglass” tipi üretim fonksiyonuna ilişkin parametrelerin belirlenmesi bu tür yöntemlere örnek olarak gösterilebilir. Parametrik yöntemlerle performans ölçümünde genel olarak regresyon teknikleriyle tahmin yapılırken, üretim fonksiyonu çoğunlukla bir tek çıktı ile birçok girdiyi ilişkilendirerek tanımlanmaktadır [41].

Parametrik etkinlik ölçüm yöntemlerinden regresyon analizi, aralarında neden sonuç ilişkisi olduğu bilinen, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin nedensel yapısını belirlemeye yönelik bir yöntemdir [42].

Bu kapsamda regresyon analizi, birçok girdi ve çıktıyı içerebildiğinden oran analizine göre daha kapsamlıdır. Buna karşın regresyon analizinde bulunan regresyon denklemi bağımlı değişkenle, bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren fonksiyonel bir biçim koymayı gerektirir. Seçilen fonksiyonel biçim, hata terimlerinin dağılımı hakkında, bağımsız ve aynı normal dağılımlı olmaları gibi bazı özel varsayımları gerektirir [43]. Regresyon analizi ile etkinlik ölçümü, regresyon doğrusuna göre yapılmaktadır. Regresyon doğrusunun üzerinde

kalan noktalar etkin, doğru altında veya doğru üstünde kalan noktalar etkinsiz olarak nitelendirilebilir [44].

Parametrik yöntemler rassal hataya izin vermelerinden dolayı avantajlı sayılabilirler. Çünkü bu sayede ölçüm hatalarının ayıklanmasında daha başarılıdır. Parametrik yöntemlerin karşılaştıkları en büyük zorluk, rassal hata ve etkinsizliğin nasıl ayırt edileceğidir. Parametrik yöntemler bu ayırımı yapmak için kullandıkları dağılım varsayımıyla birbirinden ayrılırlar. Böylece parametrik yöntemlerde etkinlik sınırından sapmaların, etkinsizlik ve rassal hata gibi iki unsurdan oluştuğu ve bu iki bileşenin birbirinden ayırt edilebilmesinin büyük önem taşıdığı ortaya çıkar. Etkinliğin hesap edilmesi amacıyla önerilmiş parametrik yöntemler aşağıda özetlenmiştir [35].

Stokastik sınır yaklaşımı

Ekonometrik Sınır Yaklaşımı (Econometric Frontier Approach) olarak da bilinen Stokastik Sınır Yaklaşımı (SFA-Stochastic Frontier Approach), girdiler ile çıktılar arasında işlevsel bir ilişki olduğunu varsaymaktadır. Söz konusu modelin etkin sınırı bu işlevsel ilişki vasıtasıyla belirlenir ve bilinmeyen parametreleri bulunur [45].

Bir maliyet fonksiyonu modelinde verilen hata terimi $\varepsilon = \mu + \nu$ şeklinde ifade edilebilir. Burada $\mu \geq 0$ etkinsizliği temsil eder ve yarı normal dağılıma sahiptir. Yarı normal dağılım olmasının sebebi etkinsizliğin negatif olamayacağıdır. Modelde belirtilen ν ise rassal hatayı temsil eder ve normal dağılıma uyar. Rassal hata maliyet fonksiyonunu hem yükseltici hem de azaltıcı yönde davranabileceğinden simetrik bir dağılıma sahip olması gerektiği ifade edilmektedir [46].

Bu yaklaşım maliyet, kar ve üretim gibi bağımlı değişkenlerle, girdi, çıktı ve çevresel faktörler gibi bağımsız değişkenler arasında bir fonksiyon tanımlar ve rassal hataya modelde yer verir [47]. SFA, etkinsizliğin asimetrik, hata terimlerinin ise simetrik standart normal dağılıma sahip olduğu varsayımına dayanan bir bileşik hata modeli uygular [48].

Dağılımdan bağımsız yaklaşım

Stokastik sınır yaklaşımında etkinsizliğin asimetrik ve yarı normal dağılıma sahip olduğu, rassal hatanın ise simetrik ve normal dağılıma sahip olduğu varsayılmaktadır. Fakat Berger ve Humphrey [47], bu varsayımların temelsiz olduğunu ve etkinlik ölçümünde büyük hatalara neden olabileceklerini iddia etmiştir. Berger ve Humphrey [47] kısıtlamaların olmadığı durumda, etkinsizliğin asimetrik yarı normal dağılımdan simetrik normal dağılım dâhil olmak üzere her türlü dağılıma sahip olabileceğini öne sürmüştür. Bu gibi eleştirilerden dolayı Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım (Distribution Free Approach, DFA) ortaya konulmuştur. Buna göre panel verinin olması durumunda hata terimleri ve etkinsizliklerin dağılımı ile ilgili güçlü varsayımlar kaldırılmıştır. Bu yaklaşımın temel varsayımları, etkinliğin istikrarlı veya en azından sabit, etkinsizliklerin pozitif bir dağılım sergilemesi ve hata teriminin ortalamasının sıfır olması şeklinde ifade edilmiştir.

Kalın sınır yaklaşımı

Kalın sınır yaklaşımı (TFA-Thick Frontier Approach) yöntemi, SFA ve DFA yöntemlerinden özellikle dağılım üzerine yapılan varsayımlarla farklılaşır. SFA ve DFA yöntemlerinin gözlemlenen değerlerle varsayılan değerler arasındaki farkı oluşturan etkinsizlik ve rassal hata unsurlarının dağılımlarına ilişkin varsayımları iki yöntem arasındaki temel farkı oluşturur. Buna karşın TFA yönteminde beklenen dağılımlarla ilgili herhangi bir varsayım yoktur. Sadece gözlemlenen ve beklenen değerler arasındaki farkların en büyük ve en küçük değerlerinin hata payını, geri kalan değerlerin ise etkinsizliği oluşturduğu varsayılmaktadır. Böylece TFA yöntemi bir tek birimin etkinliğinin tahmini için uygun olmayan bir yöntem durumuna gelmektedir. Buna karşın genel etkinlik düzeyinin hesaplanmasında kullanılmaktadır [49].

2.5.3. Parametrik olmayan yöntemler

Parametrik yöntemlere bir alternatif olarak ortaya çıkan parametrik olmayan yöntemler, genel olarak matematiksel programlamayı bir çözüm tekniği olarak benimsemişlerdir. Bu tür yöntemler, üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler. Bu özelliklerinden dolayı parametrik yöntemlere göre daha esneklerdir. Ayrıca

çok sayıda girdi ve çıktıya sahip bir üretim yapısında performans ölçümü için oldukça kullanışlı bir yapıya sahiptirler [7].

Parametrik yöntemlerin eksik yönlerinin giderilmesi amacıyla literatüre giren bu yöntemler, etkinlik sınırına olan uzaklığı doğrusal programlama tabanlı teknikler kullanarak ölçmeye çalışır. Bu yöntemler üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler. Bu nedenle birden fazla girdi ve çıktının bulunduğu üretim alanlarında etkinliği ölçebilecek esnekliğe sahiptirler. Parametrik olmayan etkinlik ölçme yöntemlerinin büyük çoğunluğu girdi ve çıktı birimlerinden bağımsızdır. Bu özellikleri ile işletmenin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesine imkân sağlamaktadır. Bu ölçütler, her bir üretim birimi için göreceli etkinliği hesaplar; amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı optimize etmekte ve her üretim birimi için en uygun amaç kümesini belirlemektedir [50].

Bunun yanında parametrik olmayan yöntemler rassal hata terimi içermedikleri için veri ve ölçüm hataları, şans ya da başka faktörlerle oluşan hataları modele aktarır ve etkinlik sınırını yanlış tespit edilebilir. Bu yöntemlerin güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır [7]. Bunlar kısaca aşağıda özetlenmektedir.

Parametrik olmayan etkinlik ölçütlerinin güçlü yönleri

- Birçok girdi ve çıktıya sahip üretim ortamlarında işletmenin değişik boyutlarını tek bir etkinlik boyutuna indirgemeye olanak sağlar.
- Bu ölçütlerin büyük bir çoğunluğu girdi ve çıktı ölçüm birimlerinden bağımsızdır.
- Üretim fonksiyonunun analitik yapısı hakkında herhangi bir ön varsayım gerektirmezler.
- Her bir KVB için göreceli etkinliği hesaplar; amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı maksimize eder ve her bir KVB için en uygun çözüm kümesini belirler. Oysa parametrik yöntemler, endüstri grubunun tümünü göz önüne alıp ortalama etkinliğe göre ölçüm yapmaktadırlar.
- Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri gözlem kümesini etkin olanlar ve olmayanlar olmak üzere iki ana gruba ayırırken, etkin olmayan her bir KVB'nin etkin hale dönüştürülebilmesi için ne gibi önlemler alınmasına ilişkin önemli bilgiler üretir.

Parametrik olmayan etkinlik ölçütlerinin zayıf yönleri

- Veri hatalarına karşı son oldukça duyarlıdırlar. Bu nedenle, girdi ve çıktı verilerinin seçimi önemlidir. Ayrıca seçilen girdi ve çıktı bileşenlerinin üretim yapısını iyi bir şekilde temsil edemediği durumlarda etkinlik ölçümü başarısız olmaktadır.
- Belirli bir gözlem kümesinden hareketle görelî etkinliği ölçmektedirler. Gözlem kümesindeki girdiler ve çıktılar içerisinde çok büyük veya küçük değerlere sahip olan bazı gözlemler etkinlik sınırının oluşmasında problem yaratabilmektedirler.
- Çok fazla sayıda karar değişkeninin (girdi ve çıktı ağırlıklarının her bir KVB açısından) hesaplanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, bu tip ölçütlerin serbestlik derecesi oldukça yüksektir. Bu da çok fazla sayıda parametrenin yorumlanması gereğini beraberinde getirmektedir.
- Her ne kadar etkin olan ve etkin olmayan KVB'leri birbirinden ayırıyorlarsa da etkin olan ve etkinlik sınırını oluşturan KVB'lerin birbirleriyle karşılaştırılmasında yetersiz kalmaktadırlar.

2.5.4. Performans ölçüm modellerinin karşılaştırılması

Her modelin birbirine kıyasla üstün ve zayıf olduğu yönleri mevcuttur. Modellerin her biri kendi içinde tutarlıyken, ölçümü yapılan birim yetersiz kalabilir. Önemli olan ölçüm yapacağımız birime göre optimum sonucu verecek yöntemin belirlenmesidir. Etkinlik ölçüm yöntemleri genellikle dinamik ve bütünleşik bir yapıda kurulan ve çoğunlukla bilgisayara dayanan ölçüm yöntemleridir. Genel amaçlı olarak standart göstergelerin ve yöntemlerin geliştirilmesi mümkün olmayacağından yöntemlerden herhangi birinin en uygun yöntem olduğunu söylemek de olanaksızdır. VZA gibi parametrik olmayan yöntemler çok girdili-çok çıktılı durumlarda en iyi sonuçları verdiğiinden uygulanma alanının oldukça geniş olduğu söylenebilir. Bunun yanında bu tür yöntemlerin de halen birçok zayıf yönleri mevcuttur. Söz konusu zayıf yönlerinin giderilmesi ile gelecekte daha yaygın ve daha etkin kullanılabilmesi mümkün olacaktır [32]. Buna göre Çizelge 2.2'de etkinlik ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması verilmiştir [51].

Çizelge 2.2. Etkinlik ölçüm yöntemlerinin karşılaştırması

Karşılaştırma Ölçütleri	YÖNTEM SINIFI		
	Oran Analizi	Parametrel Yöntemler	Parametresiz Yöntemler
Çözüm Tekniği	Oranlamalar	Regresyon	Matematiksel Programlama
İçerik	Tek Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi/Çok Çıktı (Çok Boyutlu)
Ön Hazırlık (Veri Temini)	Basit	Basit (Ölçümü yapılacak birim analitik forma uygun olmalı)	Detaylı (Kullanılacak girdi ve çıktılarına bağlı)
Uygulama	Kolay	Kolay	Kolay (Detaylı)
Performans Ölçümüne Uygunluğu	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş



3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ METODOLOJİSİ

Tezin bu bölümünde, VZA kavramından, tarihsel gelişiminden bahsedilerek temel matematiksel modellere ayrıntılı olarak yer verilecektir.

3.1. Veri Zarflama Analizi Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

VZA, birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip, girdi ve çıktıların karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda, KVB'lerin görece performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir [52].

VZA'nın temelinde benzer türden KVB'lerin üretim etkinliklerinin değerlendirilmesi yer alır. Söz konusu analizde yer alacak KVB'lerin belirli ortak özellikleri olması gerekmektedir. Tüm KVB'lerin aynı hedefe yönelik, benzer işlevler görmesi önemlidir. Öte yandan pazar şartlarının benzer olması ve gruptaki bütün birimlerin verimliliklerini nitelendiren etmenlerin yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar hariç, aynı olması şartları aranır [53].

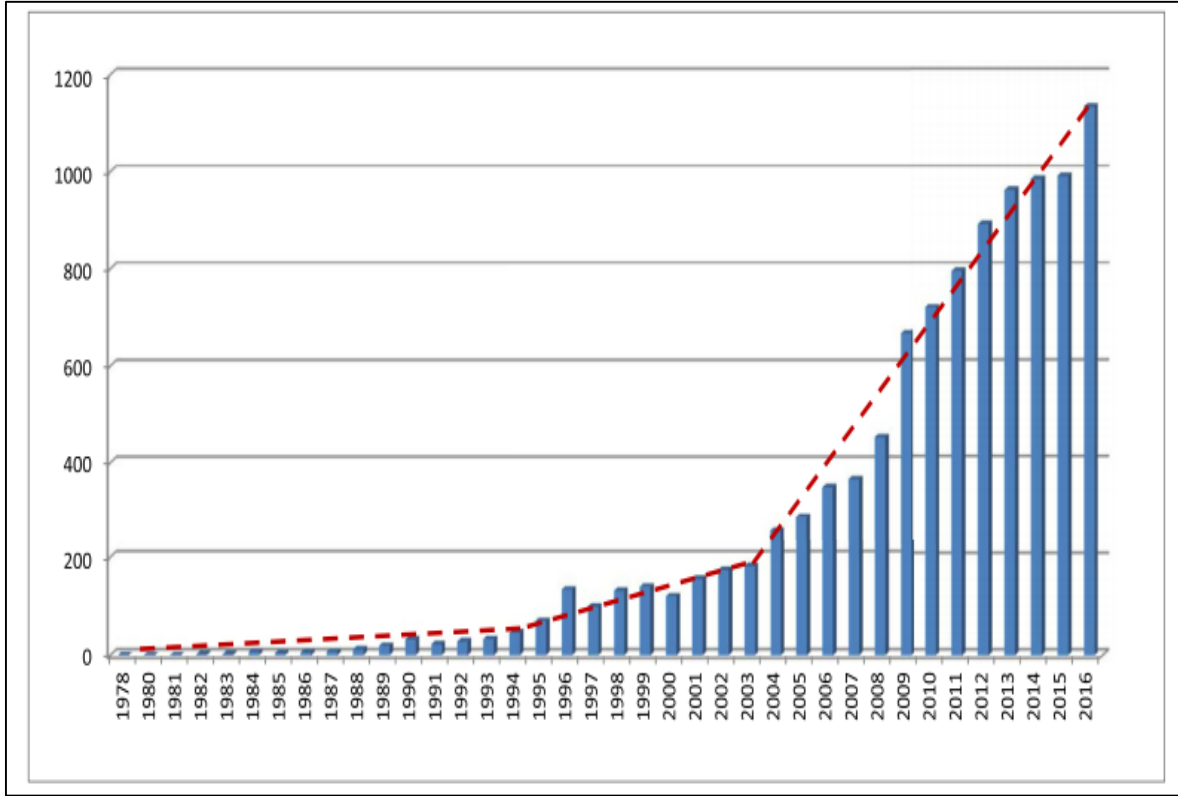
VZA, regresyon doğrusunu temel alan parametrik yöntemlerin aksine, her bir KVB'ni pareto etkinlik sınırına olan konumuna göre değerlendirir. Parametrik yöntemlerde her bir KVB, basit regresyon denklemi ile temsil edilir ve bu ortalama değere göre değerlendirilirken; VZA, her bir bireysel gözlemi, bir değerine göre değerlendirir. Parametrik yaklaşım, hata teriminin dağılımı hakkında bir ön koşul gerektirirken (hata teriminin genellikle normal dağıldığı vb.); VZA, herhangi bir fonksiyonel formu ön koşul olarak zorunlu kılmaz. VZA, tüm KVB'lerini ayrı ayrı değerlendirmeye alır ve etkinlik sınırının üzerinde veya altında aldığı konuma göre değerlendirme yapar [54]. Değerlendirmeye alınan KVB sayısı, araştırmanın güvenilirliği açısından, seçilen girdi sayısı m , çıktı sayısı p olarak ifade edildiğinde $m+p+1$ adet ya da girdi ve çıktı sayılarının toplamının en az 2 katı olacak şekilde belirlenmelidir [55].

VZA'nın hikâyesi Carnegie Mellon Üniversitesinin Şehir ve Halkla ilişkiler okulunda Edwardo Rhodes'in doktora tezi ile başlar. W.W. Cooper danışmanlığı altında Edwardo Rhodes'in söz konusu doktora çalışması, federal hükümetin desteğiyle Amerika'da devlet

okullarına devam eden (çoğunlukla siyahi ve İspanyol) dezavantajlı öğrenciler için uygulanan Program Follow Through eğitim programına katılan ve katılmayan eşleştirilmiş bir takım okul gruplarının performansını karşılaştırmasını içermektedir. Burada 70 tane okulun görece teknik verimliliğini fiyatları göz ardı ederek çoklu girdi ve çıktılarla tahmin etme arzusu, CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) formülasyonu olarak bilinen VZA oransal formülünü doğrulamış ve VZA'yı ilk duyuran çalışma olarak European Journal of Operations'da yayınlanmıştır. Öncesinde Farrell, etkin üretim sınırının bilindiği ve ölçeğe göre sabit getiri varsayımları altında iki girdi ve tek bir çıktıdan oluşan bir üretim sürecinin etkinliğini ölçmek amacıyla yaptığı çalışmayla etkinlik ölçümünde doğrusal programlamayı kullanan ilk bilim adamı olmuştur [56].

Farrell'in etkin sınır tahmini sonraki yirmi yıl boyunca çok az sayıda bilim adamının dikkatini çekmiştir. VZA terimi literatürde ilk kez Charnes, Cooper ve Rhodes [9]'ın 1978 yılındaki çalışmasında kullanılmıştır. Bu çalışmada Charnes, Cooper ve Rhodes [9] ölçeğe göre sabit getiri (Constant Return to Scale: CRS) varsayımını kullanmıştır. Daha sonra Banker, Charnes ve Cooper [57] çalışmalarında ölçeğe göre değişken getiri (Variable Return to Scale: VRS) varsayımını ele almışlardır. Bu çalışmadan günümüze kadar VZA'nın genişletilerek uygulandığı birçok çalışma yapılmıştır [58]. Literatüre CCR ve BCC olarak girmiş bu iki modelin her biri için girdi ve çıktıya yönelik olarak iki ayrı yapı kurulmuştur. Bu durum VZA yöntemi kullanılarak çözülen problemlerin sonuçlarını ve yorumlama becerisini artırdığı gibi uygulama alanını da genişletmiştir.

Şekil 3.1'de Emrouznejad ve Yang [59] tarafından yapılan bir çalışmada, VZA'nın ortaya çıktığı tarihten günümüze (1978-2016 yılları arasında) söz konusu analiz kullanılarak yapılan yayın sayısının dağılımı, yıllar bazında verilmiştir. Buna göre VZA alanında yapılan çalışmaların artan bir eğilimde olduğu ve günümüzde oldukça önemli bir yer edindiği görülmektedir.



Şekil 3.1. 1978-2016 yılları arasında VZA kullanılarak yapılan yayınların dağılımı

3.2. Veri Zarflama Analizi Kullanım Amaçları ve Uygulama Alanları

VZA'nın uygulanmasında çok sayıda amaç vardır. Söz konusu kullanım amaçlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

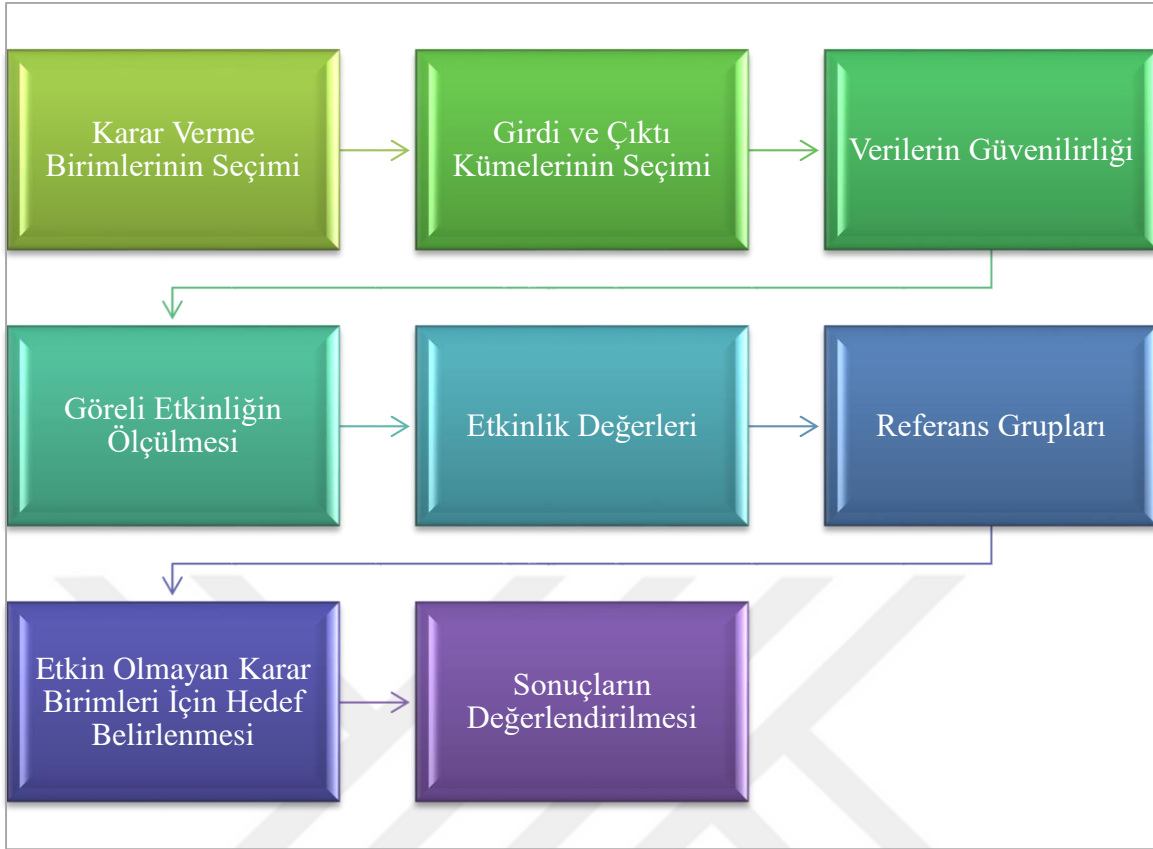
- Etkinlikleri karşılaştırılacak KVB'lerin girdi-çıktı bileşenlerinin herhangi birinde veya daha fazlasında, görelî etkinsizliğin kaynaklarının ve miktarının belirlenmesi,
- KVB'lerin etkinliklerine göre sınıflandırılması,
- Etkinlikleri karşılaştırılacak KVB'lerin yönetim performanslarının değerlendirilmesi,
- Etkinlikleri karşılaştırılacak KVB'lerin kendi kontrolleri dışındaki program ve politikaların verimliliklerini değerlendirerek, program etkinsizliği ile yönetsel etkinsizliğin ayırt edilmesi,
- Değerlendirmeye konu KVB'ler için kaynakların yeniden atanması amacı ile niceliksel bir temel oluşturulması (Bu yeniden atama politikalarının genel amacı: sınırlı kaynakları, istenilen çıktuları üretmekte daha etkin kullanabilecek birimler arasında değiştirmektir),

- KVB’lerin birbirlerine göre etkinlikleri karşılaştırılarak; KVB’lerin doğrudan doğruya ilişkili olmayan amaçları için etkin karar verme birimlerinin ya da etkin girdi-çıktı ilişkilerinin belirlenmesi,
- Her bir KVB’nin mevcut girdileri ile gerçekleştirdiği performansın yürürlükteki standart performansa göre incelenmesi ve gözden geçirilmesi,
- Önceki çalışmalardaki sonuçların karşılaştırılmasıdır [60].

VZA, özellikle yöneylem araştırması, ekonomi, muhasebe, bilişim yönetimi, matematik ve istatistik gibi çeşitli alanlardaki araştırmacılar için çok önemli bir performans ölçüm yöntemi olduğunu kanıtlamıştır ve bu alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu özelliği VZA’nın, performans ölçüm yöntemleri arasında gelişimi çabuk sonuç veren bir disiplin olmasını sağlamıştır.

3.3. Veri Zarflama Analizi Uygulama Aşamaları

VZA yöntemi ile etkinlik değerlendirme aşamasında, öncelikle aynı kararların uygulandığı ve benzer organizasyon yapısına sahip olan KVB’lerin seçilmesi söz konusudur. Bu KVB’lerin ölçülebilmesi için söz konusu birimlere ait girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi gerekmektedir. VZA modelinin ayrıştırma yeteneğinin etkin olabilmesi için girdi ve çıktı sayısının çok olması arzu edilen bir durumdur. Bu amaçla mümkün olduğunca çok sayıda girdi ve çıktı elemanı seçilmelidir. Bunun yanı sıra seçilen girdi ve çıktı elemanlarının her karar birimi için geçerli ve kullanılabilir olması gerekmektedir [45]. VZA’nın kullanılmasında söz konusu adımlar Şekil 3.2’de özetlenmiştir.



Şekil 3.2. VZA'nın uygulama aşamaları

Karar verme birimlerinin seçimi

Birbirleriyle karşılaştırılacak karar verme birimlerinin seçilmesi aşamasında çalışmanın amacına uygun olarak aynı organizasyon yapısına sahip aynı girdiyi kullanarak aynı çıktıyı üretebilen benzer özellikler gösteren birimler seçilir. Bu birimlerin seçimi kadar birbiriyle kıyaslanırken anlamlı sonuçlar vermesi açısından birimlerin sayısı da önem arz etmektedir. Buna göre araştırma kapsamına alınan KVB sayısının, toplam değişken sayısının en az iki katı olması gereklidir [55].

Girdi ve çıktı kümelerinin seçimi

Analize dâhil edilecek girdi ve çıktı değişkenleri sonuçların geçerliliği açısından dikkat edilmesi gereken bir husustur. Buna göre değişkenlerin seçiminde aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Aynı KVB için farklı girdi ve çıktı değişken grupları, farklı etkinlik değeri elde edilebilir. Eğer bir modelde bulunması gereken önemli bir değişken göz ardı edilirse, ağırlıklı olarak göz ardı edilmiş olan bu değişkeni kullanmakta olan KVB'lerin etkinliği değeri düşük çıkacaktır. Öte yandan modele yeni girdi ve çıktı eklenmesi neticesinde etkin olmayan KVB'ler, daha sonra etkin hale gelebilmektedir. Buna göre analizin ilk aşamasında belirlenen girdi ve çıktı faktörlerinin seçimi büyük önem arz etmektedir.
- Modele çok fazla girdi ve çıktı eklenmesi VZA'nın ayrıştırma yeteneğini azaltacaktır. Eğer girdi ve çıktı sayısı artırılıyorsa, KVB'lerin sayısında da aynı oranda artış olmalıdır.
- Girdi ve çıktı faktörlerinin sayısını azaltabilmenin bir yolu, girdiler ve çıktılar arasındaki pozitif korelasyona bakmaktır [61].

Verilerin güvenilirliği

VZA'da kullanılacak verilerin güvenilirliği sonuçların sağlıklı olması açısından ve sadece ilgili KVB'yi değil göreceli olarak hesaplanacak diğer tüm sonuçları da etkileyeceği için oldukça önem arz etmektedir. Herhangi bir birim için herhangi bir girdi veya çıktıda dahi güvenilir veri elde edilemiyorsa, bu durum tüm karar verme birimlerinin etkinliğini tartışmalı hale getireceğinden söz konusu karar verme biriminin çalışmadan çıkarılması gerekir.

Görelî etkinliğin ölçülmesi

KVB'lere ait girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesinin ardından, bu birimler arasında etkinlik değerlerinin hesaplanması aşamasına geçilmektedir. Hesaplama aşamasında ise incelenen KVB'ler için en uygun VZA modeli belirlenir. VZA ile etkinlik ölçümü, girdiye ve çıktıya yönelik olarak iki şekilde de yapılabilmektedir. Belirli bir çıktı bileşiminin üretimi için kullanılacak en uygun girdi bileşimi araştırılmak istendiğinde girdiye yönelik, belli bir girdi bileşimi ile elde edilebilecek en fazla çıktı bileşimi araştırılmak istendiğinde ise çıktıya yönelik VZA modellerinden yararlanılır.

Etkinlik değerleri

Charnes, Cooper ve Rhodes [9], herhangi bir KVB için %100 etkinliğin; çıktılarının hiçbirisi; girdilerin biri ya da birden fazlası arttırılmadan veya diğer çıktılardan bazıları

azaltılmadan, artırılmıyorsa ya da girdilerin hiçbirisi; çıktılarından bazıları azaltılmadan veya girdilerinden bazıları artırılmadan azaltılmıyorsa, mümkün olabileceğini belirtmişlerdir. Böylece her bir KVB için 0 ile 1 arasında değişen etkinlik değerleri hesaplanır. Etkinlik değeri 1'e eşit olan KVB'ler "etkin" olarak kabul edilirler ve etkinlik sınırını oluştururlar. Etkinlik değeri 1'den küçük olan KVB'ler görel olarak "etkinsiz"dir ve bunların görel etkinlik değerleri aynı zamanda etkinlik sınırına olan uzaklıkları verir. En iyi gözlem kümesini oluşturan KVB'lerin etkinlik değerleri 1 olduğundan görel olarak etkin olmayan KVB'lerin 1'den sapması görel etkinsizlik ölçüsünü vermektedir [29].

Referans grupları

VZA sonucunda, gözlem grubundaki etkin olmayan KVB'lerin her biri için etkinlik sınırı üzerindeki bir grup etkin KVB, referans grubu olarak belirlenir. Böylece etkin olmayan KVB'ler için karşılaştırma, gözlem grubuna oranla daha küçük bir grup ile yapılabilmektedir.

Etkin olmayan KVB'ler için hedef belirleme

VZA uygulamaları sonucunda elde edilen en büyük fayda, verimli olmayan KVB'lere performanslarını iyileştirebilmeleri için ulaşılabilir hedefler belirlemesidir. Çünkü analizde, verimli birimlerin elde edilebilir bir teknoloji kullandıkları varsayımı yapılmaktadır ve verimli birimlerin teknolojisi verimsiz birim için de ulaşılabilir kabul edilmektedir [61].

Nispi olarak etkin ve etkin olmayan KVB'lerin belirlenmesi sonucunda kaynakların hangi yönde transfer edilmesi gerektiği konusunda bilgilere ulaşılır. Ayrıca her bir KVB için kaynak koruma ve çıktı artırma potansiyelinin bilinmesi, yapılacak olan kaynak transferinin düzeyi konusunda da bilgi verir [61].

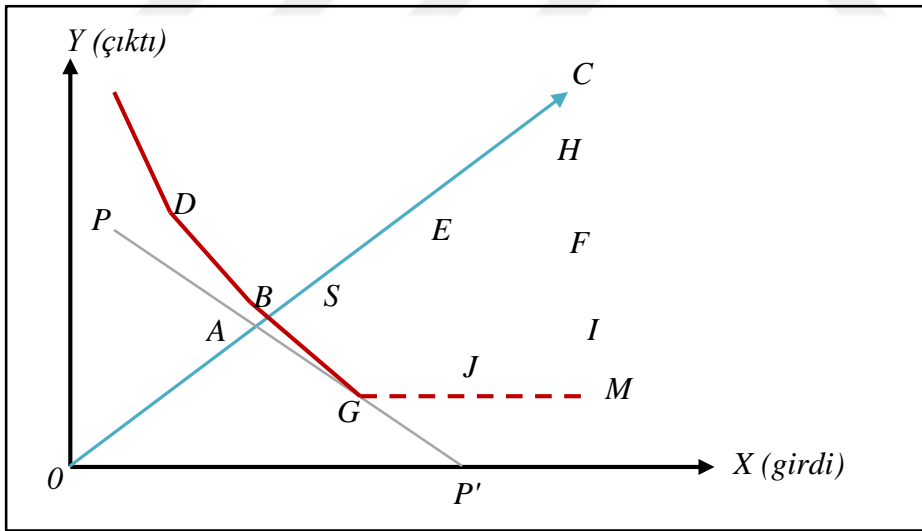
Sonuçların değerlendirilmesi

Etkinlik ölçümü sonucunda edinilen bilgiler, işletmelerin mevcut ve potansiyel sorunlarını erken belirleme ve giderilmesi ve önlem alınması gereken birimleri belirleme fırsatı sunacaktır. Böylece etkinlik ölçümüne dayalı bir yönetim anlayışı işletmenin gelecekte var olmasına önemli ölçüde katkı sağlamış olacaktır. Belirli bir alandaki birimlerin etkinliğini

karşılaştırırken elde edilen sonuçlar kadar, bu sonuçlara hangi kaynakların kullanılmasıyla ulaşıldığı da önem arz etmektedir [45].

3.4. Veri Zarflama Analizi'nin Grafikselle Gösterimi

VZA'nın grafikselle gösterimi Şekil 3.3'te verilmiştir. Buna göre etkin sınır, D, B, G, J, M noktalarının birleştiği eğri ile gösterilmektedir. Etkin sınır çizilirken öncelikle yatay eksenin üzerinde bir doğru olduğu varsayılmaktadır. Bu doğru, yatay eksene paralel olacak şekilde ilk noktaya temas edene kadar yukarı doğru çıkartılır. $-\infty$ 'dan $+\infty$ kadar uzanan bu doğrunun temas noktasının sağında kalan kısım sabit bırakılarak, sol taraf nokta etrafında yukarı doğru bükülmektedir. Bu süreç doğru ikinci bir noktaya temas edene ve giderek en sonunda dikey eksene paralel olana kadar sürmektedir. Diğer bir deyişle doğru her yeni doğru ile temas ettiğinde, bu yeni nokta kırılma noktasını oluşturmaktadır. Tümüyle kırık doğru ise nokta seti için etkin sınırı oluşturmaktadır. Etkin sınır üzerinde yer alan karar verme birimleri (KVB), D, B, G, J, M etkin KVB'ni temsil etmektedir. Bu sınırın altında yer alan A, E, F, C, I, H etkisiz KVB'lerini göstermektedir [62].

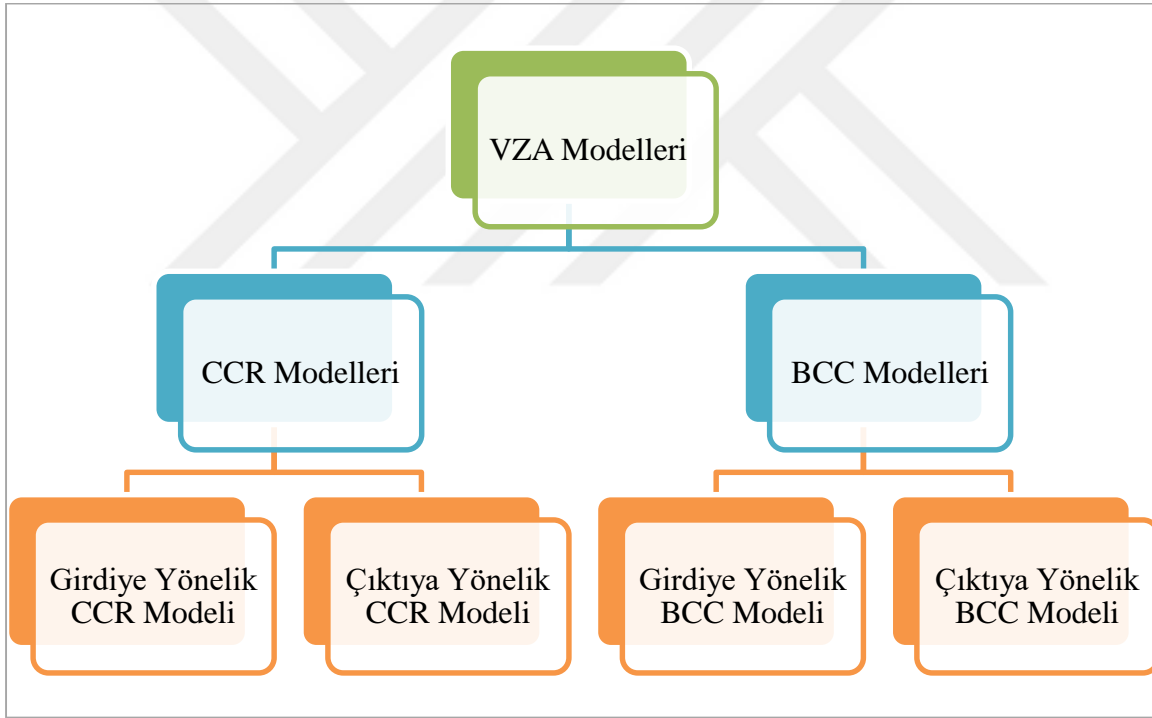


Şekil 3.3. VZA'nın grafikselle gösterimi

3.5. Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri

VZA modelleri, farklı kriterler dikkate alınarak, farklı yöntemlerle sınıflandırılabilir. İlk ortaya çıktığında ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında girdiye ve çıktıya yönelik olarak; kesirli ağırlıklı ve zarflama modellerini de kapsayan CCR modelleri ve bunu takiben

ölçeğe göre değişken getiri varsayımını kabul eden BCC modellerinin yanı sıra, günümüzde çok sayıda birbirinden farklı modellerle sınıflandırmalar yapıldığı da görülmektedir [45]. Performans değerlendirmelerinde ortaya konan sonuçlara göre girdilerde meydana getirilen belirli bir miktar artış sonucunda çıktılarda meydana gelmesi beklenen artış, bu artışa orantılı bir şekilde gerçekleşebilir veya gerçekleşmeyebilir. Eğer çıktılar, girdilerdeki artışla orantılı bir şekilde artarsa, bu durumda ölçeğe göre sabit getiri (Constant Returns of Scale – CRS) halinde söz edilir. Aynı şekilde eğer çıktılar, girdilerle aynı oranda değil de farklı bir oranda artıyorsa, bu durumda ölçeğe göre değişken getiri (Variable Returns of Scale – VRS) durumundan söz edilir. VRS durumunda, çıktılar, girdilere oranla daha fazla veya daha az artar, ancak orantılı bir artış olmaz [61]. VZA'nın temel matematiksel modelleri Şekil 3.4'de özetlenmiştir.



Şekil 3.4. VZA modelleri

Girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere iki yönlü kullanılabilen VZA modellerinin her biri kendi içinde oransal VZA modeli, ağırlıklı VZA modeli ve zarflamalı VZA modeli olacak şekilde düzenlenmektedir [63]. VZA ile etkinlik ölçümünde temel model aşağıda Model 3.1'de ifade edildiği gibidir.

Amaç Fonksiyonu:

$$E_k = \text{Maks} \sum_{r=1}^t u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \quad (3.1)$$

$$\sum_{r=1}^t u_r y_{rk} / v_i x_{ik} \leq 1 \quad k = 1, \dots, n$$

$$u_r \geq 0 \quad r = 1, \dots, t$$

$$v_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

E_k : k. KVB'nin etkinliği,

u_r : k. KVB tarafından r. çıktıya verilen ağırlık,

v_i : k. KVB tarafından i. girdiye verilen ağırlık,

y_{rk} : k. KVB tarafından üretilen r. çıktı,

x_{ik} : k. KVB tarafından üretilen i. girdi,

n : KVB sayısı,

t : Çıktı sayısı,

m : Girdi sayısı.

Yukarıda verilen amaç fonksiyonu ve kısıtlar VZA'nın temel çatısını oluşturan oransal modeldir. Buna göre gözlem kümesindeki her bir karar birimi, diğer gözlemlerle karşılaştırılır ve etkinlik düzeyleri belirlenir [64].

3.5.1. CCR Modelleri

Charnes, Cooper ve Rhodes [9] tarafından 1978 yılında geliştirilen CCR modeli girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere iki farklı şekilde yorumlanmaktadır. CCR modelinde etkinlik, ağırlıklandırılmış çıktılarının ağırlıklandırılmış girdilere oranlanmasıyla ölçülür. Amaç çıktı/girdi oranını maksimize etmektir. Temel varsayım ölçeğe göre sabit getiri varsayımdır. Yani belirli bir miktarda girdinin artırılması aynı oranda çıktının artmasına neden olacaktır. Burada karar birimlerinin kendi ölçekleri içerisindeki üretim olanakları ihmal edilmiştir [65].

Girdiye yönelik CCR modeli

Girdi yönlü CCR modeli, aynı çıktı miktarını kazanabilmek için minimum girdi düzeyini araştırır. Bu modelin dual ve primal formundaki modelleri aşağıdaki gibidir [37].

CCR girdi yönlü dual modeli

$$\text{Min } z_0 = \theta$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$$

$$\theta x_{i0} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - s_i^- = 0 \quad (3.2)$$

$$\lambda, s^-, s^+ \geq 0$$

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

CCR girdi yönlü primal modeli

$$\text{Maks } w_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$$

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

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (3.3)$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

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

Bu modellerde s, çıktı sayısını; m, girdi sayısını; n ise KVB sayısını gösterir. Dual modelde görüldüğü gibi etkinliği hesaplanmak istenilen KVB'nin çıktıların ağırlıklı ortalamasının maksimum yapılması amaçlanmıştır. Kısıtlarda ise etkinliği hesaplanmak istenilen KVB'nin girdilerinin ağırlıklı ortalaması 1 olması sağlanmıştır. Daha sonraki kısıt bütün KVB'ler için çıktıların ağırlıklı ortalamasının girdilerin ağırlıklı ortalamasından küçük olmasını sağlamıştır. Bu sayede çıktı/girdi oranı her bir KVB için en fazla 1 olabilir. Buradan bir KVB için optimum çıktı ortalaması en fazla 1 olabilir. Primal modeldeki s^- , girdilerdeki fazlalığı ve s^+ ise çıktılardaki azlıkları gösteren aylak değişkenlerdir. Girdi yönlü modellerde KVB_0

için eğer $\theta^* = 1$ ve $s^+ = s^- = 0$ ise bu KVB etkindir. Aksi halde bu KVB etkin değildir ve etkinlik değeri 1'den küçüktür.

Çıktı yönlü CCR modeli

Çıktı yönlü CCR modeli, girdi düzeyini değiştirmeden çıktı yönünde maksimum kazanç sağlamaya yönelik olan CCR modelidir. Bu modelin dual ve primal durumundaki modelleri aşağıdaki gibidir.

CCR çıktı yönlü dual modeli

Maks $z_0 = \beta$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0}$$

$$\beta y_{r0} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = 0 \quad (3.4)$$

$$\lambda, s^-, s^+ \geq 0$$

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

CCR çıktı yönlü primal modeli

$$\text{Min } w_0 = \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} \leq 0$$

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

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (3.5)$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

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

Bu modellerde s, çıktı sayısını; m, girdi sayısını; n ise KVB sayısını gösterir. Dual modellerde görüldüğü gibi etkinliği hesaplanmak istenilen KVB'nin girdilerinin ağırlıklı ortalamasının minimum yapılması amaçlanmıştır. Kısıtlarda ise etkinliği hesaplanmak

istenilen KVB'nin çıktılarının ağırlıklı ortalaması 1 olması sağlanmıştır. Daha sonraki kısıt bütün KVB'ler için çıktıların ağırlıklı ortalamasının girdilerin ağırlıklı ortalamasından küçük olmasını sağlamıştır. Bu sayede çıktı/girdi oranı her bir KVB için en az 1 olabilir. Buradan bir KVB için optimum çıktı ortalaması en az 1 olabilir. Primal modeldeki s^- girdilerdeki fazlalığı ve s^+ ise çıktılardaki azlıkları gösteren aylak değişkenlerdir. Çıktı yönlü modellerde KVB_0 için eğer $\beta^* = 1$ ve $s^+ = s^- = 0$ ise bu KVB etkindir. Aksi halde bu KVB etkin değildir ve etkin olmayan KVB'lerin etkinlik değeri 1'den büyüktür [65].

3.5.2. BCC modelleri

BCC modelleri 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper [57] tarafından CCR modeline alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu modeller ölçeğe göre değişken getiri varsayımı üzerine kurulmuştur. Zaten CCR modeline göre etkinlik sınırının farklı olmasının nedeni de CCR modelleri ölçeğe göre sabit getiri varsayımı üzerine kurulurken, BCC modellerinin ölçeğe göre değişken getiri varsayımı üzerine kurulmasıdır [65].

BCC modeli aynı CCR modeli gibi girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olarak iki farklı şekilde yorumlanmaktadır. Girdiye yönelik BCC Modeli, girdilerin oransal azalması boyunca, sınır doğrusunda maksimum hareketi, çıktıya yönelik BCC Modeli ise çıktıların oransal artırımını ile sınır doğrusunda maksimum hareketi amaçlamaktadır [51].

Girdiye yönelik BCC modeli

Girdi yönlü BCC modeli, aynı çıktı miktarını kazanabilmek için minimum girdi düzeyini araştıran BCC modelidir. Bu modelin dual ve primal durumundaki modelleri aşağıdaki gibidir.

BCC girdi yönlü dual modeli

$$\text{Min } z_0 = \theta \quad (3.6)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$$

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

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

$$\lambda, s^-, s^+ \geq 0$$

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

BCC girdi yönlü primal modeli

$$\text{Maks } w_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0$$

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

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u_0 \leq 0$$

(3.7)

$$u_r, v_i \geq 0 \quad u_0, \text{ serbest değişken}$$

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

Yukarıdaki primal modele baktığımızda, bu modelin CCR girdi yönlü primal modele çok benzediği görülür. Fakat tek fark $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ olmasıdır. Dual modele baktığımızda yine bu modelinde CCR girdi yönlü dual modele çok benzediği görülür.

Buradaki fark ise çıktılarının ağırlıklı ortalamasına u_0 serbest değişkeninin eklenmesidir. Bu değişiklikler etkinlik sınırının yapısını değiştirerek ölçeğe göre değişken getiriye sağlar. CCR modelinde orijinden geçen etkinlik doğrusu BBC modellerinde orijinden geçmek zorunda değildir. Modeldeki diğer değişkenler ise CCR modelindeki gibi yorumlanabilir.

Çıktıya yönelik BCC modeli

Çıktı yönlü BCC modeli, girdi düzeyini değiştirmeden çıktı yönünde maksimum kazanç sağlamaya yönelik olan BCC modelidir. Bu modelin dual ve primal durumundaki modelleri aşağıdaki gibidir.

Amaç çıktıya yönelik CCR modellerindeki gibidir; yani belli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceği araştırılmaktadır [51].

BCC çıktı yönlü primal modeli

Maks $z_0 = \beta$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0}$$

$$\beta y_{r0} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = 0 \quad (3.8)$$

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

$$\lambda, s^-, s^+ \geq 0$$

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

BCC çıktı yönlü dual modeli

$$\text{Min } w_0 = \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} + v_0$$

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

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - v_0 \leq 0 \quad (3.9)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad v_0, \text{ serbest değişken}$$

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

Yukarıdaki primal modele baktığımızda, bu modelin CCR çıktı yönlü primal modele çok benzediği görülür. Fakat tek fark $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ olmasıdır. Dual modele baktığımızda yine bu modelinde CCR çıktı yönlü dual modele çok benzediği görülür. Buradaki fark ise v_0 serbest değişkenin kullanılıyor olmasıdır. Bu değişiklikler etkinlik sınırının yapısını değiştirerek ölçüğe göre değişken getiriye sağlar. CCR modelinde orijinden geçen etkinlik doğrusu BBC

modellerinde orijinden geçmek zorunda değildir. Modeldeki diğer değişkenler ise CCR modelindeki gibi yorumlanabilir [65].

3.6. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri

VZA'nın güçlü yönlerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz [62]:

- Çok sayıda girdi ve çıktı bir arada ele alınabilir.
- Analiz sonucu elde edilen KVB'ler göreceli olarak tam etkin birimler ile kıyaslanır.
- Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilirler. Bu durumda onları aynı birimde ölçebilmek için çeşitli varsayımlar kullanmaya, dönüşüm yapmaya gerek yoktur.
- Etkinliği ölçülen birimlerin etkin hale gelmesi için seçenekler belirler.
- Aynı nitelikte (homojen) olan birimleri kendi arasında kıyaslamaktadır.
- VZA çalışması ile karar verici girdi ve çıktı değişkenlerini belirleyerek üretim sürecini gerektiği tanımlayabilir.

VZA'nın zayıf yönlerini ise aşağıdaki gibi özetleyebiliriz [62]:

- VZA çalışmasında incelenen KVB'ler için önemli bir girdi veya çıktının göz ardı edilmesi yanıltıcı sonuçlara neden olabilir.
- Bu yöntem parametrik olmayan bir yöntem olduğu için sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur.
- VZA çalışmasında ele alınan karar birimi sayısı az olup, girdi ve/veya çıktı sayısı fazla olduğunda etkin karar birimi sayısı fazla olur.
- VZA, aşırı derecede büyük veya küçük girdi ve/veya çıktı değerlerine sahip olan KVB'lerin bulunması, etkinlik sınırının oluşmasını zorlaştıracaktır.
- Analiz, girdi ve çıktılara yönelik yapılacak ölçüm hatalarına karşı oldukça duyarlıdır.

3.7. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi

Malmquist toplam faktör verimliliği (Total Factor Productivity-TFP) endeksi, girdi ve çıktı uzaklık fonksiyonları kullanılarak ilk defa Caves, Christensen ve Diewert [64] tarafından ortaya konulan bu endekse, uzaklık fonksiyonları aracılığıyla endeks oluşturmayı ilk kez öneren Sten Malmquist'in adı verilmiştir. Malmquist TFP endeksini belirlerken, girdi-çıkıtı

uzaklık fonksiyonlarını kullanan bu yöntem Caves ve diğerleri [66] tarafından önerilen yaklaşımdan kaynaklanmaktadır [57].

Malmquist TFP endeksi, bir referans teknolojisine göre s ve t dönemlerinde gözlemlenen girdi ve çıktı vektörlerinin radyal mesafesini ölçerek oluşturulmuştur. Mesafeler girdi veya çıktı yönlü olarak oluşturulabildiğinden Malmquist TFP endeksleri kullanılan yönteme göre değişiklik gösterir. Eğer ölçüğe göre sabit getiri varsayımı söz konusu ise o zaman girdi ve çıktı yönlü Malmquist TFP endeksi birbirinden farklı sonuç verecektir [57].

Girdi yönlü verimlilik ölçümleri, bir referans teknolojisi altında gözlemlenen q_s ve q_t çıktı vektörlerini üretmek için gerekli girdi miktarına odaklanır. Çıktı yönlü verimlilik ölçümleri ise belirli bir girdi vektörü ve gözlemlenen çıktı seviyesine göre belirli bir üretim teknolojisi kullanılarak üretilebilecek çıktılarının maksimum çıktı seviyesine odaklanmaktadır. Referans teknolojisi olarak s periyotlu bir teknolojiyi kullandığımızı varsayalım, o zaman s periyotlu çıktı yönlü Malmquist verimlilik endeksi s ve t dönemleri için şu şekilde tanımlanır [57].

$$m_0^s(q_s, q_t, x_s, x_t) = \frac{d_0^s(q_t, x_t)}{d_0^s(q_s, x_s)} \quad (3.10)$$

Eğer burada firmanın her iki periyotta da etkin olduğunu varsayarsak o zaman $d_0^s(q_s, x_s) = 1$ olur ve bu durumda $m_0^s(q_s, q_t, x_s, x_t) = d_0^s(q_t, x_t)$ olarak ifade edilir. Çıktı yönlü Malmquist verimlilik endeksi t periyodu için benzer şekilde;

$$m_0^t(q_s, q_t, x_s, x_t) = \frac{d_0^t(q_t, x_t)}{d_0^t(q_s, x_s)} \quad (3.11)$$

olarak ifade edilir. Yukarıda s ve t olmak üzere iki ayrı periyotta ve dolayısıyla iki ayrı teknolojiye göre tanımlanan Malmquist endeks verimliliklerinin geometrik ortalaması Malmquist TFP endeksi olarak ifade edilir ve çıktı yönlü Malmquist TFP endeksi şöyle yazılabilir.

$$m_0(q_s, q_t, x_s, x_t) = \sqrt{\left[\frac{d_0^s(x_t, q_t)}{d_0^s(x_s, q_s)} \times \frac{d_0^t(x_t, q_t)}{d_0^t(x_s, q_s)} \right]} \quad (3.12)$$

Malmquist TFP verimlilik endeksi, bir firma hem s hem de t periyodunda etkinse teknik olarak etkindir yorumu yapılır. Bununla birlikte firma eğer verimsizse üretkenlik iyileşmelerinin (değişimin), teknik etkinlikte (etkinlik değişimi) ve/veya altında yatan üretim teknolojisinde (teknik değişiklik) yapılan iyileştirmelerin sonucu olabileceği düşünülmektedir.

Bu durumda Malmquist TFP endeksini, etkinlik değişimi ve teknik değişim ölçümü olarak iki bileşene ayırmak mümkündür [57]. Yukarıdaki eşitlik yeniden yazıldığında;

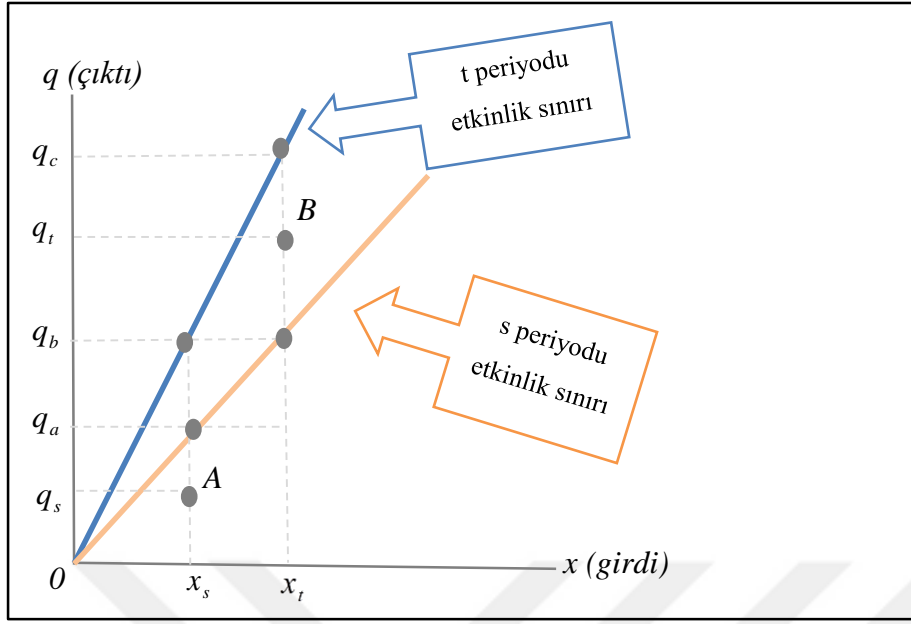
$$m_0(q_s, q_t, x_s, x_t) = \frac{d_o^t(x_t, q_t)}{d_o^s(x_s, q_s)} \sqrt{\left[\frac{d_o^s(x_t, q_t)}{d_o^t(x_t, q_t)} \times \frac{d_o^s(x_s, q_s)}{d_o^t(x_s, q_s)} \right]} \quad (3.13)$$

burada eşitliğin ilk kısmındaki oran, uzaklık fonksiyonlarının oranı olarak s ve t periyodları arasında çıktı odaklı etkinlik değişimini ölçer. Eşitliğin sağındaki ikinci kısımda karekök içerisindeki ifade ise iki periyod arasındaki teknik değişimi ölçmektedir [57]. Bu iki değişime ait modelleri aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$\text{Etkinlik değişimi} = \frac{d_o^t(x_t, q_t)}{d_o^s(x_s, q_s)} \quad (3.14)$$

$$\text{Teknik değişim} = \left[\frac{d_o^s(x_t, q_t)}{d_o^t(x_t, q_t)} \times \frac{d_o^s(x_s, q_s)}{d_o^t(x_s, q_s)} \right]^{1/2} \quad (3.15)$$

Şekil 3.3'te ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında tek girdi ve tek çıktıya sahip bir KVB incelenmiştir. Bu ilgili KVB sırasıyla s ve t periyodlarında A ve B noktalarında üretim yapmaktadır. Söz konusu KVB her periyodda o periyodun teknolojisi altında çalıştığından her iki dönemde de teknik olarak etkinsizdir [57].



Şekil 3.5. Malmquist TFP endeksi

Malmquist TFP endeksi için detaylı bir araştırma Fare ve diğerleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Söz konusu araştırmada yer alan çıktı yönlü Malmquist endeksi matematiksel programlama modellerine aşağıda yer verilmiştir [67].

$$\begin{aligned} [d_{t+1}^o(x_{t+1}, y_{t+1})]_k^{-1} &= maks \theta_k \\ -\theta_k Y_{rk}^{t+1} + \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} Y_{rj}^{t+1} &\geq 0 \\ X_{ik}^{t+1} - \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} X_{ij}^{t+1} &\geq 0 \quad (3.16) \\ \lambda_{jk} &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [d_{t+1}^o(x_t, y_t)]_k^{-1} &= maks \theta_k \\ -\theta_k Y_{rk}^t + \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} Y_{rj}^{t+1} &\geq 0 \\ X_{ik}^t - \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} X_{ij}^{t+1} &\geq 0 \quad (3.17) \\ \lambda_{jk} &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [d_t^o(x_t, y_t)]_k^{-1} &= maks \theta_k \\ -\theta_k Y_{rk}^t + \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} Y_{rj}^t &\geq 0 \quad (3.18) \\ X_{ik}^t - \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} X_{ij}^t &\geq 0 \\ \lambda_{jk} &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [d_t^o(x_t, y_t)]_k^{-1} &= maks \theta_k \\ -\theta_k Y_{rk}^{t+1} + \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} Y_{rj}^t &\geq 0 \quad (3.19) \\ X_{ik}^{t+1} - \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} X_{ij}^t &\geq 0 \\ \lambda_{jk} &\geq 0 \end{aligned}$$

Tanımlanan bu modellerde uzaklık değerlerinin hesaplanabilir olması için N gözlem sayısını ve t dönem sayısını ifade etmek üzere $N(3t - 2)$ adet doğrusal programlama modelinin çözümünü gerektirmektedir [67].

Malmquist TFP endeksine ilişkin bu matematiksel işlemler neticesinde gerçekleştirilen bu hesaplamaların ardından elde edilen sonuçları değerlendirmesi şu şekilde yapılır;

- Malmquist TFP endeksinin değerinin 1'den büyük olması durumu, ilgili dönemde bir önceki döneme göre TFP'de bir artış olduğunu gösterir.
- Malmquist TFP endeksinin değerinin 1'e eşit olması ilgili dönemde bir önceki döneme göre TFP'de bir değişme olmadığını gösterir.
- Malmquist TFP endeksinin değerinin 1'den küçük olması ilgili dönemde bir önceki döneme göre TFP'de bir azalış olduğunu gösterir [68].

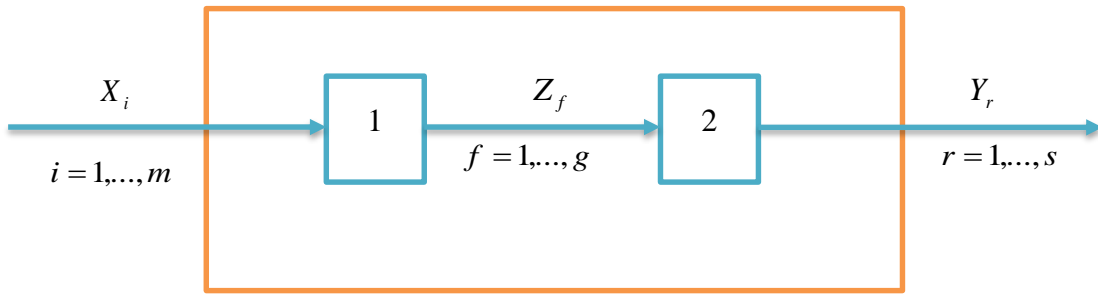
4. İKİ AŞAMALI VE ÇOK PERİYOTLU VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİ

Çalışmanın bu bölümünde KVB'lerinin etkinlik ölçümünü iki alt sürece ayırarak ölçen iki aşamalı ve çok periyotlu VZA modellerinden bahsedilecektir.

4.1. İki Aşamalı VZA Modeli

Charnes, Cooper ve Rhodes [9], aynı çıktıları elde etmek için aynı girdileri kullanarak bir dizi karar verme biriminin görelî etkinliğini ölçmek için VZA'yı yaygın şekilde uygulamışlardır. Sonuçta, her bir KVB'nin, diğer KVB'lerine kıyasla, girdileri çıktılarına dönüştürmede ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Etkin olamayan KVB'lerin girdilerini azaltarak veya çıktıları artırarak performanslarını artırması açık bir konu olmasına rağmen, bu KVB'ler üzerinde düşünülmesi gereken önemli bir konu da etkinsizliğe neden olan faktörlerdir. Bu faktörlerin belirlenebilmesi için genel etkinliğin bileşenlere bölünmesi konusunda birçok çalışma yapılmaktadır. Karmaşık üretim süreçleri alt süreçlere bölünerek, bazı ara ürünler kullanılarak bu ürünler bir tarafta bir alt işlemin çıktıları iken diğer taraftan başka bir alt işlemin girdilerini oluşturmaktadırlar.

Şekil 4.1'de iki aşamalı üretim sürecinin yapısı gösterilmektedir. Burada girdiler, ara ürünler ve çıktılar sırasıyla X_i ($i = 1, \dots, m$), Z_f ($f = 1, \dots, g$) ve Y_r ($r = 1, \dots, s$) olarak ifade edilmektedir.



Şekil 4.1. İki aşamalı üretim sistemi

Burada n adet KVB vardır ve her bir KVB_j ($j = 1, 2, \dots, k, \dots, n$) birinci aşama için m adet girdiye X_{ij} ($i = 1, \dots, m$) ve g adet çıktıya Z_{fj} ($f = 1, \dots, g$) sahiptir. Burada g adet çıktı aynı

zamanda ara ürünler olarak da adlandırılan ikinci aşamanın girdileri olup ikinci aşamanın çıktısı Y_{rj} ($r = 1, \dots, s$)'dır.

Daha öncede ifade edildiği gibi; n adet KVB_j ($j = 1, 2, \dots, k, \dots, n$) için X_{ij} , ($i = 1, \dots, m$) Y_{rj} , ($r = 1, \dots, s$) sırasıyla i . girdi ve r . çıktıyı göstermek üzere klasik VZA modelinin etkinlik ölçümü, k . KVB için ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında CCR modeli aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 E_k &= \text{Maks} \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} \\
 \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 v_i, u_r &\geq \varepsilon \quad i = 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

Burada m girdi kullanarak s çıktı üreten k . KVB'nin görelî etkinliği E_k olarak ifade edilmek üzere; eğer $E_k = 1$ ise k . KVB etkindir ve eğer $E_k < 1$ ise o halde k . KVB etkin değildir denir.

E_k , k . KVB'nin görelî etkinliği iken birinci ve ikinci aşamanın etkinlikleri sırasıyla E_k^1 ve E_k^2 'dir. Seiford ve Zhu [69]'nun önerdiği birinci ve ikinci aşama etkinlikleri Model 4.2 ve Model 4.3 ile verilmektedir.

$$\begin{aligned}
 E_k^1 &= \text{Maks} \sum_{f=1}^q w_f Z_{fk} \\
 \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} &= 1 \\
 \sum_{f=1}^q w_f Z_{fk} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} &\leq 0, \quad k = 1, \dots, n \\
 v_i, w_f &\geq \varepsilon \quad i = 1, \dots, m, \quad f = 1, \dots, q
 \end{aligned} \tag{4.2}$$

Model 4.2’de, X_{ik} k. KVB’nin i. girdi değerini, v_i i. girdinin ağırlığını, w_f f. ara girdinin ağırlığını ve Z_{fk} k. KVB’nin f. ara girdi değerini ifade etmektedir.

$$\begin{aligned}
 E_k^2 &= \text{Maks} \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} \\
 \sum_{f=1}^q w_f Z_{fk} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - \sum_{f=1}^q w_f Z_{fk} &\leq 0, \quad k = 1, \dots, n \\
 u_r, w_f &\geq \varepsilon \quad i = 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s
 \end{aligned} \tag{4.3}$$

Model 4.3’te, Y_{rk} k. KVB’nin r. çıktı değerini ve u_r r. çıktının ağırlığını ifade etmektedir.

Burada Model 4.2 ve Model 4.3, aslında Model 4.1 ile aynıdır, Seiford ve Zhu [69] yaptıkları bu çalışma ile iki ayrı etkinlik değeri ve bir de genel etkinlik değerini birbirinden bağımsız olarak, ayrı ayrı hesaplamış ve sistemin etkinliğini bu şekilde ölçmüşlerdir.

Sürecin tamamı ile bu iki alt süreç arasında ilişki kurmak için Kao ve Hwang [16] k. KVB’nin genel etkinliğini iki bireysel etkinliğin bir ürünü olarak $E_k^s = E_k^1 \times E_k^2$ şeklinde ifade etmişlerdir. Buna göre iki aşamalı VZA modelinin her bir KVB için ölçümleri aşağıdaki ifade edilmiştir.

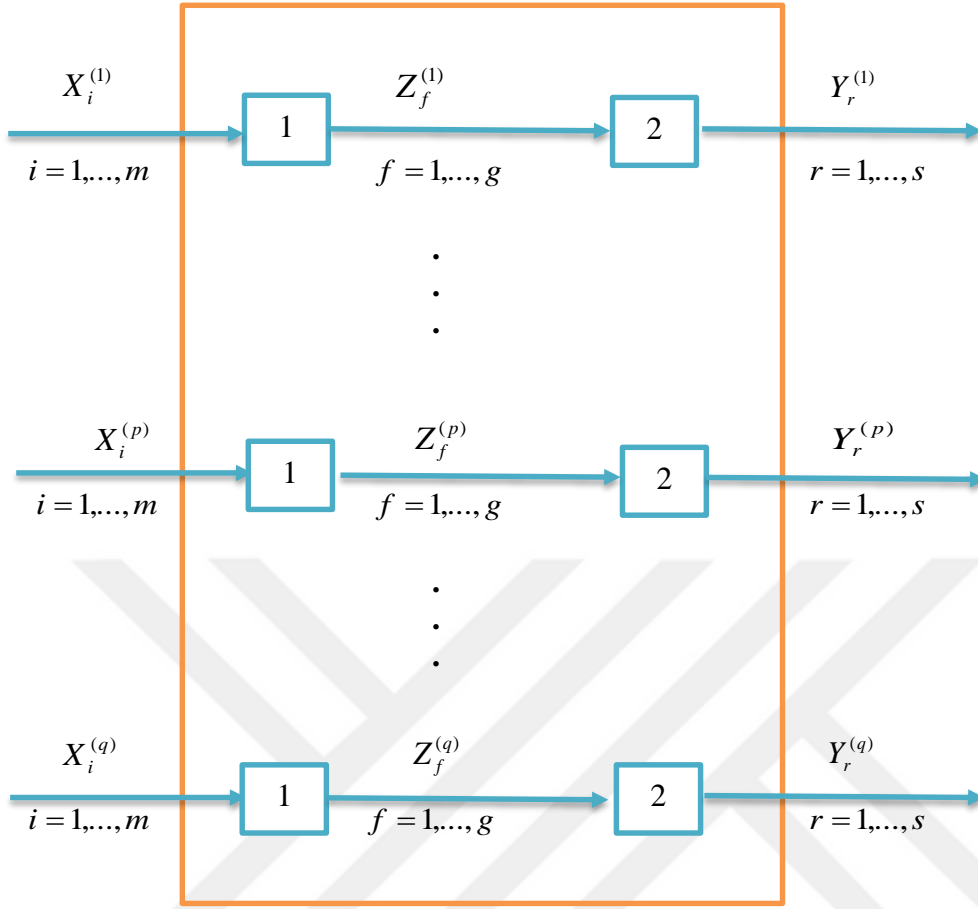
$$\begin{aligned}
 E_k^s &= \text{Maks} \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} \\
 \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj} &\leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 u_r, v_i, w_f &\geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m, \quad f = 1, \dots, g
 \end{aligned} \tag{4.4}$$

Genel etkinlik değeri E_k^s elde edildikten sonra diğer iki etkinlik değeri E_k^1 ve E_k^2 aşağıdaki lineer programlama modelleri çözülerek elde edilir. Burada daha öncede bahsedildiği gibi $E_k^s = E_k^1 \times E_k^2$ olarak belirtildiğinden $E_k^1 = E_k^s / E_k^2$ veya $E_k^2 = E_k^s / E_k^1$ denklemlerini kullanarak bilinmeyen bir diğer etkinlik değeri elde edilebilir.

$$\begin{aligned}
E_k^1 &= \text{Maks} \sum_{f=1}^g w_f Z_{fk} \\
\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} &= 1 \\
\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - E_k \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} &= 0 \\
\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
\sum_{f=1}^g w_f Z_{fj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj} &\leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
u_r, v_i, w_f &\geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m, \quad f = 1, \dots, g
\end{aligned} \tag{4.5}$$

4.2. Çok Periyotlu İki Aşamalı VZA Modeli

Modelde n adet KVB'nin etkinliğini iki aşamalı bir modelde ölçmek için q periyotlu bir zaman aralığı varsayalım. $X_{ij}^{(p)}$, $Z_{fj}^{(p)}$ ve $Y_{rj}^{(p)}$ sırasıyla p periyodundaki j. KVB'nin girdi, ara girdi ve çıktılarını göstermekte ve bu değişkenlerin toplamları ise sırasıyla $X_{ij} = \sum_{p=1}^q X_{ij}^p$, $Z_{ij} = \sum_{p=1}^q Z_{ij}^p$ ve $Y_{ij} = \sum_{ij}^p Y_{ij}^p$ şeklinde ifade edilmektedir. Çok periyotlu iki aşamalı bir üretim sistemi olarak ifade edilen böyle bir sistemin grafiksel gösterimi Şekil 4.2'de verilmiştir [17].



Şekil 4.2. Çok periyotlu iki aşamalı üretim sistemi

İki aşamalı etkinlik ölçüm sistemleri için k. KVB'nin genel ve süreç etkinliklerini ölçmek adına Kao ve Hwang [16], klasik VZA modeline ek olarak toplam işlem çıktısının toplam girdiden daha küçük veya eşit olduğu kısıt durumunu eklemiştir. Buna göre söz konusu model aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$\hat{E}_k^s = \text{Maks} \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}$$

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

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

(4.6)

$$\sum_{f=1}^g w_f Z_{fj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i, w_f \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m, \quad f = 1, \dots, g$$

Her KVB için 3. ve 4. kısıtların toplamı 2. kısıta eşit olduğundan bu kısıt gereksizdir ve

silinebilir. Uygun çözüm elde edildikten sonra $(u_r^*, v_i^*$ ve $w_f^*)$, \hat{E}_k^s sistem etkinliği ve alt

süreç etkinlikleri \hat{E}_k^1 ve \hat{E}_k^2 aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\begin{aligned} \hat{E}_k^s &= \sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk} / \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik} \\ \hat{E}_k^1 &= \sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk} / \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik} \\ \hat{E}_k^2 &= \sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk} / \sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk} \end{aligned} \quad (4.7)$$

Sistemin genel etkinliği açıkça iki süreç etkinliğinin bir sonucudur ve bu durum

$\hat{E}_k^s = \hat{E}_k^1 \times \hat{E}_k^2$ olarak ifade edilir. \hat{E}_k^s , \hat{E}_k^1 ve \hat{E}_k^2 tüm q periyotlardaki girdi, ara ürün ve çıktılarının toplamından hesaplandığı için bu ilgili dönemin genel performansını gösterir. Bunlar sezgisel olarak farklı periyotların toplamıdır ve genel performans üzerinde en fazla etkiye sahip periyotların tanımlanabilmesi için bu toplama mekanizmasının bilinmesi arzulanır. Bu amaçla genel etkinliğin ölçülmesinde her periyodun işlemleri dikkate alınmalıdır [17].

Kao ve Hwang [17], her periyodun işlemlerini $\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}^{(p)} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij}^{(p)} \leq 0$,

$\sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(p)} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij}^{(p)} \leq 0$ ve $\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}^{(p)} - \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(p)} \leq 0$ olarak tanımlamıştır. Bu

üç kısıt kümesi Model 4.6'ya eklenirse aşağıdaki model oluşur [17].

$$E_k^s = \text{Maks} \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}$$

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

$$u_r, v_i, w_f \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m, \quad f = 1, \dots, g$$

A. Sistem kısıtları

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

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}^{(p)} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij}^{(p)} \leq 0, \quad p = 1, \dots, q, \quad j = 1, \dots, n$$

B. Birinci işlem kısıtları

$$\sum_{f=1}^g w_f Z_{fj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \quad (4.8)$$

$$\sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(p)} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij}^{(p)} \leq 0, \quad p = 1, \dots, q, \quad j = 1, \dots, n$$

C. İkinci işlem kısıtları

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}^{(p)} - \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(p)} \leq 0, \quad p = 1, \dots, q, \quad j = 1, \dots, n$$

Burada verilen üç grup kısıttan biri (A, B ve C) gereksizdir ve dahası her üç grup kısıt kümesinden ilk kısıt kümesi de gereksizdir ve silinebilir. Model 4.8'e dayalı olarak optimum durumda q periyoda sahip sistemin genel etkinliği (E_k^s) ve onun iki işlem etkinlikleri (E_k^1 ve E_k^2) ile p periyodunun etkinliği ($E_k^{s(p)}$) ve iki işlem etkinliği ($E_k^{1(p)}$ ve $E_k^{2(p)}$) aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}
E_k^s &= \sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk} / \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik} \\
E_k^1 &= \sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk} / \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik} \\
E_k^2 &= \sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk} / \sum_{i=1}^m w_f^* Z_{fk} \\
E_k^{s(p)} &= \sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk}^{(p)} / \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}^{(p)} \\
E_k^{1(p)} &= \sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk}^{(p)} / \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}^{(p)} \\
E_k^{2(p)} &= \sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk}^{(p)} / \sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk}^{(p)}
\end{aligned} \tag{4.9}$$

Model 4.7'deki duruma benzer şekilde q periyodlarının genel etkinliği iki alt sürecin çarpımından elde edilir ($E_k^s = E_k^1 \times E_k^2$), dahası her periyodun etkinliği o periyodun kendi iki alt sürecinin etkinliğinden elde edilir ($E_k^{s(p)} = E_k^{1(p)} \times E_k^{2(p)}$). Çok periyotlu Model 4.8'den elde edilen E_k^s , E_k^1 ve E_k^2 daha fazla kısıt içerdiği için Model 4.6'dan elde edilen ölçümlerinden daha küçük değerler alırlar [17].

Şekil 4.2 yakından incelendiğinde, çok periyotlu iki aşamalı q alt sistemlerinin paralel bir yapıya sahip olduğunu görülmektedir ve burada her alt sistem bir döneme karşılık gelmekte olup seri birbirine bağlı iki alt süreçten oluşur [17].

Kao [70]'ya göre bu paralel yapı, sistem etkinliğinin alt sistem etkinliklerinin bir ağırlıklı ortalaması olduğu bir özelliğe sahiptir, buradaki ağırlık ilgili sistemin girdileri toplamının tüm q alt sistemlerinin girdilerine oranını ifade etmektedir. Bu özelliğin sistem etkinliği E_k^s ve işlem etkinlikleri E_k^1 ile E_k^2 üzerinde uygulanması ile aşağıdaki ilişkiler elde edilir:

$$\begin{aligned}
E_k^s &= \sum_{p=1}^q \omega^{(p)} E_k^{s(p)}, \quad \omega^{(p)} = \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}^{(p)} / \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik} \\
E_k^1 &= \sum_{p=1}^q \omega^{(p)} E_k^{1(p)}, \quad \omega^{(p)} = \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}^{(p)} / \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}
\end{aligned} \tag{4.10}$$

$$E_k^2 = \sum_{p=1}^q \omega^{(p)} E_k^{2(p)}, \quad \omega^{(p)} = \sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk}^{(p)} / \sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk}$$

Bu ilişkiler aşağıdaki gibi kolaylıkla doğrulanabilir:

$$\begin{aligned} \sum_{p=1}^q \omega^p E_k^{s(p)} &= \sum_{p=1}^q \left(\frac{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}^{(p)}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}} \right) \left(\frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk}^{(p)}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}^{(p)}} \right) = \sum_{p=1}^q \left(\frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk}^{(p)}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}} \right) = E_k^s \\ \sum_{p=1}^q \omega^p E_k^{1(p)} &= \sum_{p=1}^q \left(\frac{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}^{(p)}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}} \right) \left(\frac{\sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk}^{(p)}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}^{(p)}} \right) = \sum_{p=1}^q \left(\frac{\sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk}^{(p)}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}} \right) = E_k^1 \\ \sum_{p=1}^q \omega^p E_k^{2(p)} &= \sum_{p=1}^q \left(\frac{\sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk}^{(p)}}{\sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk}} \right) \left(\frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk}^{(p)}}{\sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk}^{(p)}} \right) = \sum_{p=1}^q \left(\frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk}^{(p)}}{\sum_{f=1}^g w_f^* Z_{fk}} \right) = E_k^2 \end{aligned} \quad (4.11)$$

Böylece tüm q dönemlerindeki toplam etkinlik, ayrı ayrı periyodların her birinin etkinliklerinin bir ağırlıklı ortalaması olduğu ve değerlendirilen her bir KVB'nin periyod etkinliklerinden genel etkinliği oluşturmak için en uygun ağırlıkları seçtiği sonucuna varılmıştır [17].

Tüm bunlarla birlikte, her bir periyodun süreç etkinliği içerisindeki sistem etkinliğini ayırabilmenin iki yolu vardır ve bunlar:

$$\begin{aligned} E_k^s &= E_k^1 \times E_k^2 = \left(\sum_{p=1}^q \omega^{(p)} E_k^{1(p)} \right) \left(\sum_{p=1}^q \omega^{(p)} E_k^{2(p)} \right) \\ E_k^s &= \sum_{p=1}^q \omega^{(p)} E_k^{s(p)} = \sum_{p=1}^q \omega^{(p)} \left(E_k^{1(p)} \times E_k^{2(p)} \right) \end{aligned} \quad (4.12)$$

Bu ayırma işlemi, çok periyotlu iki aşamalı bir sistemin, ancak ve ancak ona ait tüm alt periyod işlemlerinin etkin olması koşuluyla etkin olacağını göstermektedir. Sonuç olarak, sistemin etkin olmamasına neden olan süreçleri tanımlar ve böylece iyileştirme alanlarının belirlenmesini sağlar [17].

Etkinlik ayrıştırmasının ilgi çekici bir özelliği de sistemdeki etkinsizliğin kaynağını belirlemesidir. Bu aynı zamanda, bir KVB'nin bir döneminin (veya sürecinin) diğer

KVB'lere kıyasla görelî performansını da gösterir. Fakat çoklu çözümler nedeniyle tek bir ayrışmanın olmaması, farklı KVB'lerin etkinliklerini karşılaştırılmaz hale getirebilir. Ekinliği ölçmek için ortak bir temel yapı bu nedenle gereklidir.

Farklı KVB'lerin süreç etkinliklerinin karşılaştırılabilmesi amacıyla Kao ve Hwang [16], yaptıkları çalışmalarında daha önce elde edilen değere göre sistemin etkinliğini korurken karşılaştırılacak sürecin etkinliğini maksimize etmeyi önermiştir. Bu öneri ile birlikte, t periyodun etkinliğini karşılaştırmada, Model 4.8'den hesaplanan E_k^s sistem etkinliği seviyesini korurken her KVB için bu periyodun maksimum etkinliği bulunmalıdır [17]. Buna göre;

$$\begin{aligned}
 E_k^{s(t)} &= \text{Maks} \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}^{(t)} \\
 \sum_{i=1}^m v_i X_{ik}^{(t)} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} &= E_k^s \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \\
 \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(p)} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij}^{(p)} &\leq 0, \quad p = 1, \dots, q, \quad j = 1, \dots, n \\
 \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}^{(p)} - \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(p)} &\leq 0, \quad p = 1, \dots, q, \quad j = 1, \dots, n \\
 u_r, v_i, w_f &\geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m, \quad f = 1, \dots, g
 \end{aligned} \tag{4.13}$$

Burada gereksiz tüm kısıtlar silinerek, her KVB'nin diğer periyod etkinlikleriyle birlikte sabit genel etkinlik değeri olan E_k^s 'yi oluşturan t döneminin etkinliğini belirlemek için ilk öncelik verildiğinden $E_j^{s(t)}$, ($j = 1, \dots, n$) karşılaştırma için ortak bir yapıya sahiptir. Eğer h periyodu ikinci periyod olarak düşünülürse, o zaman $E_k^{s(t)}$, t periyodunun etkinliği ve E_k^s genel etkinliklerini koruyarak bu periyodun maksimum etkinliği basit bir şekilde bulunur.

Buna göre her periyodda iki süreç vardır. Bir sürecin spesifik etkinliğini tüm KVB'ler arasında kıyaslanabilir kılmak için aynı düşünce uygulanabilir. Karar vericilerin ikiden fazla sürecin olduğu durumla ilgilendiğini varsayalım. Bu durumda, sırasıyla t periyodunun

etkinliği $E_k^{s(t)}$ ve genel etkinlik E_k^s elde edilirken bir sürecin etkinliği de basitçe maksimize edilebilir [17]. Söz konusu model aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
E_k^{1(t)} &= \text{Maks} \sum_{f=1}^g w_f Z_{fk}^{(t)} \\
\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}^{(t)} &= 1 \\
\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} &= E_k^s \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \\
\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}^{(t)} &= E_k^{s(t)} \sum_{i=1}^m v_i X_{ik}^{(t)} \\
\sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(p)} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij}^{(p)} &\leq 0, \quad p = 1, \dots, q, \quad j = 1, \dots, n \\
\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}^{(p)} - \sum_{f=1}^g w_f Z_{fj}^{(p)} &\leq 0, \quad p = 1, \dots, q, \quad j = 1, \dots, n \\
u_r, v_i, w_f &\geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m, \quad f = 1, \dots, g
\end{aligned} \tag{4.14}$$

İlgili etkinliklerin karşılaştırılacağı tüm dönemler ve süreçler yukarıda numaralandırılmış işlemlerle elde edildikten sonra, Model 4.9 aracılığıyla elde edilen farklı etkinlik türleri ve Model 4.10 aracılığıyla elde edilen ağırlıklar kullanılarak çoklu çözümlerden belirlenen bir optimal çözümler (u_r^*, v_i^*, w_f^*) elde edilir [17].



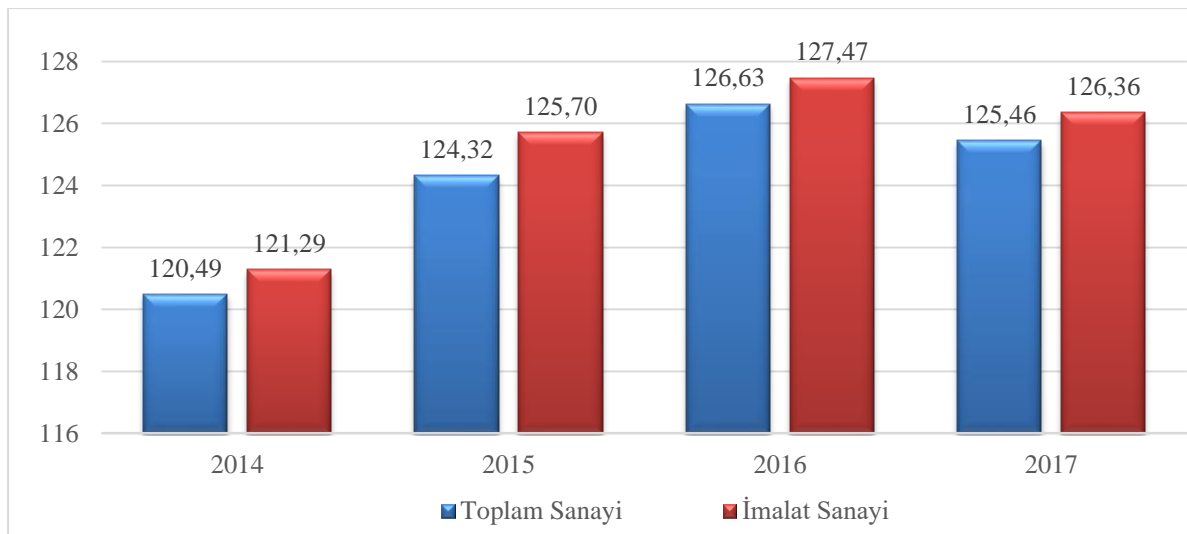
5. UYGULAMA

Çalışmanın uygulama kısmını içeren bu bölümde firmaların ait olduğu imalat sanayi sektöründe mevcut durum bilgisi, analizde kullanılan değişkenler ve veriler hakkında bilgiler verilecektir. Ardından elde edilen etkinlik sonuçları ve bu sonuçlar üzerine uygulanan kümeleme analizine ilişkin bilgiler sunulacaktır.

5.1. Türkiye’de İmalat Sanayi Sektöründe Mevcut Durum

İmalat sanayinin yapısı ve mevcut durumu farklı göstergelere bakılarak incelenebilir. Özellikle 1980’li yıllarla birlikte ihracata dönük sanayileşme politikasının uygulanmaya başlanması ile imalat sanayinde ihracat verilerinin incelenmesi mevcut durumu anlamak açısından oldukça önemlidir. İmalat sanayinin son yıllarda kullanılan iki temel göstergesi vardır. Bu göstergeler sanayi sektörünün üretim kapasitesini, büyüme hızını, sektördeki kuruluşların verimliliğini ve üretime katkısını ölçmek amacıyla kullanılan en önemli göstergelerdendir. Bunlar sanayi üretim endeksi ve kapasite kullanım oranıdır.

Bu başlık altında ilk olarak imalat sanayi, bahsedilen göstergeler çerçevesinde incelenecek ve üretim endeksi ve kapasite kullanım oranları grafiklerle anlatılmaya çalışılacaktır. Hazırlanan grafikler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB)’nin verileri kullanılarak elde edilmiştir.

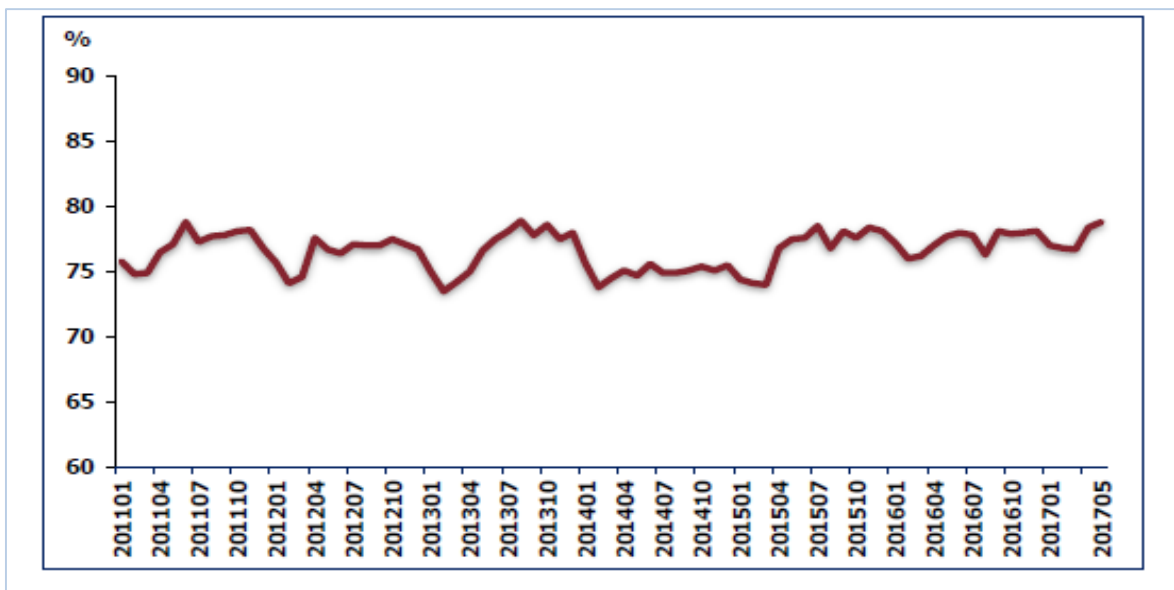


Şekil 5.1. Sanayi üretim endeksi Mart 2017 [2010=100]

Şekil 5.1’de yıllar bazında (2010=100 temel yılı esas alınarak) sanayi üretim endeksinin toplam sanayi ve imalat sanayi değerleri verilmiştir. Buna göre 2014-2017 yılları arası (2017 yılı için ilk çeyreğinin ortalama değerlerini kapsamaktadır) yıllık ortalama endeks skorları incelendiğinde, imalat sanayinin toplam sanayiye göre daha yüksek bir endeks değeri elde ettiği ve genel anlamda yıllar itibariyle pozitif bir artış gözlemlendiği söylenebilir. Sanayi üretim endeksi, ekonomide meydana gelen gelişmelerin ve uygulanan ekonomik politikaların, kısa dönemde olumlu veya olumsuz etkilerinin ölçülebilmesi için hesaplanmaktadır [71].

Sanayi üretim endeksinde toplam sanayi sektörü içerisinde oldukça önemli bir paya sahiptir. TÜİK tarafından açıklanan verilere göre imalat sanayi üretim endeksi 2017 yılı Mart ayında sanayi üretimi bir önceki aya göre %1,6 artarak 126,36 olarak gerçekleşmiştir.

İmalat sanayinde bir diğer önemli gösterge olan kapasite kullanım oranı, bir üretim biriminin belirli bir dönemde fiilen gerçekleştirdiği üretim miktarının fiziki olarak gerçekleştirebileceği en yüksek miktara olan oranı bulunarak hesaplanır. İmalat sanayi kapasite kullanım oranı, Merkez Bankası’nın imalat sanayi sektöründe faaliyet gösteren işyerlerine her ay uyguladığı İktisadi Yönelim Anketi’ne verilen yanıtlar üzerinden hesaplanır. Buna göre 2017 yılı Mayıs ayında 2640 işyerine form gönderilmiş 2142 katılımcıdan alınan sonuçlara göre, imalat sanayi genelinde kapasite kullanım oranı bir önceki aya göre 0,4 puan artarak yüzde 78,8 seviyesinde gerçekleşmiştir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. İmalat sanayinde kapasite kullanım oranı

5.2. Çalışmada Kullanılan Firmaların Genel Özellikleri

Çalışma kapsamına alınan 90 imalat sanayi firmasının sektörel dağılımı ve bu sektörlerde yer alan firmalara ilişkin istatistiklere Çizelge 5.1’de yer verilmiştir.

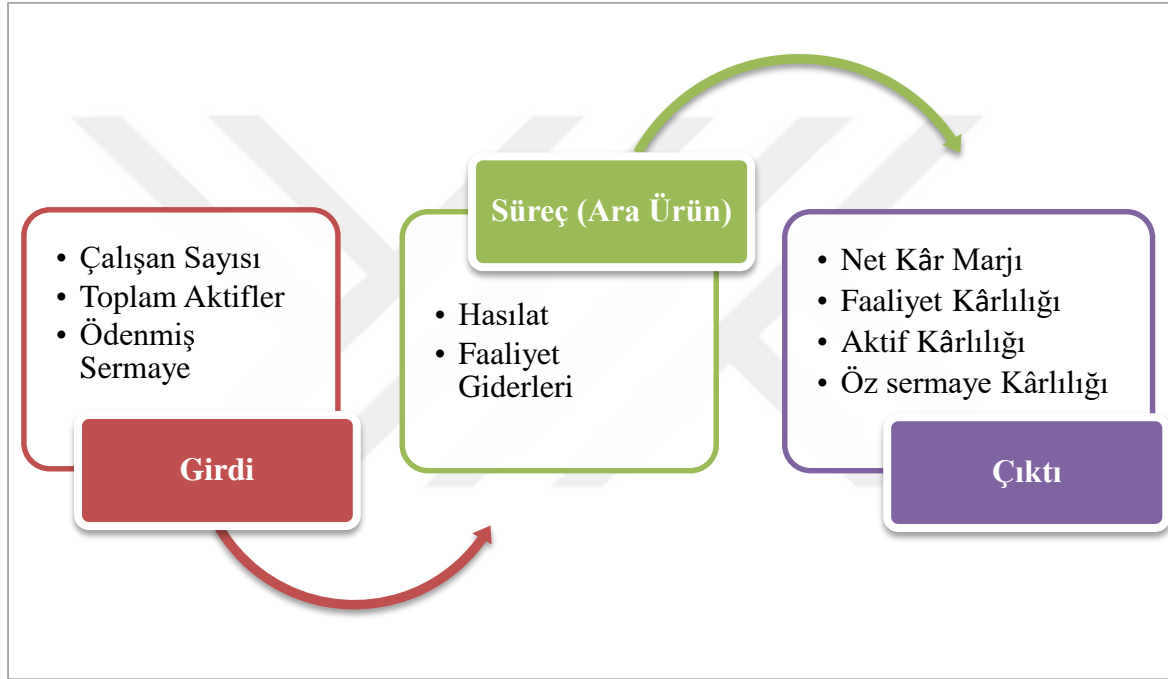
Çizelge 5.1. Firmaların yer aldığı sektör dağılımı (NACE Rev. 2) ve genel özellikleri

Sektör Adı	Firma Sayısı	Çalışan Sayısı	Toplam Varlıklar (TL)	Ödenmiş Sermaye (TL)
Gıda ve İçki ve Tütün	8	38187	5517590864	486055035
Dokuma, Giyim, Eşyası ve Deri	8	9829	4462772941	564820021
Orman Ürünleri ve Mobilya	2	4334	276752395	95210000
Kâğıt ve Kâğıt Ürün. Bas. Yayım	5	2378	1553915950	363396189
Kimya, Petrol ve Kauçuk Ürünleri	17	21271	13402591085	1867896991
Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi	23	23448	22339053159	3264859274
Ana Metal Sanayi	8	19821	6696702639	658372782
Metal Eşya, Makine ve Gereç Yap.	17	60888	16377553913	858536877
Diğer İmalat	2	651	544180411	33625000
Toplam	90	180807	71171113357	8192772169

Buna göre Çizelge 5.1 içerisindeki bilgiler firmalara ait 2015 yılı verilerini kapsamaktadır. Ayrıca firmaların sektör bilgisi verileri KAP’da ifade edildiği gibi oluşturulmuştur.

5.3. Çalışmanın Amacı, Kapsamı, Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Çalışmanın amacı, ülkemiz ekonomisi açısından büyük bir öneme sahip olan, imalat sanayi bünyesinde yer alan çok sayıda firmanın finansal ve faaliyet performansı açıdan ne derece etkin olduğunun ortaya konmasıdır. Bu amaçla söz konusu çalışma Türkiye Kamu Aydınlatma Platformu (KAP)'da 2013-2015 yılları gelir tablosu ve bilançoları mevcut olan 90 imalat sanayi firmasını kapsamaktadır.



Şekil 5.3. Çalışmada kullanılan girdi ve çıktılar

İmalat sanayi firmalarının etkinliklerinin değerlendirmesinde iki aşamaya ayrılan süreç, Şekil 5.3'te belirtildiği üzere ilk aşama girdileri; çalışan sayısı, toplam aktifler ve ödenmiş sermaye iken; ilk aşama çıktısı aynı zamanda ikinci aşama girdisi olan ve literatürde ara ürünler olarak da ifade edilen değişkenler; hasılat ve faaliyet giderleridir. Çalışmanın ikinci aşama ve genel çıktısı olarak ise firmaların net kâr marjı, faaliyet kârlılığı, aktif kârlılığı ve öz sermaye kârlılığı alınmıştır.

5.4. İki Aşamalı VZA Sonuçları

İki aşamalı VZA modelinde birinci aşama firmaların faaliyetleri açısından, ikinci aşama ise finansal açıdan analiz sonuçlarını vermektedir. Çizelge 5.2’de yer alan sonuçlarda firmaların ilk olarak 2013-2015 dönemi toplam değerleri kullanılarak elde edilmiş toplanmış modelde iki aşamalı sonuçları ile üç yıllık süreç verilerinin modele ayrı kısıt olarak eklenerek elde edilen çok periyotlu sonuçları verilmiştir.

Çizelge 5.2. Üç yıllık iki aşamalı VZA sonuçları

No	Firma Adı	Toplanmış Model			Çok Periyotlu Model		
		Genel	Süreç 1	Süreç 2	Genel	Süreç 1	Süreç 2
1	ACSEL	0,004	0,313	0,012	0,001	0,251	0,006
2	ADANA	0,084	0,640	0,132	0,023	0,483	0,047
3	ADEL	0,010	0,427	0,024	0,005	0,361	0,013
4	AEFES	0,268	0,800	0,335	0,109	0,655	0,166
5	AFYON	0,016	0,586	0,028	0,005	0,421	0,011
6	AKCNS	0,071	0,418	0,169	0,029	0,318	0,092
7	AKSA	0,012	0,348	0,033	0,005	0,290	0,016
8	ALCAR	0,035	0,516	0,067	0,017	0,351	0,049
9	ALKIM	0,020	0,469	0,043	0,010	0,318	0,030
10	ANACM	1,000	1,000	1,000	0,500	0,808	0,619
11	ARCLK	0,337	0,337	1,000	0,139	0,280	0,495
12	ASCEL	0,154	0,375	0,410	0,045	0,268	0,167
13	ASLAN	0,019	0,505	0,038	0,006	0,368	0,016
14	ASUZU	0,098	1,000	0,098	0,033	0,261	0,127
15	AYGAZ	0,036	0,488	0,074	0,001	0,096	0,008
16	BAGFS	0,068	1,000	0,068	0,027	0,650	0,041
17	BAKAB	0,054	0,312	0,173	0,026	0,277	0,092
18	BASCM	0,049	0,541	0,091	0,013	0,375	0,035
19	BFREN	0,004	0,325	0,011	0,002	0,272	0,007
20	BLCYT	0,016	0,616	0,026	0,006	0,528	0,011
21	BOLUC	0,029	0,484	0,059	0,008	0,347	0,022
22	BOSSA	0,153	0,535	0,286	0,056	0,384	0,147
23	BRISA	0,108	0,407	0,265	0,044	0,342	0,129
24	BRSAN	0,662	0,662	1,000	0,289	0,451	0,639
25	BSOKE	0,037	0,637	0,058	0,011	0,566	0,019
26	BTCIM	0,051	0,325	0,158	0,022	0,378	0,059
27	BUCIM	0,055	0,427	0,129	0,020	0,300	0,066
28	COLLA	0,159	0,381	0,418	0,064	0,310	0,207
29	CEMTS	0,082	0,399	0,205	0,023	0,302	0,076
30	CIMSA	0,059	0,621	0,095	0,027	0,422	0,063
31	CMENT	0,017	0,664	0,025	0,006	0,517	0,013
32	COMDO	0,192	0,460	0,418	0,08	0,313	0,256

Çizelge 5.2. (Devam) Üç Yıllık İki Aşamalı VZA Sonuçları

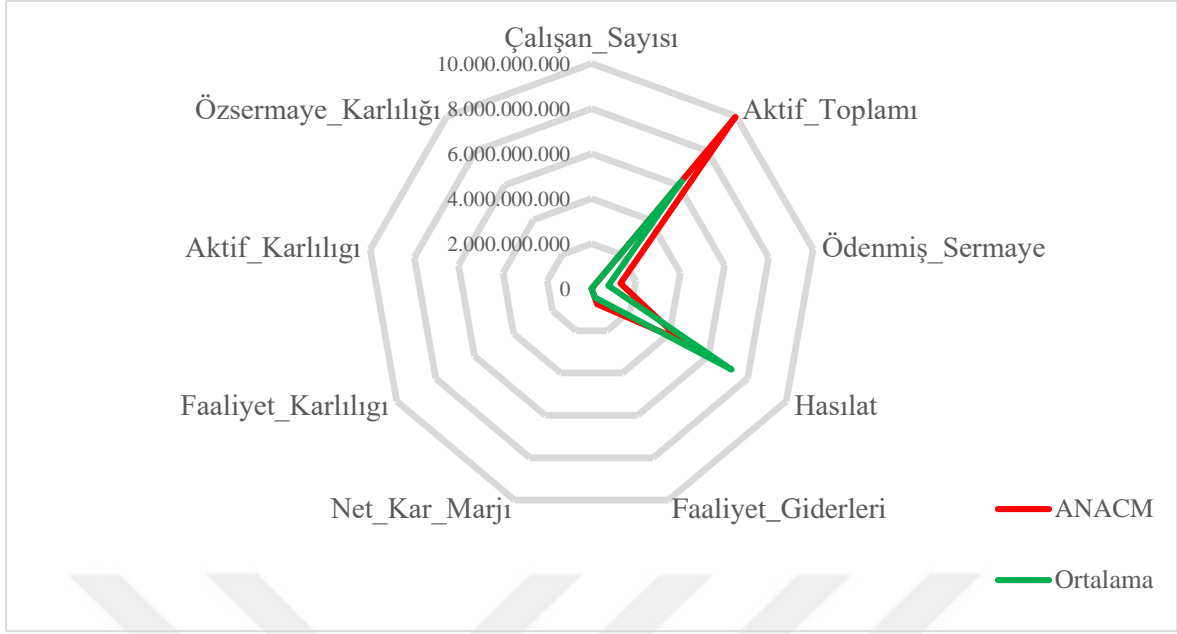
No	Firma Adı	Toplanmış Model			Çok Periyotlu Model		
		Genel	Süreç 1	Süreç 2	Genel	Süreç 1	Süreç 2
33	DERİM	0,024	0,259	0,092	0,013	0,193	0,067
34	DEVA	0,173	0,559	0,310	0,052	0,379	0,137
35	DGZTE	0,048	0,957	0,050	0,012	0,655	0,019
36	DMSAS	0,060	0,299	0,199	0,025	0,243	0,102
37	DOBUR	0,032	0,638	0,051	0,008	0,266	0,028
38	DYOBY	0,173	0,453	0,382	0,066	0,284	0,232
39	EGEEN	0,006	0,325	0,018	0,003	0,274	0,010
40	EGPRO	0,046	0,367	0,124	0,022	0,316	0,068
41	EGSER	0,028	0,444	0,063	0,009	0,318	0,030
42	EMKEL	0,041	0,544	0,075	0,013	0,355	0,038
43	ERBOS	0,017	0,327	0,052	0,008	0,263	0,030
44	EREGL	0,492	0,492	1,000	0,164	0,395	0,415
45	FMIZP	0,004	0,479	0,007	0,001	0,342	0,003
46	FROTO	0,766	1,000	0,766	0,323	0,471	0,684
47	GEDZA	0,005	0,433	0,011	0,002	0,303	0,005
48	GENTS	0,058	0,513	0,113	0,017	0,346	0,049
49	GOLTS	0,039	0,325	0,121	0,016	0,333	0,048
50	GOODY	0,079	0,405	0,195	0,036	0,259	0,141
51	GUBRF	0,159	0,451	0,352	0,071	0,403	0,175
52	HEKTS	0,020	0,424	0,046	0,006	0,304	0,018
53	HZNDR	0,010	0,303	0,032	0,001	0,124	0,007
54	IZOCM	0,017	0,374	0,044	0,007	0,263	0,027
55	JANTS	0,011	0,348	0,030	0,005	0,251	0,020
56	KARTN	0,043	0,818	0,053	0,017	0,597	0,029
57	KLMSN	0,037	0,414	0,089	0,018	0,333	0,054
58	KNFRT	0,004	0,417	0,010	0,002	0,285	0,007
59	KONYA	0,021	0,584	0,036	0,011	0,387	0,028
60	KORDS	0,263	0,515	0,512	0,121	0,375	0,322
61	KRSTL	0,101	0,533	0,189	0,029	0,421	0,068
62	KUTPO	0,036	0,552	0,065	0,001	0,128	0,007
63	MRDIN	0,022	0,587	0,038	0,006	0,406	0,015
64	NUHCM	0,074	0,528	0,139	0,031	0,363	0,086
65	OTKAR	0,104	0,407	0,256	0,056	0,350	0,159
66	PARSN	0,090	0,714	0,125	0,034	0,676	0,050
67	PETUN	0,049	0,469	0,104	0,021	0,348	0,060
68	PNSUT	0,093	0,592	0,157	0,038	0,375	0,101
69	PRKAB	0,309	0,585	0,528	0,117	0,327	0,358
70	ROYAL	0,039	0,384	0,103	0,016	0,353	0,045
71	SARKY	0,162	0,162	1,000	0,116	0,130	0,892
72	SASA	0,014	0,247	0,057	0,006	0,196	0,029
73	SAYAS	0,010	0,406	0,024	0,004	0,360	0,010
74	SNPAM	0,030	1,000	0,03	0,009	0,991	0,009
75	SODA	0,160	0,626	0,256	0,042	0,440	0,095
76	TBORG	0,022	0,373	0,058	0,007	0,335	0,020
77	TIRE	0,334	0,334	1,000	0,123	0,268	0,457
78	TMPOL	0,007	0,329	0,021	0,002	0,213	0,011
79	TMSN	0,051	0,365	0,140	0,015	0,261	0,056

Çizelge 5.2. (Devam) Üç Yıllık İki Aşamalı VZA Sonuçları

No	Firma Adı	Toplanmış Model			Çok Periyotlu Model		
		Genel	Süreç 1	Süreç 2	Genel	Süreç 1	Süreç 2
80	TOASO	0,076	0,373	0,203	0,032	0,319	0,101
81	TRKCM	0,556	0,907	0,614	0,211	0,721	0,293
82	TTRAK	0,091	0,349	0,262	0,041	0,225	0,184
83	TUPRS	0,123	0,482	0,256	0,030	0,234	0,130
84	ULKER	0,267	0,527	0,506	0,128	0,428	0,300
85	UNYEC	0,028	0,540	0,052	0,008	0,373	0,021
86	VESBE	0,066	0,254	0,261	0,028	0,214	0,130
87	YATAS	0,079	0,354	0,222	0,030	0,242	0,125
88	YBTAS	0,004	0,517	0,007	0,002	0,352	0,005
89	YONGA	0,020	0,344	0,057	0,007	0,234	0,029
90	YUNSA	0,035	0,325	0,107	0,017	0,267	0,064

Çizelge 5.2’de toplanmış model ve çok periyotlu modeller dikkate alınarak elde edilen sonuçlar birinci aşama ve ikinci aşama olarak verilmiştir. Genel etkinlik değerleri birinci aşama ve ikinci aşama etkinlik değerleri çarpılarak elde edilmiştir. Buna göre toplanmış modelde birinci aşamada beş firma etkin iken, ikinci aşamada altı firma etkin performans göstermiştir. Toplanmış modelde hem birinci aşamada hem de ikinci aşamada etkin olan ve dolayısıyla genel anlamda da etkin olan yalnızca ANACM firması olmuştur. Genel anlamda en düşük performans FMIZP, BRFEN ve YBTAS firmaları olurken; FROTO, BRSAN ve TRKCM firmaları yüksek performans göstermiştir. Bir başka açıdan FROTO, ASUZU, BAGFS ve SNPAM firmaları faaliyet performansı açısından etkin çıkmışlardır ancak ikinci aşamada kârlılığın elde edemedikleri için finansal açıdan etkin performans gösteremedikleri görülmüştür. ARCLK, BRSAN, EREGL, SARKY ve TIRE firmaları ise mevcut çıktılarında ikinci aşamada kâr elde edebildikleri ve finansal açıdan etkin oldukları halde birinci aşamada faaliyet performansı açısından etkin olmadıkları için genel anlamda da etkin bir performans sergileyememişlerdir.

Çok periyotlu model sonuçları incelendiğinde ise hem birinci aşamada hem de ikinci aşamada firmaların hiçbiri etkin çıkmamıştır ve dolayısıyla genel etkinlik skorlarında da hiçbir firma etkin çıkmamıştır. Bunun yanında çok periyotlu modelde ANACM, FROTO ve BRSAN firmaları genel anlamda yüksek performans gösterirken; AYGAZ, HZNDR ve KUTPO firmaları en düşük performans gösteren firmalar olmuştur.



Şekil 5.4. Firmaların girdi, süreç ve çıktı değişkenleri bakımından karşılaştırması

Burada Şekil 5.4'te verilen radar grafik ile 2013-2015 dönemi için toplanmış modelde hem genel hem de alt süreçlerde etkin olan ANACM firması ile yalnızca Süreç 1 veya Süreç 2'de etkin çıkan firmaların söz konusu girdi ve çıktı değişkenleri bakımından ortalama değerleri kıyaslanmıştır.

Bunun sonucunda etkin olan ANACM firmasının aktif toplamı, ödenmiş sermaye ve net kar marjının ortalamasının üzerinde olduğu görülmüştür. Söz konusu firmalar etkin olan ANACM firmasının girdi, süreç ve çıktı değişkenleri bakımından bulunduğu üretim sınırında üretim yaparlarsa ANACM firması gibi etkin konuma gelebilirler.

5.5. Çok Periyotlu İki Aşamalı VZA Sonuçları

Firmaların çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları EK 1'de verilmiştir. Burada yer alan sonuçlara göre firmaların ele alındığı 2013-2015 dönemi etkinlik değerleri yıllar bazında iki aşamalı olarak ayrı ayrı ifade edilmiştir.

Çalışmada daha öncede bahsedildiği üzere birinci aşama hesaplamaları faaliyet performansı açısından ikinci aşama hesaplamaları ise finansal performans açısından etkinlik skorlarını vermektedir. Söz konusu EK 1'de yer alan sonuçlara göre 90 imalat sanayi firması içerisinde

herhangi bir yılda veya aşamada etkinlik skoru bir olup, etkin olan firmalara ilişkin özet tablo Çizelge 5.3'te aktarılmıştır.

Çizelge 5.3'te yer alan sonuçlara göre, AEFES firması 2013 ve 2014 yıllarında genel ve alt süreçlerde etkin çıkmazken, 2015 yılında finansal performansı bakımından etkin çıkmıştır. ANACM firması 2013 ve 2014 yıllarında finansal açıdan etkin ancak 2015 yılında hem faaliyet hem de finansal açıdan etkin çıkmamıştır. BRSAN firması 2015 yılında finansal açıdan etkin iken diğer yıllarda ve süreçlerde etkin olmadığı görülmüştür. Öte yandan EREGL firması ise yalnızca 2013 yılında finansal açıdan etkin çıkmıştır.

Burada KARTN firması 2014 yılında yalnızca faaliyet performansı açısından etkin çıkarken diğer yıllarda performansı düşük çıkmıştır. Benzer şekilde 2014 yılında SARKY firması finansal performansı açısından etkin, SNPAM firması ise 2014 ve 2015 yıllarında faaliyet performansı bakımından etkin çıkmış ancak finansal açıdan etkin olmadığından genel performansında da etkin olamamıştır.

Son olarak çok periyotlu iki aşamalı VZA modeli ile elde edilen sonuçlara göre genel anlamda en iyi performansa sahip ANACM firması her üç yılda da ayrı ayrı yüksek performans göstermiş ve bunu EREGL ve BRSAN firmaları takip etmiştir. Yine genel etkinlik skorlarına baktığımızda en düşük performansa sahip üç firma ACSEL, AYGAZ ve HZNDR firmaları olmuştur.

Çizelge 5.3. Çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları

No	Firma Kodu	Yıl	Genel	Süreç 1	Süreç 2
1	AEFES	2013	0,063	0,8753	0,0719
		2014	0,1603	0,3872	0,4139
		2015	0,2064	0,2064	1,000
2	ANACM	2013	0,4071	1,000	0,4071
		2014	0,9385	1,000	0,9385
		2015	0,4144	0,5562	0,7450
3	BRSAN	2013	0,2000	0,5483	0,3648
		2014	0,3024	0,3974	0,7609
		2015	0,3866	0,3866	1,000
4	EREGL	2013	0,4276	0,4276	1,000
		2014	0,0377	0,3740	0,1009
		2015	0,0572	0,3889	0,1470
5	KARTN	2013	0,0080	0,4363	0,0183
		2014	0,0324	1,000	0,0324
		2015	0,0342	0,7789	0,0439
6	SARKY	2013	0,1079	0,1238	0,8715
		2014	0,375	0,1375	1,000
		2015	0,1077	0,1301	0,8276
7	SNPAM	2013	0,0105	0,9671	0,0108
		2014	0,0110	1,000	0,0110
		2015	0,0067	1,000	0,0067

5.6. Malmquist Endeks Sonuçları

Çalışmada firmaların üç yıllık verileri kullanılarak hesaplanan Malmquist endeks sonuçları DEAP programı aracılığıyla hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar genel, birinci aşama ve ikinci aşama sonuçları olarak verilmiştir.

Söz konusu 2013-2015 dönemi için 3 girdi ve 4 çıktı (sırasıyla çalışan sayısı, toplam aktifler ve ödenmiş sermaye; net kâr marjı, faaliyet kârlılığı, aktif kârlılığı ve öz sermaye kârlılığı)

kullanılarak hesaplanmış Malmquist endeks genel sonuçlarına detaylı olarak EK 2’de yer verilmiştir. Buna göre üç yıllık dönemde etkinliğini en çok artıran CEMTS firması olurken, 90 imalat sanayi firması içerisinde yaklaşık %56’sının etkinliğini artırdığı görülmüştür. Diğer taraftan ilgili dönem için teknik etkinlik değişim değerleri incelendiğinde en büyük azalmanın FROTO firmasının teknik etkinliğinde gerçekleştiği görülmektedir. Firmaların saf teknik etkinlik değişiminde ortalamada azalış olduğu ve ölçek etkinliği değişimleri incelendiğinde ise 90 firmanın yaklaşık %50’sinin ölçek etkinliği ortalamasında artış olduğu gözlenmiştir. Firmaların bu üç yıllık süreçte toplam faktör verimliliği incelendiğinde ise toplamda 37 firmanın toplam faktör verimliliğinde artış olduğu tespit edilmiştir.

Birinci aşama olarak ifade edilen, 2013-2015 dönemi için 3 girdi ve 2 çıktı (sırasıyla çalışan sayısı, toplam aktifler ve ödenmiş sermaye; hasılat ve faaliyet giderleri) kullanılarak hesaplanmış Malmquist endeks birinci aşama sonuçlarına EK 3’de yer verilmiştir. Burada yer alan sonuçlara göre, üç yıllık süreçte etkinliğini en çok artıran ilk üç firma CIMSA, CEMTS ve AYGAZ firmaları olurken en fazla azalış gösteren ilk üç firma ise EGPRO, EGSER ve EMKEL firmaları olmuştur. Bu aşama firmaların %94 ‘ü teknik etkinlikte artan bir performans gösterirken toplam faktör verimliliği ortalaması incelendiğinde ise 57 firma verimlilik artışı gösterdiği görülmüştür. Toplam faktör verimliliğinde ortalama %10,4 ‘lük bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Son olarak ikinci aşama olarak belirtilen, 2013-2015 dönemi için 2 girdi ve 4 çıktı (sırasıyla çalışan sayısı, toplam aktifler ve ödenmiş sermaye; hasılat ve faaliyet giderleri) kullanılarak hesaplanmış Malmquist endeks ikinci aşama sonuçlarına ise detaylı olarak EK 4’de yer verilmiştir. Çalışma sonucuna göre, etkinliğini en fazla artıran firma DMSAS firması olmuştur. Etkinlik değişiminde toplamda firmaların yalnızca %34’ü artış göstermiş ancak ortalamaya bakıldığında genel olarak firmaların etkinliğinde bir azalış görülmektedir. Aynı şekilde firmaların saf teknik etkinliğine bakıldığında ortalama bir azalış söz konusu iken teknik etkinlik, ölçek etkinliği ve toplam faktör verimliliklerinde olumlu yönde bir artış olduğu gözlenmiştir. Ayrıca toplam faktör verimliliğindeki artışın %8,8 oranında olduğu tespit edilmiştir.

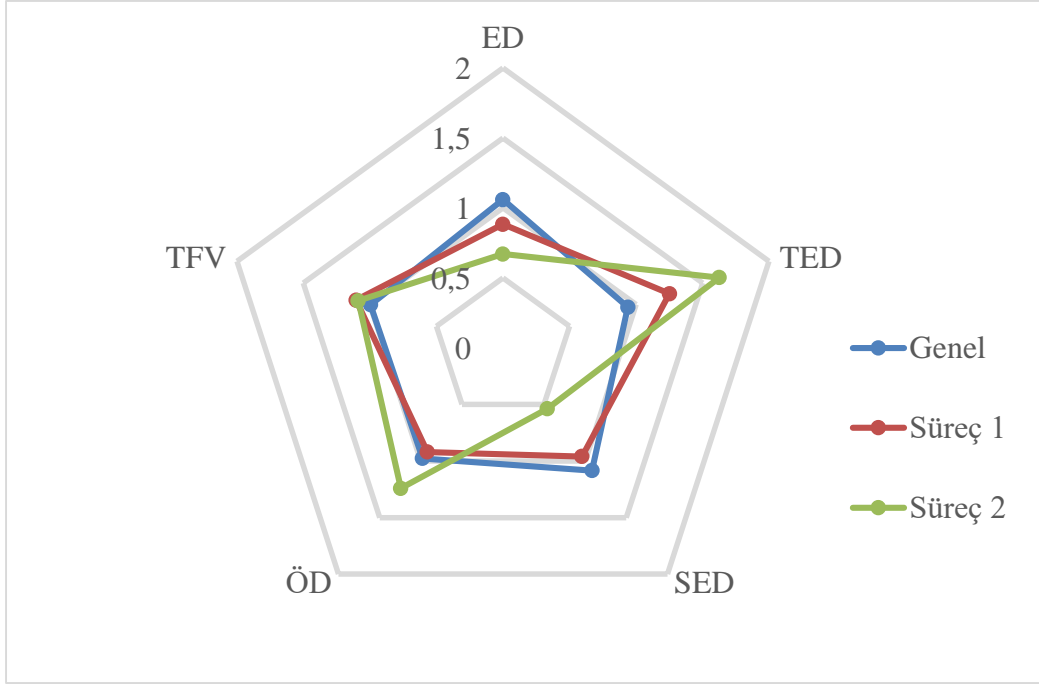
Çizelge 5.4’te yıllara ilişkin ortalama Malmquist endeks özet sonuçları genel ve iki alt süreç bakımından ayrı ayrı verilmiştir.

Çizelge 5.4. Yıllık ortalama malmquist endeks özet sonuçları

Aşamalar	Yıl	ED	TED	SED	ÖE	TFV
Genel	2013-2014	0,968	0,996	1,081	0,896	0,964
	2014-2015	1,158	0,886	1,087	1,066	1,026
Ortalama		1,059	0,939	1,084	0,977	0,995
Süreç 1	2013-2014	0,737	1,614	0,859	0,858	1,189
	2014-2015	1,059	0,969	1,074	0,986	1,025
Ortalama		0,883	1,251	0,96	0,92	1,104
Süreç 2	2013-2014	0,524	1,453	0,426	1,23	0,761
	2014-2015	0,856	1,816	0,682	1,255	1,554
Ortalama		0,67	1,625	0,539	1,242	1,088

Yıllık ortalama Malmquist endeks özet sonuçlarına göre, firmaların genel performansını ölçen aşamada toplam faktör verimliliğinde %0,5'lik bir azalma gözlenirken, firmaların faaliyet performansını ölçen birinci aşama verimliliklerinde %10,4'lük bir artış olduğu öte yandan firmaların finansal performansını ölçen ikinci aşamada ise %8,8'lik bir artış olduğu gözlemiştir. Bu sonuçlara göre firmalar alt süreçlerde ayrı ayrı artan bir verimlilik artışı gösterirken genel aşamada çok az bir azalma görülmüştür. Bu azalışın 2013-2014 döneminde meydana gelen bir azalıştan kaynaklandığı değerlendirilebilir.

Son olarak Şekil 5.5'te ifade edilen radar grafik ile firmaların genel, birinci aşama ve ikinci aşama Malmquist endeks bileşenleri ortalama sonuçları bakımından bir karşılaştırması yapılmıştır. Grafik ile belirtilen sonuçlara göre firmaların genel aşamada ED ve SED bakımından diğer iki aşamadan yüksek verimlilik gösterdiği ve ÖD, TED ve TFV ise özellikle ikinci aşamada daha yüksek verimlilik gösterdiği gözlenmiştir.



Şekil 5.5. Firmaların malmquist endeks bileşenleri bakımından karşılaştırılması

5.7. Çok Periyotlu İki Aşamalı VZA Sonuçları Üzerine Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi çok boyutlu uzayda büyük ve karmaşık verilerin özetlenmesi ve tanımlanmasında yol gösterici bir araştırma yöntemidir. Bu analizde öncelikli amaç birey veya nesnelerin temel özelliklerini dikkate alarak birbirleriyle benzerlikleri doğrultusunda onları gruplamaktır [72]. Kümeleme analizi yöntemiyle birbiriyle benzeşen birimlerin seçilmesinde çeşitli yöntemler mevcuttur. Yapılan bu çalışmada kümeleme analizi yöntemlerinden *k-ortalamlar yöntemi* uygulanmıştır.

Bu yöntemde kümeleme yapılırken aşağıdaki adımlar takip edilmektedir.

- Birimlerin, sayısı önceden belirlenen k tane kümeye rastgele atanmasıyla yöntem uygulanmaya başlanır.
- k tane kümenin ortalamaları hesaplanır ve bu ortalamalar kümenin merkezini oluşturur.
- Tüm birimlerin küme merkezlerine olan uzaklıkları (oklid uzaklığı) hesaplanır.
- Hesaplanan bu uzaklık değerlerine göre, herhangi bir küme merkezine uzaklığı en yakın olan bir birimin bu merkezin ait olduğu kümeye atanması ile işlem devam eder.

- Oluşan yeni kümelerin merkezleri tekrar hesaplanır ve birimlerin kümelere atanma işlemi, her bir birimin küme merkezlerine olan uzaklık değerlerine göre, ait olduğu kümeye olan uzaklığının en az olması sağlanıncaya kadar devam eder.

Çalışmanın bu kısmında 90 imalat sanayi firmasının çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları ile başlangıçta belirlenen toplam 9 değişken (girdi, süreç ve çıktı) bakımından bir kümeleme analizi uygulanarak firmaların birbiriyle benzerlik gösterip göstermediği ortaya konmaya çalışılmıştır. Analiz sonuçları SPSS 22.0 Paket Programı aracılığıyla elde edilmiştir. Yapılan bu çalışmada k-ortalamlar yöntemine yönelik olarak, küme sayısı beş olarak belirlenmiştir. Buna göre her bir firmanın hangi kümeye dâhil olduğu EK5 ve EK 6'da küme kodu sütununda 1,2,3,4 ve 5 şeklinde ifade edilmiştir.

Burada iki küme analizi yapılmıştır. Bunlardan ilki firmaların belirlenen 9 değişken bakımından kümelenmesi şeklinde, ikincisi ise çok periyotlu iki aşamalı VZA genel sonuçları üzerine uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Analiz sonucuna göre firmaların çok periyotlu iki aşamalı VZA uygulanmadan önce mevcut değişkenler bakımından oldukça homojen bir yapıda olduğu ve elde edilen etkinlik sonuçlarına göre yapılan analiz neticesinde de buna paralel küme sonuçları verdiği görülmüştür.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzün küresel ve son derece rekabetçi ekonomisinde, işletmeler performanslarını ve rakiplerinin performansını sürekli olarak izlemektedir. Teknolojik ilerlemeler ve tüketicilerin beklentileri arttıkça bir organizasyonun rakiplerine kıyasla avantajlarını sürdürme becerileri açısından kritik bir faktör haline gelmektedir. İşletmeler performanslarını oluşturan çoklu bileşenleri anlamak ve sistemdeki verimsizliği hızlı bir şekilde tanımlamak ve bunlara çözüm bulmak suretiyle pazardaki paylarını koruyabilir ve hatta pazar payını artırabilir. Buna göre işletmeler, kendilerini artan rekabete ve değişen çevre koşullarına adapte etmek, doğru stratejiler kullanarak doğru verilerle doğru eylemleri yapmak ve uygulamadaki hedeflerine göre inşa edilen hedeflerin aşamasını belirlemek için bir takım performans ölçüm sistemlerine ihtiyaç duymaktadırlar.

Performans ölçüm yöntemlerinden literatürde sıklıkla yer verilen VZA yöntemi yöneticiler için temel sorun olan, birden fazla girdi ile birden fazla çıktının eş zamanlı olarak değerlendirilmesi aşamasında ortaya çıkmaktadır. Bu analiz yardımıyla firmaların, etkin olup olmadıkları belirlenmekte ve eğer etkisizlik durumu söz konusu ise buna neden olan faktörleri belirleyerek gerekli önlemleri almalarına imkân sağlamaktadır. Bunun yanında bir işletmenin performansının zaman boyunca ölçülebilmesine ve üretim yapısının alt süreçlerinde meydana gelen değişikliklerin tespitine ihtiyaç duyulduğu durumlarda klasik VZA yapısı gerekli cevabı vermede yetersiz kalmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında, klasik VZA yaklaşımından biraz farklı olarak birden fazla dönemde bir işletmenin üretim sisteminin alt süreçlere ayrılarak değerlendirilmesinin daha yararlı sonuçlar verebileceği düşünüldüğünden çok periyotlu iki aşamalı VZA yöntemi uygulanmaya karar verilmiştir. Bu kapsamda ülkemiz ekonomisi açısından oldukça önemli bir paya sahip olan imalat sanayi bünyesinde yer alan çok sayıda firmanın finansal ve faaliyet performansı açısından ne derece etkin olduğu ortaya konmaya çalışılmıştır.

Çalışmada, Türkiye Kamu Aydınlatma Platformu (KAP)'unda yer alan 90 adet imalat sanayi sektöründe yer alan firmanın 2013-2015 dönemi gelir tablosu ve bilançolarında yer alan verileri kullanılarak ve bağımsız denetçi raporları dikkate alınarak söz konusu firmaların etkinlik değerlendirmesi, çok periyotlu iki aşamalı VZA ve Malmquist endeks yöntemi ile

yapılmıştır. Burada ayrıca firmalara girdi, süreç ve çıktı değişkenleri bakımından bir kümeleme analizi uygulanarak elde edilen küme sonuçlarının çok periyotlu iki aşamalı VZA etkinlik sonuçlarına göre oluşan kümelerle bir karşılaştırmasına da yer verilmiştir. Çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları firmaların hem üç yıllık toplanmış verileri hem de yıllar bazında verileri alınarak ayrı ayrı oluşturulmuştur. Yapılan analizler sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Buna göre toplanmış modelde birinci aşamada 90 firma içerisinde yalnızca beş firma etkin iken, ikinci aşamada altı firma etkin bulunmuştur. Bu modelde hem birinci aşamada hem de ikinci aşamada etkin olan ve dolayısıyla genel (overall) aşamada da etkin olan yalnızca ANACM firması olmuştur. Uygulanan model sonuçlarına göre genel anlamda en düşük performans FMZIP, BRFEN ve YBTAS firmaları olurken; FROTO, BRSAN ve TRKCM firmaları yüksek performans göstermiştir. Bir başka açıdan FROTO, ASUZU, BAGFS ve SNPAM firmaları faaliyet performansları açısından etkin çıkmışlardır ancak ikinci aşamada kârlılığını elde edemedikleri için finansal açıdan etkin performans gösteremedikleri görülmüştür. Öte yandan ARCLK, BRSAN, EREGL, SARKY ve TIRE firmaları ise mevcut çıktılarında ikinci aşamada kâr elde edebildikleri ve finansal açıdan etkin oldukları halde birinci aşamada faaliyet performansları açısından etkin olmadıkları için genel anlamda da etkin bir performans sergileyememişlerdir.

Çok periyotlu model sonuçları incelendiğinde ise hem birinci aşamada hem de ikinci aşamada firmaların hiçbiri etkin çıkmamıştır ve dolayısıyla genel aşama etkinlik skorlarında da hiçbir firma etkin çıkmamıştır. Bunun yanında çok periyotlu modelde ANACM, FROTO ve BRSAN firmaları genel anlamda yüksek performans gösterirken; AYGAZ, HZNDR ve KUTPO firmaları en düşük performans gösteren firmalar olmuştur.

Yıllık ortalama Malmquist endeks özet sonuçlarına göre, firmaların genel performansını ölçen aşamada toplam faktör verimliliğinde %0,5'lik bir azalma gözlenirken, firmaların faaliyet performansını ölçen birinci aşama verimliliklerinde %10,4'lük bir artış olduğu öte yandan firmaların finansal performansını ölçen ikinci aşamada ise %8,8'lik bir artış olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre firmalar alt süreçlerde ayrı ayrı artan bir verimlilik artışı gösterirken, genel aşamada performanslarında çok az bir azalma olduğu görülmüştür. Bu azalışın 2013-2014 döneminde meydana gelen bir azalıştan kaynaklandığı değerlendirilebilir.

Firmalar üzerinde yapılan kümeleme analizi sonucuna göre ise firmaların çok periyotlu iki aşamalı VZA uygulanmadan önce mevcut değişkenler bakımından oldukça homojen bir yapıda olduğu ve elde edilen kümelerde yer alan firmaların, etkinlik sonuçlarına göre kümelenen firmalar ile paralel küme sonuçları verdiği görülmüştür.

Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında, firmaların etkinliğini ölçmek için iki alt sürece ayırarak modellenen bu sistemin, verimsizliğin kaynağının tespiti için önemli bir aracı olduğu görülmüştür. Analizler, çok periyotlu iki aşama VZA yaklaşımının imalat sanayi firmalarının etkinliği üzerinde başarılı bir şekilde uygulanabileceğini ve klasik VZA yöntemine göre daha yararlı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bunun yanında uygulanan bu yöntem ile firmaların genel performansını olumsuz etkileyen aşamanın hangi aşamadan kaynaklandığını göstererek sorunun çözümünde öncelikli alanları belirlemeye de yardımcı olmaktadır.

Son olarak bu tez çalışması kapsamında, gerçekleştirilen çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda ileride yapılabilecek çalışmalarda firmaların etkinliği üzerinde etkisi olabileceği düşünülen ancak modellere dâhil edilemeyen nitel değişkenlerinde hesaba katılacağı bir regresyon analizi uygulanarak etkinlik ölçümünün daha güçlü hale gelebileceği değerlendirilmektedir.



KAYNAKLAR

1. T.C. Kalkınma Bakanlığı (2014). *İmalat Sanayinde Dönüşüm Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Ankara, 1-5.
2. Özkara, Y. (2015). *Türk İmalat Sanayinin Bölgesel Düzeyde Etkinlik, Verimlilik ve Enerji Verimliliğinin Analizi (2003-2012)*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
3. İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu, (2014). Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri, URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.tuik.gov.tr%2FPreHaberBultenleri.do%3Fid%3D18865&date=2017-08-15>, Son Erişim Tarihi: 15.08.2017.
4. İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu, (2015). Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.tuik.gov.tr%2FPreHaberBultenleri.do%3Fid%3D21528&date=2017-08-15>, Son Erişim Tarihi: 15.08.2017.
5. İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu, (2017). Dış Ticaret İstatistikleri URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.tuik.gov.tr%2FPreHaberBultenleri.do%3Fid%3D24825&date=2017-08-15>, Son Erişim Tarihi: 15.08.2017.
6. Sayım, M., Yalama, A. (2008). Veri Zarflama Analizi İle İmalat Sektörünün Performans Değerlendirmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 23 (1), 89-107.
7. Yolalan, R. (1993). *İşletmeler Arası Görelî Etkinlik Ölçümü*, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi (MPM) Yayınları, 5-29.
8. Akal, Z. (2005). *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi Çok Yönlü Performans Göstergeleri* (Altıncı Baskı), Ankara: MPM Yayınları, 22-48.
9. Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
10. Arıç, T. T. (2011). *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, İstanbul.
11. Akther, S., Fukuyama, H., Weber, M. L. (2013). Estimating two-stage network slacks-based inefficiency: An application to Bangladesh banking. *Omega, The International Journal of Management Science*, 41, 88-96.
12. Chen, C. L., Zhu, J., Yu, J. Y., Noori, H. (2012). A new methodology for evaluating sustainable product design performance with Two-stage network data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research*, 221, 348-359.
13. Chiu, Y. H., Huang, C. W., Ma, C. M. (2011). Assessment of China transit and economic efficiencies in a modified value-chains DEA model, *European Journal of Operational Research*, 209, 95-103.

14. Cook, W. D., Liang, L., Zhu, J., (2010). Measuring performance of Two-stage network structures by DEA: A review and future perspective. *Omega, The International Journal of Management Science*, 38, 423-430.
15. Güner, S. (2015). Liman Etkinliği Ölçümünde İki Aşamalı Bir Model Önerisi Ve Türk Limanları Üzerinde Bir Uygulama, *Alphanumeric Journal*, 3 (2), 99-106.
16. Kao C., Hwang, S. N. (2008). Efficiency decomposition in Two-stage Data Envelopment Analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan, *European Journal of Operational Research*, 185 (1), 418-429.
17. Kao, C., Hwang S. N. (2014). Multi-period efficiency and Malmquist productivity index Two-stage production systems, *European Journal of Operational Research*, 232 (3), 512-521.
18. Karaoğlu, M. (2015). *Türkiye'deki Havaalanlarının Etkinliklerinin Malmquist İndeks ve Çoklu Periyodlu İki Aşamalı Veri Zarflama Analizi İle İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
19. Li, L., Dai, Q., Huang, H., Wang, S. (2016). Efficiency decomposition with shared inputs and outputs in Two-stage DEA, *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 25 (1), 23-38.
20. Lu, W. M., Wang, W. K., Hung, S. W., Lu, E. T. (2012). The effects of corporate governance on airline performance: Production and marketing efficiency perspectives, *Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review*, 48, 529-544.
21. Premachandra, I. M., Zhu, J., Watson, J., Galagedera, D. U. A. (2012). Best performing US mutual fund families from 1993 to 2008: Evidence from a novel Two-stage DEA model for efficiency decomposition, *Journal of Banking & Finance*, 36, 3302-3317.
22. Ren, C., Li, R., Guo, P. (2017). Two-stage DEA analysis of water resource use efficiency, *Sustainability*, 9 (1), 52.
23. Wu, J., Xiong, B., An, Q., Sun, J., Wu, H. (2017). Total-factor energy efficiency evaluation of Chinese industry by using Two-stage DEA model with shared inputs, *Annals of Operations Research*, 255, 257-276.
24. Yang, Z. (2006). A Two-stage DEA model to evaluate the overall performance of Canadian life and health insurance companies, *Mathematical and Computer Modelling* 43, 910-919.
25. Okur, Y. (2007), *Türkiye'de Kamu Denetimi, Değişim Süreci ve Performans Denetimi*, Ankara: Nobel Yayıncılık, 1-50.
26. Lawson, P. (1995). *Performance management: an overview*, *The Performance Management Handbook*, London: Institute of Personal and Development, 1-20.
27. Tangen, S. (2005). Demystifying productivity and performance, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 1 (54), 34-46.

28. Slack, N., Chambers, S., Johnston, R. (2001). *Operations management* (third edition), Harlow: Pearson Education Limited, 550-663.
29. Taşköprü, V. (2014). *Klasik Veri Zarflama Analizi İle Kategorik Veri Zarflama Analizi Modellerinin Enerji Verimliliği Üzerinde Karşılaştırmalı İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
30. Prokopenko, J. (2011). *Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı* (Çeviri Olcay Baykal), Ankara: MPM Yayınları, 1-53.
31. Artar, A., Baş, İ. M. (1991). *İşletmelerde Verimlilik Denetimi: Ölçme ve Değerlendirmesi Modelleri*, Ankara: MPM Yayınları, 1-50.
32. Özcan, A. İ. (2005). *Celal Bayar Üniversitesi'ne Bağlı Meslek Yüksek Okullarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
33. Schermerhorn, J. R. (1993). *Management for productivity* (fourth edition), Canada: John Wiley & Sons, 1-250.
34. Jackson, M. (2000). *An analysis of flexible and reconfigurable production systems*, Master Degree Thesis, Linköping University, Sweden, 640.
35. Örkçü, H. (2004). *Etkinlik Analizinde Ağırlık Dağılımı Problemine Çok Kriterli Bir Yaklaşım*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
36. Töngür, L. (2001). *Sağlık Bakanlığı'na Bağlı Hastanelerde Etkinlik Analizi: Veri Zarflama Analizine Ait Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
37. Karaca, C. (2010). *Veri Zarflama Analizi İle Antalya Bölgesindeki Ziraat Bankası Şubelerinin Performans Değerlendirmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
38. Tarım, A. (2001). *Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görel Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı*, Ankara: Sayıştay Yayınları, 12-18.
39. Cooper, W. W., Thompson, R. G., Thrall R. M. (1996). Extension and new developments in DEA, *Annals of Operational Research*, 66, 3-45.
40. Gülcü, A., Çoşkun A., Yeşilyurt, C., Çoşkun, S., Esener, T. (2004). Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 5, 2.
41. Yeşilyurt, C. (2003). *Matematik Programlama Tabanlı Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinden Veri Zarflama Analizi İle Orta Öğretimde Etkinlik Ölçümü*, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
42. Hays, W. L. (1973). *Statistics for the social sciences* (second edition), New York: Holt Rinehart and Winston, 676.

43. Tofallis, C. (2001). Combining two approaches to efficiency assessment, *Journal of the Operational Research Society*, 52, 1225-1231.
44. Cooper, W., Seiford, L. M., Tone, K. (2000). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software*, United States of America: Kluwer Academic Publishers, 21-39.
45. Abdullayev, M. (2010). *Dezenflasyon Sürecinde Türk Bankacılık Sektöründe Etkinlik Analizi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.
46. Bauer, P. W., Berger, A. N., Ferrier, G. D., Humphrey, D. B. (1998). Consistency condition for regulatory analysis of financial institutions: A comparison of frontier efficiency methods, *Journal of Economics and Business*, 50 (2), 85-114.
47. Berger, A. N., Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research, *European Journal of Operational Research*, 98, 175-212.
48. Aigner, D., Lovell C. A. K., Schmidt P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models, *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.
49. Wagenvoort, R., Schure, P. (1999). The recursive thick frontier approach to estimating efficiency. European Investment Bank, *Economic and Financial Report*, 2, 1-18.
50. Bakırcı, F. (2006). *Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama*, Tokat: Atlas Yayınları, 104-250.
51. Depren, Ö. (2008). *Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
52. Bakırcı, F., Ekinci, E. D., Şahinoğlu, T. (2014). Bölgesel Kalkınma Politikalarının Etkinliği: Türkiye Alt Bölgeler Bazında Bir Uygulama, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 18 (2), 281-298.
53. Kayalıdere, K., Kargın, S. (2004). Çimento ve Tekstil Sektöründe Etkinlik Çalışması ve Veri Zarflama Analizi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (1), 196-219.
54. Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., Seiford, L. M. (1997). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*, United States of America: Kluwer Academic Publishers, 4-6.
55. Boussofiane, A., Dyson, R. G., Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research*, 1-15.
56. Kaygın, E. (2006). *Kars-Ardahan-Iğdır İlleri Orta Öğretim Kurumlarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kars.

57. Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, 30, 1078-1092.
58. Coelli, T., Rao, D. S. P., O'Donnell C. J., Battase, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis* (second edition), United States of America: Kluwer Academic Publishers, 68-162.
59. Emrouznejad, A., Yang, G. (2017). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978-2016, *Socio-Economic Planning Sciences*, 1-5.
60. Küçükşimşek, M. (2004). *1999-2003 Döneminde Türkiye'deki Ortaöğretim Kurumlarının ÖSS'deki Etkinliklerinin DEA-Malmquist TFP Endeksi ile İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
61. Demirci, A. (2012). *OECD Üyesi Ülkelerin Ekonomik ve Sosyal Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
62. Günay, B. (2013). *Türkiye'de Leasing ve Leasing Şirketlerinin Etkinliklerinin VZA İle Ölçülmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Trabzon.
63. Yalama, A. (2005). *Entelektüel Sermayenin Entelektüel Katma Değer Katsayısı (VAIC) İle Ölçülmesi ve Veri Zarflama Analizi (DEA) Yöntemi Kullanılarak Karlılığa Etkisinin Sınanması: İMKB'ye Kote Bankalarda Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
64. Rouyendegh, B. D. (2009). *Çok Ölçütlü Karar Verme Süreci İçin VZA-AAS Sıralı Hibrit Algoritması ve Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
65. Buğan, M. F. (2015). *Katılım Bankaları İle Konvansiyonel Bankaların Etkinliklerinin VZA ve Malmquist TFV Endeksi İle Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.
66. Caves, D.W., Christensen, L.R., Diewert, W.E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity, *Econometrica*, 50, 1393-1414.
67. Şener, C., (2013). *Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Endeksi ile Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Performanslarının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
68. Doğan, H., Bulut, Y., (2014). Giresun'daki Fındık Fabrikalarının Etkinlik Analizi: Malmquist-TFV Endeksi Uygulaması. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1 (3), 76-88.
69. Seiford, L. M., Zhu, J., (1999). Profitability and marketability of the top 55 US commercial banks, *Management Science*, 45, 1270-1288.

70. Kao, C. (2009). Efficiency measurement for parallel production systems, *European Journal of Operational Research*, 196, 1107-1112.
71. İnternet: TÜİK Sanayi Üretim Endeksi, Analitik Çerçeve, Kapsam, Tanımlar ve Sınıflamalar, Türkiye İstatistik Kurumu Veritabanı, URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.tuik.gov.tr%2FPreTablo.do%3Falt_id%3D1024&date=2017-08-15 , Son Erişim Tarihi: 15.08.2017.
72. Kalaycı, Ş. (2006). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*, Ankara: Asil Yayın Dağıtım, Ankara, 1-6.





EKLER

EK-1. Çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları

No	Firma Adı	Yıl	Genel	Birinci Aşama	İkinci Aşama
1	ACSEL	2013	0,001	0,306	0,002
		2014	0,001	0,051	0,025
		2015	0,003	0,315	0,011
2	ADANA	2013	0,029	0,376	0,076
		2014	0,021	0,512	0,041
		2015	0,021	0,531	0,039
3	ADEL	2013	0,003	0,366	0,009
		2014	0,006	0,245	0,023
		2015	0,006	0,452	0,013
4	AEFES	2013	0,063	0,875	0,072
		2014	0,160	0,387	0,414
		2015	0,206	0,206	1,000
5	AFYON	2013	0,004	0,298	0,012
		2014	0,001	0,290	0,004
		2015	0,012	0,716	0,017
6	AKCNS	2013	0,034	0,320	0,106
		2014	0,028	0,315	0,088
		2015	0,027	0,318	0,086
7	AKSA	2013	0,005	0,306	0,017
		2014	0,005	0,281	0,018
		2015	0,004	0,287	0,014
8	ALCAR	2013	0,015	0,342	0,042
		2014	0,019	0,351	0,055
		2015	0,018	0,361	0,051
9	ALKIM	2013	0,010	0,267	0,036
		2014	0,011	0,342	0,032
		2015	0,009	0,345	0,025
10	ANACM	2013	0,407	1,000	0,407
		2014	0,938	1,000	0,938
		2015	0,414	0,556	0,745
11	ARCLK	2013	0,130	0,271	0,480
		2014	0,156	0,284	0,550
		2015	0,133	0,286	0,464
12	ASCEL	2013	0,038	0,281	0,136
		2014	0,038	0,262	0,145
		2015	0,069	0,257	0,266
13	ASLAN	2013	0,006	0,368	0,016
		2014	0,006	0,401	0,014
		2015	0,007	0,330	0,021
14	ASUZU	2013	0,028	0,408	0,068
		2014	0,025	0,150	0,169
		2015	0,053	0,241	0,222

EK-1. (Devam) Çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları

No	Firma Adı	Yıl	Genel	Birinci Aşama	İkinci Aşama
15	AYGAZ	2013	0,001	0,076	0,010
		2014	0,001	0,117	0,011
		2015	0,001	0,102	0,005
16	BAGFS	2013	0,039	0,078	0,508
		2014	0,037	0,491	0,074
		2015	0,020	0,831	0,025
17	BAKAB	2013	0,018	0,282	0,063
		2014	0,021	0,293	0,072
		2015	0,055	0,230	0,239
18	BASCM	2013	0,015	0,392	0,039
		2014	0,011	0,372	0,030
		2015	0,013	0,364	0,036
19	BFREN	2013	0,002	0,270	0,006
		2014	0,002	0,270	0,008
		2015	0,002	0,275	0,006
20	BLCYT	2013	0,010	0,613	0,016
		2014	0,005	0,474	0,011
		2015	0,004	0,538	0,008
21	BOLUC	2013	0,010	0,312	0,031
		2014	0,007	0,363	0,018
		2015	0,007	0,356	0,021
22	BOSSA	2013	0,054	0,401	0,135
		2014	0,113	0,413	0,273
		2015	0,039	0,361	0,108
23	BRISA	2013	0,040	0,324	0,123
		2014	0,040	0,322	0,123
		2015	0,054	0,385	0,142
24	BRSAN	2013	0,200	0,548	0,365
		2014	0,302	0,397	0,761
		2015	0,387	0,387	1,000
25	BSOKE	2013	0,018	0,610	0,029
		2014	0,006	0,493	0,013
		2015	0,014	0,672	0,021
26	BTCIM	2013	0,026	0,355	0,073
		2014	0,017	0,389	0,044
		2015	0,026	0,383	0,067
27	BUCIM	2013	0,022	0,288	0,077
		2014	0,016	0,305	0,054
		2015	0,022	0,305	0,071
28	CCOLA	2013	0,048	0,378	0,126
		2014	0,062	0,297	0,208
		2015	0,107	0,174	0,614

EK-1. (Devam) Çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları

No	Firma Adı	Yıl	Genel	Birinci Aşama	İkinci Aşama
29	CEMETS	2013	0,018	0,286	0,064
		2014	0,022	0,339	0,064
		2015	0,034	0,275	0,122
30	CIMSA	2013	0,023	0,539	0,043
		2014	0,028	0,359	0,077
		2015	0,030	0,363	0,082
31	CMENT	2013	0,011	0,444	0,024
		2014	0,004	0,535	0,007
		2015	0,008	0,542	0,015
32	COMDO	2013	0,070	0,258	0,270
		2014	0,086	0,335	0,257
		2015	0,086	0,351	0,244
33	DERIM	2013	0,013	0,172	0,078
		2014	0,011	0,171	0,067
		2015	0,014	0,227	0,061
34	DEVA	2013	0,050	0,414	0,122
		2014	0,144	0,454	0,317
		2015	0,033	0,342	0,096
35	DGZTE	2013	0,021	0,717	0,029
		2014	0,016	0,760	0,022
		2015	0,007	0,584	0,013
36	DMSAS	2013	0,032	0,085	0,380
		2014	0,021	0,270	0,079
		2015	0,023	0,314	0,074
37	DOBUR	2013	0,009	0,189	0,046
		2014	0,005	0,284	0,019
		2015	0,011	0,326	0,034
38	DYOBY	2013	0,055	0,274	0,200
		2014	0,042	0,236	0,176
		2015	0,260	0,617	0,422
39	EGEEN	2013	0,003	0,246	0,011
		2014	0,003	0,272	0,009
		2015	0,003	0,295	0,010
40	EGPRO	2013	0,019	0,297	0,065
		2014	0,019	0,309	0,062
		2015	0,027	0,343	0,078
41	EGSER	2013	0,011	0,323	0,034
		2014	0,009	0,303	0,029
		2015	0,009	0,327	0,027
42	EMKEL	2013	0,013	0,292	0,043
		2014	0,012	0,338	0,037
		2015	0,016	0,444	0,035

EK-1. (Devam) Çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları

No	Firma Adı	Yıl	Genel	Birinci Aşama	İkinci Aşama
43	ERBOS	2013	0,008	0,248	0,032
		2014	0,007	0,265	0,026
		2015	0,010	0,277	0,035
44	EREGL	2013	0,428	0,428	1,000
		2014	0,038	0,374	0,101
		2015	0,057	0,389	0,147
45	FMIZP	2013	0,001	0,415	0,003
		2014	0,001	0,303	0,003
		2015	0,001	0,328	0,002
46	FROTO	2013	0,254	0,400	0,635
		2014	0,369	0,513	0,719
		2015	0,355	0,511	0,696
47	GEDZA	2013	0,001	0,291	0,004
		2014	0,001	0,294	0,005
		2015	0,003	0,344	0,009
48	GENTS	2013	0,012	0,338	0,035
		2014	0,017	0,318	0,054
		2015	0,030	0,417	0,073
49	GOLTS	2013	0,012	0,292	0,041
		2014	0,013	0,415	0,030
		2015	0,030	0,239	0,128
50	GOODY	2013	0,029	0,246	0,118
		2014	0,041	0,263	0,156
		2015	0,041	0,270	0,153
51	GUBRF	2013	0,062	0,392	0,158
		2014	0,056	0,386	0,145
		2015	0,110	0,449	0,245
52	HEKTS	2013	0,006	0,323	0,018
		2014	0,006	0,310	0,018
		2015	0,005	0,280	0,019
53	HZNDR	2013	0,001	0,102	0,009
		2014	0,001	0,128	0,006
		2015	0,001	0,143	0,007
54	IZOCM	2013	0,008	0,225	0,034
		2014	0,005	0,310	0,017
		2015	0,009	0,222	0,041
55	JANTS	2013	0,005	0,191	0,028
		2014	0,004	0,288	0,012
		2015	0,007	0,251	0,029
56	KARTN	2013	0,008	0,436	0,018
		2014	0,032	1,000	0,032
		2015	0,034	0,779	0,044

EK-1. (Devam) Çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları

No	Firma Adı	Yıl	Genel	Birinci Aşama	İkinci Aşama
57	KLMSN	2013	0,018	0,292	0,061
		2014	0,023	0,352	0,066
		2015	0,015	0,353	0,042
58	KNFRT	2013	0,003	0,203	0,012
		2014	0,001	0,284	0,005
		2015	0,002	0,363	0,006
59	KONYA	2013	0,012	0,392	0,031
		2014	0,009	0,370	0,023
		2015	0,013	0,408	0,031
60	KORDS	2013	0,179	0,360	0,497
		2014	0,115	0,403	0,285
		2015	0,098	0,361	0,271
61	KRSTL	2013	0,016	0,450	0,036
		2014	0,151	0,523	0,289
		2015	0,027	0,354	0,076
62	KUTPO	2013	0,001	0,085	0,010
		2014	0,001	0,196	0,005
		2015	0,001	0,096	0,010
63	MRDIN	2013	0,006	0,350	0,016
		2014	0,006	0,421	0,014
		2015	0,007	0,456	0,015
64	NUHCM	2013	0,049	0,385	0,128
		2014	0,028	0,378	0,074
		2015	0,025	0,340	0,074
65	OTKAR	2013	0,049	0,326	0,151
		2014	0,051	0,343	0,150
		2015	0,069	0,391	0,176
66	PARSN	2013	0,038	0,716	0,053
		2014	0,022	0,621	0,035
		2015	0,047	0,726	0,065
67	PETUN	2013	0,021	0,329	0,063
		2014	0,023	0,337	0,067
		2015	0,020	0,372	0,054
68	PNSUT	2013	0,032	0,366	0,086
		2014	0,034	0,380	0,089
		2015	0,052	0,379	0,137
69	PRKAB	2013	0,127	0,350	0,364
		2014	0,122	0,328	0,373
		2015	0,105	0,310	0,339
70	ROYAL	2013	0,012	0,321	0,039
		2014	0,014	0,409	0,034
		2015	0,024	0,314	0,075

EK-1. (Devam) Çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları

No	Firma Adı	Yıl	Genel	Birinci Aşama	İkinci Aşama
71	SARKY	2013	0,108	0,124	0,871
		2014	0,138	0,138	1,000
		2015	0,108	0,130	0,828
72	SASA	2013	0,026	0,124	0,214
		2014	0,004	0,196	0,021
		2015	0,004	0,207	0,019
73	SAYAS	2013	0,003	0,306	0,009
		2014	0,003	0,458	0,007
		2015	0,005	0,306	0,018
74	SNPAM	2013	0,010	0,967	0,011
		2014	0,011	1,000	0,011
		2015	0,007	1,000	0,007
75	SODA	2013	0,042	0,381	0,109
		2014	0,036	0,447	0,081
		2015	0,047	0,476	0,099
76	TBORG	2013	0,018	0,321	0,055
		2014	0,001	0,331	0,004
		2015	0,001	0,352	0,004
77	TIRE	2013	0,179	0,289	0,620
		2014	0,069	0,249	0,279
		2015	0,222	0,303	0,731
78	TMPOL	2013	0,002	0,074	0,031
		2014	0,002	0,272	0,007
		2015	0,003	0,231	0,012
79	TMSN	2013	0,009	0,251	0,036
		2014	0,024	0,247	0,096
		2015	0,018	0,291	0,063
80	TOASO	2013	0,034	0,295	0,115
		2014	0,031	0,320	0,096
		2015	0,032	0,338	0,095
81	TRKCM	2013	0,212	0,677	0,314
		2014	0,151	0,714	0,212
		2015	0,310	0,778	0,398
82	TTRAK	2013	0,028	0,210	0,133
		2014	0,049	0,241	0,203
		2015	0,053	0,230	0,230
83	TUPRS	2013	0,045	0,226	0,198
		2014	0,036	0,230	0,158
		2015	0,021	0,240	0,086
84	ULKER	2013	0,127	0,428	0,297
		2014	0,129	0,424	0,303
		2015	0,129	0,431	0,300

EK-1. (Devam) Çok periyotlu iki aşamalı VZA sonuçları

No	Firma Adı	Yıl	Genel	Birinci Aşama	İkinci Aşama
85	UNYEC	2013	0,007	0,359	0,021
		2014	0,007	0,378	0,019
		2015	0,009	0,383	0,022
86	VESBE	2013	0,045	0,186	0,243
		2014	0,026	0,230	0,112
		2015	0,022	0,215	0,100
87	YATAS	2013	0,035	0,160	0,216
		2014	0,027	0,270	0,100
		2015	0,031	0,270	0,113
88	YBTAS	2013	0,002	0,327	0,005
		2014	0,002	0,352	0,005
		2015	0,002	0,375	0,006
89	YONGA	2013	0,006	0,226	0,026
		2014	0,008	0,231	0,034
		2015	0,007	0,244	0,027
90	YUNSA	2013	0,015	0,239	0,064
		2014	0,013	0,320	0,040
		2015	0,031	0,182	0,173

EK-2. 2013-2015 Malmquist endeks genel sonuçları

No	Firma Adı	ED	TED	SED	ÖE	TFV
1	ACSEL	0,555	0,636	0,900	0,616	0,353
2	ADANA	0,186	0,668	0,787	0,237	0,124
3	ADEL	0,533	0,872	0,800	0,666	0,465
4	AEFES	0,645	0,971	0,717	0,900	0,626
5	AFYON	0,689	0,984	0,724	0,951	0,678
6	AKNS	0,434	1,100	0,389	1,114	0,478
7	AKSA	0,959	0,742	1,000	0,959	0,711
8	ALCAR	1,336	0,666	1,000	1,336	0,889
9	ALKIM	0,958	0,722	0,661	1,451	0,692
10	ANACM	0,225	1,164	0,272	0,827	0,262
11	ARCLK	0,711	1,043	0,547	1,300	0,742
12	ASCEL	0,722	1,048	0,532	1,357	0,756
13	ASLAN	0,651	1,027	1,066	0,611	0,669
14	ASUZU	0,319	1,003	0,463	0,688	0,320
15	AYGAZ	0,304	1,491	0,533	0,571	0,453
16	BAGFS	1,054	0,949	1,242	0,849	1,000
17	BAKAB	1,082	0,776	1,156	0,936	0,840
18	BASCM	0,770	0,836	0,764	1,008	0,644
19	BFREN	0,327	0,727	0,372	0,878	0,238
20	BLCYT	0,341	0,729	0,376	0,905	0,248
21	BOLUC	0,366	0,720	0,383	0,954	0,263
22	BOSSA	0,900	0,733	0,915	0,985	0,660
23	BRISA	1,030	0,707	1,070	0,963	0,728
24	BRSAN	0,737	0,862	0,838	0,879	0,635
25	BSOKE	0,672	0,717	0,888	0,757	0,482
26	BTCIM	0,823	0,775	0,94	0,876	0,638
27	BUCIM	0,718	0,849	0,851	0,844	0,610
28	COLA	4,630	0,869	3,969	1,166	4,022
29	CEMTS	22,237	0,795	10,42	2,134	17,682
30	CIMSA	11,439	0,838	9,878	1,158	9,581
31	CMENT	0,411	0,792	0,527	0,780	0,325
32	COMDO	0,407	0,776	0,519	0,784	0,316
33	DERIM	0,399	0,759	0,282	1,418	0,303
34	DEVA	1,980	1,436	4,070	0,486	2,842
35	DGZTE	4,633	1,688	4,114	1,126	7,822
36	DMSAS	5,448	1,547	4,553	1,197	8,430
37	DOBUR	1,070	0,912	1,033	1,036	0,977
38	DYOBY	1,050	0,973	0,822	1,278	1,022
39	EGEEN	0,983	0,919	0,796	1,234	0,903
40	EGPRO	1,659	0,907	0,952	1,744	1,504
41	EGSER	4,054	1,140	4,047	1,002	4,622
42	EMKEL	6,995	1,084	4,550	1,538	7,584
43	ERBOS	0,293	0,753	0,277	1,055	0,220
44	EREGL	0,362	0,747	0,337	1,074	0,270
45	FMIZP	0,261	0,777	0,262	0,995	0,203

EK-2. (Devam) 2013-2015 Malmquist endeks genel sonuçları

No	Firma Adı	ED	TED	SED	ÖE	TFV
46	FROTO	1,865	0,514	2,586	0,721	0,958
47	GEDZA	2,372	1,627	2,206	1,075	3,858
48	GENTS	1,161	1,417	1,000	1,161	1,646
49	GOLTS	0,513	0,792	0,924	0,555	0,406
50	GOODY	1,085	0,672	1,039	1,044	0,729
51	GUBRF	0,753	0,798	0,976	0,772	0,601
52	HEKTS	1,828	1,038	1,761	1,038	1,898
53	HZNDR	1,533	0,960	1,532	1,001	1,473
54	IZOCM	1,665	0,881	1,740	0,957	1,466
55	JANTS	0,726	0,636	1,112	0,653	0,461
56	KARTN	0,488	0,704	0,604	0,808	0,343
57	KLMSN	0,476	0,709	0,543	0,876	0,338
58	KNFRT	1,422	1,065	1,013	1,404	1,515
59	KONYA	1,333	1,024	0,807	1,652	1,365
60	KORDS	1,301	1,053	0,752	1,732	1,371
61	KRSTL	0,144	1,011	0,159	0,901	0,145
62	KUTPO	0,144	0,992	0,127	1,129	0,143
63	MRDIN	0,115	1,050	0,119	0,971	0,121
64	NUHCM	2,101	0,881	6,413	0,328	1,852
65	OTKAR	2,809	0,890	5,571	0,504	2,500
66	PARSN	1,567	0,941	4,800	0,327	1,475
67	PETUN	3,635	0,939	3,401	1,069	3,415
68	PNSUT	3,830	0,939	2,65	1,445	3,597
69	PRKAB	4,538	0,974	3,224	1,407	4,419
70	ROYAL	1,094	0,838	0,715	1,530	0,917
71	SARKY	1,163	0,796	0,800	1,454	0,926
72	SASA	1,164	0,760	0,829	1,404	0,884
73	SAYAS	1,257	0,881	1,264	0,994	1,107
74	SNPAM	1,053	0,840	0,862	1,222	0,884
75	SODA	0,930	0,888	0,769	1,210	0,826
76	TBORG	2,250	1,415	3,260	0,690	3,183
77	TIRE	2,688	1,424	2,809	0,957	3,827
78	TMPOL	2,980	1,407	2,980	1,000	4,191
79	TMSN	1,127	0,824	1,397	0,807	0,928
80	TOASO	1,047	0,816	1,197	0,875	0,854
81	TRKCM	1,155	0,793	1,255	0,92	0,916
82	TTRAK	1,121	1,787	1,000	1,121	2,003
83	TUPRS	1,461	1,732	1,173	1,246	2,530
84	ULKER	1,594	1,936	1,173	1,360	3,086
85	UNYEC	3,018	1,253	2,794	1,080	3,782
86	VESBE	2,791	1,404	2,707	1,031	3,920
87	YATAS	4,212	1,293	3,032	1,389	5,445
88	YBTAS	1,033	0,995	0,734	1,408	1,028
89	YONGA	1,609	0,890	1,698	0,948	1,432
90	YUNSA	0,834	1,004	0,629	1,326	0,838

EK-3. (Devam) 2013-2015 Malmquist endeks birinci aşama sonuçları

No	Firma Adı	ED	TED	SED	ÖE	TFV
1	ACSEL	0,700	1,158	0,903	0,775	0,810
2	ADANA	0,697	1,204	0,850	0,820	0,840
3	ADEL	0,810	1,249	0,891	0,909	1,012
4	AEFES	0,899	1,227	0,902	0,996	1,103
5	AFYON	0,875	1,190	0,876	1,000	1,042
6	AKCNS	0,834	1,166	0,835	0,998	0,972
7	AKSA	0,623	1,061	0,688	0,906	0,661
8	ALCAR	0,626	1,142	0,688	0,909	0,715
9	ALKIM	0,614	1,072	0,686	0,895	0,658
10	ANACM	0,887	1,013	0,857	1,035	0,898
11	ARCLK	0,860	0,996	0,859	1,002	0,856
12	ASCEL	0,867	0,991	0,836	1,037	0,859
13	ASLAN	1,018	1,130	1,007	1,011	1,151
14	ASUZU	1,024	1,175	1,000	1,024	1,203
15	AYGAZ	1,459	1,318	1,162	1,255	1,923
16	BAGFS	0,552	1,202	0,590	0,935	0,664
17	BAKAB	0,570	1,197	0,596	0,957	0,683
18	BASCM	0,515	1,155	0,543	0,949	0,595
19	BFREN	1,177	1,084	0,826	1,425	1,277
20	BLCYT	1,130	1,115	0,824	1,371	1,260
21	BOLUC	1,206	1,100	0,830	1,453	1,327
22	BOSSA	0,979	0,963	0,985	0,994	0,943
23	BRISA	0,941	0,951	0,947	0,993	0,895
24	BRSAN	0,924	0,918	0,930	0,994	0,848
25	BSOKE	1,093	1,213	1,082	1,011	1,326
26	BTCIM	1,028	1,312	1,021	1,007	1,349
27	BUCIM	1,071	1,436	1,054	1,016	1,538
28	COLLA	1,140	1,074	1,083	1,053	1,224
29	CEMTS	1,460	1,668	1,367	1,068	2,435
30	CIMSA	1,525	1,630	1,418	1,075	2,486
31	CMENT	1,048	1,337	1,043	1,006	1,402
32	COMDO	1,017	1,344	1,011	1,005	1,366
33	DERIM	1,000	1,332	1,000	1,000	1,332
34	DEVA	0,903	1,227	1,092	0,827	1,108
35	DGZTE	0,869	1,191	1,000	0,869	1,035
36	DMSAS	0,973	1,186	1,180	0,825	1,154
37	DOBUR	0,743	1,327	1,017	0,731	0,986
38	DYOBY	0,620	1,190	0,799	0,776	0,738
39	EGEEN	0,886	1,170	0,965	0,918	1,037
40	EGPRO	0,439	1,374	0,818	0,536	0,603
41	EGSER	0,456	1,148	0,789	0,577	0,523
42	EMKEL	0,472	1,080	0,770	0,613	0,510
43	ERBOS	0,691	1,202	0,734	0,942	0,831
44	EREGL	0,696	1,174	0,869	0,801	0,817
45	FMIZP	0,717	1,231	0,968	0,741	0,883

EK-3. (Devam) 2013-2015 Malmquist endeks birinci aşama sonuçları

No	Firma Adı	ED	TED	SED	ÖE	TFV
46	FROTO	1,000	1,195	1,000	1,000	1,195
47	GEDZA	0,913	1,223	1,040	0,877	1,116
48	GENTS	0,822	1,197	0,991	0,830	0,985
49	GOLTS	1,065	1,246	1,080	0,986	1,327
50	GOODY	0,983	1,255	0,996	0,986	1,233
51	GUBRF	0,930	1,242	0,937	0,992	1,155
52	HEKTS	0,564	1,399	1,038	0,543	0,789
53	HZNDR	0,542	1,436	0,945	0,573	0,778
54	IZOCM	0,555	1,401	0,854	0,650	0,778
55	JANTS	0,824	1,255	0,846	0,974	1,034
56	KARTN	0,857	1,261	0,873	0,981	1,080
57	KLMSN	0,969	1,179	0,987	0,982	1,143
58	KNFRT	1,406	1,324	1,462	0,962	1,862
59	KONYA	1,076	1,293	1,142	0,943	1,391
60	KORDS	1,125	1,363	1,195	0,941	1,533
61	KRSTL	0,645	1,190	0,803	0,803	0,768
62	KUTPO	0,690	1,216	0,982	0,703	0,839
63	MRDIN	0,673	1,182	1,000	0,673	0,796
64	NUHCM	1,281	1,186	1,280	1,000	1,519
65	OTKAR	1,190	1,204	1,172	1,015	1,432
66	PARSN	1,384	1,193	1,383	1,001	1,651
67	PETUN	1,004	1,409	1,000	1,004	1,415
68	PNSUT	0,985	1,406	0,980	1,005	1,385
69	PRKAB	0,960	1,424	0,919	1,045	1,368
70	ROYAL	0,789	1,176	1,083	0,728	0,928
71	SARKY	0,725	1,183	0,980	0,740	0,858
72	SASA	0,704	1,168	1,000	0,704	0,822
73	SAYAS	1,038	1,318	1,044	0,994	1,368
74	SNPAM	0,969	1,272	0,990	0,979	1,233
75	SODA	1,009	1,285	1,014	0,995	1,297
76	TBORG	1,006	1,473	1,292	0,779	1,482
77	TIRE	0,955	1,453	1,228	0,778	1,387
78	TMPOL	0,949	1,533	1,235	0,768	1,455
79	TMSN	0,928	1,179	0,945	0,981	1,094
80	TOASO	0,948	1,186	0,953	0,994	1,124
81	TRKCM	1,077	1,184	1,076	1,001	1,275
82	TTRAK	1,092	1,862	1,019	1,071	2,033
83	TUPRS	1,035	1,975	1,000	1,035	2,044
84	ULKER	1,076	1,978	1,000	1,076	2,128
85	UNYEC	1,035	1,423	1,033	1,002	1,472
86	VESBE	1,001	1,507	1,000	1,001	1,509
87	YATAS	1,053	1,541	1,050	1,002	1,623
88	YBTAS	0,948	1,248	0,950	0,998	1,183
89	YONGA	0,914	1,224	0,916	0,998	1,118
90	YUNSA	0,856	1,211	0,864	0,991	1,036

EK-4. (Devam) 2013-2015 Malmquist endeks ikinci aşama sonuçları

No	Firma Adı	ED	TED	SED	ÖE	TFV
1	ACSEL	0,215	1,412	0,319	0,674	0,304
2	ADANA	0,109	1,585	0,325	0,336	0,173
3	ADEL	0,303	1,712	0,305	0,994	0,519
4	AEFES	0,417	1,752	0,136	3,074	0,731
5	AFYON	0,433	1,981	0,265	1,633	0,858
6	AKCNS	0,279	2,030	0,055	5,043	0,566
7	AKSA	0,664	1,823	1,000	0,664	1,211
8	ALCAR	1,115	1,169	1,946	0,573	1,304
9	ALKIM	0,755	1,382	0,335	2,252	1,043
10	ANACM	0,037	2,182	0,032	1,131	0,08
11	ARCLK	0,121	1,731	0,095	1,269	0,209
12	ASCEL	0,142	1,726	0,114	1,239	0,244
13	ASLAN	0,233	2,118	3,712	0,063	0,494
14	ASUZU	0,111	1,937	0,027	4,143	0,215
15	AYGAZ	0,092	2,475	0,031	2,939	0,228
16	BAGFS	1,112	1,112	0,540	2,060	1,237
17	BAKAB	1,124	1,153	0,254	4,432	1,296
18	BASCM	0,901	1,254	0,200	4,513	1,130
19	BFREN	0,041	1,618	0,045	0,909	0,067
20	BLCYT	0,042	1,621	0,043	0,967	0,068
21	BOLUC	0,046	1,642	0,046	0,997	0,076
22	BOSSA	0,397	1,969	0,418	0,951	0,782
23	BRISA	0,467	2,185	0,483	0,966	1,020
24	BRSAN	0,358	1,945	0,456	0,785	0,696
25	BSOKE	0,224	2,005	0,379	0,591	0,449
26	BTCIM	0,233	1,969	0,371	0,627	0,458
27	BUCIM	0,208	1,872	0,164	1,264	0,389
28	COLLA	1,907	1,712	1,656	1,152	3,266
29	CEMTS	3,387	1,840	1,542	2,196	6,232
30	CIMSA	1,884	1,818	1,523	1,237	3,425
31	CMENT	0,076	1,761	0,091	0,835	0,133
32	COMDO	0,069	1,986	0,105	0,656	0,137
33	DERIM	0,071	1,943	0,051	1,407	0,138
34	DEVA	13,045	1,267	17,176	0,759	16,522
35	DGZTE	21,029	1,677	19,53	1,077	35,257
36	DMSAS	31,417	1,747	19,147	1,641	54,883
37	DOBUR	1,037	1,364	0,197	5,268	1,414
38	DYOBY	0,966	1,576	0,162	5,975	1,523
39	EGEEN	0,548	1,659	0,107	5,118	0,908
40	EGPRO	2,829	1,02	0,692	4,089	2,886
41	EGSER	6,06	1,091	12,095	0,501	6,610
42	EMKEL	10,622	1,102	23,079	0,460	11,706
43	ERBOS	0,069	1,145	0,063	1,085	0,079
44	EREGL	0,089	1,181	0,244	0,363	0,105
45	FMIZP	0,063	1,057	0,079	0,797	0,066

EK-4. (Devam) 2013-2015 Malmquist endeks ikinci aşama sonuçları

No	Firma Adı	ED	TED	SED	ÖE	TFV
46	FROTO	0,750	1,772	13,715	0,055	1,329
47	GEDZA	12,531	1,932	12,394	1,011	24,206
48	GENTS	6,128	1,890	1,000	6,128	11,582
49	GOLTS	0,255	1,509	0,450	0,566	0,385
50	GOODY	0,395	1,576	0,489	0,809	0,623
51	GUBRF	0,429	1,378	0,510	0,842	0,591
52	HEKTS	3,177	1,433	1,936	1,640	4,553
53	HZNDR	5,348	1,540	1,494	3,579	8,235
54	IZOCM	3,174	1,505	1,262	2,515	4,776
55	JANTS	0,383	1,634	0,511	0,750	0,626
56	KARTN	0,238	1,497	0,091	2,619	0,356
57	KLMSN	0,173	1,347	0,044	3,921	0,233
58	KNFRT	1,588	1,839	0,840	1,891	2,920
59	KONYA	1,909	1,766	0,523	3,653	3,372
60	KORDS	1,813	1,922	0,576	3,148	3,485
61	KRSTL	0,135	1,602	0,035	3,817	0,217
62	KUTPO	0,134	1,491	0,019	6,949	0,200
63	MRDIN	0,110	1,598	0,023	4,788	0,175
64	NUHCM	0,570	2,181	14,549	0,039	1,245
65	OTKAR	0,737	2,124	12,094	0,061	1,565
66	PARSN	0,386	2,020	14,274	0,027	0,779
67	PETUN	6,900	2,073	1,490	4,632	14,301
68	PNSUT	6,577	2,086	1,089	6,038	13,723
69	PRKAB	7,183	2,021	1,522	4,720	14,517
70	ROYAL	0,657	1,670	0,464	1,417	1,097
71	SARKY	0,857	1,676	0,547	1,566	1,437
72	SASA	1,008	1,627	0,592	1,702	1,640
73	SAYAS	0,719	1,308	1,000	0,719	0,941
74	SNPAM	0,597	1,376	0,465	1,284	0,822
75	SODA	0,559	1,307	0,120	4,660	0,731
76	TBORG	11,315	1,488	12,977	0,872	16,842
77	TIRE	10,619	1,742	2,822	3,763	18,501
78	TMPOL	13,452	1,608	3,439	3,911	21,637
79	TMSN	0,572	1,964	0,908	0,629	1,123
80	TOASO	0,407	2,154	0,263	1,547	0,876
81	TRKCM	0,431	2,119	0,748	0,577	0,914
82	TTRAK	0,231	1,349	0,171	1,354	0,312
83	TUPRS	0,354	1,472	1,300	0,273	0,522
84	ULKER	0,393	1,356	0,721	0,545	0,533
85	UNYEC	2,671	1,473	11,239	0,238	3,935
86	VESBE	2,381	1,484	6,680	0,356	3,533
87	YATAS	3,603	1,535	12,095	0,298	5,531
88	YBTAS	0,590	1,404	0,076	7,714	0,828
89	YONGA	0,929	1,526	0,230	4,047	1,418
90	YUNSA	0,671	1,298	0,181	3,708	0,872

EK-5. Girdi, süreç ve çıktı değişkenleri bakımından küme dağılımı

No	Firma Adı	Küme Kodu	No	Firma Adı	Küme Kodu
1	ACSEL	1	46	FROTO	3
2	ADANA	1	47	GEDZA	1
3	ADEL	1	48	GENTS	1
4	AEFES	1	49	GOLTS	1
5	AFYON	1	50	GOODY	1
6	AKCNS	4	51	GUBRF	2
7	AKSA	1	52	HEKTS	1
8	ALCAR	1	53	HZNDR	1
9	ALKIM	1	54	IZOCM	1
10	ANACM	2	55	JANTS	1
11	ARCLK	1	56	KARTN	1
12	ASCEL	1	57	KLMSN	1
13	ASLAN	1	58	KNFRT	1
14	ASUZU	1	59	KONYA	1
15	AYGAZ	1	60	KORDS	4
16	BAGFS	1	61	KRSTL	1
17	BAKAB	1	62	KUTPO	1
18	BASCM	1	63	MRDIN	1
19	BFREN	1	64	NUHCM	4
20	BLCYT	1	65	OTKAR	4
21	BOLUC	1	66	PARSN	1
22	BOSSA	1	67	PETUN	1
23	BRISA	4	68	PNSUT	1
24	BRSAN	2	69	PRKAB	1
25	BSOKE	1	70	ROYAL	1
26	BTCIM	1	71	SARKY	4
27	BUCIM	1	72	SASA	1
28	CCOLA	1	73	SAYAS	1
29	CEMTS	1	74	SNPAM	1
30	CIMSA	4	75	SODA	4
31	CMENT	1	76	TBORG	1
32	COMDO	1	77	TIRE	1
33	DERIM	1	78	TMPO	1
34	DEVA	1	79	TMSN	1
35	DGZTE	1	80	TOASO	1
36	DMSAS	1	81	TRKCM	5
37	DOBUR	1	82	TTRAK	4
38	DYOBY	1	83	TUPRS	1
39	EGEEN	1	84	ULKER	2
40	EGPRO	1	85	UNYEC	1
41	EGSER	1	86	VESBE	1
42	EMKEL	1	87	YATAS	1
43	ERBOS	1	88	YBTAS	1
44	EREGL	5	89	YONGA	1
45	FMIZP	1	90	YUNSA	1

EK-6. Çok periyotlu iki aşamalı VZA etkinlikleri bakımından küme dağılımı

No	Firma Adı	Küme Kodu	No	Firma Adı	Küme Kodu
1	ACSEL	1	46	FROTO	3
2	ADANA	1	47	GEDZA	1
3	ADEL	1	48	GENTS	1
4	AEFES	2	49	GOLTS	1
5	AFYON	1	50	GOODY	1
6	AKCNS	1	51	GUBRF	2
7	AKSA	1	52	HEKTS	1
8	ALCAR	1	53	HZNDR	1
9	ALKIM	1	54	IZOCM	1
10	ANACM	5	55	JANTS	1
11	ARCLK	2	56	KARTN	1
12	ASCEL	1	57	KLMSN	1
13	ASLAN	1	58	KNFRT	1
14	ASUZU	1	59	KONYA	1
15	AYGAZ	1	60	KORDS	2
16	BAGFS	1	61	KRSTL	1
17	BAKAB	1	62	KUTPO	1
18	BASCM	1	63	MRDIN	1
19	BFREN	1	64	NUHCM	1
20	BLCYT	1	65	OTKAR	1
21	BOLUC	1	66	PARSN	1
22	BOSSA	1	67	PETUN	1
23	BRISA	1	68	PNSUT	1
24	BRSAN	3	69	PRKAB	2
25	BSOKE	1	70	ROYAL	1
26	BTCIM	1	71	SARKY	2
27	BUCIM	1	72	SASA	1
28	COLLA	2	73	SAYAS	1
29	CEMTS	1	74	SNPAM	1
30	CIMSA	1	75	SODA	1
31	CMENT	1	76	TBORG	1
32	COMDO	2	77	TIRE	2
33	DERIM	1	78	TMPOL	1
34	DEVA	1	79	TMSN	1
35	DGZTE	1	80	TOASO	1
36	DMSAS	1	81	TRKCM	4
37	DOBUR	1	82	TTRAK	1
38	DYOBY	2	83	TUPRS	1
39	EGEEN	1	84	ULKER	2
40	EGPRO	1	85	UNYEC	1
41	EGSER	1	86	VESBE	1
42	EMKEL	1	87	YATAS	1
43	ERBOS	1	88	YBTAS	1
44	EREGL	4	89	YONGA	1
45	FMIZP	1	90	YUNSA	1

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : APAYDIN AVŞAR, Başak
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 12.03.1989, Ankara
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (545) 645 91 25
 E-mail : bapaydin89@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /İstatistik Bölümü	Halen
Lisans	Gazi Üniversitesi /İstatistik Bölümü	2011
Lise	Etimesgut Lisesi	2006

İş Deneyimi

Yıl	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
2015-Halen	T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	San. ve Tek. Uzman Yrd.
2013-2014	T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu	Denetmen Yardımcısı

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

1. Apaydın Avşar, B., Ebeğil, M., Örkü, H. H. (11-13 May 2017). *The Efficiency Investigation of Turkish Manufacturing Industry by Multi-Period Two-Stage Data Envelopment Analysis*, International Conference on Mathematics and Mathematics Education (ICMME-2017), Şanlıurfa.
2. Apaydın Avşar, B., Ebeğil, M., Örkü, H. H. (24-26 May 2017). *Efficiency Analysis Of Manufacturing Firms In Turkey: The Application Of Malmquist Index*, IRSYSC 2017–3rd International Researchers Statisticians And Young Statisticians Congress, Konya.

Hobiler

Mandala, taş boyama, örgü işleri





GAZİ GELECEKTİR..