

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

TÜRKİYE İMALAT SANAYİSİNDE ÖLÇEK ETKİSİ:
STOKASTİK META-FRONTİER ANALİZİ

Saeid HAJİ HASSANİ ASL

Danışman
Prof. Dr. Recep KÖK

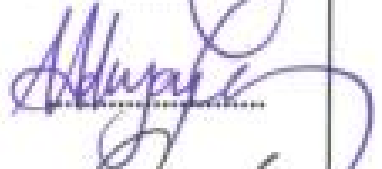
İzmir - 2013

DOKTORA
TEZ ONAY SAYFASI

2009800478

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : Saeid HAJI HASSANI ASL
Tez Başlığı : Türkiye İmalat Sanayisinde Ölçek Etkisi: Stokastik Meta - Frontier Analizi
Savunma Tarihi : 13.02.2013
Danışmanı : Prof.Dr.Recep KÖK

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Prof.Dr.Recep KÖK	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Prof.Dr.Hüseyin Ayni EGELİ	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Doç.Dr.Hakan KAHYAOĞLU	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Doç.Dr.Nevzat ŞİMŞEK	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Prof.Dr.Ertuğrul DELİKTAŞ	EGE ÜNİVERSİTESİ	

Oybirliği (X)

Oy Çokluğu ()

Saeid HAJI HASSANI ASL tarafından hazırlanmış ve sunulmuş "Türkiye İmalat Sanayisinde Ölçek Etkisi: Stokastik Meta - Frontier Analizi" başlıklı tezi kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Utku UTKULU
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “**Türkiye İmalat Sanayisinde Ölçek Etkisi: Stokastik Meta-Frontier Analizi**” adlı çalışmanın tarafımdan akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

..../..../.....

Saeid HAJİ HASSANİ ASL

imza

ÖZET

Doktora Tezi

Türkiye İmalat Sanayisinde Ölçek Etkisi: Stokastik Meta-Frontier Analizi

Saeid HAJİ HASSANİ ASL

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İktisat Anabilim Dalı

İktisat Programı

Bu çalışmanın temel amacı Türkiye imalat sanayinde faaliyet gösteren firmaların etkinlik göstergelerinden hareketle, ölçek farklılığının firma performansı üzerindeki etkisini analiz etmektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın temel hipotezleri şudur: “*Grup analizine göre büyük ölçekli firmalar, küçük ölçekli firmalara göre daha etkindir*” ve “*firmalar arasındaki teknoloji açığı endüstriyel etkinlik farkına yol açmaktadır*”.

Çalışmaya konu olan veri tabanı, İstanbul OSB’lerine ait anket bulgularından(2006); 2005-2010 dönemine ait Türkiye imalat sanayisinde faaliyet gösteren İMKB’ye kayıtlı firmaların bilanço ve gelir tablolarından sağlanmıştır. Betimsel analizlere yönelik veri tabanı ise TÜİK ve TKB’den elde edilmiştir. Analiz yöntemi olarak stokastik frontierin yanı sıra meta-frontier analizlerinden yararlanılmıştır.

Özetle Çalışmanın analitik bulguları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, GİTAS ve PKPAS hariç, diğer alt sektörlerde ölçeğe göre artan getiri koşullarında yapılan üretim etkinsizliği önemli ölçüde optimal üretim ölçeğinin altında yürütülen faaliyetlerden kaynaklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Teknik Etkinlik, Teknoloji Açığı, Stokastik Frontier Analizi, Meta-Frontier, Türkiye İmalat Sanayi.

ABSTRACT
Doctoral Thesis
Doctor of Philosophy (PhD)
Scale Effect in Turkish Manufacturing Industry: Stochastic Meta-Frontier
Analysis
Saeid HAJI HASSANI ASL

Dokuz Eylül University
Graduate School of Social Sciences
Department of Economics
Economics Program

The main purpose of this study with respect to the indicators of efficiency of firms operating in Turkey manufacturing industry is to analyze the impact of scale differences on firm performance. For this aim, the main hypotheses of the study are: “*according to group analysis, large scale firms are more efficient than small scale firms*” and “*technology gap between firms leads to differences in industrial efficiency*”.

The database that is used in this study is provided from the survey results (2006) belongs to İstanbul OSB; from the balance sheets and income statements of firms registered in IMKB, which operate in Turkey manufacturing industry for the period 2005-2010. Furthermore the database for descriptive analyzes was obtained from TUIK and TKB. As the analysing method, the stochastic frontier used as well as the meta-frontier analyzes.

Briefly, when the analytical results of study are evaluated as a whole, except of GITAS and PKPAS, the production inefficiency which occurs in other sub-sectors due to conditions of increasing return to scale, is significantly caused by the operation carried out below the optimal production scale.

Keywords: Technical Efficiency, Technology Gap, Stochastic Frontier Analysis, Meta-Frontier, Turkey Manufacturing Industry.

TÜRKİYE İMALAT SANAYİSİNDE ÖLÇEK ETKİSİ: STOKASTİK META-FRONTİER ANALİZİ

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
EKLER LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİYEL KAYNAK KULLANIMI VE ÜRETİM FONKSİYONLARI

1.1. NEOKLASİK ÜRETİM FONKSİYONLARI	5
1.1.1. Homojen Üretim Fonksiyonları	6
1.1.1.1. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu	7
1.1.1.2. Sabit İkame Esnekli Üretim Fonksiyonu (CES)	16
1.1.1.3. Değişken İkame Esnekli Üretim Fonksiyonu (VES)	21
1.1.1.3.1. Üssel (Transcendental) Üretim Fonksiyonu	22
1.1.1.3.2. Revankar Üretim Fonksiyonu	26
1.1.1.3.3. Lu-Fletcher Üretim Fonksiyonu	28
1.1.1.3.4. Sato ve Hoffman Üretim Fonksiyonu	30
1.1.1.3.5. Kadiyala Üretim Fonksiyonu	31
1.1.2. Homojen Olmayan Üretim Fonksiyonları	33
1.1.2.1. Yeni CES Üretim Fonksiyonu	33

1.1.2.2. Translog Üretim Fonksiyonu	35
1.1.2.3. Spilman Üretim Fonksiyonu	38
1.1.2.4. Sabit Marjinal Paylı Üretim Fonksiyonu	39
1.1.2.5. Eklemlı (Additive) Üretim Fonksiyonu	40
1.2. NEOKLASİK OLMAYAN LEONTİEF ÜRETİM FONKSİYONU	42

İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE İMALAT SANAYİSİNE YÖNELİK PERFORMANS ÖLÇME YÖNTEMLERİ

2.1. ETKİNLİK	43
2.1.1. Etkinlik Türleri	44
2.1.2. Etkinlik Ölçümü ile İlgili Yaklaşımlar	47
2.1.2.1. Girdi-Yönlü Ölçme Tekniğı	48
2.1.2.2. Çıktı-Yönlü Ölçme Tekniğı	50
2.2. ETKİNLİK VE VERİMLİLİK AYRIMI	52
2.3. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ	55
2.3.1. Veri Zarflama Analizi (DEA)	55
2.3.1.1. Girdi-Yönlü CRS ve Slack Noktalar	56
2.3.1.2. Girdi-Yönlü VRS ve Ölçek Ekonomileri	60
2.3.1.3. Girdi- ve Çıktı-Yönlü Analiz Ayrımı	63
2.3.1.4. Tahsis Etkinliğı ve Kar Maksimizasyonu	65
2.3.2. Stokastik Frontier Analizi (SFA)	67
2.3.2.1. Deterministik Frontier	69
2.3.2.2. Stokastik Frontier	71
2.3.2.2.1. Teknik Etkinlik Öngörüsü	79
2.3.2.2.2. Hipotez Testi	82
2.3.2.2.3. Mesafe Fonksiyonları	85
2.3.2.3. Panel Veri Modelleri	87
2.3.2.3.1. Zamana Göre Değışken Olmayan Etkinsizlik Modelleri	88
2.3.2.3.2. Zamana Göre Değışken Etkinsizlik Modelleri	89
2.3.2.3.3. Etkinsizlik Etkileri Modeli	92

2.3.3. SFA Temelli Literatür Bulguları	92
2.3.4. Meta-Frontier Analizi	101
2.3.4.1. Metodolojik Ayrım	103
2.3.4.2. Meta-Frontier Tahmini	109
2.3.4.2.1. Veri Zarflama Temelli Analiz Ayrımı	109
2.3.4.2.2. Stokastik Frontier Temelli Analiz Ayrımı	111
2.4.3. Meta-Frontier Temelli Literatür Bulguları	115

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE İMALAT SANAYİSİNDE ÖLÇEK ETKİSİ (BETİMSSEL VE EKONOMETRİK BİR ANALİZ)

3.1. UYGULAMANIN AMACI VE YÖNTEMİ	120
3.1.1 Çalışmanın Amacı ve Temel Hipotez	120
3.1.2. Uygulamanın Yöntemi	121
3.1.3. Veri Tanımı ve Temel Değişkenler	122
3.1.4. Model Seçimi	124
3.2. BETİMSSEL GÖSTERGELER ANALİZİ	125
3.2.1. Gıda, İçecekler ve Tütün İmalatı Alt Sektörü	127
3.2.2. Tekstil, Konfeksiyon ve Kürk, Deri Mamulleri	128
3.2.3. Ağaç, Kâğıt, Basım ve Yayın	128
3.2.4. Petrol, Kimyasallar, Plastik ve Kauçuk	129
3.2.5. Mineral Ürünler	129
3.2.6. Ana Metal	130
3.2.7. Metal Eşya, Makine ve Teçhizat, Bilgi İşlem Makine ve Ulaşım Araçları	130
3.2.8. Mobilya ve Diğer Ürünler	131
3.3. ÖLÇEK ETKİSİNİN ANALİZİ	132
3.3.1. GİTAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları	132
3.3.2. TKDAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları	136
3.3.3. AKYAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları	140
3.3.4. PKPAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları	143
3.3.5. MÜAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları	146

3.3.6. AMSAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları	151
3.3.7. MEMTAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları	153
3.3.8. MDÜAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları	158
SONUÇ	160
KAYNAKÇA	169
EKLER	

KISALTMALAR

ACMS	Arrow, Chenery, Minhas ve Solow
AE	Tahsis Etkinlik
AKYAS	Ağaç, Kağıt, Basım ve Yayım Sanayi Alt Sektör
AMSAS	Ana Metal Sanayi Alt Sektör
CD	Cobb-Douglas
CDF	Dağılım Fonksiyonu
CES	Sabit İkame Esnekli
COLS	Düzeltilmiş Normal En Küçük Kareler
CRS	Ölçeğe Göre Sabit Getiri
b.y.s	başka yerde sınıflandırılmamış
DEA	Veri Zarflama Analizi
DTD	Dış Ticaret Dengesi
EE	Ekonomik Etkinlik
EXE	İhracat Endeksi
GİTAS	Gıda, İçecekler ve Tütün Alt Sektör
GLS	Genelleştirilmiş En Küçük Kareler
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
İME	İthalat Endeksi
İE	İstihdam Endeksi
İMKB	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
İTO	İstanbul Ticaret Odası
Kİ	Küçük İşletmeler
KKO	Kapasite Kullanım Oranı
KOBİ	Küçük ve orta ölçekli işletmeler
LM	Lagranj Çarpanı
LR	Olabilirlik Oranı
MDÜAS	Mobilya ve Diğer Ürünler Alt Sektör
MEMTAS	Metal Eşya, ..., Makine ve Teçhizat Alt Sektör
MF	Meta-Frontier
MÜAS	Mineral Ürünler Alt Sektör

OBI	Orta ve Büyük İşletmeler
OLS	Normal En Küçük Kareler
OSB	Organize Sanayi Bölgeleri
PDF	Olabilirlik Yoğunluk Fonksiyonu
PKPAS	Petrol, Kimyasallar, Plastik ve Kauçuk Alt Sektör
SFA	Stokastik Frontier Analizi
TE	Teknik Etkinlik
TGR	Teknoloji Açığı Oranı
TKB	Türkiye Kalkınma Bankası
TKDAS	Tekstik, Konfeksiyon ve Deri Mamulleri Alt Sektör
TL	Translog
TR	Transcendental
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ÜE	Üretim Endeksi
USD	Amerikan Doları
VES	Değişken İkame Esnekli
VRS	Ölçeğe Göre Değişken Getiri

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1: SFA Yöntemine İlişkin Literatür Sonuçları	s. 94
Tablo 2: Meta-Frontier Literatür Sonuçları	s. 116
Tablo 3: Türkiye İmalat Sanayine İlişkin Alt Sektörler	s. 126
Tablo 4: Türkiye İmalat Sanayi Alt Sektörler (Toplanmış)	s. 127
Tablo 5: GİTAS'ta SFA Katsayı Tahminçileri	s. 133
Tablo 6: GİTAS'ta TGR ve TE Skorları	s. 134
Tablo 7: TKDAS'ta SFA Katsayı Tahminçileri	s. 137
Tablo 8: TKDAS'ta TGR ve TE Skorları	s. 139
Tablo 9: AKYAS'ta SFA Katsayı Tahminçileri	s. 141
Tablo 10: AKYAS'ta Grup ve Pool TE Skorları	s. 142
Tablo 11: PKPAS'ta SFA Katsayı Tahminçileri	s. 144
Tablo 12: PKPAS'ta TGR ve MF Skorları	s. 145
Tablo 13: MÜAS'ta SFA Katsayı Tahminçileri	s. 148
Tablo 14: MÜAS'ta TGR ve TE Skorları	s. 149
Tablo 15: AMSAS'ta SFA Katsayı Tahminçileri	s. 151
Tablo 16: AMSAS'ta Grup ve Pool TE Skorları	s. 152
Tablo 17: MEMTAS'ta SFA Katsayı Tahminçileri	s. 154
Tablo 18: MEMTAS'ta TGR ve TE Skorları	s. 155
Tablo 19: MDÜAS'ta SFA Katsayı Tahminçileri	s. 158
Tablo 20: MDÜAS'ta Grup ve Pool TE Skorları	s. 159

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Üretim Sınırı (Frontier) ve Teknik Etkinlik	s. 45
Şekil 2: Girdi-yönlü Teknik ve Tahsis Etkinlikleri	s. 48
Şekil 3: Parçalı Doğrusal Konveks Eş Ürün	s. 50
Şekil 4: Girdi- ve Çıktı-yönlü Teknik Etkinlik Ölçümleri ve Ölçeğe Göre Getiri	s. 50
Şekil 5: Çıktı-yönlü Teknik ve Tahsis Etkinlikleri	s. 51
Şekil 6: Verimlilik, Teknik Etkinlik ve Ölçek Ekonomiler	s. 53
Şekil 7: İki Dönem Arası Teknik Değişme	s. 54
Şekil 8: Etkinlik Ölçümü ve Girdi Slaklar	s. 58
Şekil 9: DEA’da Ölçek Etkinliği Ölçümü	s. 61
Şekil 10: Çıktı-Yönlü DEA Modeli	s. 64
Şekil 11: Girdi-Çıktı Sahasında Firmaların Teknik Etkinliği	s. 68
Şekil 12: Stokastik Üretim Frontieri	s. 73
Şekil 13: Teknik Etkinlikler ve Meta-teknoloji Oranları	s. 107
Şekil 14: Meta-frontier Fonksiyon Modeli	s. 113

EKLER LİSTESİ

EK 1: SHAZAM Kodu	ek s.1
EK 2: Firma Büyüklükleri Tanımı	ek s.3
EK 3: Türkiye İmalat Sanayisine İlişkin Betimsel Göstergeler Endeksi (2005-2010)	ek s.5
EK 4: Türkiye İmalat Sanayisine İlişkin 2005-2010 Dönemi Gelişme Düzeyleri	ek s.8
EK 5: GİTAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.9
EK 6: GİTAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.9
EK 7: TKDAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.10
EK 8: TKDAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.10
EK 9: AKYAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.11
EK 10: AKYAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.11
EK 11: PKPAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.12
EK 12: PKPAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.13
EK 13: MÜAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.14
EK 14: MÜAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.14
EK 15: AMSAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.15
EK 16: AMSAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.16
EK 17: MEMTAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.17
EK 18: MEMTAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.20
EK 19: MDÜAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları	ek s.21

EK 20: MDÜAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik	
Skorları	ek s.21
EK 21: GİTAS'a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)	ek s.22
EK 22: TKDAS'a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)	ek s.23
EK 23: AKYAS'a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)	ek s.23
EK 24: PKPAS'a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)	ek s.24
EK 25: MÜAS'a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)	ek s.25
EK 26: AMSAS'a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)	ek s.26
EK 27: MEMTAS'a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)	ek s.27
EK 28: MDÜAS'a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)	ek s.27
EK 29: GİTAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları	ek s.28
EK 30: TKDAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları	ek s.30
EK 31: AKYAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları	ek s.31
EK 32: PKPAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları	ek s.33
EK 33: MÜAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları	ek s.35
EK 34: AMSAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları	ek s.37
EK 35: MEMTAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları	ek s.38
EK 36: MDÜAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları	ek s.40

GİRİŞ

Günümüz ekonomilerinde firma, endüstri ya da sektörlerde etkinlik ve verimlilikteki değişme, kıt kaynakların kullanımı ve performans göstergesi olarak yaygın bir şekilde işlenmektedir. Artan rekabet ortamında, etkinliğin ölçülmesi sınırlı kaynaklarla ne kadar üretim yapılacağı, kaynakların nasıl kullanıldığını sağlayan sistematik olgunun ne olduğu sorusuna verilecek cevaplar için oldukça önemlidir. Firmaların bu değişen koşullara uyumluluk sağlayabilmesi, uygun üretim tekniğinin yanı sıra, en iyi girdi bileşimini gerçekleştiren tercihlerini de oluşturabilmelerine bağlıdır. Özellikle günümüz dünyasındaki ekonomik rekabet, öncelikle etkinlikteki rekabeti referans almakta, ardından gelen sürdürülebilirlik ve istikrar olgusu ülkelerin makro ekonomik dengeleri içinde desteklenebilmektedir. Bu çalışma rekabetin temel dinamiği olan etkinlik analizleri ile sınırlandırılmıştır.

Etkinlik ve verimlilik kavramları performans ölçümünde en çok kabul edilen rasyolardır. Etkinlik firmanın çıktısını, en iyi üretim teknikleri kullanarak, elde edilen maksimum (potansiyel) çıktıya oranı olarak kabul edilirken, verimlilik, çıktıların girdilere oranı olarak tanımlanmaktadır. Kısaca etkinlik bir firma ve ya endüstrinin eldeki imkânlarından (kaynaklardan) maksimum çıktıyı elde ederek, bu kaynakların boşa harcanmasını önlemek açısından önem taşımaktadır. Ekonomik etkinlik ise temelde iki unsurla açıklanmaktadır. Bunlardan biri, teknik etkinlik ve diğeri ise tahsis etkinliğidir. Teknik etkinlik, firma ve ya endüstride veri girdi seti ve mevcut teknoloji ile maksimum çıktıyı elde etme kapasite ve istekliliği ya da girdi bileşiminin en verimli şekilde kullanılarak mümkün olan maksimum çıktıyı üretme başarısıdır. Tahsis etkinliği ise spesifik marjinal ürün değerini, onun marjinal maliyetine eşitleyen isteklilik ve yetenek olarak tanımlanır.

Literatürde etkinlik ölçümü için farklı yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın ve geniş bir şekilde kullanılan iki yöntem Veri Zarflama Analizi (DEA) ve Stokastik Sınır Analizi (SFA) yöntemleridir. Veri zarflama analizi, çok sayıda girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesinden yola çıkılarak, firmaların etkinlik düzeylerinin hesaplanmasında kullanılan matematiksel programa dayalı, parametrik olmayan bir ölçüm tekniğidir. Stokastik frontier analizi ise parametrik yöntemlere dayanan ekonometrik bir yaklaşımdır.

Bu çalışmanın sınırları içinde, Türkiye imalat sanayi sektörü, gerek yaratılan katma değer gerekse istihdam ve ihracata katkıları nedeniyle ekonomik refahı belirleyen en önemli sektör konumundadır. Bu sektörde faaliyet gösteren firmaların, gerek yerel gerekse uluslar arası piyasalarda rekabet edebilmeleri açısından, etkinlik olgusundan hangi ölçüde yararlanabildikleri, üretim sürecinde etkinsizliğe yol açan ölçek farklılığının olup olmadığı konusu bu çalışmanın genel çerçevesini teşkil etmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmanın amaç, kapsam ve yöntemi ile uygulamalı literatüre Türkiye özelinde derlediğimiz veri tabanından hareketle yapacağı katkının önemi ve çalışmanın planı şu şekilde belirlenmiştir.

AMAÇ: bu çalışmanın temel amacı Türkiye imalat sanayisinde faaliyet gösteren firmaların etkinlik göstergelerinden hareketle, ölçek farklılığının firma performansı üzerindeki etkisin analiz etmektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın temel hipotezler budur: *“Grup analizine göre büyük ölçekli firmalar, küçük ölçekli firmalara göre daha etkindir”* ve *“firmalar arasındaki teknoloji açığı endüstriyel etkinlik farkına yol açmaktadır”*.

Bu hipotezler çerçevesinde, uygulama boyutuna bağlı olarak elde edilen analitik bulgulardan hareketle, ölçek farklılığından kaynaklanan, teknoloji farklılığı ve dolayısıyla performans farklılığına eleştirel bir bakış sergilemek amaçlanmaktadır.

KAPSAM VE YÖNTEM: bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm etkin kaynak kullanımı başlığı altında üretim teknolojisi ve üretimin yapısal özellikleri ortaya konmakta, üretim fonksiyonları literatürüne yer verilmektedir. İkinci bölümde endüstriyel etkinlik düzeyini belirlemede kullanılan etkinlik ölçme tekniklerine (DEA ve SFA) yer verilmiş, bu yöntemler içinden de çalışmanın temel hipotezlerinin testinde kullanılan meta-frontier SFA yaklaşımı ayrıntılı bir şekilde ele alınmaktadır. Özellikle bu araştırmanın alanı ile sınırlı olmak üzere burada kullanılan yöntemlerle paralel uygulamalı literatür bulguları incelenmektedir. Üçüncü ve son bölümde Türkiye imalat sanayi betimsel göstergeleri alt sektörlerine göre indeksler yardımıyla analiz edilmekte; elde edilen görsel bulgular, etkinlik ölçme yöntemlerinin tahmincileri olan bulgularla birlikte yorumlanarak politika önermeleri geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Bu araştırmanın uygulamalı kısmında şu sıra izlenmektedir:

- a. Bu çalışmaya kaynak oluşturan saha bulguları daha önce yayınlanmış bulunan projenin (Türkiye’de Organize Sanayi Bölgelerinin Performans Değerlendirmesi ve Strateji Geliştirme-alt Bölgeler Arası Karşılaştırma, Kök vd, DPT İleri Araştırma Projesi 2006-2007, Proje No: 2003K120360, DEÜ Yayınları, Yayın No: 09.1600.0000.000/BY.010.081.543, 2010, İzmir) İstanbul OSB’lerine ait anket bulgularından sağlanmıştır. Bu yatay kesit veri tabanından kaynaklanan kısıt altında küçük ölçekli işletmeler, orta ölçekli işletmeler iki grup altında toplanmıştır. Bu toplulaştırmaya esas veri düzenlenmesi yapılırken, Türkiye imalat sanayi sektörü kendi içerisinde faaliyet kollarına göre 22 alt sektörde toplanmış olmakla birlikte bu araştırmanın uygulama kısmında karşılaştığımız veri kısıtlarıyla paralel bir düzenleme, tarafımızdan yapılmıştır. Bu düzenlemede KOSGEB, TÜİK ve İTO (2011) yaklaşımları referans alınarak sekiz alt sektörü kapsayacak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Ayrıca araştırmanın amacı çerçevesinde ölçek etkisini daha güvenilir bir örneklemden elde edebilmek için anket bulgularından sağladığımız orta ölçekli işletmeler ile İMKB de kayıtlı (2006 yılı yatay kesit verileri) orta ve büyük ölçekli işletmeler saha verileriyle birlikte toplulaştırılmış ve daha geniş bir veri tabanı elde edilmiştir.
- b. Her gruba ait üretim sınır fonksiyonu ve firmaların bu sınır fonksiyonuna göre olan teknik etkinlikleri SFA yöntemi ile analiz edilmiştir.
- c. İmalat sanayine ilişkin her alt sektörde faaliyet gösteren tüm firmaların ölçek büyüklükleri dikkate alınmaksızın, SFA yöntemi ile pool tahmincileri hesaplanmıştır
- d. Her alt sektörün gruplar arasındaki teknoloji farklılıkları dikkate alınarak bu farklılığın yol açtığı etkinsizlik, meta-frontier yöntemi ile analiz edilmiştir.

ÇALIŞMANIN ÖNEMİ: Bu çalışmaya konu olan imalat sanayinin 2010 yılı itibari ile GSYH içerisindeki payının %24.2, Türkiye ekonomisinin toplam ihracatındaki payının %78 olması, araştırmanın önemini artırırken özellikle uygulamalı literatürde ilk çalışma olması, araştırmanın önemini bir kez daha artırmaktadır. Türkiye özelinde imalat sanayisinin 2006 yılı veri tabanından hareketle rekabet gücünün dinamiklerinden biri olan hem endüstriyel hem de firma düzlemindeki ölçek etkisini ortaya koyan ilk çalışma (bilgimiz dâhilinde) özelliğini

taşımasıdır. Bu araştırmada stokastik meta-frontier yönteminin kullanılmasının nedeni, ölçek etkisini ortaya koyan teknoloji farklılıklarını ayıştıran bir yöntem olmasıdır. Bu yöntemden temel beklentimiz, endüstriyel gruplar ve endüstri içindeki firmalar arasındaki etkinlik farkının karşılaştırılmasına yönelik daha tutarlı sonuçlar elde edebilme beklentisidir. Ayrıca Türkçe literatürde de meta-frontier yaklaşımını SFA kullanan herhangi bir çalışma da bulunmamaktadır.

Özetle, politika yapımcıları bu çalışmanın araştırma sonuçlarını dikkate aldıklarında, Türkiye imalat sanayisinin ölçek etkisi ya da teknoloji açığı temelli performansına katkı sağlayacak daha etkin politika tercihlerine yönelebilmeleri, Türkiye ekonomisinin refah yaratma sürecine bir ivme kazandırabilir. Ayrıca her bilimsel çalışmadan beklendiği gibi, yeni araştırmalar yapılmasına katkı sağlaması tezin önemini artırabilir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENDÜSTRİYEL KAYNAK KULLANIM VE ÜRETİM FONKSİYONLARI

Türkiye imalat sanayide etkinlik analizi ve rekabet gücünü arttıran argümanları incelemek amacıyla, parametrik yöntemi olan Stokastik Frontier Analizi (SFA) kullanılacaktır. Yöntem gereği olan üretim fonksiyonları, aşağıdaki şekilde ele alınıp incelenmiştir.

1.1. NEOKLASİK ÜRETİM FONKSİYONLARI

Teknoloji ve yenilik iktisadında neoklasik yaklaşım, neoklasik üretim iktisadının bir parçası/uzantısı konumundadır. Bu kuramın en önemli özelliklerinden biri, üretim teknolojisini çıktı ve girdiler arasındaki ilişkiyi gösteren “üretim fonksiyonu” ile tanımlanmasıdır. İktisatta en çok kullanılan üretim fonksiyon, neoklasik üretim fonksiyonudur. Neoklasik fonksiyon temel bir kalıptır ve bunun pek çok türü vardır fakat hepsinde ortak özellikler vardır. Bu özellikler özetle aşağıda verilmiştir:

- a. üretim, sermaye ve emek bileşiminden oluşmaktadır.
- b. Sermaye girdisi, diğer girdilerden ayrı kabul edilmiştir.
- c. Firma ve endüstri, üretim imkânlarına odaklanmıştır.

Neoklasik modeller yapıldığında, bu modelin işlevsel olabilmesi için, üretim fonksiyonunun ikame edilebilirlik, azalan marjinal hasıla gibi özelliklere sahip olduğu varsayılmaktadır. Üretim fonksiyonu ile ilgili tanımlamaya geçtiğimizde; Basit anlamda, bir üretim fonksiyonu, üretim faktörleri ile çıktı arasındaki teknik ilişkiyi gösterir (Debertin, 2012: 14). Bir üretim fonksiyonu, farklı şekillerde olabilir; üretim fonksiyonu, bir noktanın denklemi, bir sürekli ve ya sürekli olmayan tek değişkenli ve ya denklemler dizini olabilir. Matematiksel bir şekilde gösterildiğinde, bir üretim fonksiyonunun genel formu aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$y = f(x) \tag{2.1}$$

Burada y bir çıktı ve x bir girdidir. Fonksiyonun alanını gösteren x 'in değerleri sıfıra eşit ve ya sıfırdan büyüktür. Fonksiyonun erimi ise her bir girdi seviyesini (x) kullanımdan elde edilen her çıktı seviyesinden (y) oluşmaktadır. Yukarıda verilen fonksiyon bir üretim fonksiyonu için çok genel bir fonksiyondur. Geleneksel üretim fonksiyonu $Q = f(K, L)$ şeklindedir. Burada K , sermaye ve L emeği gösterir. Burada en önemli nokta çıktı ile girdiler arasında pozitif bir ilişkinin söz konusu olmasıdır. Başka bir ifadeyle girdiler arttıkça çıktı miktarı da artmaktadır.

Üretim fonksiyonları bir ayrıştırmada, homojen olan ve homojen olmayan üretim fonksiyonlar üzere ikiye ayrılırlar. İlk olarak homojen fonksiyonlar incelenip, ardından homojen olmayan fonksiyon ele alınacaktır.

1.1.1. Homojen Üretim Fonksiyonları

Bir Homojen Üretim Fonksiyonu aşağıdaki ifadeyle gösterilebilmelidir (Rasmussen, 2011: 34):

$$f(tx_1, tx_2) = t^n f(x_1, x_2) \quad (2.2)$$

Burada t pozitif bir sayı ($t > 0$) ve n homojenlik derecesini göstermektedir. Genelde ölçeğe göre sabit getiriye sahip üretim fonksiyonlarına, homojen fonksiyonlar denilir. Bu fonksiyonlarla ilişkin üç alternatif vardır; fonksiyon ölçeğe göre artan getiriye sahipse ($n > 1$), ölçeğe göre azalan getiriye sahipse ($n < 1$) ve ölçeğe göre sabit getiriye sahipse ($n = 1$) şeklinde gösterilir.

Homojen fonksiyonların bazı temel özellikleri şunlardır:

- a. eğer bir fonksiyon n dereceden homojense, birinci türevi $n-1$ dereceden homojen olmaktadır.
- b. Homojen üretim fonksiyonlarında şekilsel olarak, ekonomik üretimi sınırlayan hat doğrusaldır. Bu demektir ki hat boyunca f_1/f_2 sabittir (Yeşilyurt, 2003: 60).
- c. Homojen fonksiyonlar için:

$$nQ = f_1L + f_2K \quad (2.3)$$

1.1.1.1. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu

Ekonomide Cob-Douglas üretim fonksiyonu, girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi göstermek için çok geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Bu fonksiyon ilk olarak Knut Wicksell (1851-1926) tarafından öne sürülmüş ve Charles Cobb ve Paul Douglas tarafından 1928’de istatistiksel olarak test edilmiştir (Tan, 2008: 1). Fonksiyon 1928’de *American Economic Review* dergisinde yayınlanmıştır. Makalede, Cobb ve Douglas Amerika ekonomisi büyümesini 1899-1922 dönem arası modellemişlerdir. Cobb ve Douglas, ekonomiye basit bir bakışla, üretim çıktısının, sadece emek sayısı ve yatırılan sermaye tarafından belirlenmesini öne sürmüşlerdir. Başka bir ifadeyle, makale, son zamanlarda Amerika’daki sermayenin emeğe karşı verimliliğini tahmin etmek için yapılan çabalara değinmiştir. O dönemden sonra, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu her türlü çeşitli üretim fonksiyonlarına atfetmek için kullanılmaktadır. 1928’de ileri sürülen fonksiyonun şekli aşağıda verilmiştir:

$$p = AL^\alpha K^{1-\alpha} \quad (2.4)$$

Burada P toplam üretim, L toplam çalışanların sayısı veya çalışanların toplam çalıştıkları saat ve K sermaye olarak bütün makine, ekipman ve binaların parasal değerini göstermektedir. Bu ilk fonksiyonun başlıca üç özelliği taşımaktadır:

- fonksiyon, girdiler sepetine göre birinci dereceden homojendir. Bu, o dönemin toplum (Society) üretim fonksiyonunu ölçeğe göre sabit getiriye sahip olma vurgusuyla da örtüşmektedir
- fonksiyon, başka girdiler sabit tutulduğunda, sermaye ve ya emeğe göre azalan marjinal getirileri (azalana verimler kanununu) sergilemektedir. A parametresi, fonksiyonun tahmin edilen parametreleri üzerine meydana getiren gözlemler olarak, toplumun teknolojisini göstermektedir
- fonksiyon o günün araçlarıyla kolayca tahmin edilmiştir. Fonksiyonun her iki tarafını, 10 tabanlı ve ya doğal logaritma tabanlı (e) yazmak mümkündür:

$$\log p = \log A + \alpha \log L + (1 - \alpha) \log K \quad (2.5)$$

Sonuçlanan denklem, *parametrelerde doğrusal* veya *katsayılar da doğrusal* olarak nitelendirilir. Başka bir ifade ile $\log p$, $\log L$ ve $\log K$ 'nin doğrusal bir fonksiyonudur. Buradaki önemli nokta, orijinal Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun Amerika'da öne sürüldüğü zaman, emek ve sermayeyi çıktıya dönüşümünü yöneten, teknik ilişkinin mükemmel bir göstergesi olmamasıydı çünkü emek ve sermaye dışında, ekonomik performansı etkileyen başka unsurlarda mevcuttu. Ayrıca bu fonksiyon iki anahtar ekonomik varsayımdan dolayı (her bir girdi için azalan verimler ve ölçeğe göre sabit getiri) seçilmişti ve bu nedenle parametreler gerçek verilerden kolayca tahmin edilmişti. Bu nedenlerden dolayı daha sonraki çalışmalarda bu fonksiyonu genelleştirmeye çalışmışlar. Fonksiyonun iki girdili formu aşağıdaki gibi gösterilir:

$$Q = AL^\alpha K^\beta \quad 0 < \alpha < 1 \quad , \quad 0 < \beta < 1 \quad (2.6)$$

Bu fonksiyonda, Q çıktı, K sermaye ve L emeği göstermektedir. α ve β ise sermaye ve emeğin çıktı esnekliğini ifade eden parametrelerdir. Fonksiyonun ilk formundaki gibi burada da A, t zamanındaki teknolojinin etkinliğini ifade eden ölçek parametresidir (Kök ve Deliktaş 2003: 74). Girdiler sabitken, A ne kadar artarsa bu girdilerden elde edilen çıktı da o kadar artacaktır. İki girdili bu fonksiyonda, firma düzeyinde yönetici kontrolünde olan sadece sermaye ve emek girdileri bulunmaktadır. Kalan diğer girdiler, sabit olarak (A) nitelendirilir. Başka bir ifadeyle, A parametresi, bu diğer girdilerin üretim fonksiyonu üzerindeki bileşik etkisi olarak da düşünülebilir (Debertin, 2012: 174).

Cobb-Douglas fonksiyonunu tahmin etmek için en kolay yöntem, doğrusal şekle dönüştürmektir. Denklem 2.6'nın doğal logaritması alındığında aşağıdaki şekilde log-doğrusal denkleme dönüşecektir.

$$\ln Q = \ln A + \alpha \ln L + \beta \ln K \quad (2.7)$$

Bu denkleme hata terimi de eklendiğinde, toplumsal ve geleneksel istatistiki özelliklere sahip olur ve tahmin edilen parametreler en iyi doğrusal sapmasız etkin (B.L.U.E) olurlar (Kök ve Deliktaş, 2003: 76).

Orijinal Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna bazı genellemeler yapılmıştır. Bunlardan ilki, ölçek getirisinin 1'in dışında bir sayı almasına imkan verilmesidir. Başka şekilde ifade edersek, girdi parametrelerinin toplamının 1'e eşit olma zorunluluğunun ortadan kalkmasıdır. Denklem 2.7'de verilen fonksiyonu tekrar ele aldığımızda, girdilerin çıktıya göre esnekliklerinin toplamı herhangi bir pozitif rakama eşit olabilmektedir.

Homojenlik koşulunu tekrardan gözden geçirirsek, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu için aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$A(tL)^\alpha (tK)^\beta = At^{\alpha+\beta} L^\alpha K^\beta = t^{\alpha+\beta} Q \quad (2.8)$$

Böylece üretimde t oranında arttığında, fonksiyon $v = \alpha + \beta$ dereceden homojen olur. Yani $v = 1$ olduğunda, bu fonksiyon ölçeğe göre sabit getiriye, $v < 1$ olursa ölçeğe göre azalan getiriye ve $v > 1$ olduğunda ise ölçeğe göre artan getiriye ifade eder.

İkinci genelleştirme, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu ikiden fazla girdi için genişletilmesidir. Bu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$Q = AK^\alpha L^\beta R^\gamma E^\lambda \dots I^\Omega \quad (2.9)$$

a. Eş Ürün Eğrileri

Denklem 2.6 tekrar ele alınıp kısmi türevleri alındığında,

$$f_L = MP_L = \partial Q / \partial L = \alpha A L^{\alpha-1} K^\beta = \alpha(Q/L) \quad (2.10)$$

$$f_K = MP_K = \partial Q / \partial K = \beta A L^\alpha K^{\beta-1} = \beta(Q/K) \quad (2.11)$$

$$f_{LL} = \partial MP_L / \partial L = (\alpha - 1) \alpha A L^{\alpha-2} K^\beta = \alpha(1 - \alpha)(Q/L^2) \quad (2.12)$$

$$f_{KK} = \partial MP_K / \partial K = (\beta - 1) \beta A L^\alpha K^{\beta-2} = \beta(1 - \beta)(Q/K^2) \quad (2.13)$$

Q, K ve L veri iken ve α ve β sıfırdan büyük oldukları sürece, emek ve sermayenin marjinal ürünleri pozitif olmaktadır. Bu girdilerin biri veya her ikisi arttığında, çıktının da artacağını göstermektedir ki bu da neoklasik üretim fonksiyonunun monotonluk (monotonicity) varsayımını göstermektedir (Kök ve Deliktaş 2003: 75).

Marjinal teknik ikame oranı, MP_L/MP_K 'nin oranını bulmakla elde edilir:

$$MRTS_{LK} = MP_L/MP_K = (\alpha/\beta)(K/L) \quad (2.14)$$

Bu fonksiyon K/L oranının doğrusal bir fonksiyonudur. Fonksiyon için eş ürün eğrileri, çıktı olan Q 'yu Q° durağan seviyesinde sabitlemek ve denklemi L 'ye göre K için çözmekle elde edilebilir:

$$Q^\circ = AL^\alpha K^\beta$$

$$K^\beta = Q^\circ / AL^\alpha$$

$$K = [Q^\circ / AL^\alpha]^{1/\beta}$$

$$K = Q^{\circ 1/\beta} A^{-1/\beta} L^{-\alpha/\beta} \quad (2.15)$$

$$dK/dL = -(\alpha/\beta) Q^{\circ 1/\beta} A^{-1/\beta} L^{-(\alpha/\beta)-1} < 0 \quad (2.16)$$

Cobb-Douglas üretim fonksiyonları için, üretim esneklikleri sabit olduğu sürece, eş ürün eğrileri, azalan bir eğime sahiptir. Bu, eşitlik 2.15'i eşitlik 2.16'da yerleştirmekle de açıkça görülebilir:

$$dK/dL = -(\alpha/\beta)(K/L) \quad (2.17)$$

Bunun anlamı eş ürün eğrisinin çıktı seviyesinden bağımsız olarak her zaman aşağıya doğru eğimli ve (K/L) girdi oranıyla orantılı olmasıdır. Buna ilaveten, her bir (K/L) girdi oranı veri iken, eğim aynıdır (Yeşilyurt, 2005: 64). Ayrıca eğer bireysel üretim elastikiyetleri pozitifse,

$$d^2 K/dL^2 = -[-(\alpha/\beta) - 1][-\alpha/\beta]Q^{\alpha/\beta} A^{-1/\beta} L^{(-\alpha/\beta)-2} \quad (2.18)$$

Denklem 2.18'in işareti, kısmi elastikyetlerin pozitif olduğu sürece, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu için olan eş ürünlerin kısmi üretim elastikyetlerine bakmaksızın, L ve K eksenleri için asimptotik olduklarını göstermektedir (Debertin, 2012: 175-176).

b. Genişleme Yolu

Genişleme yolu, çıktı değıştikçe girdilerin nispi fiyatları sabit tutulduğunda, bir girdinin kullanımındaki değışmeyi göstermektedir (Haji Hassani Asl, 2004: 106). Üretim fonksiyonlarından genişleme yolu, marjinal teknik ikame oranını (MRTS), girdi fiyatlarının ters oranına eşitleyerek ve bunu her hangi bir girdi için çözmekle elde edilir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonundan elde edilen genişleme yolu aşağıda gösterilmiştir:

$$\begin{aligned} MRTS_{LK} &= (\alpha K / \beta L) = P_L / P_K \\ \beta L P_L &= \alpha K P_K \\ \beta L P_L - \alpha K P_K &= 0 \\ K &= (P_L / P_K)(\beta / \alpha)L \end{aligned} \quad (2.19)$$

Yukarıdaki denklemden de anlaşılacağı gibi, bu fonksiyon için genişleme yolu, sabit bir eğime sahiptir.

c. İkame Elastikyeti

Fonksiyonun ikame esnekliğini, girdi oranlarının yüzde değışimini, MRTS oranının yüzde değışimine bölerek elde edilebilir:

$$\sigma = [\Delta(K/L)/(K/L)] / [\Delta MRTS_{LK} / MRTS_{LK}] \quad (2.20)$$

Değişme yeterince küçük olduğunda, formülü aşağıdaki gibi yazabiliriz:

$$\sigma = [d(K/L)/(K/L)]/[dMRTS_{LK}/MRTS_{LK}] \quad (2.21)$$

Denklemini düzenleyip tekrardan yazarsak:

$$\sigma = [d(K/L)/dMRTS_{LK}] [MRTS_{LK}/K/L] \quad (2.22)$$

2.14 denklemi K/L için yazdığımızda:

$$K/L = (-\beta/\alpha)MRTS_{LK} \quad (2.23)$$

Buradan da

$$d(K/L)/dMRTS_{LK} = -\beta/\alpha \quad (2.24)$$

2.23 ve 2.24 denklemlerini 2.22 denklemine yerleştirirsek:

$$\sigma = (-\beta/\alpha)(-\alpha/\beta) = 1 \quad (2.25)$$

Bunun anlamı Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda ikame esnekliğinin herhangi bir çıktı seviyesinde 1'e eşit olmasıdır.

İkame esnekliğinin bir başka ifadesi, fonksiyonunun birinci ve ikinci türevleri temelinde öne sürülmüştür. Bu tanım aşağıda verilmiştir:

$$\sigma = [f_1 f_2 (f_1 L + f_2 K)]/[LK(2f_{12} f_1 f_2 - f_1^2 f_{22} - f_2^2 f_{11})] \quad (2.26)$$

2.26 denklemi birinci ve ikinci türeve sahip her türlü üretim fonksiyonunun eş ürün eğrisi üzerindeki bir noktada, ikame elastikiyetinin hesaplanmasına imkân sağlamaktadır.

d. Ölçeğe Göre Getiri

Fonksiyonun ölçek esnekliği aşağıdaki eşitlikle ifade edilebilir:

$$\varepsilon = (MP_L / AP_L) + (MP_K / AP_K) \quad (2.27)$$

ve ya

$$\varepsilon = f_1(L/Q) + f_2(K/Q) \quad (2.28)$$

2.10 ve 2.11 denklemlerini eşitlik 2.28’de yerleştirdiğimizde,

$$\varepsilon = (\alpha AL^{\alpha-1} K^{\beta})(L/Q) + (\beta AL^{\alpha} K^{\beta-1})(K/Q) = \alpha + \beta \quad (2.29)$$

Böylece Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda, ölçek esnekliği girdilerin çıktıya göre esnekliklerinin toplamı olarak tanımlanabilir. Başka bir ifade ile ölçek esnekliği α ve β ’ya bağlıdır. Bu durumda:

$\alpha + \beta > 1$ olduğunda ölçeğe göre artan getiri

$\alpha + \beta < 1$ olduğunda ölçeğe göre azalan getiri

$\alpha + \beta = 1$ olduğu zaman, ölçeğe göre sabit getiri vardır.

Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda ölçek esnekliği α ve β ’ye bağlı olduğundan ve bunların da miktarı sabit olduğundan dolayı, her zaman sabittir. Başka bir ifadeyle, ölçek esnekliği çıktı ve/veya girdilerin oranlarının değişmesiyle değişmez. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda ikame esnekliği ele alındığında, çok sınırlı bir fonksiyon olduğu anlaşılmaktadır. Başka şekilde ifade edersek, ölçeğe göre sabit, artan ve ya azalan getiri olduğunda, sonuna kadar böyle devam edip değişmeyecektir.

e. Girdi Talep Fonksiyonları

Girdi talep fonksiyonları, girdilerin ve çıktının fiyatı veri iken, firmanın kar maksimizasyonundan elde edilir. 2.6 Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu tekrar ele aldığımızda:

$$Q = AL^{\alpha} K^{\beta}$$

Bu fonksiyonla ilgili kar fonksiyonu aşağıda verilmiştir:

$$\Pi = PQ - P_L L - P_K K \quad (2.30)$$

$$\Pi = PAL^{\alpha} K^{\beta} - P_L L - P_K K \quad (2.31)$$

Buradaki P , P_L ve P_K sırasıyla çıktı, emek ve sermayenin fiyatlarını göstermektedir. Denklem 2.31'den L ve K 'ya göre türev alıp sıfıra eşitlediğimizde, herhangi bir çıktı seviyesinde girdilerin optimum bileşimi için maliyeti minimize eden koşul $MP_L/MP_K = -(P_L/P_K)$ ve ya basit anlamda $dL/dK = -(P_L/P_K)$ şeklinde olmaktadır. Daha önceki 2.14 denkleminde hareketle:

$$-(P_L/P_K) = dL/dK = -(\beta/\alpha)(L/K) \quad (2.31)$$

Bu denklemi L ve K için yazdığımızda:

$$L = (\beta/\alpha)(P_L/P_K)K \quad (2.32)$$

$$K = (\alpha/\beta)(P_K/P_L)L \quad (2.33)$$

Denklem 2.32 ve 2.33'ü üretim fonksiyonunda yerleştirdiğimizde:

$$Q = A[(\beta/\alpha)(P_L/P_K)K]^{\alpha} K^{\beta} \quad (2.34)$$

$$Q = AL^{\alpha}[(\alpha/\beta)(P_K/P_L)L]^{\beta} \quad (2.35)$$

Bu denklemler, her bir girdi için çözüldüklerinde, çıktı ve nispi girdi fiyatları çerçevesinde girdi talep fonksiyonlarını ifade etmektedirler.

$$L = \left[(Q/A) (\alpha P_K / \beta P_L)^\beta \right]^{1/\alpha+\beta} \quad (2.36)$$

$$K = \left[(Q/A) (\beta P_L / \alpha P_K)^\alpha \right]^{1/\alpha+\beta} \quad (2.37)$$

f. Teknolojik Değişme

Cobb-Douglass üretim fonksiyonunda, α ve β parametrelerinin sabit olduğu varsayımı altında, girdilerin marjinal verimlilikleri çerçevesinde, aşağıdaki eşitlikler yazılabilir:

$$Q = P_L L + P_K K \quad (2.38)$$

$$R = P_L / P_K = \alpha K / \beta L \quad (2.39)$$

Buradaki R fonksiyonu, ikame fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır.

K/L oranında, marjinal teknik ikame oranının sabit olması, Hicks-nötr, Q/K oranı sabitken P_K 'nin sabit olması Harrod-nötr ve Q/L sabitken, P_L 'nin sabit olması Solow-nötr teknolojik değişmeyi ifade etmektedir.

Üssel teknolojik değişme durumunda Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda,

$$Q = (e^{mt} L)^\alpha (e^{mt} K)^\beta = e^{m(\alpha+\beta)t} L^\alpha K^\beta \quad (2.40)$$

$$Q = (e^{mt} L)^\alpha K^\beta = e^{(m\alpha)t} L^\alpha K^\beta \quad (2.41)$$

$$Q = L^\alpha (e^{mt} K)^\beta = e^{(m\beta)t} L^\alpha K^\beta \quad (2.42)$$

Bu eşitlikler sırasıyla Hicks-nötr, Harrod-nötr ve Solow-nötr teknolojik değişmeyi ifade etmektedir. Bu eşitliklere bağlı olarak teknolojik değişimin etkisi λ ile ifade edilirken, $\lambda = m(\alpha + \beta)$ Hicks-nötr teknolojik değişme hızını, $\lambda = m\beta$

Harrod-nötr teknolojik değişme hızını ve $\lambda = m\alpha$ olduğu zaman, Solow-nötr teknolojik değişme hızını göstermektedir (Yeşilyurt, 2003: 70).

1.1.1.2. Sabit İkame Esnekli Üretim Fonksiyonu (CES)

CES (Constant Elasticity of Substitution) ve ya sabit ikame esnekli üretim fonksiyonu Arrow vd. (1961) tarafından geliştirilmiştir. Bu fonksiyon orijinal Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun ikame esnekliğine vurgulayarak yeniden düzeltmeye yönelik bir fonksiyondur (Debertin, 2012: 384). Bu fonksiyon, fonksiyonların önemli bir sınıfı olarak, ampirik çalışmalarda sıkça kullanılmaktadır. Ele alınan birçok tanınmış üretim fonksiyonu, orijinal CES üretim fonksiyonundan türetilmişler (Varian, 1992: 19). Bunlara bakılarak, CES üretim fonksiyonu, yine homojen bir fonksiyondur ve ayrıca ikame esnekliği sabittir. Bu fonksiyon Cobb-Douglas üretim fonksiyonu gibi, neoklasik üretim alanlarının yalnız birini (2. etkin üretim alanı) gösterebilmektedir.

CES üretim fonksiyonunun tanımlaması aşağıda verilmiştir:

$$Q = A[\alpha L^{-\rho} + \beta K^{-\rho}]^{-s/\rho} \quad A, s > 0 \text{ ve } \rho \geq -1 \quad (2.43)$$

Burada ρ , ikame parametresi α ve β sırasıyla emek yoğun ve sermaye yoğun teknoloji derecesini ve ya dağıtım katsayısını ve s ise homojenlik ya da ölçeğe göre getiriye göstermektedir.

CES üretim fonksiyonunda homojenliği göstermek için 2.43 denklemindeki L ve K'yı, t'ye çarparak tekrardan yazdığımızda:

$$\begin{aligned} A[\alpha(tL)^{-\rho} + \beta(tK)^{-\rho}]^{-s/\rho} &= \\ A[t^{-\rho}(\alpha L^{-\rho} + \beta K^{-\rho})]^{-s/\rho} &= \\ (t^{-\rho})^{-s/\rho} Q &= \\ t^s Q \end{aligned}$$

Yukarıda da görüldüğü gibi CES fonksiyonu s dereceden homojendir ve ölçek esnekliği (ε) sabit ve s 'ye eşittir. $s = 1$ 'e eşit olursa, CES üretim fonksiyonu ölçeğe göre sabit getiriye sahip, 1 'den büyük olduğunda artan getiriye ve 1 'den küçük olduğu zaman azalan getiriye sahip olduğunu ifade etmektedir. Genel olarak bu fonksiyonda s 'nin 1 'e eşit olduğu kabul edilir.

$$Q = A[\alpha L^{-\rho} + \beta K^{-\rho}]^{-1/\rho} \quad (2.44)$$

a. Marjinal Ürünler

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında ($s = 1$) fonksiyonun marjinal ürünleri aşağıda verilmiştir.,

$$MP_L = f_L = (\alpha/A^\rho)(Q/L)^{\rho+1} \quad (2.45)$$

$$MP_K = f_K = (\beta/A^\rho)(Q/K)^{\rho+1} \quad (2.46)$$

2.45 ve 2.46 denklemlerin işaretleri, tanımlamadan da anlaşılacağı gibi, pozitif olmalıdır. Ayrıca CES fonksiyonunun tanımlaması ve sınırlarına göre marjinal ürünlerin her ikisi azalandır. Bu demektir ki f_L ve f_K 'nin L ve K 'ya göre türevleri alındığında, ikinci türevler yani f_{LL} ve f_{KK} sıfırdan küçüktür.

Marjinal teknik ikame oranını (MRTS) elde ettiğimizde:

$$MRTS_{LK} = MP_L/MP_K = (\alpha/\beta)(K/L)^{\rho+1} \quad (2.47)$$

Marjinal teknik ikame oranı, azalandır ve $\rho \geq -1$ olduğuna göre, eş ürün eğrileri dışbükey olmaktadır.

b. İkame Elastikiyeti

İkame esnekliğini elde etmek için, aşağıdaki süreç izlenmelidir:

İlk olarak MRTS'in her iki tarafından doğal logaritma alınacak:

$$\ln MRTS_{LK} = \ln(\alpha/\beta) + (\rho + 1)\ln(K/L) \quad (2.48)$$

Eşitlik $\ln(K/L)$ için çözülürse,

$$\ln(K/L) = [1/(\rho + 1)]\ln MRTS_{LK} - [1/(\rho + 1)]\ln(\alpha/\beta) \quad (2.49)$$

Daha sonra,

$$\sigma = d \ln(K/L) / d \ln MRTS_{LK} = 1/\rho + 1 \quad (2.50)$$

Bilindiği gibi Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda ikame esnekliği sabit ve 1'e eşit ($\sigma = 1$) kabul edilmiştir. CES üretim fonksiyonun ikame esnekliğine bakıldığında, yine sabit olacak şekilde sınırlanmakla birlikte, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda olduğu gibi artık 1'e eşit olma zorunluluğu bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu ifade, ikame esnekliğin her zaman sabit olması gerektiği anlamında olup faktörlerde veya nispi fiyatlardaki değişme ile sabitliğin değişmeyeceğini gösterir (Kök ve Deliktaş, 2003: 81).

Burada önemli olan nokta ikame esnekliğinin ρ parametresiyle ilişkili olmasıdır. Buna göre bazı tanınmış üretim fonksiyonları ρ değişkenine bağlı olarak, CES üretim fonksiyonunun özel bir kalıbı olarak türetilebilir:

- a. ($\rho = 1$) olduğunda, CES üretim fonksiyonu, Doğrusal bir üretim fonksiyonuna dönüşür.
- b. ($\rho = 0$) olduğunda, CES üretim fonksiyonu, Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna dönüşür.
- c. ($\rho = \infty$) olduğunda, CES üretim fonksiyonu, Leontief üretim fonksiyonuna dönüşür.¹

CES üretim fonksiyonunu doğrudan tahmin etmek istendiği zaman, parametrelerde doğrusal olmamaktadır. Bu nedenle, CES üretim fonksiyonunun en önemli sorunu, Cobb-Douglas üretim fonksiyonundakine karşılık, fonksiyonun doğal

¹ Leontief üretim fonksiyonu, ikame imkânsızlığına karşılık bir fonksiyon olarak tanımlanmaktadır.

logaritması alınarak belli işlemlerle doğrusal şekle dönüştürülebilmesidir. Bu problemden dolayı, fonksiyonun tahmini ancak yaklaşık değerler verebilmektedir. Denklem 2.42'nin doğal logaritması dikkate alındığında, yine parametrelerde doğrusal olmadığını görülmektedir.

$$\ln Q = \ln A - (s/\rho) \ln(\alpha L^{-\rho} + \beta K^{-\rho}) \quad (2.51)$$

Bu nedenle de en küçük kareler (OLS) yöntemiyle tahmin edilememektedir. CES üretim fonksiyonunun tahmini için iki farklı yöntem bulunmaktadır;

Birincisi, denklem 2.51'in parametrelerini doğrusal olmayan yöntemlerle tahmin etmektir. Burada olabilirlik (likelihood) fonksiyonu kurulur ve herhangi bir paket programı yardımıyla, parametrelerin maksimum olabilirlik tahminleri elde edilir. Alternatif olan ikinci yöntemde, denklem 2.51'de ρ 'ya nispi doğrusal kendi yaklaşık değeri konulur ve böylece CES üretim fonksiyonunun en iyi tahmin edicileri bilinen en küçük kareler yöntemiyle bulunabilir (Bairam'dan aktaran Kök ve Deliktaş 2003: 83).

c. Girdi Talep Fonksiyonları

CES üretim fonksiyonunda, girdi talep fonksiyonlarına ulaşmak için tekrar, kar fonksiyonu ele alındığında:

$$\Pi = P Q - P_L L - P_K K \quad (2.52)$$

Yine burada P , P_L ve P_K sırasıyla çıktı, emek ve sermayenin fiyatlarını göstermektedir. Bilindiği üzere tam rekabet koşullarında karı maksimize eden koşul $MP_L/MP_K = -(P_L/P_K)$ ve ya basit anlamda $dL/dK = -(P_L/P_K)$ şeklinde ifade edilir. Diğer taraftan eş ürün eğrilerinin eğimi olan marjinal teknik ikame oranı ise $MRTS_{LK} = MP_L/MP_K = -(\alpha/\beta)(K/L)^{\rho+1}$ değerine eşittir. Buradan hareketle;

$$-P_L/P_K = MP_L/MP_K = -(\alpha/\beta)(K/L)^{\rho+1} \quad (2.53)$$

Bu denklem L ve K için yazıldığında,

$$L = (\alpha P_K / \beta P_L)^{1/(1+\rho)} K \quad (2.54)$$

$$K = (\beta P_L / \alpha P_K)^{1/(1+\rho)} L \quad (2.55)$$

CES üretim fonksiyonunu biraz basitleştirerek aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz:

$$(Q/A)^{-\rho} = \alpha L^{-\rho} + \beta K^{-\rho} \quad (2.56)$$

Eşitlik 2.54 ve 2.55 ayrı ayrı, 2.56 denklemi olan CES üretim fonksiyonda yerleştirilirse,

$$(Q/A)^{-\rho} = \alpha L^{-\rho} + \beta [(\beta P_L / \alpha P_K)^{1/(1+\rho)} L]^{-\rho} \quad (2.57)$$

$$(Q/A)^{-\rho} = \alpha [(\alpha P_K / \beta P_L)^{1/(1+\rho)} K]^{-\rho} + \beta K^{-\rho} \quad (2.58)$$

Ardından bu denklemler sırasıyla L ve K için çözüldüğünde, girdi talep fonksiyonları elde edilebilir.

$$L = (Q/A) [\alpha + \beta (\beta P_L / \alpha P_K)^{-\rho/(1+\rho)}]^{1/\rho} \quad (2.59)$$

$$K = (Q/A) [\alpha (\alpha P_K / \beta P_L)^{-\rho/(1+\rho)} + \beta]^{1/\rho} \quad (2.60)$$

Bu fonksiyonları ikame elastikiyeti olarak da ifade etmek mümkündür. Bunun için 2.55 ve 2.56 denklemlerini birkaç basitleştirici işlemle aşağıdaki gibi gösterebiliriz:

$$L = (Q/A) \alpha^{1/\rho} [1 + (\beta/\alpha)^\sigma (P_L/P_K)^{-\rho\sigma}]^{1/\rho} \quad (2.61)$$

$$K = (Q/A) \beta^{1/\rho} [(\alpha/\beta)^\sigma (P_K/P_L)^{-\rho\sigma} + 1]^{1/\rho} \quad (2.62)$$

d. Teknolojik Değişme

CES üretim fonksiyonunda, A etkinliği gösterirken, öte yandan ölçeğe göre getiri parametresi yani s , nötr teknolojik değişmeği gösterir. Sermaye yoğunluk katsayısı olan β ve ikame parametresi olan ρ ise, nötr olmayan teknolojik değişmeği göstermektedir.

Cobb-Douglas fonksiyonundaki gibi, CES üretim fonksiyonunda da girdilerin marjinal verimlilikleri çerçevesinde aşağıdaki eşitliliği yazabiliriz:

$$R = P_L / P_K = (\alpha / \beta)(K / L)^{\rho+1} \quad (2.63)$$

Teknolojik değişmeyi göstermek için CES üretim fonksiyonunu düzenleyerek tekrar ele aldığımızda:

$$Q = e^{\lambda t} A [\alpha L^{-\rho} + \beta L^{-\rho}]^{-s/\rho} \quad (2.64)$$

$$Q = A [\alpha (e^{mt} L)^{-\rho} + \beta L^{-\rho}]^{-s/\rho} \quad (2.65)$$

$$Q = A [\alpha L^{-\rho} + \beta (e^{mt} L)^{-\rho}]^{-s/\rho} \quad (2.66)$$

Denklem 2.64'te teknolojik değişmenin etki derecesi $e^{\lambda t}$ ile gösterilmiştir. β 'nin değerinin artmasına bağlı olarak, sermaye tasarruflu-emek kullanımlı, aksine emek tasarruflu-sermaye kullanımlı Hicks teknolojik değişme elde edilir. Eşitlik 2.65 ve 2.66'da olan m parametresi sırasıyla Harrod-nötr ve Solow-nötr teknik değişme hızlarını göstermektedir (Yeşilyurt, 2003: 83).

1.1.1.3. Değişken İkame Esnekli Üretim Fonksiyonu (VES)

CES ve Cobb-Douglas gibi sabit ikame esnekli üretim fonksiyonlarının çok faktörle çıktı arasındaki ilişkiyi göstermek için elverişli olmadığı için, değişken ikame esnekli üretim fonksiyonları da sıklıkla kullanılmaya başlanmaktadır. Dolayısıyla hem mikro hem de makro düzeyde, özellikle çok ürünlü firma ve ya endüstriyi kapsayan ekonometrik analizlerde bir akım sorunlarla karşılaşılması nedeniyle, değişken ikame esnekliğe sahip olan fonksiyonlar geliştirilmiştir. Bu fonksiyonlardan önemli olan bazı örnekler aşağıda verilmiştir

1.1.1.3.1. Üssel (Transcendental) Üretim Fonksiyonu²

1950 yılı esnasında, Cobb-Douglas fonksiyonunun sınırları, iktisatçıların özellikle tarım iktisatçıların dikkatini çekmiştir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun parametreleri, mevcut verilerden çok kolayca tahmin edildiğine rağmen, bu iktisatçılar fonksiyonun üç neoklasik üretim alanlarının bir göstergesi olmadığını da vurgulamışlardır. Fonksiyondaki en büyük problem ise, üretimdeki sabit elastikiyetlerden kaynaklanmaktadır. Bu da ortalama ve marjinal ürünü diğerlerine göre belli sabit bir miktarda olmalarını gerektirmektedir. Aynı zamanda, bu, Cobb-Douglas üretim fonksiyonun neoklasik üretim alanının sadece birini (ikinci alanı) gösterme gerçeği ile de ilgilidir.

Halter, Carter ve Hocking (1957), Cobb-Douglas üretim fonksiyonun ve üç neoklasik üretim alanları arasında bir uygunsuzluk olduğunu vurgulamışlar. Araştırmacılar, fonksiyonu yeniden düzenleyerek, ona üretimin üç alanını göstermesine ve değişken üretim esnekliklerine sahip olmaya imkân sağlamışlardır. Aynı zamanda Cobb-Douglas üretim fonksiyonuyla bağlı kalmak ve mevcut verilerden de kolayca tahmin edilmeyi de unutmamışlar.

Halter ve diğerlerinin 1957’de tanıttıkları fonksiyon, Cobb-Douglas fonksiyonunun çok az düzeltilmiş bir versiyonu niteliğini taşımakla birlikte, doğal logaritma temeli eklenmiş ve kullanılan girdiler miktarının bir fonksiyonu olarak belli bir güce sahip bir fonksiyon olarak öne sürülmüştür.

Transcendental üretim fonksiyonun iki değişkenli şekli aşağıda verilmiştir (Mundlak,1964: 273):

$$Q = AL^{\alpha} K^{\beta} e^{\gamma_1 L + \gamma_2 K} \quad (2.67)$$

Burada yine K sermaye, L ise emek ve α, β, γ_1 ve γ_2 fonksiyonun katsayılarıdır. Bu fonksiyonda $\gamma_1, \gamma_2 < 0$, $L \leq -\alpha/\gamma_1$ ve $K \leq -\beta/\gamma_2$ olduğu sürece, neoklasik bir üretim fonksiyonu olmakla birlikte doğrusal bir fonksiyon içermemektedir (Mishra, 2007: 3).

² Fonksiyon matematiksel kalıp olarak homojen bir fonksiyon olmamakla birlikte bu kısımda ele almamızın nedeni, Zestos ‘un (1996) homojenleştirilmiş kalıbının sıkça kullanılmasıdır.

Fonksiyondan girdilerin marjinal ürünleri elde edildiğinde,

$$MP_L = (\alpha/L + \gamma_1)Q \quad (2.68)$$

$$MP_K = (\beta/K + \gamma_2)Q \quad (2.69)$$

Fonksiyonda, her bir girdi için kısmi üretim esneklikleri aşağıda verilmiştir:

$$\varepsilon_L = MP_L / AP_L = \alpha + \gamma_1 L \quad (2.70)$$

$$\varepsilon_K = MP_K / AP_K = \beta + \gamma_2 K \quad (2.71)$$

Görüldüğü gibi, her bir girdinin üretim esnekliği, o girdinin kullanılan miktarına bağlıdır ve diğer girdi kullanımından bağımsızdır. Ayrıca bu fonksiyonu kullanarak, maksimum çıktı için gereken optimum girdi bileşimini belirlemek mümkündür. Bu, faktörlerin çıktıya göre esnekliklerini sıfıra eşitleyerek ve sınır doğrusunu elde ederek yapılabilmektedir (Haji Hassani Asl, 2004: 117).

Girdi esnekliklerinin toplamı, ölçeğe göre getirinin bir ölçütü kabul edildiğinde, Transcendental fonksiyonunda ölçeğe göre getiri sabit değil ve girdilerin kullanılan miktarlarına bağlıdır:

$$\varepsilon = \alpha + \beta + \gamma_1 L + \gamma_2 K \quad (2.72)$$

Görüldüğü gibi, iki değişkenli bu fonksiyon, herhangi bir dereceden homojen değildir. 2.68 ve 2.69 denklemlerine bağlı olarak, fonksiyonun marjinal teknik ikame oranı aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$MRTS_{LK} = -(MP_L / MP_K) = -(\alpha/L + \gamma_1)/(\beta/K + \gamma_2) = -K(\alpha + \gamma_1 L)/L(\beta + \gamma_2 K) \quad (2.73)$$

Transcendental fonksiyonu için eş ürün eğrileri $\alpha, \beta > 0$ ve $\gamma_1, \gamma_2 < 0$ olduğundan bir dizi ortak merkezli halkalardan oluşmaktadır (Debertin, 2012: 192).

Kar maksimizasyonu için birinci dereceden koşullar, marjinal teknik ikame oranının negatif girdi fiyatlarının oranına eşitlemekle, sağlanmaktadır:

$$-(\alpha/L + \gamma_1)/(\beta/K + \gamma_2) = -P_L/P_K \quad (2.74)$$

Buradan hareketle, fonksiyon için genişleme yoluna ulaşabilmek mümkündür:

$$\begin{aligned} P_K K(\alpha + \gamma_1 L) &= P_L L(\beta + \gamma_2 K) \\ K &= \beta P_L L / (\alpha P_K + \gamma_1 P_K L - \gamma_2 P_L L) \end{aligned} \quad (2.75)$$

2.75 denklemden de anlaşılaçağı gibi, Transcendental üretim fonksiyonu için genişleme yolu γ_1, γ_2 sıfıra eşit olmadan doğrusal olması mümkün değildir.

Fonksiyonun ikame esnekliği ise, aşağıda verilmiştir:

$$\sigma = (\gamma_1 + \alpha L)(\gamma_2 + \beta K) / (\gamma_1 \gamma_2 - \alpha \beta L K) \quad (2.76)$$

Denkleme bakıldığında, Transcendental üretim fonksiyonunun ikame esnekliğinin değişen olması anlaşılacaktır. Bu tür fonksiyonlara değişen ikame esnekli fonksiyon adlandırmak da bu nedenden kaynaklanmaktadır.

Daha önce de bahsettiğimiz gibi, Transcendental üretim fonksiyonu, homojen bir fonksiyon değildir. Zestos(1996) yaptığı bir çalışmada bu fonksiyonun homojen şeklini ele almıştır. Aslında bu fonksiyon, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun bir genelleme şekli olarak ifade edilmektedir. Bu fonksiyon sadece L ve K'nın negatif olmayan marjinal ürünler ve marjinal teknik ikame oranının azalan bölgesinde olan, bir neoklasik üretim fonksiyonudur. Bu fonksiyonun şekli aşağıda verilmiştir:

$$Q = AL^\alpha K^{1-\alpha} e^{\mu m} \quad (m = K/L) \quad (2.77)$$

Fonksiyonda Q çıktı, L ve K emek ve sermaye stoku, A etkinlik parametresi sermaye-emek oranına göre kısı başına çıktı elastikiyeti ve μ ise, ikame parametresidir. Burada $\mu > 0$ ve $0 < \alpha < 1$ olduğu zaman, $(\alpha/\mu) \geq m$ olursa, emeğin marjinal ürünü *negatif olmayan* olacaktır. Ayrıca bu fonksiyon, özel bir şekil

olduğundan dolayı, doğrusal fonksiyon içermemekle birlikte fonksiyon L 'ye bölündüğünde ve her iki taraftan doğal logaritma alındığında,

$$\ln Q/L = \ln A + (1 - \alpha) \ln K/L + \mu m \quad (2.78)$$

Bu fonksiyon parametrelere göre doğrusal olduğundan, en küçük kareler (OLS) yöntemiyle kolayca tahmin edilebilir.

2.77 denklemden emek ve sermayenin marjinal ürünleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$MP_L = \alpha AL^{\alpha-1} K^{1-\alpha} e^{\mu m} - (\mu K/L^2) AL^{\alpha} K^{1-\alpha} e^{\mu m} \quad (2.79)$$

$$MP_K = (1 - \alpha) AL^{\alpha} K^{-\alpha} e^{\mu m} + (\mu/L) AL^{\alpha} K^{1-\alpha} e^{\mu m} \quad (2.80)$$

Buradan hareketle, fonksiyonun marjinal teknik ikame oranını elde ettiğimizde,

$$\begin{aligned} MRTS_{LK} &= [\alpha(K/L) - \mu(K/L)^2] / [(1 - \alpha) + \mu(K/L)] \\ MRTS_{LK} &= (K/L) \{ [\alpha - \mu(K/L)] / [(1 - \alpha) + \mu(K/L)] \} \\ MRTS_{LK} &= m \{ (\alpha - \mu m) / [(1 - \alpha) + \mu m] \} \\ MRTS_{LK} &= m \{ 1 / [(1 - \alpha) + \mu m] - 1 \} \end{aligned} \quad (2.81)$$

İkame esnekliğini 2.81 denklemine bağlı olarak elde ettiğimizde,

$$\sigma = \frac{d \ln K/L}{d \ln MRTS_{LK}} = 1 - \left(\frac{\mu m}{[(1 - \alpha) + \mu m]^2 - (1 - \alpha)} \right) \quad (2.82)$$

Bu denklemden açıktır ki, ikame esnekliği, sermaye-emek oranı olan m ve tahmin edilen α ve μ parametrelerine bağlıdır. Bu nedenle daha önce de söylendiği gibi, Transcendental üretim fonksiyonu, değişen ikame esneklikli bir fonksiyon olarak tanımlanmaktadır (Zestos, 1996: 45).

Transcendental fonksiyonunun başka bir şekli Debertin (2012) tarafından önerilmiştir. Bu fonksiyonun genel formu, aşağıda verilmiştir:

$$Q = A(t)X_1^{\alpha_1}X_2^{\alpha_2}e^{\gamma_1X_1+\gamma_2X_2+\gamma_3X_1X_2} \quad (2.83)$$

Fonksiyonda olan γ_1, γ_2 ve γ_3 , aslında faktörlerin karşılıklı etkileşimi olarak, bir girdinin çıktı esnekliğini diğer her bir girdinin kullanılmaması koşuluna bağlı olduğunu göstermektedir. Girdilerin, çıktı esnekliklerine bakıldığında, her girdinin esnekliği, o faktöre bağlı olduğunun yanı sıra, diğer faktörlerin miktarlarına da bağlıdır.

1.1.1.3.2. Revankar Üretim Fonksiyonu

Ekonometrik çalışmalarda kullanılan üretim fonksiyonlarında, ikame esnekliği parametresi, belirli sayısal değere sahip bir varsayım altındadır. Tabii ki bu varsayım, özgün bir üretim fonksiyonu şeklini de gerektirmektedir. Buna göre, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu gibi popüler fonksiyonların kullanımı, ikame esnekliği parametresinin 1'e eşit olmasını vurgularken, daha az popüler fonksiyonların kullanımı bu parametrenin değerini, 1 ve sonsuz arasında olmasını açıklamaktadır. Ancak, temelde bu parametre sıfırla sonsuz arasında herhangi bir değere sahip olabilmektedir. Böylelikle de herhangi bir net varsayım, bu parametrenin sayısal değeri konusunda tanımlama sapmasına neden olabilmektedir. Son zamanlarda yeni üretim fonksiyonları bu sapmayı elimine ederek, ikame parametresinin bir *sabit* olma gerçeğini geniş olarak açıklamaya çalışmışlar. Bu da, mevcut verilerle σ parametresinin belirlenmesine imkân veren, sabit ikame esnekli (CES) üretim fonksiyonudur.

Aslında ikame esnekliği parametresi çıktı ve/veya girdi bileşenlerine bağlı olarak, değişme gösterebilir ve bu nedenle, σ 'nın sabit olma varsayımı, belki de bir tanımlama sapması olabilir. σ parametresinin değişen olabilme ihtimalini fark ettikten sonra, ilk önce bu parametrenin çıktı ve/veya girdilerle fonksiyonel bağımlılığı seçmek için, çeşitli yöntemlerle karşı karşıya kalacağız. Buna bakarak seçilen model, sabit bir ikame parametresini test etmeye imkân sunmalıdır ve bu

nedenle *her beklentiye göre*, bu seçim, CES üretim fonksiyonunun bir genellemesi olmaktadır. Belki de asıl zorluk bu tür bir seçimde, seçilen σ parametresinin davranışına ve ampirik olarak kullanışlı ve ekonomik olarak anlamlı sonuçlanan üretim fonksiyonuna, uygun bir ekonomik açıklamaya ilgi göstermektir (Revankar,1971: 61-62).

Revankar (1971) ele aldığı fonksiyonu aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$Q = AK^{\alpha(1-\delta\rho)}[L + (\rho - 1)K]^{\alpha\delta\rho} \quad (2.84)$$

$$A > 0, \quad \alpha > 0, \quad 0 < \delta < 1, \quad 0 \leq \delta\rho \leq 1, \quad L/K > (1 - \rho)/(1 - \delta\rho)$$

Burada yine Q çıktı, K sermaye, L emek α, δ, ρ ve A parametreler olarak ifade edilmekteler. Fonksiyonun α dereceden homojen bir fonksiyon olduğu aşikârdır. Fonksiyonun birinci dereceden homojen şekli aşağıda verilmiştir.

$$Q = AK^{(1-\delta\rho)}[L + (\rho - 1)K]^{\delta\rho} \quad (2.85)$$

α aynı zamanda ölçeğe göre getiri ve ya homojenlik derecesini gösteren parametre olarak da değerlendirilebilir.

2.84 fonksiyonu için ikame esnekliği aşağıdaki eşitlikle gösterilmiştir:

$$\sigma = \sigma(K, L) = 1 + [(\rho - 1)/(1 - \delta\rho)](K/L) \quad (2.86)$$

Buna bağlı olarak fonksiyonda, ikame esnekliği doğrusal şekilde sermaye-emek oranıyla 1'in etrafında değişmektedir. Ayrıca sermaye-emek oranının uygun alanında, ampirik olarak, $\sigma > 0$ kabul edilmiştir ve bu da yukarıda belirlendiği gibi, $L/K > (1 - \rho)/(1 - \delta\rho)$ sağlanmasını gerektirmektedir.

Revankar üretim fonksiyonuna bakıldığında, üç önemli özelliği görülmektedir: birincisi, fonksiyon, bir neoklasik üretim fonksiyonunun koşullarını karşılamakta olduğudur. Bu koşullar, emek ve sermayenin marjinal ürünlerinin sıfırdan büyük olması, marjinal teknik ikame oranı ve dolayısıyla eş ürün eğrilerinin

azalan şekilde olmalarıyla ifade edilmektedir. Bunlara bağlı olarak eşitlikler aşağıda verilmiştir:

$$MP_L = (\alpha\delta\rho)AK^{\alpha(1-\delta\rho)}[L + (\rho-1)K]^{\alpha\delta\rho-1} = [(\alpha\delta\rho)Q]/[L + (\rho-1)K] \quad (2.87)$$

$$\begin{aligned} MP_K &= \alpha(1-\delta\rho)AK^{\alpha(1-\delta\rho)-1}[L + (\rho-1)K]^{\alpha\delta\rho} + (\alpha\delta\rho)(\rho-1)AK^{\alpha(1-\delta\rho)}[L + (\rho-1)K]^{\alpha\delta\rho-1} \\ &= \alpha(1-\delta\rho)(Q/K) + (\alpha\delta\rho)(\rho-1)(Q/[L + (\rho-1)K]) \end{aligned} \quad (2.88)$$

Marjinal teknik ikame ise,

$$MRTS_{LK} = [(\rho-1)/(1-\delta\rho)] + [(1-\delta\rho)/\delta\rho](L/K) \quad (2.89)$$

İkincisi, bu fonksiyon, Harrod-Domar sabit katsayı modelini ($\rho = 0$), Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu ($\rho = 1$) ve doğrusal modeli [$\rho = 1/\delta (> 1)$] içermektedir. Buna bağlı olarak ρ , sıfırdan $1/\delta$ 'ya artınca, ikame esnekliği düzenli olarak sıfırdan sonsuza artacaktır.

Üçüncüsü, Revankar üretim fonksiyonunun CES fonksiyonundan önemli bir noktada farklı olmasıdır. CES üretim fonksiyonu, eş ürün eğrisinin bütün noktalarında çıktı seviyesinden bağımsız olarak ikame esnekliğinin aynı olmasını ve dolayısıyla eş ürün haritasının bütün noktalarında aynı değere sahip olmasını gerektirmektedir. Revankar VES fonksiyonunda ise ikame parametresi yalnızca bir *ray* (genişleme yolu) üzerinde aynı olmasını gerektirmektedir. Başka bir ifade ile ikame esnekliği, aynı eş ürün üzerinde farklı olabilmektedir.

1.1.1.3.3. Lu-Fletcher Üretim Fonksiyonu

Lu ve Fletcher (1968) CES üretim fonksiyonunu değişken ikame esnekliğe imkân vermek amacıyla genellemişler. Onlara göre Arrow, Chenery, Minhas ve Solow (ACMS) tarafından öne sürülen CES üretim fonksiyonu, geniş olarak kullanıldığına rağmen, muhtemel en zayıf noktası, sermaye stokundan bağımsız olarak, Q/L oranıyla ücretlerin arasında olan ilişkisidir. Bu varsayım,

tutulmadığında, CES üretim fonksiyonundan türetilen ikame esnekliğinin değeri sapmalı olabilmektedir (Lu ve Fletcher, 1968: 449). Diğer taraftan CES üretim fonksiyonunun ikame esnekliğinin sabit olması (1'e eşit olması zorunlu değil) sınırı da gözden kaçmamalıdır. Ancak, sermaye-emek oranı, girdi fiyat oranlarının değişmesinden dolayı, değiştiği zaman, ikame esnekliğin de değişme olasılığı bulunmaktadır.

Lu ve Fletcher'ın tanımladığı üretim fonksiyonu, CES üretim fonksiyonunun biraz daha genel formunu içermekte ve ayrıca ACMS fonksiyonundaki bağımsızlık varsayımına da bağlı değildir. Bu fonksiyonun kalıbı aşağıda verilmiştir:

$$Q = A[\delta K^{-\rho} + (1-\delta)\eta(K/L)^{-c(1+\rho)} L^{-\rho}]^{-1/\rho} \quad (2.90)$$

$$\rho = 1/(b-1) \quad , \quad \eta = (1-b)/(1-b-c)$$

Fonksiyon, $L^{-\rho}$ 'nun, $(K/L)^{-c(1+\rho)}$ ile çarpımı dışında, CES üretim fonksiyonuyla aynı olup birinci dereceden homojendir (ölçeğe göre sabit getiri vardır). Fonksiyonu değişken getiriye sahip olan şekli ifade edilirse,

$$Q = A[\delta K^{-\rho} + (1-\delta)\eta(K/L)^{-c(1+\rho)} L^{-\rho}]^{-s/\rho} \quad (2.91)$$

Burada ölçeğe göre sabit getiriye sahip olan fonksiyonun varsayımları ve tanımlamalarına ek olarak, s parametresi olan homojenlik parametresidir. Fonksiyondan açıktır ki c sıfıra eşit olursa, çarpan 1'e eşit olup, fonksiyon CES fonksiyonuna dönüşecektir. Bu nedenle fonksiyon, CES üretim fonksiyonunu özel durum olarak içerdiğinden dolayı, daha genel bir fonksiyon sayılabilmektedir. Lu ve Fletcher'ın fonksiyonunda yine girdilerin marjinal ürünleri pozitifdir ve bu girdilerin belli alanında, marjinal ürünlerin eğimleri azalandır.

İkame esnekliği değeri aşağıda verilmiştir (Lu ve Fletcher, 1968: 450).

$$\sigma = \frac{b}{1 - c[1 + \frac{1}{(\beta/\alpha)(X^A - B)}]} \quad (2.92)$$

$$A = (b - c - 1), B = c/(b + c - 1) \text{ ve } X = K/L$$

Fonksiyondan da anlaşılacağı gibi, σ , sermaye-emek oranı olan X 'in belli bir fonksiyonudur.

1.1.1.3.4. Sato ve Hoffman Üretim Fonksiyonu

Sato ve Hoffman (1968) yaptıkları bir çalışmada, CES üretim fonksiyonu varsayımları ötesinde, üretim fonksiyonunu genellemeye çalışmışlar ve bu fonksiyonun *belirgin* formunu türetmeyi ele almışlar. Onlara göre yine burada da üretim fonksiyonunun en önemli özelliği, girdilerin ikame esneklikleridir. Ayrıca birinci derece homojenlik gibi tam bir varsayım altında, üretim fonksiyonun kendine özgü şekli, ikame esnekliğinin formu ve değeri tarafından belirlenmekte olduğunu da açıklamaya çalışmışlar. Sabit ikame esnekli (CES) üretim fonksiyonları hem teorik özellikleri hem de ampirik anlatımlarından dolayı sıkça ele alınmaktadırlar. Buradaki araştırmacıların analiz için temel varsayımları yine iki girdili emek ve sermaye ve tek çıktıdan oluşan homojen bir fonksiyondur. Tam rekabet koşulları hakim olduğundan, teknik değişme, Hicks anlamında, nötr düşünülür. Fonksiyonun şekli aşağıda verilmiştir:

$$Q = AK^{a/(1+c)} [L + (b/1 + c)K]^{a/(c/1+c)} \quad (2.93)$$

Buradaki a parametresi, ölçeğe göre getiri ve ya homojenlik parametresi olarak ifade edilir. Denklem 2.93'ten bu fonksiyonun homojen bir fonksiyon olduğu aşikârdır. Ölçeğe göre sabit getiri söz konusu olduğu zaman ($a = 1$), fonksiyon,

$$Q = AK^{1/(1+c)} [L + (b/1 + c)K]^{1/(c/1+c)} \quad (2.94)$$

Sato ve Hoffman üretim fonksiyonunda girdilerin marjinal ürünleri pozitifdir. Ayrıca marjinal teknik ikame oranı (MRTS), sermaye-emek oranı arttığında, sermaye

ve emeğin belli alanında, azalan şekildedir. Bunlarla ilgili eşitlik ve denklemler aşağıda gösterilmiştir:

$$MP_L = a(c/1+c)AK^{a(1/1+c)}[L + (b/1+c)K]^{a(c/1+c)-1} = a(1/1+c)Q/[L + (b/1+c)K] \quad (2.95)$$

$$\begin{aligned} MP_K &= a(1/1+c)AK^{a(1/1+c)-1}[L + (b/1+c)K]^{a(c/1+c)} \\ &+ a(c/1+c)(b/1+c)AK^{a(1/1+c)}[L + (b/1+c)K]^{a(c/1+c)-1} \\ &= a(1/1+c)Q/L + a(c/1+c)(b/1+c)Q/[L + (b/1+c)K] \end{aligned} \quad (2.96)$$

Fonksiyonun ikame esnekliği ise aşağıda verilmiştir (Sato ve Hoffman, 1968: 454):

$$\sigma = [a(k)\beta(k)]/[a(k)\beta(k) - ka'(k)] \quad \beta(k) = 1 - a(k), \quad k = K/L \quad (2.97)$$

Fonksiyonda $a(k)$, sermayenin payı olarak tanımlanmıştır. İkame esnekliğinin sabit olmadığı, sermaye-emek oranına bağlı olduğu, fonksiyondan anlaşılmaktadır.

Son olarak da bu fonksiyonun doğal logaritması alındığında, fonksiyon parametrelere göre doğrusal olup en küçük kareler (OLS) yöntemi ile rahatlıkla tahmin edilebilir:

$$\log Q = \log A + (1/1+c)\log K + (c/1+c)\log[L + (b/1+c)K] \quad (2.98)$$

1.1.1.3.5. Kadiyala Üretim Fonksiyonu

Kadiyala (1972) Cobb-Douglas ve CES fonksiyonlarında olan sabit ikame elastikiyetini eleştirerek, üretim fonksiyonlarını tekrar ele almıştır. Ona göre, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu birçok ekonomik veriyi açıkladığı halde, bu fonksiyonda iki sıkıntılı nokta bulunmaktadır. Bunlardan ilki, bu fonksiyonda bütün girdilerin pozitif şekilde ele alınması ve ikincisi ise, ikame esnekliğinin 1'e eşit olmasıdır. Daha sonra genel form olarak öne sürülen sabit ikame esnekli (CES) fonksiyonda,

birinci sıkıntı giderilse de, yine sabit ikame esnekliğe sahip (1'e eşit olmasa da) olma sakıncasını hala taşımaktadır. Bu konu son zamanlarda birçok çalışmada ve birçok kişi tarafından ele alınmıştır. Çalışmaların tamamının ortak noktası ikame esnekliğinin, girdiler oranının doğrusal bir fonksiyonu olmasıdır (Kadiyala, 1972: 281).

Kadiyala'nın 1972'de öne sürdüğü üretim fonksiyonu aşağıda verilmiştir:

$$Q = A[\alpha L^\rho + \beta K^{2\rho} + 2\gamma L^{\rho_1} K^{\rho_2}]^{s/\rho} \quad \alpha, \beta, \gamma \geq 0 \quad \alpha + \beta + 2\gamma = 1 \quad (2.99)$$

Bu fonksiyonda yine A, (ACMS terminolojisini kullanarak) nötr teknik gelişmeyi içeren, etkinlik parametresidir. $\alpha, \beta, \gamma \geq 0$ olduğundan, teknik ilerleme nötr olduğunda, bu parametreler zamandan bağımsız, aksi halde zamana bağlı olmaktadır.

Fonksiyonda, $\alpha + \beta + 2\gamma = 1$ varsayımı alındığında, fonksiyonun ölçek esnekliği 1'e eşit olmaktadır. Kadiyala üretim fonksiyonu homojen bir fonksiyondur ve homojenlik parametresi s ile gösterilmiştir. Ölçeğe göre sabit getiri söz konusu olduğunda, fonksiyonun şekli aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$Q = A[\alpha L^\rho + \beta K^{2\rho} + 2\gamma L^{\rho_1} K^{\rho_2}]^{1/\rho} \quad (2.100)$$

Ayrıca bu fonksiyonda $\rho_1 + \rho_2 = \rho$ ve ρ_1 ve ρ_2 'nin işaretleri ρ ile aynı olduğu varsayılmıştır. Bu varsayım basit anlamda, girdilerin marjinal ürünlerinin negatif olmamasını sağlamaktadır.

Özel durumlar olarak nitelendirildiğinde, bu fonksiyon, $\alpha = 0$ olduğunda, Sato-Hoffman üretim fonksiyonunu, $\beta = 0$ olduğunda, Lu-Fletcher üretim fonksiyonunu ve $\gamma = 0$ olduğunda, CES üretim fonksiyonunu içermektedir (Mishra, 2007: 8 ve Kadiyala, 1972: 282).

$\rho_1 = \rho_2 = \rho$ gibi basitleştirici bir varsayım kabul edildiğinde, 2.100 fonksiyonu aşağıdaki şekle dönüşecektir:

$$Q = A[\alpha L^\rho + \beta K^{2\rho} + 2\gamma L^\rho K^\rho]^{1/\rho} \quad (2.101)$$

Bu fonksiyonun, CES üretim fonksiyonu gibi birinci dereceden homojen olduğu açıktır. CES fonksiyonunun bu fonksiyondan tek farkı, $\gamma = 0$ olmasıdır. Bu parametre, emek ve sermaye girdileri arasındaki etkileşim parametresi olarak ifade edilebilir.

2.101 fonksiyon, $\rho \rightarrow 0$ olduğunda, Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna ve $\rho \rightarrow \infty$ iken, Leontief üretim fonksiyonuna dönüşecektir.

Fonksiyonun girdilere göre marjinal ürünleri negatif olmadığından ve üretim girdileri açısından birinci dereceden homojen olduğundan, 2.101 fonksiyonu, bir neoklasik üretim fonksiyonudur.

Fonksiyonun ikame esnekliği elde edildiğinde aşağıdaki gibi gösterilebilir (Kadiyala, 1972: 283):

$$\sigma = 1/(1 - \rho + R) \quad (2.102)$$

$$R = -\rho(\alpha\beta - \gamma^2)/[(\alpha k^{-\rho} + \lambda)(\gamma + \beta k^{\rho})] \quad k = K/L$$

R sıfır olmadığı sürece, ikame esnekliğinin, değişken olduğu açıktır.

1.1.2. Homojen Olmayan Üretim Fonksiyonları

Burada homojen olmayan önemli fonksiyonlara yer verilmiş ve özellikleri incelenmiştir. Ele alınan bazı fonksiyonlar çalışmalarda ve dünya literatüründe ve ayrıca bu araştırmada da kullandıkları açısından önem arz etmektedir.

1.1.2.1. Yeni CES Üretim Fonksiyonu

Fonksiyon aslında Box ve Cox (1964) tarafından yapılan dönüştürmeyi kullanarak, üretim fonksiyonuna uyarılmış ve birçok kişi tarafından kullanılmıştır. Daha sonra Box ve Cox genelleşmiş fonksiyonel model olarak tanımlanmış bu fonksiyon, birçok araştırmacı tarafından diğer genelleşmiş fonksiyonları, özel veya sınırlı durum olarak içermektedir (Berndt ve Khaled, 1979: 1222). Çalışmalardaki bu tür esnek modellerin ele alınmasına bakıldığında, genelde düzenlilik koşullarını sağlamak amacıyla kullanılmaktadırlar.

Genel Box-Cox modeli (dönüştürmesi)'ne göre, bir çıktı ve iki girdili üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$(Q^\lambda - 1)/\lambda = A + \phi t + \alpha[(L^\lambda - 1)/\lambda] + \beta[(K^\lambda - 1)/\lambda] \quad (2.103)$$

$$\alpha, \beta, \phi > 0, \quad -\infty < \lambda < +\infty$$

Denklemdaki t , zaman değişkeni, zaman içinde kalite değişiminin etkilerini analiz etmek amacıyla konulmuştur. Açıkta ki tahmin için yatay kesit veriler kullanıldığında, bu değer sıfıra eşit ($t = 0$) olacaktır. Ancak $t = 0$ olduğunda bile, girdiler ve çıktı arasında herhangi bir varsayım olmadan, tahmin imkânsızdır.

2.103 denklemi biraz basitleştirerek ve zamandan bağımsız olarak yazıldığında,

$$(Q^\lambda - 1)/\lambda = A + (1/\lambda)[\alpha(L^\lambda - 1) + \beta(K^\lambda - 1)] \quad (2.104)$$

$\lambda < 1$ ve $\alpha(L/Q)^\lambda, \beta(K/Q)^\lambda > 1$ olduğu sürece, 2.103 denklemi neoklasik üretim fonksiyonunun bütün koşullarını karşılamaktadır. Fonksiyonla ilgili girdilerin marjinal ürünleri ve marjinal teknik ikame oranı aşağıda verilmiştir (Bairam'dan aktaran Yeşilyurt, 2005: 91):

$$MP_L = \alpha(L/Q)^{1-\lambda} \quad (2.105)$$

$$MP_K = \beta(K/Q)^{1-\lambda} \quad (2.106)$$

$$MRTS_{LK} = -MP_L/MP_K = -(\alpha/\beta)(L/K)^{\lambda-1} \quad (2.107)$$

Yeni CES üretim fonksiyonunda, ikame esnekliği parametresi aşağıda verilmiştir:

$$\sigma = 1/(1 - \lambda) \quad (2.108)$$

$\lambda \leq 1$ olduğunda $\sigma = 0$ ve $\lambda > 1$ olduğunda $\sigma < 0$ olmaktadır.

Sonuç olarak, fonksiyonel form λ değerinin 1'den büyük olmayacağına sınırlandırıldığı zaman (fonksiyonel form, neoklasik üretim fonksiyonu özelliklerini

sağladığında), 2.103 denklem bir CES üretim fonksiyonudur. Modelin σ parametresinin tahmin amaçlı kullanılan verilerden elde edilen, λ değerine de bağlı olduğu aşikârdır (Bairam, 1991: 92).

1.1.2.2. Translog Üretim Fonksiyonu

Translog üretim fonksiyonu araştırmacılar bağlamında, üretim fonksiyonların yeni esnek formları ve CES üretim fonksiyonu tahminini keşfetmek ve tanımlamak için ortaya çıkmıştır. Debertin'e (2012) göre Translog fonksiyonu Janvry'nin genelleştirdiği güç üretim fonksiyonu ailesinin bir üyesidir. Bu eşitlik genellikle Translog fonksiyonunun en genel formu olarak kabul edilmiş ve çoğunlukla tarım ekonomisinde kullanılmaktadır. Fonksiyonun şekli aşağıda verilmiştir:

$$Q = AL^\alpha K^\beta e^{(\gamma/2) \ln L \ln K} \quad (2.109)$$

Dikkat edildiğinde, bu fonksiyon, Halter'in geliştirdiği Transcendental üretim fonksiyonuna benzemektedir. Denklemde γ parametresi genelde pozitif varsayıldığından, Transcendental fonksiyonundan farklıdır. Fonksiyon birçok pozitif γ değeri için, Cobb-Douglas fonksiyonuna benzemekte ve $\gamma = 0$ olduğunda, bu fonksiyon tamamen Cobb-Douglas fonksiyonuna dönüşür.

Fonksiyon, girdilerin kullanımı sınırlı olduğunda, hiçbir zaman maksimum miktara ulaşmamaktadır. Bu fonksiyon, herhangi bir sayıda girdi için genelleştirilebilir. Fonksiyonla ilgili bazı denklemler ve eşitlikler aşağıda verilmiştir:

$$MP_L = [(\alpha/L) + (\gamma/2) \ln K(1/L)]Q \quad (2.110)$$

$$MP_K = [(\beta/K) + (\gamma/2) \ln L(K)]Q \quad (2.111)$$

$$MRTS_{LK} = -dL/dK = -[(\alpha/L) + (\gamma/2) \ln K(1/L)]/[(\beta/K) + (\gamma/2) \ln L(K)] \quad (2.112)$$

Görüldüğü gibi, eş ürün eğrilerinin eğimi azalan ve γ değerine bağlıdır. Ayrıca L, K ve γ pozitif olduğundan, emek ve sermayenin marjinal ürünleri de pozitifdir (Debertin, 2012: 211).

Aslında bir Translog üretim fonksiyonunun ilk formu 1967’de Kmenta tarafından CES üretim fonksiyonu tahmini için, ikinci derece bir Tylor serisi ile ikame esnekliği Cobb-Douglas üretim fonksiyonu durumundaki gibi 1’e çok yaklaştığında, öne sürülmüştür. Bu fonksiyon aşağıda verilmiştir:

$$\ln Q = \ln A + \alpha \ln L + \beta \ln K + \gamma \ln^2 (K/L) \quad (2.113)$$

Burada Q çıktı, L ve K emek ve sermaye ve α, β, γ tahmin parametrelerdir. 1971’de Grilichs ve Ringstad, Translog üretim fonksiyonunun yeni şeklini tanımlamışlar. Grilichs’e göre $\alpha + \beta = 1$ sınırı dâhil edilerek, fonksiyon yeniden yazıldığında, üretim fonksiyonu bir emek verimlilik fonksiyonuna dönüşmektedir. Bu fonksiyonun şekli aşağıda verilmiştir:

$$\ln(Q/L) = \ln A + \beta \ln(K/L) + \gamma \ln^2 (K/L) \quad (2.114)$$

Denklemden dikkat edilmesi gereken önemli nokta, sermaye-emek oranı olan tek girdi, logaritmadan ikinci derece bir polinomial fonksiyona dönüşmesidir.

İkincisi model ise (Ringstad modeli), homojenlik varsayımını test etmek amacıyla, Kmenta fonksiyonundaki parametrelerle dâhil edilen sınırlamaları gevşeterek öne sürülmüştür. Fonksiyonun şekli aşağıda verilmiştir:

$$\ln Q = \ln A + \alpha_L \ln L + \alpha_K \ln K + \beta_{LL} \ln^2 L + \beta_{KK} \ln^2 K + \beta_{LK} \ln L \ln K \quad (2.115)$$

Aslında bakıldığında aynı fonksiyon 1971’de Sargent tarafından kullanılmış ve log-kareli olarak adlandırılmıştır. Burada önemli bir noktayı vurgulamak gerekir; “Translog” kavramı, “Transcendental Logaritmik”’in kısıtlaması olarak ele alınmıştır.

Translog üretim fonksiyonu daha sonra Christiansen, Jorgenson ve Lau tarafından Cobb-Douglas ve CES üretim fonksiyonlarının homojenlik ve şiddetli ayrılabilirlik (eklemlilik) problemleriyle ilgilenmek amacıyla 1971 ve 1973’de iki makalede ileri sürülmüştür. Fonksiyonun n sayıda girdiyi içeren genelleşmiş formu aşağıda verilmiştir:

$$\ln Q = \ln A + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln X_i + (1/2) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln X_i \ln X_j \quad (2.116)$$

Burada Y çıktı ve X ise girdilere işaret etmektedir.

Translog üretim fonksiyonunun avantajlarından bir tanesi, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun aksine, girdilerin arasında tam ikame ve ya girdi piyasasında tam rekabet gibi katı öngörüler varsayımların bulunmamasıdır. Ayrıca Translog fonksiyon demek, çıktı ve girdiler arasında doğrusal bir ilişkiden doğrusal olmayan bir ilişkiye geçmek demektir. Bunlardan dolayı Translog fonksiyonu bir doğrusal-homojen üretimin ikinci derece tahmini, üretim sınırları (frontier) veya toplam faktör verimliliği dinamiklerini ölçmek amacıyla kullanılabilmektedir (Pavelescu, 2011: 133). 2.116 fonksiyonu iki girdili emek ve sermaye için yazdığımızda,

$$\ln Q = \ln A + \alpha_L \ln L + \alpha_K \ln K + (1/2)\beta_{LL} (\ln L)^2 + (1/2)\beta_{KK} (\ln K)^2 + \beta_{LK} \ln L \ln K \quad (2.117)$$

Translog üretim fonksiyonu homotetik bir fonksiyon değildir ve üretim teknolojisine herhangi bir sınırlama yüklenmemektedir. Homotetik bir fonksiyon (girdiler için marjinal teknik ikame oranı sıfır dereceden homojendir) olmak için, (2.63) denklemde $\sum_j \beta_{ij} = 0$ olması gerekmektedir. Diğer taraftan $\sum_i \alpha_i = n$ ve $\sum_j \beta_{ij} = 0$ olduğu zaman, fonksiyon n dereceden homojen olmaktadır. Açıktır ki doğrusal homojenlik söz konusu olduğu zaman, $n = 1$ olacaktır.

Translog üretim fonksiyonunda eklemli olarak $\beta_{ij} = 0$ ($i \neq j$) olduğunda, ayrılabilir olur ve $\beta_{ij} = 0$ olduğunda, Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna dönüşür (Youn Kim, 1992: 548).

Fonksiyonun ölçek esnekliği aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\varepsilon = \alpha_L + \alpha_K + (\beta_{LL} + \beta_{LK}) \ln L + (\beta_{KK} + \beta_{LK}) \ln K \quad (2.118)$$

Translog fonksiyonunda ikame esnekliğini daha önce Cobb-Douglas fonksiyonundaki yöntemi kullanarak, elde ettiğimizde,

$$\sigma = \left[- (f_L f_K / LK) \varepsilon_Q \right] \left[(f_{LL} f_K^2 - 2 f_{LK} f_L f_K + f_{KK} f_L^2) \right]^{-1} \quad (2.119)$$

σ parametresine bakıldığında, bunun K, L ve Q miktarlarına bağlı olduğu ve dolayısıyla değişen olduğu anlaşılmaktadır (Yeşilyurt, 2005: 96).

1.1.2.3. Spilman Üretim Fonksiyonu

Bu fonksiyon Spillman, tarafından tarım sektöründe bir üretim fonksiyonu tahmini için, önerilmiştir. Spillman, 1923 ve 1924'te yayınladığı iki makalede üretim sürecinde azalan verimler kanununu ampirik olarak desteklenip desteklenmediğini test etmeğe çaba göstermiştir. Öne sürülen fonksiyonun genel formu aşağıda gösterilmektedir:

$$Q = A(1 - R^L)(1 - V^K) \quad (2.120)$$

Burada A, R ve V tahmin parametreleri ifade etmektedirler. Bu parametrelerin normal olarak sıfırla 1 arasında olmaları beklenir. Buna göre de $R+V$, 1'den küçük veya 1'e eşit olmaktadır.

Girdilerin marjinal ürünlerini gösterdiğimizde,

$$f_L = MP_L = -\ln R(1 - V^K)AR^L \quad (2.121)$$

$$f_K = MP_K = -\ln V(1 - R^L)AV^K \quad (2.122)$$

$\ln R(1 - V^K), \ln V(1 - R^K) < 0$ olduğundan, girdilerin marjinal ürünleri pozitif olacaktır.

Marjinal ürünlerin değişimlerine bakıldığında, girdilerin herhangi bir kullanım seviyesinde, bu değişim azalandır (Debertin, 2012: 188).

$$df_L / dL = -\ln^2 R(1 - V^K) ARL < 0$$

$$df_K / dK = -\ln^2 V(1 - R^L) AVK < 0$$

1.1.2.4. Sabit Marjinal Paylı Üretim Fonksiyonu

Bu fonksiyon Bruno (1968) tarafından emek ve sermayenin zaman içinde verimlilik büyümesinde veya teknik ilerlemedeki katılımını ölçmek amacıyla öne sürülmüştür. Bruno, ACMS yaklaşımını emek ve sermaye piyasalarının hiç birisinin dengede olmadığı durumu araştırmak amacıyla, tekrardan ele almıştır. Bunların yanı sıra ampirik çalışmaların, CES fonksiyonu gibi logaritmik formlardan daha ziyade, hasıla-emek ve ücretler arasındaki doğrusal ilişki ile daha iyi sonuçlara ulaşmayı da savunmuştur. Buradaki asıl önemsenen şey, dengesizliğin hesaba katılmasıdır ki bu da yeni nesil üretim fonksiyonlarını beraberinde getirmek gibi ilginç yönleri sahiptir. Bruno'nun dengesizlik durumunda ve sabit marjinal paylar modeline ilişkin fonksiyonun genel şekli aşağıda verilmiştir (Bruno, 1968: 51):

$$Q = AL^\alpha K^{1-\alpha} - mL \quad (2.64)$$

Fonksiyon görüldüğü gibi, ölçeğe göre sabit getiriye sahiptir ve zaman içinde değişme söz konusu değildir. Bu fonksiyonun ölçeğe göre değişken getiri (artan veya azalan) olduğunda ve zaman etkisini göstermek istediğimizde,

$$Q = Ae^{\lambda t} L^\alpha K^\beta - mL \quad (2.123)$$

2.123 denklemde her iki taraf L'ye bölündüğünde,

$$q = Ak^{1-\alpha} - m \quad (2.124)$$

Burada $q = Q/L$ ve $k = K/L$ olarak ifade edilir.

$0 \leq \alpha \leq 1$ olduğu için, $A > 0$ olur. Ayrıca k değişkeni alanında q 'nın negatif olmaması için bazı sınırlamalar bulunmaktadır.

Fonksiyonun marjinal ürünleri aşağıdaki denklemlerle gösterilmiştir:

$$MP_L = \alpha AL^{\alpha-1} K^{1-\alpha} - m \quad (2.125)$$

$$MP_K = (1 - \alpha)A(L/K)^\alpha \quad (2.126)$$

Fonksiyonun ölçek esnekliği, girdi esnekliklerinin toplamıyla eşit olduğundan,

$$\begin{aligned} \varepsilon = \varepsilon_L + \varepsilon_K &= \alpha + [(1 - \alpha)AL^\alpha K^{1-\alpha}]Q^{-1} = \alpha + [(1 - \alpha)(Q + mL)]Q^{-1} \\ &= \alpha + [(1 - \alpha)(mL/Q)] \end{aligned} \quad (2.127)$$

İkame esnekliği hesaplandığında,

$$\sigma = [q'(q - kq')]/kqq' = 1 - [\alpha m/(1 - \alpha)](1/q) \quad (2.128)$$

$m < 0$ olduğunda ikame esnekliği 1'den küçük ve $m > 0$ olduğunda 1'den büyük olmaktadır.

1.1.2.5. Eklemlili (Additive) Üretim Fonksiyonu

Bu fonksiyon Sudit (1973) tarafından üretim sürecindeki önemli ekonomik trendleri inceleme aracı olarak önerilmiştir. Yapılan formülasyon, değişen ikame esneklik ve değişen ölçek ekonomileri araştırmasına imkân sağlamakta ve En Küçük Kareler (OLS) Yöntemi ile tahmin edilebilmektedir. Öne sürülen homojen olmayan eklemlili üretim fonksiyonunda, üretimin temel esaslarıyla daha tutarlı ekonomik nitelikler önerilerinde bulunduğu görülmektedir.

Homojen olmayan eklemlili üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$Q = \alpha L + \beta K + \gamma L \ln K + \theta K \ln L \quad (2.129)$$

Burada yine Q çıktı, L ve K emek ile sermaye ve $\alpha, \beta, \gamma, \theta$ tahmin parametrelerdir.

Fonksiyonun emek ve sermayeye göre marjinal ürünleri aşağıda gösterilmiştir:

$$f_L = MP_L = \alpha + \gamma \ln K + \theta(K/L) \quad (2.130)$$

$$f_K = MP_K = \beta + \gamma(L/K) + \theta \ln L \quad (2.131)$$

Yukarıdaki denklemlerden de anlaşılacağı gibi, girdilerin marjinal ürünleri, onların oranlarının yanı sıra diğer girdinin logaritmasının bir fonksiyonudur. $\gamma, \theta > 0$ olduğunda, homojen olmayan eklemli üretim fonksiyonu her iki girdiye göre azalan verimler kanununu sergilemektedir. Buna göre ise,

$$f_{LL} = -\theta(K/L^2) \quad (2.132)$$

$$f_{KK} = -\gamma(L/K^2) \quad (2.133)$$

Bunlardan açıktır ki, homojen olmayan eklemli üretim fonksiyonunda, girdilerin azalan verimler kanunu göstermeleri gerekli (zorunlu) değildir; bir veya her iki girdi artan verimler de gösterebilir.

Girdilerin marjinal esnekliklerinin toplamı olan ölçek esneklik ise aşağıda verilmiştir:

$$\begin{aligned} \varepsilon = \varepsilon_L + \varepsilon_K &= (1/Q)(f_L L + f_K K) = (1/Q)(\alpha L + \gamma L \ln K + \theta K + \beta K + \gamma L + \theta K \ln L) \\ &= 1 + [(\gamma L + \theta K)/Q] \end{aligned} \quad (2.134)$$

Bu parametre herhangi bir değer alabilmektedir. Bunun anlamı, üretim ölçeği üzerinde, ölçeğe göre getiri değişkendir. $\gamma, \theta > 0$ olduğu zaman $\varepsilon > 0$ ve $\gamma, \theta < 0$ olduğunda, ölçek esnekliği $\varepsilon < 0$ olmaktadır. Böylece, $\gamma, \theta = 0$ olduğu zaman ve

dolayısıyla $\varepsilon = 1$ olduğunda (ölçeğe göre sabit getiri), 2.129 fonksiyon, doğrusal homojen eklemli fonksiyonu olan $Q = \alpha L + \beta K$ denkleminde dönüşecektir.

2.129 denklemin ikame esnekliği ise, aşağıdaki formülasyondan rahatlıkla elde edilebilir (Sudit, 1973: 502):

$$\sigma = [(f_L f_K)(f_L L + f_K K)] / [(-LK)(f_{LL} f_K^2 - 2 f_{LK} f_L f_K + f_{KK} f_L^2)] \quad (2.135)$$

1.2. NEOKLASİK OLMAYAN LEONTİEF ÜRETİM FONKSİYONU

Bu fonksiyon 1931 yıllarında “girdi-çıkıtı” yaklaşımı öne sürüldükten sonra, geliştirilmiştir. Leontief üretim modelleri, genel denge modellerinden çıkarılan ve daha çok firmalar arasındaki üretim ilişkilerine dayanan modeller olarak tanımlanmaktadır. Fonksiyonda, üretim fonksiyonundaki ilişkiler bir dizinin maliyet fonksiyonlarıyla açıklanmakta ve bunların her birinde girdilerin kullanımı ile çıktı arasında sabit bir ilişki söz konusudur. Bu fonksiyonun genel formu aşağıda verilmiştir:

$$Q = \min\{aX_1, bX_2\} \quad (2.136)$$

Bu fonksiyonda sadece iki ikame olmayan girdi kullanılmaktadır. Başka bir ifade ile, Leontief üretim fonksiyonu, belli miktarda çıktı elde etmek için, girdilerde sabit bir bileşimin varsayımı olduğunu vurgulamaktadır.

Bu fonksiyonun bazı önemli özellikleri bunlardır:

- Eş ürün eğrileri 90 derece açığa sahiptirler. Bu demektir ki üretim için, iki girdi belli bir oranla kullanılmaktadır (girdiler tamamlayıcı girdilerdir).
- Her iki girdinin marjinal ürünleri sıfıra eşittir.
- Sabit oranlarla olan fonksiyon, birinci dereceden homojendir. Başka bir ifade ile, ölçeğe göre sabit getiri söz konusudur.
- Girdilerin, çıktı esneklikleri sıfırdır.

İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE İMALAT SANAYİNE YÖNELİK PERFORMANS ÖLÇME

YÖNTEMLERİ

Bu bölümde etkinlik ölçümüyle ilgili modeller ve yöntemler ele alınacaktır. Buna göre ilk önce kavramsal olarak etkinlik ve verimlilik kavramları ele alınıp aralarındaki farklılıklara bakıldıktan sonra etkinlik ölçümüyle ilgili yöntemler incelenecektir. İlerleyen bölümün sonunda stokastik frontier analizi kullanılarak, elde edilecek sonuçlarla endüstriler arasındaki karşılaştırmaya bir araç olarak meta-frontier kavramı incelenecektir.

2.1. ETKİNLİK

Ekonominin genel sorunlarından biri kıt kaynakların nasıl kullanılması ve dolayısıyla insanların sınırsız isteklerinin nasıl en iyi şekilde tatmin edilmesidir. Kaynakların kıt olması tüm toplumları etkilediğinin yanı sıra, farklı alternatifler arasında seçim yapmaya zorlamaktadır (Kök ve Deliktaş, 2003: 42). İnsanların ihtiyaçları sınırsız olduğundan, talep edilen malların üretimini sağlayan kaynaklar ve teknik bilgi yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, kıt kaynakları en iyi şekilde değerlendirmek ve onları rasyonel olarak kullanabilmek bir anlamda refahı arttırabilmektedir. Buna bağlı olarak araştırmacıların bu sorunla mücadele etmek için başvurdukları yollardan bir tanesi etkinlik kavramıdır.

Etkinlik (Efficiency – L’efficience) kelimesi günümüzde, iktisat ve işletme literatürünün dışında, birçok alanda (kültürel, sanatsal etkinlik vb.) kullanılmaktadır. Kavram, iktisadi anlamda Fransızca L’efficacit  kelimesinin karşılığıdır. Anlamı ise, "minimum çaba veya masraf ile maksimum sonuçlar elde etme kapasitesi"dir. İngilizce efficiency kavramına karşılık, 1947’lerden itibaren eşanlamda L’efficience kelimesi kullanılmaktadır. Kavram olarak eski,  l me tekniğı olarak yeni kullanıldığı söylenebilir (Suiçmez, 2002: 178).

İtalyan iktisatçı Vilfredo Pareto’nun  ne sürdüğü “Pareto optimumu” olarak bilinen ve 1909’da yayılan etkinlik kuralı, objektif olarak iktisadi etkinliğı esas almaktadır. Refah ekonomisinin de temelini olu şturan bu kurala göre, üretimde

etkinlik, bir malın üretim miktarı azalmadan en az bir diğer malın üretimini artırma olanağı yoksa yani biri artırılırken diğeri azalacaksa, üretimde etkinliğe ulaşılmıştır. İktisatçılar etkinlik ölçümünü ekonomide durum tespiti ve projeksiyon yapma aracı olarak ele aldıklarında nihai mal ve hizmetler ile genel refah arasında bir bağlantı kurarak, iktisadi etkinliği bir ekonominin rekabet edebilme gücü olarak değerlendirmişlerdir (Kök ve Deliktaş, 2003: 44).

2.1.1. Etkinlik Türleri

Etkinliğin olgusu, kapsamı ve kaynakları itibarıyla genellikle literatürde üç çeşit etkinlikle karşılaşılır. Bunlar Teknik etkinlik, Tahsis etkinlik (fiyat etkinliği) ve Ekonomik etkinlik (Tam etkinlik)'tir. Bazı çalışmalarda is, X-Etkinliği olmak üzere, dört tür etkinlik tanımlanmıştır. Bunlar aşağıda ele alınmıştır.

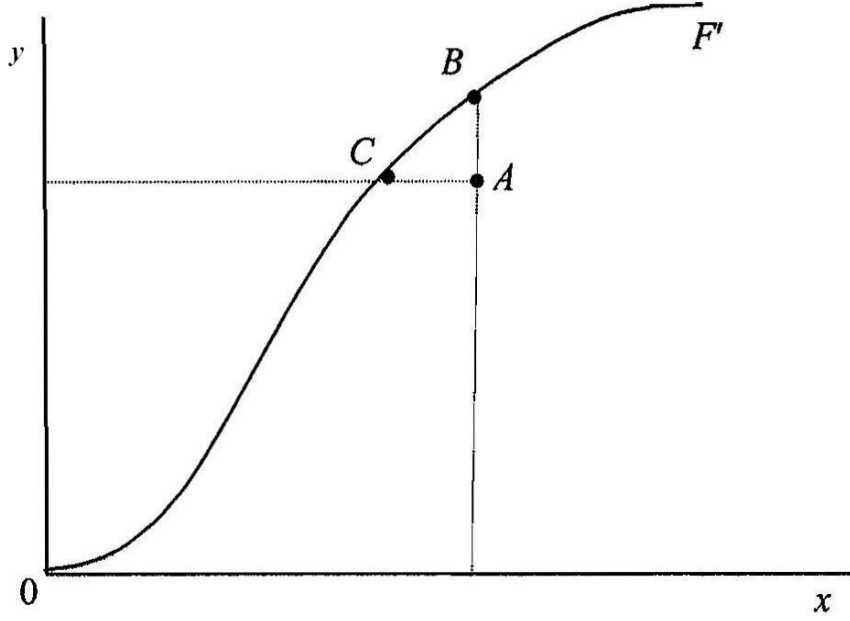
Bir firmanın etkinliğinden bahsedildiği zaman, genelde veri girdi seti ile mümkün olan maksimum çıktıyı üretmek anlamına gelmektedir. Bütün girdiler ve çıktılar doğru ölçüldüklerinde, bu kullanım genel olarak kabul edilmiştir. Koopmans'a (1992) göre herhangi bir çıktıdaki artış en azından bir diğer çıktının azalmasına veya en azından bir girdinin artmasına ve tam tersi herhangi bir çıktıdaki düşüş en azından bir diğer çıktının artmasına veya en azından bir girdinin azalmasına ihtiyaç duyarsa, o üretici teknik olarak etkindir. O zaman teknik olarak etkin bir üretici aynı çıktıları en azından bir girdiden daha az miktarla üretebilmekte ve ya aynı girdileri kullanarak en azından bir çıktıdan daha fazla üretebilmektedir (Lovell, 1992: 6).

Teknik etkinliği daha net bir şekilde ifade etmek için, bir çıktı (y) tek girdi (x) ile üretildiği bir üretim sürecini göstermekte fayda var. Şekil 1'de, OF' doğrusu girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılabilen bir üretim sınırını (Frontier) göstermektedir.

Üretim sınırı her girdi seviyesinden maksimum elde edilebilen çıktıyı ifade etmekle birlikte endüstrideki mevcut teknoloji durumunu göstermektedir. Firmalar teknik olarak etkinseler, frontier'in üzerinde faaliyet yapmaları anlamına gelmekte ve tam tersi eğer firmalar teknik olarak etkin değilseler, frontier'in altında yer almaktadırlar. Şekil 1'de A noktası teknik olarak etkin olmayan ve B ve C noktaları

teknik olarak etkin noktalar. Bir firma A noktasında faaliyet gösteriyorsa, etkin olmamasının sebebi, teknik olarak B noktasına göre daha fazla girdiye ihtiyaç duymadan çıktı seviyesini yükseltebilmesidir.

Şekil 1: Üretim Sınırı (Frontier) ve Teknik Etkinlik



Kaynak: Coelli vd, 1998: 4.

Şekil 1, olası (Feasible) bütün girdi-çıkı seti olan *Olası Üretim Setini* göstermek amacıyla kullanılabilmektedir. Bu set, üretim frontieri olan OF' ve x eksenleri arasındaki bütün noktaları (eksenler dâhil) içermektedir. Frontier üzerindeki bütün noktalar olası setin etkin noktaları olarak tanımlanabilir.

Buraya kadar, bütün anlatımlar fiziki miktarlar ve teknik ilişkileri kapsamakta ve maliyet ve kâr gibi konular tartışılmamıştır. Girdi fiyatlarıyla ilgili bilgiler mevcut olduğunda ve maliyet minimizasyonu veya kâr maksimizasyonu gibi davranışsal varsayımlardan biri benimsendiğinde, performans ölçümleri, bu bilgiyi (girdi fiyatları) kullanarak hesaplanabilir. Bu gibi durumlarda teknik etkinliğin yanı sıra *Tahsis (Fiyat)³ Etkinliğini* de elde etmek mümkündür. Girdi seçiminde, tahsis etkinliği, minimum maliyette (etkin veri girdi fiyatlarıyla) belli miktarda çıktıyı üretmek için girdilerin bileşimini (örneğin emek ile sermaye) seçmeyi

³ Farrell yaptığı çalışmada tahsis etkinliği yerine fiyat etkinliği (Price Efficiency) ve ekonomik etkinlik yerine tam etkinlik (Overall Efficiency) terimlerini kullanmıştır.

kapsamaktadır. Teknik ve tahsis etkinlik birleştiklerinde, bir bütün olarak *Ekonomik (Tam) Etkinliğin* bir ölçümünü oluşturmaktadırlar.

Geleneksel mikro iktisatta, firmaların piyasa yapısı veya faaliyet gösterdikleri ekonomik ortamdan bağımsız olarak, maliyetleri minimize etmeleri varsayılmaktadır. Başka bir ifade ile mikro teorisinde firma esas olarak, bir “diktatör-robot” firmadır ve bu firmada, yönetici bir diktatör ve diğer herkes veri çaba seviyelerinde birer robot olarak gözükmektedir. Firmanın “organik X-etkinsizliği” türünde, her bir firma üyesi kendi firmasını anlatmakla birlikte izin verilen çaba setlerinden birini seçmektedir. Seçimin doğası, dikey (üstün-alt ordinat) ve yatay (eşler arasında) olan ilişkilere bağlıdır (Leibenstein, 1974: 690).

Button ve Weyman-Jones’a (1992) göre, hem Leibenstein hem de Farrell, firmaların kendi maliyetlerinin düşürmemesinin nedenini açıklamaya çaba göstermişlerdir. Benzer şekilde, gerçekte Leibenstein’in anlattığı gibi iktisat teorisinde teknik etkinlik ve X-etkinliği arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Farrell esas olarak ampirik konuları ve özellikle tatmin edici bir verimli etkinliğin ölçümü ve pratikte bunun nasıl hesaplanması ile ilgilenmiştir. Motivasyon ve yönetim objektiflerinin ince noktaları Farrell’in ilgi alanı dışında kalmıştır. Buna karşılık, Leibenstein’in X-etkinsizlik seviyelerindeki önerileri komik gelse de, onun ilgi alanı, karar almaların daha iyi anlama yolları ve insan doğasının psikolojik ve fizyolojik hallerinin ilgili görüşlerini denetlemektir. Görüldüğü gibi ikisi arasındaki farklılık onların çalışma objektiflerinden kaynaklanmaktadır. X-etkinliği yönetim kabiliyeti veya bilgi dışındaki sebeplerden dolayı teknik etkinlikten farklıdır. Başka bir ifade ile X-etkinliği sadece yönetim tekniklerinin konusu olmamakla birlikte karar almalarındaki “teknik olan” herhangi bir şeyi de kapsamaktadır. Leibenstein’e göre, teknik etkinlik kavramı, problemi teknik birisi olarak görmekte ve yönetim denilen şey, girdi teknikleri ile yapılmaktadır. X-etkinliği, temel problemi beşeri organizasyonu (hem firma içinde hem de firma dışındaki organizasyon) esasında görmektedir (Button ve Weyman-Jones, 1992: 440).

Leibenstein, X-etkinsizliği, tahsis etkinlikle çelişkide olduğunu açıklamıştır. Ona göre üretim için gerekli olan girdiler *doğru* karar birimlerine tahsis edilebilir ancak ilgili karar ve performans birimlerinin mümkün olduğu kadar etkin girdi kullanım ve karar vermelerinin de etkin olma varsayımı zorunlu değildir. X-

etkinliğin temel hipotezi, ne bireyler, ne firmalar ve ne endüstrilerin hiçbiri olabilmeleri kadar çok verimli olmamalarıdır. Diğer taraftan, piyasa ekonomilerinde sosyal maliyet olarak, X-etkinsizlik tahsis etkinlikten biraz daha önemlidir ve literatürde bazı ampirik çalışmalar da, bunu önermektedir. X-etkinsizliğin kaynaklarını, Leibenstein’e göre aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- a. X-etkinsizliği, çevreden, performansın düşük baskısından kaynaklanabilir. Bunun bir örneği monopoldur. Tüketicie yüksek maliyetler yükleyebilmemesinden, monopol’da performans düzeltmesi için organizasyonla baskı yapmak veya monopolcuların maliyetlerini düşürmek zorunlu değildir.
- b. Rekabet koşullarında bile, baskı, sınırlanabilmektedir. Bu, girişimci kadronun endüstriye girme kabiliyetinin düşük olması ve endüstrideki var olan firmalardan daha düşük maliyette üretim yapmak için firmaları organize etmekte yeteri kadar rekabetçi olmama şeklinde olabilmektedir. Bu nedenle, endüstriden çıkanlar, endüstriye girenlerden daha fazladır ve böylece performans üzerindeki baskı gitgide geri çekilmektedir.
- c. Bazı firmalar, devletin bir düzenleme sistemi ile (“adil gelir”i garanti eden bir fiyat düzenlemesi gibi) korunmaktadırlar.
- d. Firmalar üzerindeki düşük baskı, üretim doğasını anlamak amacıyla, hizmet alıcıların bir kısmındaki önemli kabiliyetsizlikten dolayı ortaya çıkabilmektedir (örneğin, hastane hizmetleri ve ya belli devlet faaliyetli hizmetlerinde).
- e. Çevreden makul bir baskı derecesi varsayımında, bazı firmalar organizasyonel yoksulluklardan zarar görebilmektedirler. Bu da onların hiyerarşi yolundaki performanslarının kaybolmasına ve dolayısıyla X-etkinsizliğin doğmasına neden olmaktadır (Leibenstein, 1975: 604).

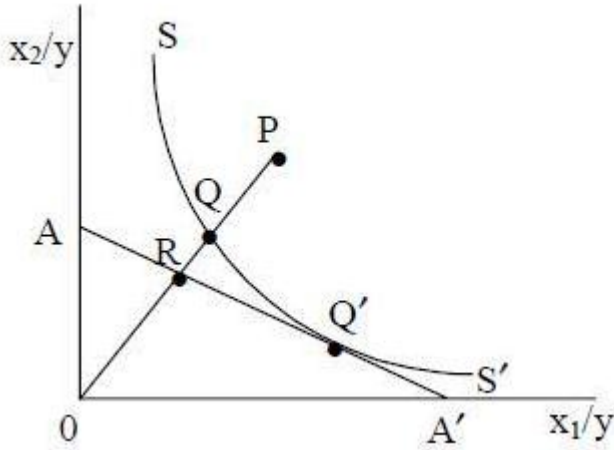
2.1.2. Etkinlik Ölçümü ile İlgili Yaklaşımlar

Gerekse teknik etkinlik gerekse tahsis etkinlik, girdi-yönlü ve çıktı-yönlü olmak üzere iki yaklaşımla ölçülmektedirler. Bu yaklaşımlara aşağıda yer verilmiştir

2.1.2.1. Girdi-Yönlü Ölçme Tekniği

Farrell (1957) girdi-yönlü ölçümünü basit bir örnekle göstermiştir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, firmaların iki girdi (x_1 ve x_2) kullanarak tek bir çıktı ürettikleri ve etkin üretim fonksiyonlarının bilindiğini kabul edilmiştir (Şekil 2). *Tam etkin firmanın*, eş ürün eğrisi, teknik etkinlik ölçümüne imkân sağlayan SS' ile gösterilmiştir. Bir firma bilinen P noktasında, bir birim çıktı üretmek için girdi miktarlarını kullandığında, firmanın teknik etkinsizliği, QP mesafesi ile gösterilecektir.

Şekil 2: Girdi-yönlü Teknik ve Tahsis Etkinlikleri



Kaynak: Farrell, 1957: 254.

Şekle dikkat edilirse, makul bir biçimde, çıktıda bir düşüş olmadan bütün girdiler miktarındaki azalabilme gösterilmiştir. Bu genelde, QP/OP oranı ile yüzde olarak ifade edilmektedir. Bir firmanın teknik etkinliği ise,

$$TE_t = OQ/OP \quad (3.1)$$

oranla ölçülmektedir ve bu aynı zamanda $1 - (QP/OP)$ ile eşittir. Etkinlik oranı sıfır ile 1 arasında değerler aldığı için, firmanın teknik etkinlik derecesine bir gösterge sağlamaktadır. Örneğin Q noktası etkin eş ürün eğrisi üzerinde olduğu için tam etkindir ($TE = 1$).

Girdinin fiyat oranı belli olduğunda, Şekil 2’de AA' doğrusu ile gösterilen, tahsis etkinliği hesaplanabilir. P noktasında, firmanın *tahsis etkinliği*, aşağıdaki oran ile ifade edilir.

$$AE_I = OR/OQ \quad (3.2)$$

Buradaki RQ mesafesi, üretimin teknik olarak etkin ama tahsis olarak etkin olmayan Q noktası yerine, hem teknik hem de tahsis olarak etkin olan Q' noktasında olduğunda, üretim maliyetlerindeki düşüşü göstermektedir. Buradan hareketle, toplam *ekonomik etkinlik*, aşağıdaki oran ile gösterilebilir.

$$EE_I = OR/OP \quad (3.3.)$$

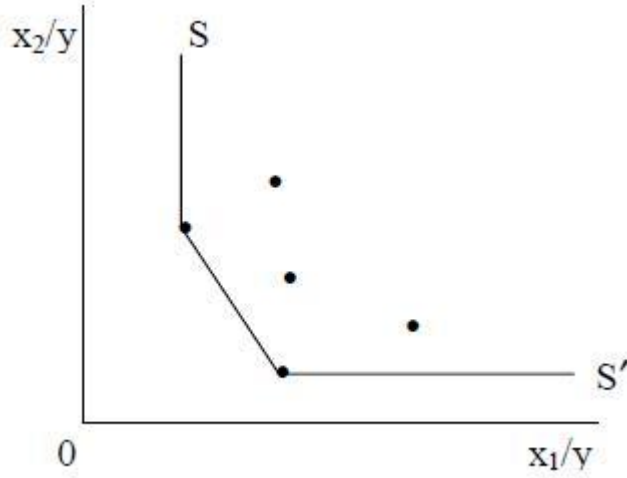
Buradaki RP mesafesi yine bir maliyet düşüşü teriminde ifade edilebilir. Dikkat edilirse, teknik etkinlik ve tahsis etkinliğin çarpımı, ekonomik etkinliği sağlamaktadır. Bunu, aşağıdaki şekilde gösterebiliriz.

$$TE_I \times AE_I = (OQ/OP) \times (OR/OQ) = OR/OP = EE_I \quad (3.4)$$

Üç ölçütün tamamı (teknik, tahsis ve ekonomik etkinlik) sıfır ile 1 arasında sınırlanmaktadır. Buradaki etkinlik ölçümleri, tam etkin firmanın üretim fonksiyonunun bilindiğini (belli olduğunu) kabul etmektedir. Ancak gerçekte firmanın üretim fonksiyonu belli değildir ve etkin eş ürün eğrisi, örnek verilerden tahmin edilmektedir. Farrell (1957) yaptığı çalışmada buna iki öneri getirmiştir: bunardan birincisi, parametrik olmayan parçalı-doğrusal konveks bir eş ürün eğrisidir. Buna göre gözlemlenen hiçbir nokta bu eğrinin sol tarafında ve ya altında yer almamalıdır (Şekil 3).

Farrell’in ikinci önerisi, Cobb-Douglas gibi mevcut veri ile fitlenen bir parametrik üretim fonksiyonu tahminidir. Burada da yine hiçbir gözlemlenen nokta, fonksiyonun sol veya altında yer almamalıdır.

Şekil 3: Parçalı Doğrusal Konveks Eş Ürün



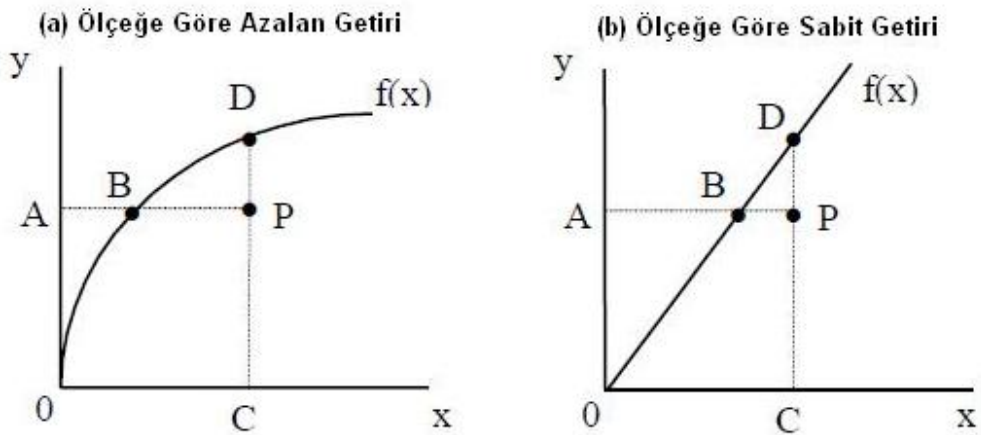
Kaynak: Coelli, 1996: 6.

2.1.2.2. Çıktı-Yönlü Ölçme Tekniği

Girdi-yönlü etkinlik ölçümü aslında bu soruya işaret etmektedir; “üretilen çıktı miktarı azalmadan, orantılı bir şekilde girdi miktarı ne kadar azaltılabilir?” ve ya alternatif olarak, “girdi miktarında bir değişiklik yapmadan, orantılı olarak ne kadar çıktı miktarı genişletilebilir?” sorusunu da vurgulamaktadır. Buradaki ikinci soru, çıktı-yönlü ölçümü ifade etmektedir.

Girdi ve çıktı yönlü ölçümler arasındaki farklılığı, tek bir girdi ile tek çıktı üreten üretim süreci gibi basit bir örneklerle göstermek mümkündür.

Şekil 4: Girdi- ve Çıktı-yönlü Teknik Etkinlik Ölçümleri ve Ölçeğe Göre Getiri



Kaynak: Coelli, 1996: 7.

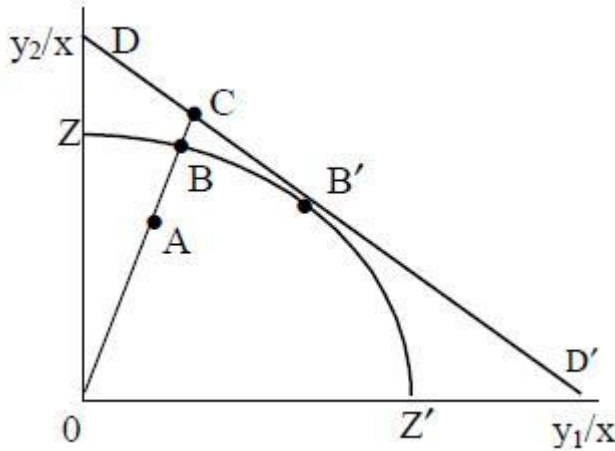
Şekil 4(a), $f(x)$ ile gösterilen, ölçeğe göre azalan getiri teknoloji ile P noktasında faaliyet gösteren etkin olmayan bir firma varsayımını göstermektedir. Şekle göre çıktı-yönlü teknik etkinlik, CP/CD oranına eşit olmaktadır.

Girdi- ve çıktı-yönlü teknik etkinlik ölçümleri, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında eşdeğer ölçümler sağlamaktadırlar ancak ölçeğe göre değişken getiri (artan veya azalan) söz konusu olduğunda, bu ölçümler eşdeğer değildir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı Şekil 4(b)'de gösterilmiştir. Dikkat edildiğinde, P gibi etkin olmayan noktada, aşağıdaki eşitlik sağlanmaktadır.

$$AB/AP = CP/CD \quad (3.5)$$

Çıktı-yönlü teknik etkinlik ölçümü birden fazla çıktı için de genişletilebilir. Tek girdi (x) ile iki çıktı (y_1 ve y_2) üretimi yapılan bir üretim sürecini kabul edildiğinde (Şekil 5), bunu, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, iki boyutlu bir üretim imkânları eğrisi ile gösterebiliriz. Şekil 5'te, ZZ' birim üretim imkânları eğrisi ve A noktası etkin olmayan bir firmaya işaret etmektedir. Dikkat edildiğinde, ZZ' en üst üretim imkânlarını gösterdiğinden, etkin olmayan A noktası eğrinin altında yer alacaktır. Farrell'e göre Şekil 5'teki çıktı-yönlü etkinlik ölçümü, şöyle ifade edilebilir; AB mesafesi teknik etkinsizliğe işaret etmekte ve bunun anlamı, ise ekstra girdiye ihtiyaç duyulmadan, çıktıların artırılabilen miktarıdır.

Şekil 5: Çıktı-yönlü Teknik ve Tahsis Etkinlikleri



Kaynak: Coelli, 1996: 7.

Çıktı-yönlü bir teknik etkinlik ölçümü ise, aşağıdaki orana eşittir.

$$TE_o = OA/OB \quad (3.6)$$

Fiyat bilgileri belli olduğunda, eş gelir DD' doğrusunu çizerek, tahsis etkinliğini, şu şekilde ifade edebiliriz.

$$AE_o = OB/OC \quad (3.7)$$

Buradaki tahsis etkinliği (girdi-yönlü tahsis etkinliğindeki maliyet azalması gibi) bir gelir artışını açıklamaktadır. Ayrıca, ekonomik etkinlik, bu iki ölçümden çıkarılabilir.

$$EE_o = OA/OC = (OA/OB) \times (OB/OC) = TE_o \times AE_o \quad (3.8)$$

Burada yine aynı şekilde bu üç ölçüt, sıfır ile 1 arasında sınırlanmaktadır.

2.2. ETKİNLİK VE VERİMLİLİK AYRIMI

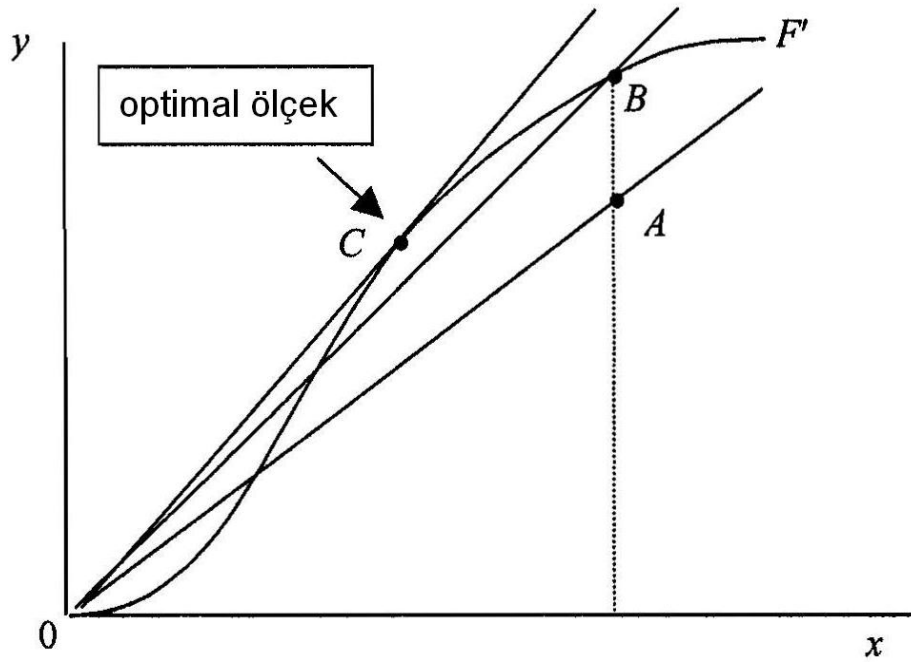
En genel anlamıyla, üretim sürecine dahil edilen çeşitli faktörlerle (girdiler) bu sürecin sonunda elde edilen ürünler (çıktılar) arasındaki ilişkiyi ifade eden verimlilik, savurganlıktan uzak, kaynakları en iyi biçimde değerlendirerek, üretmek demektir. Buna göre teknik anlamda verimlilik, “üretilen mal ve hizmet miktarı ile bu mal ve hizmet miktarının üretilmesinde kullanılan girdiler arasındaki oran” olarak tanımlanmakta ve genellikle bu ölçüt, çıktı/girdi olarak formüle edilmektedir (Prokopenko, 2005: 19). Bir firma tek girdi kullandığında, verimliliğini elde etmek kolaydır. Firma birkaç çıktıyı üretmek için birden fazla girdi kullandığı zaman, hem paydaki çıktılar hem de paydadaki girdiler makul tarzda ekonomik olarak toplanmalıdır. Böylece, verimlilik yine iki skalar’ın oranı olarak ortaya çıkmaktadır (Fried vd., 2008: 17).

Etkinlik ve Verimlilik iktisadın en önemli kavramlarından biri olarak tanımlanabilir. Bu kavramlar genellikle birbirinin yerine kullanılmaktadırlar. Ama bu

aksi bir durumdur çünkü kesinlikle bu iki kavram aynı değildir. Aslında üreticilerin ekonomik performansından bahsedildiği zaman, onların kabaca daha az ve ya daha çok “etkin” ve ya “verimli” olduklarını açıklamak gerekmektedir. Ancak bu kavramların birbiriyle ilişkin olduğu düşünüldüğü halde, genellikle verimlilik, etkinlikten daha geniş ve daha öte bir kavram olarak kabul edilmektedir. Her iki kavram, girdilerin çıktıya dönüşümünün ilkel göstergesi olan üretim fonksiyonuyla ilgilidirler.

Etkinlik ve verimlik arasındaki farkı göstermek için Şekil 6 kullanılabilir. Şekilde yine tek çıktı (y) ve tek girdi (x) ile üretildiği bir üretim süreci ele alınmıştır.

Şekil 6: Verimlilik, Teknik Etkinlik ve Ölçek Ekonomiler



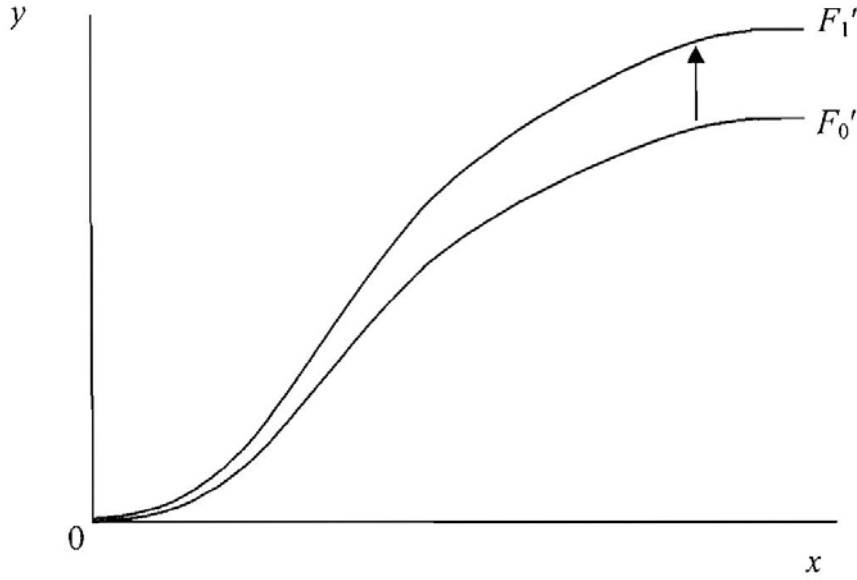
Kaynak: Coelli vd., 1998: 5.

Şekil 6’da verimliliği ölçmek amacıyla orijinden çıkan Ray (ışın) kullanılmaktadır. Ray’ın eğimi y/x olduğundan, bir verimlilik ölçümünü ifade etmektedir. A noktasında faaliyet gösteren bir firma teknik olarak etkin olan B noktasına gittiğinde, ray’ın eğimi arttığına göre, verimliliğin artmasını ifade eder. Ancak C noktasına gidildiğinde, orijinden çıkan ray, üretim frontierinin bir teğeti olduğundan, mümkün olan maksimum verimliliği göstermektedir. Bu son kayma, *Ölçek Ekonomilerinin* bir örneğini ifade etmektedir. Böylece, C noktası teknik olarak optimal ölçek noktasıdır. Üretim frontierinin başka herhangi bir noktasında faaliyet

göstermek, daha düşük verimlilik seviyeleri ile sonuçlanmaktadır. Buradan anlaşılan husus, bir firma teknik olarak etkin olabilir ancak hala kendi verimliliğini ölçek ekonomilerini ifade etmekle düzeltebilir.

Konuda zaman boyutunu da ele aldığımızda, etkinlik ve verimlilik değişimleri biraz daha farklı olmaktadır. Burada, verimlilik dönemler arası değiştiğinde, değişmeye sebep olan başka bir kaynak yani *Teknik Değişime* söz konusudur. Bu Şekil 7’de gösterilmiştir. Yine tek girdi (x) ile tek çıktıyı (y) üreten bir üretim süreci varsayılmıştır. Şekil 7’de teknik değişme, üretim frontierinin yukarıya doğru kaymasıyla gösterilmiştir. Başka bir ifade ile teknik değişme sebebi ile 0 dönemindeki OF_0' frontieri, 1. dönemindeki OF_1' frontierine kaymıştır. 1. dönemindeki bütün firmalar, 0 dönemindeki mümkün olandan teknik olarak daha fazla üretebilmektedirler. Ayrıca 1. dönemindeki frontiere bakıldığında, bu dönemdeki verimlilik, 0 dönemine göre artış göstermektedir (1. dönem frontiere olan teğet daha diktir).

Şekil 7: İki Dönem Arası Teknik Değişme



Kaynak: Coelli vd., 1998: 6.

Sonuç olarak, etkinlik verimliliğin bir alt unsurudur denilebilir. Verimliliği düşük olan bir firma teknik olarak etkin olabilir. Fakat etkinlik sağlanmadan verimli düzeye ulaşmak mümkün değildir. Farrell’in 1957’deki makalesinde olan *Verimli*

Etkinlik (Productive Efficiency) kavramı, bu şekilde yorumlanabilir. Ayrıca verimlilik bir dönemden başka bir döneme göre artmışsa, bu, yalnızca etkinlik düzelmesinden değil, belki teknik değişme veya ölçek ekonomiler ifadesi veya bu üç değişkenin bileşiminden kaynaklanabilir.

2.3. ETKİNLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Seneler boyunca frontierler (sınır fonksiyonları) çok farklı yöntemlerle tahmin edilmişlerdir. Bu konuda, Lovell (1993) literatüre en iyi şekilde katkıda bulunmuştur. Kavramsal açıdan etkinlik ve verimlilik ölçme yöntemleri frontier ve frontier olmayan ve uygulama açısından, parametrik ve parametrik olmayan yöntemlere sınıflandırılır. Parametrik olmayan yöntem Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis), matematiksel programlamayı ve parametrik yöntem tesadüfî sınır analizi (Stochastic Frontier Analysis) ekonometrik yöntemleri gerektirmektedir.

Çalışmanın uygulamalı kısmına referans literatür değerlendirildiğinde, etkinlik ölçme yaklaşımında DEA ve SFA aynı anda bir bütünlük arz edecek şekilde kullanılmaktadır. Bu bütünlüğü bozmamak için teorik çerçevede DEA'ya da yer verilmektedir. Ancak araştırmanın temel amacı saha verilerinden hareketle ölçek etkisini konu edindiği için toplam faktör verimliliği ihmal edilerek, araştırma bulguları esasta kesiksiz endüstriyel üretim fonksiyonları yardımı ile tahmin edilmiştir. Temel ölçme yöntemleri aşağıda sırasıyla ele alınmıştır.

2.3.1. Veri Zarflama Analizi (DEA)

Veri zarflama analizi (DEA), frontier tahminleri için parametrik olmayan matematiksel programlama yaklaşımıdır. Başka bir ifade ile bu yöntem, veri üzerinde parametrik olmayan parçalı bir yüzey (frontier) oluşturmak için, doğrusal programlama metotları kullanmakta ve ardından etkinlik ölçümleri bu yüzeye göre hesaplanmaktadır. Bu metodoloji geniş kapsamlı bir şekilde, Fare, Grosskopf ve Lovell (1985, 1994), Seiford ve Thrall (1990), Lovell (1993), Ali ve Seiford (1993), Lovell (1994), Chames vd. (1995), Seiford (1996), Cooper, Seiford ve Tone (2000) ve Thanassoulis (2001) çalışmalarında bulunmaktadır.

Frontier tahmini için parçalı-doğrusal-konveks yaklaşımı Farrell (1957) tarafından öne sürülmüştür. Boles (1966), Shephard (1970) ve Afroit (1972) tarafından önerilen matematiksel programlama metodu işlediğine rağmen, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından veri zarflama analizi terimindeki çalışmayı yayınlayana kadar çok geniş ilgi toplamamıştır. Charnes ve diğerlerinin öne sürdükleri model girdi-yönlü ve ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında yer almaktadır. Daha sonraki çalışmalarda, alternatif varsayımlar alınarak bu varsayımlar biraz genişletilmiş ve örneğin ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında çalışmalar yapılmıştır⁴.

Burada ilk olarak, teknik etkinlik ölçümü girdi yönlü DEA modelleri altında, ölçeğe göre sabit getiri ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımları ele alındıktan sonra, daha sonra çıktı-yönlü modeller ve tahsis etkinliği ölçümü ele alınacaktır.

2.3.1.1. Girdi-Yönlü CRS ve Slack Noktalar

I sayıdaki her bir firma için N girdiler ve M çıktılar için verilerin olduğu kabul edilmiştir. Bunlar i'inci firma için, sütun vektörleri olan x_i ve q_i ile gösterilmiştir. $N \times I$ girdi matrisi olan X ve $M \times I$ çıktı matrisi olan Q, bütün I firmalarının verilerini ifade etmektedir. Veri zarflama analizinin (DEA) amacı, veri noktalar etrafında bütün gözlemlenen noktalar üretim fonksiyonunun üzerinde veya altında olmalarının sağlanması şeklinde bir parametrik olmayan frontier zarfı kurmaktır. DEA tanıtmanın sezgisel bir yöntemi, *oran* formunu kullanmaktır. Her firma için, $u'q_i/v'x_i$ gibi girdiler üzerinde olan bütün çıktılar oranına, bir ölçüt elde etmek gerekmektedir. Burada u, çıktı ağırlıklarının $M \times 1$ vektörü ve v girdi ağırlıklarının $N \times 1$ vektörüdür. Optimal ağırlık ise,

$$\begin{aligned} \max_{u,v} \quad & (u'q_i/v'x_i), \\ \text{ksit} \quad & u'q_j/v'x_j \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, j \\ & u, v \geq 0 \end{aligned} \tag{3.9}$$

⁴ Fare, Grosskopf ve Logan (1983) ve Banker, Charnes ve Cooper (1984) ölçeğe göre değişken modelleri ileri sürmüşler.

şekilde ifade edilip, matematik programlama problemini çözerek elde edilebilir. Bu da u ve v değerlerini hesaplamayı sağlamaktadır. Buradaki u ve v değerleri bütün etkinlik değerleri 1'den küçük ve ya eşit olma kısıtlarına göre, i 'inci firmanın maksimize edilmiş etkinlik değerleri olarak ifade edilir. Bu yöntemin problemlerinden biri, sonsuz sayıda çözümlerinin olmasıdır. Bundan kaçınmak amacıyla yukarıdaki probleme, $v'_{x_i} = 1$ kısıtlaması dâhil edilmiştir. Böylece, aşağıdaki problem sağlanacaktır⁵.

$$\begin{aligned}
 \max_{\mu, v} \quad & (\mu'q), \\
 \text{kısıt} \quad & v'_{x_i} = 1, \\
 & \mu'q_j - v'x_j \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, j \\
 & \mu, v \geq 0,
 \end{aligned} \tag{3.10}$$

Doğrusal programlamadaki DEA modelinin şekli, *çarpan* form olarak tanımlanmaktadır.

Doğrusal programlamadaki dualite⁶ kavramını kullanarak, bu problemin uygun bir zarfı türetildiğinde,

$$\begin{aligned}
 \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta \\
 \text{kısıt} \quad & -q_i + Q\lambda \geq 0, \\
 & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \lambda > 0
 \end{aligned} \tag{3.11}$$

Buradaki θ , bir skalar ve λ ise, sabitlerin $I \times 1$ vektörüdür. Bu zarf şekline dikkat edildiğinde, çarpan formundan daha az kısıtlamaların olduğunu görmek mümkündür ($N + M < I + 1$) ve bu nedenle çözmek için genel olarak tercih edilen

⁵ Buradaki, u ve v 'nin μ ve v 'ye dönüşmelerinin sebebi, bu doğrusal programlama probleminin farklı olduğuna vurgu yapmaktır.

⁶ Dual problem, verilen bir primal doğrusal programlama probleminden matematiksel işlemle türetilen yeni bir doğrusal programlama problemidir. Dual ve primal problemler birbiriyle çok yakın ilişkili olup, öyle ki “ herhangi birisinin simpleks optimum çözümü doğrudan diğerinin optimum çözümünü verir.”

formdur. Elde edilen θ değeri ise, i'inci firmanın etkinlik skorudur. Bu, $\theta \leq 1$ koşulunu sağlamakla birlikte 1 değeri aldığı anda, frontier üzerindeki bir noktaya işaret etmekte ve dolayısıyla, Farrell'in (1957) tanımına göre, teknik olarak etkin bir firma kabul edilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, doğrusal programlama probleminin, bir kez örneklemdaki her bir firma için ve toplamda I kere çözülmesinin gerekliliğidir.

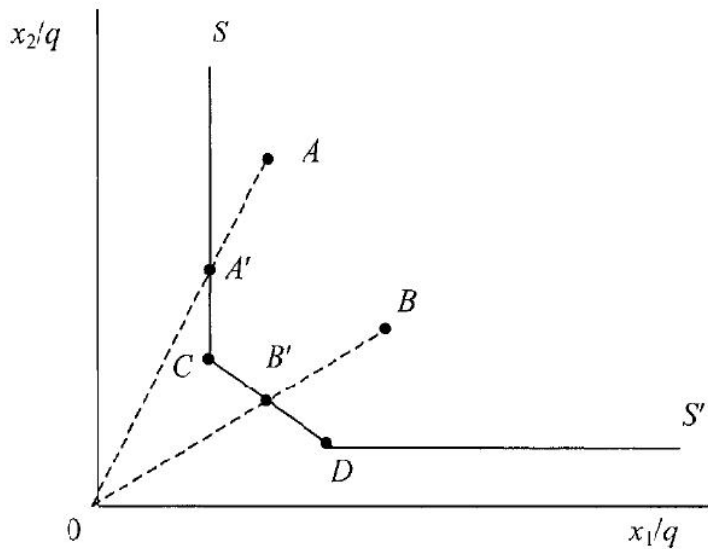
Fare vd. (1994) açıkladığı gibi, 3.11 doğrusal programlamayla ilgili üretim teknolojisi, aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$T = \{(x, q) : q \leq Q, x \geq X\lambda\} \quad (3.12)$$

Fare vd. göre, bu teknoloji, kapalı, konveks ve ölçeğe göre sabit getiri sergileyen ve aşırı kontrol edilebilir bir üretim setini tanımlamaktadır (Coelli vd., 1998: 164).

DEA modelinde, üretim frontierinin parçalı doğrusal şekli, etkinlik ölçümlerinde bazı zorluklara yol açabilmektedir. Problem, parçalı-doğrusal frontierin eksenlere paralel olan kısımlarından kaynaklanmaktadır⁷. Bunu göstermek için, Şekil 8'e başvurulabilir.

Şekil 8: Etkinlik Ölçümü ve Girdi Slacklar



Kaynak: Coelli vd., 1998: 165.

⁷ Birçok parametrik fonksiyonlarda, genel olarak, bu problem oluşmamaktadır.

Şekilde, C ve D girdi bileşenleri kullanan firmalar, frontieri tanımlayan iki etkin firma ve A ve B etkinsiz firmalardır.

Farrell'in teknik etkinlik tanımına göre, A ve B firmalarının etkinlikleri sırasıyla OA'/OA ve OB'/OB olarak ifade edilir. Ancak A' noktasının etkin olmayan bir nokta olduğunu ve x_2 girdi miktarını azaltarak hala aynı çıktıyı üretebilmesi tartışılabilir. Literatürde, A' gibi noktalar, girdi slak noktası olarak tanımlanmaktadır. Daha fazla girdiler ve/veya çoklu çıktılar durumu dikkate alındığında, bu biraz daha karışık olup *çıktı slak* olarak ortaya çıkma ihtimali bulunmaktadır.

Veri optimal θ ve λ değerleri için, $Q\lambda - q_i = 0$ olduğunda, i'inci firma için (ölçülen) çıktı slaklar, sıfıra eşit ve $\theta x_i - X\lambda = 0$ olduğunda, (ölçülen) girdi slakları sıfıra eşit olmaktadır. Ancak Koopman'a (1951) göre, 3.11 doğrusal programlamada rapor edilen bütün ölçülmüş slakların tamamının "doğru" slaklar olmalarına gerek yoktur. Bu, belirli bir firma için, iki veya daha fazla optimal λ olduğunda ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, birisi bütün etkinlik skorlarının belirlenmesinden emin olmak istiyorsa, o zaman fazladan doğrusal programlamalar çözmesi gerekmektedir.

Bazı yazarlar (Ali ve Seiford 1993), etkin bir frontier noktasına geçmek amacıyla, ikinci-aşamalı doğrusal programlama problemini önermişlerdir. Bu yaklaşım, etkin olmayan bir frontier noktasından (Şekil 6'daki A' noktası gibi) etkin olan bir frontier noktasına geçmekte, gerekli slak noktaların toplamının maksimize edilmesi ile yapılmaktadır. Kısaca, ikinci-aşamalı doğrusal programlama problemi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$\begin{aligned} \min_{\lambda, OS, IS} \quad & -(M1'OS + N1'IS), \\ \text{kısıt} \quad & -y_i + Y\lambda - OS = 0, \\ & \theta x_i - X\lambda - IS = 0, \\ & \lambda \geq 0, \quad OS \geq 0, \quad IS \geq 0, \end{aligned} \tag{3.13}$$

Burada OS, çıktı slaklarının bir $M \times 1$ vektörü, IS girdi slaklarının bir $N \times 1$ vektörü ve M1 ve N1, birimlerin $M \times 1$ ve $N \times 1$ vektörleridir. Dikkat edilirse, ikinci-aşamalı doğrusal programlamada, θ bir değişken olmamakla birlikte, değeri, birinci

aşamadaki sonuçlardan alınmaktadır. Ayrıca ikinci-aşamalı doğrusal programlama, ilgili I firmaların her birine çözülmektedir.

2.3.1.2. Girdi-Yönlü VRS ve Ölçek Ekonomileri

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı, bütün firmaların optimal bir ölçeğe faaliyet gösterdiklerinde geçerli olabilmektedir. Ancak eksik rekabet, devlet düzenlemeleri, finansal kısıtlamalar vb. bir firmanın optimal ölçeğe faaliyet gösteremediğine neden olabilmektedir. Afarit (1972), Fare, Grosskopf ve Logan (1983) ve Banker, Charnes ve Cooper (1984) gibi çeşitli yazarlar, ölçeğe göre sabit getiri (CRS) DEA modelini ölçeğe göre değişken getiri (VRS) koşulları için düzenlemesini önermişlerdir. Bütün firmalar optimal ölçeğe faaliyet yapmadıkları zaman, CRS tanımlamasının kullanımı, *ölçek etkileri* ile karışan teknik etkinlik ölçümlerine neden olmaktadır. VRS tanımlaması kullanımı, ölçek etkinliği etkilerinden uzak, teknik etkinlik hesaplamalarına imkân sağlamaktadır.

VRS modeli altında hesaplamalar yapmak için, CRS doğrusal programlama modeli, 3.11 probleme konvekslik kısıdı olan $I'\lambda = 1$ ilave ederek, rahatlıkla düzeltiler. Bu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta \\ \text{kısıt} \quad & -q_i + Q\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & I'\lambda = 1, \\ & \lambda > 0 \end{aligned} \tag{3.14}$$

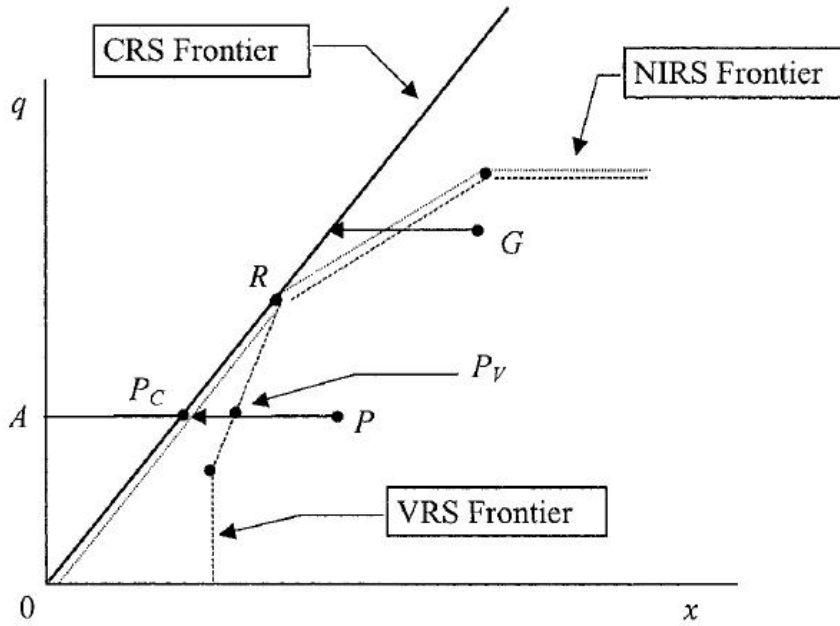
Burada $I \times 1$ birimler vektörüdür. Bu yaklaşım, veri noktaları, CRS modelinde olan kronik şeklindeki kabuktan çok daha dar şekilde bir konveks kabuk oluşturarak, zarflamaktadır. Bu nedenle, VRS modelindeki teknik etkinlik düzeyleri CRS modelinden daha fazla veya ona eşittir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, konvekslik kısıdı esas olarak, etkin olmayan bir firmayı sadece diğer aynı büyüklükte olan firmalara karşı “işaretlemesini” sağlamaktadır. Konvekslik kısıdı,

CRS modeline dâhil edilmemektedir. Bu nedenle CRS DEA modelinde esas olarak, bir firma ondan daha büyük (küçük) olan firmalara karşı, işaretlenmektedir. Bu örnekte, λ ağırlıklarının değerinin toplamı 1'den küçük (büyük) olmaktadır.

Ölçek etkinlik ölçümleri, CRS ve VRS DEA modellerine yönlendirmekle, her bir firma için hesaplanmaktadır. CRS DEA'dan elde edilen teknik etkinlik skorları ise iki bileşene göre ayrıştırılır; bunlardan biri ölçek etkinsizlik ve diğeri “pür” teknik etkinsizliktir. CRS ve VRS teknik etkinlik skorları belli bir firma için, bir farklılık gösteriyorsa, bu firmada ölçek etkinsizliği olduğu anlamına gelmektedir.

Ölçek etkinsizliği hesaplamaları, CRS ve VRS DEA frontierlerinin yer aldıkları Şekil 9'da gösterilmiştir.

Şekil 9: DEA'da Ölçek Etkinliği Ölçümü



Kaynak: Coelli vd., 1998: 174.

CRS varsayımı altında, P noktasının girdi-yönlü teknik etkinsizliği, PP_c mesafesine eşittir. Ancak, VRS varsayımı alındığında, teknik etkinsizlik sadece PP_v mesafesi kadardır. Bu iki teknik etkinlik ölçümleri arasındaki farklılık, $PP_c - PP_v$, ölçek etkinsizliğinden kaynaklanmaktadır. Bu kavramlar, etkinlik oranları anlamında aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$TE_{CRS} = AP_c / AP \quad (3.15)$$

$$TE_{VRS} = AP_v / AP \quad (3.16)$$

$$SE = AP_c / AP_v \quad (3.17)$$

Burada yine bu ölçümlerin tamamı, sıfırla 1 arasında sınırlanmaktadır. Ayrıca,

$$TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE \quad (3.18)$$

Çünkü,

$$AP_c / AP = (AP_v / AP) \times (AP_c / AP_v) \quad (3.19)$$

Bu nedenle, CRS teknik etkinlik ölçümü, “pür” teknik etkinlik ve ölçek etkinliğine ayrıştırılabilir. Ölçek etkinliği ölçümünün zayıf noktası, firma ölçeğe göre artan veya azalan getiriye sahip olduğu bir alanda, değerin belirlenmemesidir. Bu, artan olmayan getiriye sahip ölçeği (NIRS) dâhil ederek, fazladan bir DEA problemi ile belirlenmekte ve 3.14 problemde, $I'\lambda = 1$ kısıdını, $I'\lambda \leq 1$ kısıdı ile değiştirerek yapılabilmektedir. Böylece, 3.14 problem, aşağıdaki gibi değişmektedir.

$$\min_{\theta, \lambda} \theta \quad (3.15)$$

$$\text{kısıt} \quad -q_i + Q\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$I'\lambda \leq 1$$

$$\lambda > 0$$

NIRS DEA frontieri, Şekil 9’da gösterilmiştir. Ölçek etkinsizliklerin doğası, (örneğin ölçeğe göre artan veya azalan getiriden dolayı) belli bir firma için, NIRS teknik etkinlik skorlarının VRS teknik etkinlik skorlarına eşit olup olmasına bakarak belirlenebilir. Eşit olmadıkları durumda (Şekil 9’daki P noktası gibi), firma için ölçeğe göre artan getiri söz konusudur. Eşit oldukları zamanda ise (Şekil 9’daki

G noktası gibi), firmada ölçeğe göre azalan getiriden bahsedilebilir. Burada dikkat edilirse, $I'\lambda \leq 1$ kısıdı, esas olarak, i'inci firmanın ondan daha büyük diğer firmalara karşı, işaretlenmemesidir. Ancak buna rağmen daha büyük firmalarla mukayese edilebilmektedir.

2.3.1.3. Girdi- ve Çıktı-Yönlü Analiz Ayrımı

Buraya kadar anlatılan DEA modellerin tamamı girdi-yönlü yaklaşımlar üzerinden yürümektedir. Çıktı-yönlü DEA modelleri, girdi-yönlü yaklaşımın çok benzer bir şekli olarak ifade edilebilir. Çıktı-yönlü VRS modelini, aşağıdaki doğrusal problem ile gösterebiliriz.

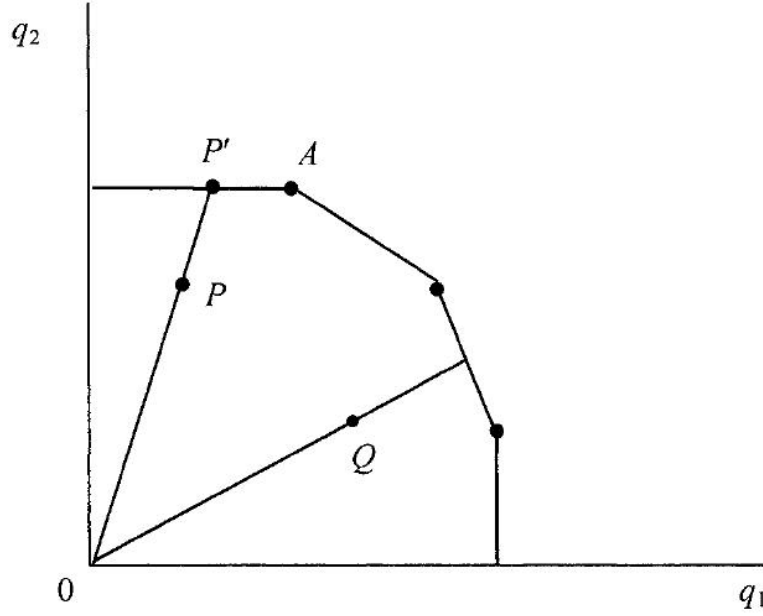
$$\begin{aligned}
 \max_{\phi, \lambda} \quad & \phi, \\
 \text{kısıt} \quad & -\phi q_i + Q\lambda \geq 0, \\
 & x_1 - X\lambda \geq 0, \\
 & I'\lambda = 1, \\
 & \lambda \geq 0,
 \end{aligned} \tag{3.16}$$

Burada $0 \leq \phi < \infty$ ve $\phi - 1$, girdi miktarları tutulduğunda, i'inci firma tarafından elde edilebilen çıktılardaki nispi artıştır. Dikkat edilirse, $1/\phi$, sıfırla bir arasında değişen bir teknik etkinlik skorunu tanımlamaktadır.

İki çıktılı, çıktı-yönlü DEA modeli Şekil 10'da parçalı doğrusal üretim imkânları eğrisi ile gösterilmiştir. Şekle dikkat edildiğinde, gözlemler bu eğrinin *altında* olmaktadır. Burada çıktılardaki radyal (vektörler üzerinde) yayılma ile temsil edilen bir fiili üretim noktası P gözlemlendiği zaman eksenlere göre eğrinin sağ köşelerinde kalan kısımlar, hesaplanmış olan çıktı slaklara neden olmaktadır. Örneğin P noktası, frontier üzerinde ama *etkin frontier* üzerinde olmayan P' noktasına yansıyacaktır. Bunun nedeni, q_1 'in üretimi, herhangi bir girdiden daha fazla kullanılmadan AP' kadar arttırılabilesidir. Bundan dolayı q_1 çıktısında AP' kadar çıktı slakı olduğu aşikârdır. Buradaki en önemli nokta, çıktı- ve girdi-yönlü DEA modellerinin tamamen aynı frontierleri tahmin etmeleri ve böylece etkin olan

aynı firma setini tanımlamasıdır. Sadece etkin olmayan firmaların etkinlik skorları, iki yaklaşımda farklı olabilmektedir.

Şekil 10: Çıktı-Yönlü DEA Modeli



Kaynak: Coelli vd., 1998: 181.

Girdi- veya çıktı-yönlü yöntemlerin hangisinin seçilmesi konusunda kesin bir fikir veya kural bulunmamaktadır. Ancak daha önce de anlatıldığı gibi, bu iki ölçüt, sadece ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında eşit değerler almaktadırlar. Ölçüğe göre değişken getiri söz konusu olduğu zaman, elde edilen değerler birbirinden farklılık göstermektedirler. Doğrusal programlamanın bu tür istatistiksel problemlerden tesir almadığı kabul edilirken, uygun yöntemin seçimi ekonometrik tahminlerdeki kadar önemli olmamaktadır. Bazı çalışmalarda, tahlilciler, girdi-yönlü ölçütü firmaların belli bir düzenini sağlamak amacıyla seçtiklerinden girdi miktarları, birincil karar değişkeni olarak gözükmektedir. Ancak bu bütün endüstrilerde geçerli olmayabilir. Bazı endüstrilerde ise, sabit miktarlardaki kaynaklar veri iken, mümkün olduğu kadar daha fazla çıktı üretimi istenilebilir. Bu durumda, bir çıktı-yönlü yaklaşım daha uygun görülmektedir. Esas olarak hangi yöntemin seçimi, yöneticinin hangi miktarın (girdi veya çıktı) üzerindeki en çok kontrol yapmasına göre belirlenmektedir. Ayrıca, birçok örnekte, elde edilen etkinlik skorları, yöntemin seçiminden etkilenmemektedir.

2.3.1.4. Tahsis Etkinliği ve Kar Maksimizasyonu

Fiyatlarla ilgili veriler elde olduğu zaman ve maliyet minimizasyonu veya girdi ya da kar maksimizasyonu olarak bir davranışsal amaç uygun görüldüyse, teknik etkinliklerin yanında, tahsis etkinlikleri de ölçülebilir. Bu amaçla, iki seri doğrusal programa ihtiyaç duyulmaktadır; birincisi teknik etkinlik ölçümü ve diğeri ise ekonomik etkinlik ölçümüdür. Bunlarla ilgili, maliyet minimizasyonu ve girdi maksimizasyonu ve kar maksimizasyonu ele alınacaktır.

VRS maliyet minimizasyonu durumunda, girdi-yönlü DEA modeli, teknik etkinlik skorlarını elde etmek amacıyla uyarlanmakla birlikte ardından aşağıda verilen maliyet minimizasyonunun çözülmesi gerekmektedir.

$$\begin{aligned} \min_{\lambda, x_i^*} \quad & w_i' x_i^*, \\ \text{kısıt} \quad & -q_i + Q\lambda \geq 0, \\ & x_i^* - X\lambda \geq 0, \\ & I'\lambda = 1, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{3.17}$$

Burada, veri girdi fiyatlar w_i ve çıktı seviyeleri q_i 'de , w_i i'inci firmanın girdi fiyatlarının $N \times 1$ vektörü ve x_i^* (doğrusal programlama ile elde edilen) i'inci firmanın girdi miktarlarının maliyet minimizasyonu vektörüdür.

Toplam maliyet etkinliği, i'inci firma için aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir.

$$CE = w_i' x_i^* / w_i' x_i \tag{3.18}$$

Bu i'inci firma için, minimum maliyetin, gözlemlenen maliyete oranı olarak ifade edilebilir. Buna göre, tahsis etkinlik hesaplaması, aşağıdaki şekildedir.

$$AE = CE/TE \tag{3.19}$$

Yine aynı şekilde bu üç ölçüt (TE, CE ve AE), sıfır ile 1 arasında değerler alabilmekte ve 1 değeri, tam etkin anlamını taşımaktadır.

Gelir maksimizasyonu daha uygun bir davranışsal varsayım ise, o zaman çıktı-karışımı seçimindeki tahsis etkinliği, aynı şekilde hesaplamak mümkündür. Gelir maksimizasyonu ile ilgili DEA problemi aşağıda verilmiştir

$$\begin{aligned} \max_{\lambda, y_i^*} \quad & p_i' q_i^*, \\ \text{kısıt} \quad & -q_i^* + Q\lambda \geq 0, \\ & x_i - X\lambda \geq 0, \\ & I'\lambda = 1, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{3.20}$$

Çıktı fiyatları p_i ve girdi seviyeleri x_i veri iken, burada p_i , i 'inci firmanın girdi fiyatlarının bir $M \times 1$ vektörü ve q_i^* (doğrusal programlama ile elde edilen) i 'inci firma için çıktı miktarlarının gelir maksimize vektörüdür. Toplam gelir etkinliği i 'inci firma için,

$$RE = p_i' q_i / p_i' q_i^* \tag{3.21}$$

Gelir etkinliği, gözlemlenen gelirin, maksimum gelire oranını ifade etmektedir. (Çıktı-karışım) tahsis etkinliği ise aşağıdaki şekilde elde edilmektedir.

$$AE = RE/TE \tag{3.22}$$

Burada yine bu ölçütlerin değerleri sıfır ile 1 arasında sınırlı olup, 1'e eşit olduklarında, tam etkinliği göstermektedir.

Hem girdi hem de çıktı fiyatları erişilebiliyorsa, DEA metotları kullanılarak, kar etkinliği hesaplanabilir. Kar maksimizasyonu için DEA problemi aşağıda verilmiştir.

$$\max_{\lambda, y_i^*, x_i^*} (p_i' q_i^* - w_i' x_i^*) \quad (3.23)$$

$$\text{kısıt} \quad -q_i^* + Q\lambda \geq 0,$$

$$x_i^* - X\lambda \geq 0,$$

$$I' \lambda = 1,$$

$$\lambda \geq 0,$$

Buradaki kullanılan bütün değişkenlerin anlatımı, daha önceki olanlarla aynıdır. Her bir firma için karı maksimize eden nokta (q_i^*, x_i^*) belirlendikten sonra, kar etkinliği, gözlemlenen karın maksimum kara oranı olarak hesaplanabilir. Ancak bu ölçütün değeri, sıfır ile 1 arasında olması zorunlu değildir. Kar negatif olduğunda, kar etkinliği negatif ve kar maksimumu sıfır olduğunda, kar etkinliği tanımsız olmaktadır. Buna ilaveten, bir kar etkinliğini, teknik ve tahsis etkinliğine ayrıştırmak kolay değildir (Coelli vd., 1998: 186).

2.3.2. Stokastik Frontier Analizi (SFA)

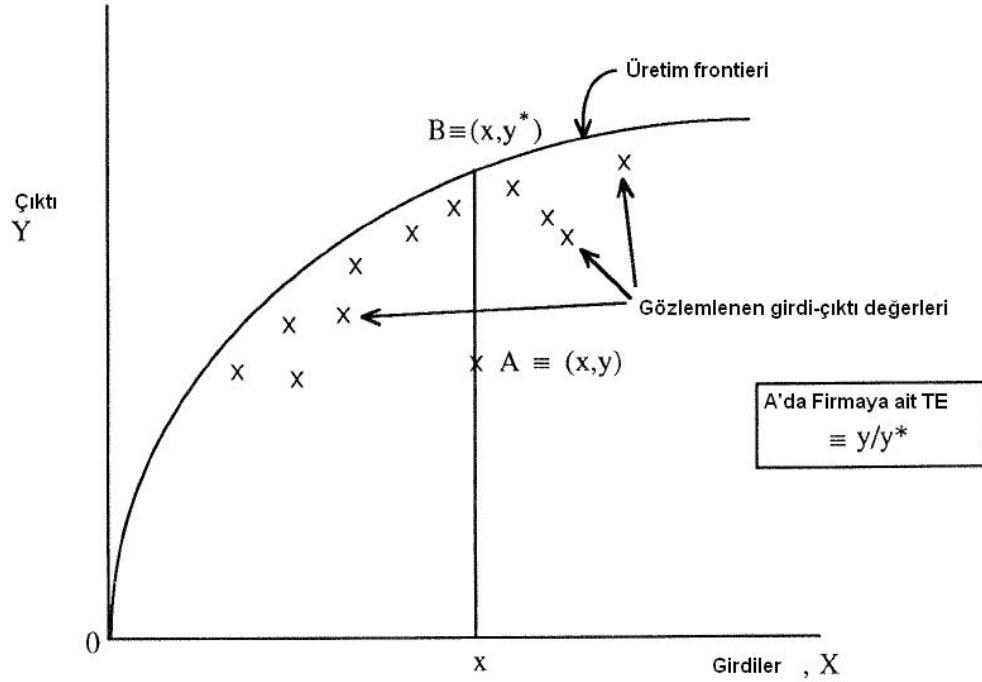
Son zamanlarda frontier fonksiyonlarının modelleme ve tahmin etmesi, ekonometriyle yapılan araştırmalarda önemli alan oluşturmıştır. Üretim ve maliyet sınır fonksiyonlarının ampirik tahmini, ekonometride standart bir uygulama haline gelmiştir. Pratikte, bir sınır fonksiyonu, teorik kısıdı algılayarak bütün gözlemlerin sınırın altında olduğuna dair bir regresyon modelidir. Etkinlik (etkinsizlik) denildiğinde amaç, gözlemlenen faktörlerin hangisinin bu teorik ideale ulaşmasını (ulaşmamasını) izlemektir. Aslında, ilginç olan, tahmin edilen üretim, maliyet ve ya kar fonksiyonları, etkinsizliği ölçme amacıyla kullanılan araçlardır. Çalışmanın bu kısmında frontier fonksiyonlar ve ekonometrik modellere bakıldıktan sonra Stokastik Frontier Analizi incelenecektir.

Mikro ekonomik teorisinde, “üretim” girdileri çıktıya dönüştürme süreci olarak ifade edilmektedir. Ancak 1960’ların sonuna kadar, bir çok ampirik çalışma üretim fonksiyonlarının tahmini için geleneksel en küçük kareler (OLS) yöntemini kullandıkları için tahmin edilen fonksiyonlar, daha çok tepki (ortalama) fonksiyonu olarak nitelenebilir.

Bilindiği üzere, üretim fonksiyonlarının geleneksel ekonometrik modellemesi, Farrell'e (1957) dayanmaktadır. Ona göre, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı kabul edildiğinde, tahmin edilen üretim fonksiyonu firmanın çıktı başına gözlemlenen girdi değeri, birim eş ürünün üstünde olabilmektedir. Bu daha önce de Şekil 3'te gösterilmiştir. Hatırlatmak gerekirse, Farrell'e göre, gözlemlenen girdi bileşenleriyle ilgili bir zarf fonksiyonu (birim eş ürün) tahmin etmek gerekirken ve bu fonksiyon, girdi başına çıktı oranlarının hiçbirinin üstünde olmamaktadır.

Farrell'in üretim fonksiyonu (frontier) kavramının daha genel tanımı, orijinal girdiler ve tek çıktıyı kapsayan Şekil 11'de gösterilmiştir.

Şekil 11: Girdi-Çıktı Sahasında Firmaların Teknik Etkinliği



Kaynak: Battese, 1991: 4.

Yatay eksen, y çıktısıyla ilgili, girdiler vektörü olan x 'i göstermektedir. Bu durumda, gözlemlenen girdi-çıkı değerleri, üretimin *altındadırlar*. Teknoloji veri iken, bu mevcut firmaların, mümkün olan maksimum çıktıya erişemediklerini ifade etmektedir. Şekilde de gösterildiği gibi, x girdiler ile y çıktısını üretmek için A noktasındaki firmanın teknik etkinliğinin bir ölçümü, y/y^* oranıyla tanımlanmıştır. Buradaki y^* , girdi seviyeleri olan x ile ilgili, "frontier çıktı"dır.

Üretim⁸ frontier modelleri, deterministik frontier, stokastik frontier ve panel veri modelleri olarak genelde üç alt bölümde ele alınır. Yorumlamada bir uyum sağlamak amacıyla, bu modeller y ile gösterilen bağımlı değişken, üretim sürecinin orijinal çıktısıdır. Buradaki bağımlı değişken y , üretim girdilerinin vektörü olan x ve gözlemlenmeyen tesadüfi değişkenler ve stokastik hatalarının bir fonksiyonu olarak kabul edilmiştir.

2.3.2.1. Deterministik Frontier

Bu modeli tanımlaması aşağıda verilmiştir.

$$y_i = f(x_i; \beta) \exp(-u_i) \quad i = 1, 2, \dots, I \quad (3.24)$$

Burada y_i , i 'inci firma için mümkün olan üretim seviyesini gösterir; $f(x_i; \beta)$ ise, i 'inci firmanın girdiler vektörü olan x_i için uygun bir fonksiyon şekli (örneğin Cob-Douglas veya Translog gibi) ve β bilinmeyen parametrelerdir. u_i , negatif olmayan üretimde maksimum etkinliğe ulaşmayan i 'inci firmaya ait firma özellikli faktörlerle ilgili tesadüfi değişkendir. I ise, bir endüstrideki yatay kesit ölçümünü kapsayan firma sayısıdır.

Negatif olmayan tesadüfi değişkeni u 'nun olması, modeldeki teknik etkinsizliğin yapısını tanımlamakla birlikte bu değişkenin $\exp(-u_i)$, sıfır ile 1 arasında değerler almasını vurgulamaktadır. Böylece, şunu göstermektedir ki mümkün olan üretim y_i , yukarıdan stokastik olmayan (deterministik) miktar olan $f(x_i; \beta)$ tarafından, sınırlanmaktadır. Böylece 3.24 modeli, bir deterministik sınır üretim fonksiyonuna işaret etmektedir.

Deterministik model, ilk defa Aigner ve Chu (1986) tarafından, bir Cobb-Douglas fonksiyonu bağlamında ele alınmıştır. Onlara göre, modelin parametreleri, doğrusal ve ya ikinci dereceden bir programlama algoritması uygulanarak, tahmin edilebilir. Daha sonra Timmer (1971), gözlemlerin küçük miktarına frontieri aşmaya

⁸ Çalışmada sınır frontier fonksiyonu kullanıldığından, maliyet ve kar konularına geçilmeyecek.

imkân vermek amacıyla, *olasılık sınır* üretim fonksiyonunu elde etmek için bu öneriyi kullanmıştır. Bu öneri çok ilgi gördüğüne rağmen, her tür istatistiksel ve ekonomik mantıktan yoksun olmaktadır.

Frontier modeli ilk defa Afrait (1972) tarafından ortaya konulmuştur. Daha sonra Richmond (1974) modeli u_i , $r=1$ ve $\lambda=1$ parametreleri olan, gamma dağılımına sahip olduğunu varsayımını açıklamıştır. Schmidt (1976) ise, tesadüfi değişkenlerin üssel veya yarı-normal dağılımına sahip olduklarında, modelin β parametreleri için maksimum olabilirlik tahminlerinin doğrusal veya ikinci dereceden bir programlama tekniği ile elde edilmelerini vurgulamıştır.

Mevcut firmaların teknik etkinliği, firma üretim seviyesinin, frontier çıktı seviyesinden daha küçük faktörlerle tanımlanmaktadır. Deterministik model olan 3.24 modeli veri iken, i 'inci firmanın sınır üretimi $y_i^* = f(x_i; \beta)$ ile ve böylece TE_i ile gösterilen i 'inci firmanın teknik etkinliği aşağıdaki şekilde tanımlanabilmektedir.

$$\begin{aligned} TE_i &= y_i / y_i^* \\ &= [f(x_i; \beta) \exp(-u_i)] / [f(x_i; \beta)] \\ &= \exp(-u_i) \end{aligned} \tag{3.25}$$

Bunun anlamı, deterministik frontier üretim fonksiyonları modellerde, özgün firmaların teknik etkinliği, gözlemlenen üretim değerleri ilgili tahmin edilen frontier değerlerine oranını elde etmekle hesaplanmaktadır.

$$TE_i = y_i / f(x_i; \hat{\beta}) \tag{3.26}$$

Burada $\hat{\beta}$, β için maksimum olabilirlik veya düzeltilmiş en küçük kareler yöntemi (COLS) tahmincisidir.

Deterministik frontierin tesadüfi değişkenleri olan u_i , üssel veya yarı-normal dağılımına sahip olduğunda, β parametresinin sonuçları, tanınan düzenlilik (devamlılık) koşullarının sağlanmaması için, maksimum olabilirlik tahmincilerinden elde edilemez. Green'e (1980) göre u_i 'ler, gamma tesadüfi değişkenler gibi,

bağımsız ve özdeş olarak dağıldıklarında ($r > 2$ ve $\lambda > 0$ parametreleriyle) o zaman düzenlilik için gereken koşullar sağlanmıştır.

2.3.2.2. Stokastik Frontier

Bilindiği üzere, üretim frontierinin tahmin yöntemlerinden biri, isteğe bağlı bir fonksiyon kalıbı seçerek, veri noktaların zarflamasıdır. Aigner ve Chu'nun (1971) deterministik modeli için kullandıkları modelde Cobb-Douglas fonksiyonu kullanılmış ve modelin bilinmeyen parametreleri, doğrusal programlama uygulanarak, tahmin edilmiştir.⁹ Ancak bunun ikinci derece bir programlama problemi ile de tahmin edilmesi önerilmiştir. Bu modellerdeki en büyük sıkıntı, hata terimleri ve diğer istatistiksel noise'lara (beyaz gürültü) yer vermemeleridir. Dolayısıyla frontierden bütün sapmaları, teknik etkinsizliğin bir sonucu olarak kabul etmektedir. Bu sıkıntının açık bir çözümü, başka bir değişken ilave ederek istatistiksel gürültüyü göstermektir. Bunun sonucunda ortaya çıkan frontier, stokastik üretim frontieri olarak tanımlanmaktadır.

Stokastik frontier modeli bağımsız olarak, Aigner, Lovell ve Schmidt (1977) ve Meeusen ve van der Broeck (1977) tarafından öne sürülmüştür. Bu model aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$y_i = f(x_i; \beta) \exp(v_i - u_i) \quad i = 1, 2, \dots, I \quad (3.27)$$

Buradaki v_i , firma kontrolünde olmayan tesadüfi değişkenlerle bileşen, sıfır ortalaması olan, randam hatayı (örneğin üretimde, iklimde, endüstriyel faaliyetlerdeki ölçme hataları) ifade etmektedir.

Mümkün olan üretim y_i , yukarıdan, *stokastik frontier* miktarı olan $f(x_i; \beta) \exp(v_i)$ ile sınırlandırılmıştır. Tesadüfi hatalar olan v_i , $i = 1, 2, \dots, I$, bağımsız ve özdeş olarak normal $N(0, \sigma_v^2)$ dağılmakta ve negatif olmayan basık normal dağılıma (yarı normal gibi) veya üssel dağılıma sahip olan u_i 'lerden

⁹ Doğrusal programlama problemi, $u_i = \ln y_i - x_i' \beta$ 'nin toplamını, $u_i > 0$ göre minimize etmektedir.

bağımsızdır. Meeusen ve van der Broeck (1977) sadece üssel dağılımı ($r=1$ ve $\lambda > 0$ parametrelerine sahip, gamma dağılımı gibi) olan durumu ele almışlar ve modelin tek parametreliliği gamma dağılımlı olan Richmond'un (1974) modeli kadar ($r=n$ ve $\lambda=1$ parametreleri olan gamma dağılımlı) kısıtlayıcı olmadığına dikkat çekmişler. 3.27 modeli her iki taraftan doğal logaritma alındığında,

$$\ln y_i = x_i \beta + v_i - u_i \quad (3.28)$$

Dikkat edildiğinde, bu model, deterministik model ile istatistiksel noise'ları göstermek amacıyla kullanılan simetrik hata terimi (v_i) dışında, aynıdır. Hatırlatmak gerekirse, istatistiksel noise, x_i vektöründen yanlışlıkla bir değişkenin atlamasının yanı sıra, ölçüm hataları ve fonksiyonel kalıbın seçimi ile ilgili tahmin hatalarından da kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla, model 3.27, çıktı değerinin yukarıdan stokastik değişkeni olan $\exp(x_i \beta + u_i)$ ile sınırlandırıldığı için, bir stokastik frontier üretim fonksiyonu olarak tanımlanabilir.

Hata terimi olan v_i negatif veya pozitif olabildiğinden stokastik frontier çıktıları modelin deterministik kısmı olan $\exp(x_i \beta)$ 'i değiştirmektedir. Bunun için, firmaya sınırlı bakarak, tek girdi X_i kullanılarak Y_i çıktısını elde ettiği kabul edilmiştir. Bu durum bir Cobb-Douglas stokastik frontier modeli alındığında,

$$\ln y = \beta_0 + \beta_1 \ln x_i + v_i - u_i \quad (3.29)$$

ve ya iki tarafın anti logaritması alındığında,

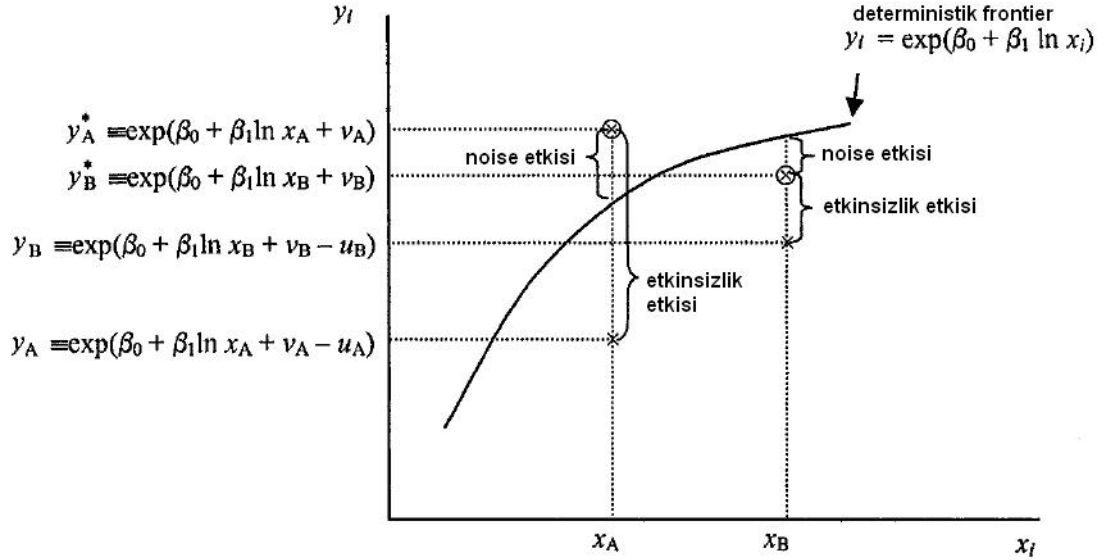
$$y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i + v_i - u_i) \quad (3.30)$$

Bu modelin hata bterimini oluşturan bileşenlerine baktığımızda,

$$y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i) + \underbrace{\exp(v_i)}_{noise} + \underbrace{\exp(u_i)}_{etkinsizlik} \quad (3.31)$$

Bu frontier Şekil 12’de gösterilmiştir. Şekilde, A ve B olan iki firmaya ait girdi ve çıktıları göstermenin yanı sıra, ölçeğe göre azalan getiri olduğunu yansıtmak amacıyla, frontier modelin deterministik bileşeni çizilmiştir.

Şekil 12: Stokastik Üretim Frontieri



Kaynak: Coelli vd, 1998: 244.

Girdi değerleri yatay eksen ve çıktılar dikey eksenle gösterilmiştir. A firması y_A çıktısını üretmek için x_A girdi seviyesini kullanırken B firması x_B girdi seviyesini kullanarak y_B çıktısını elde etmektedir (bu gözlemlenen değerler $\otimes$ işareti ile gösterilmiştir). Etkinsizlik etkileri olmadığında ($u_A = 0$ ve $u_B = 0$) A ve B firmalarının *frontier* çıktıları sırasıyla aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$y_A \equiv \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_A + v_A)$$

$$y_B \equiv \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_B + v_B)$$

Şekil 12’de bu frontier değerler, $\otimes$ işareti ile gösterilmiştir.

A firması için noise etkisinin pozitif olduğundan ($v_A > 0$), bu firmaya ait frontier çıktı, üretim frontierinin deterministik kısmının üstünde olurken B firmasının noise etkisi negatif olduğundan ($v_B < 0$), bu firmaya ait frontier çıktı, üretim

frontierinin deterministik kısmının altında yer almaktadır. Ayrıca A firmasının, noise ve etkinsizlik etkilerinin toplamı negatif olduğu için, bu firmanın gözlemlenen çıktısının, frontierin deterministik kısmının *altında* olduğu görülmektedir.

3.29 frontier modelinin özellikleri birden fazla girdi kullanıldığı duruma göre de genişletilebilir. Özellikle (gözlemlenmeyen) *frontier* çıktıları tamamen, frontierin deterministik kısmının aşağı ve yukarısında dağılmaya yönelmektedirler. Ancak, gözlemlenen çıktılar, frontierin deterministik kısmının altında olmaya yönelmektedirler. Aslında noise etkisi pozitif ve etkinsizlik etkisinden büyük olduğunda, gözlemlenen çıktılar, frontierin deterministik kısmının üstüne çıkabilirler yani $\varepsilon_i = v_i - u_i$ olduğunda, $y_i^* > \exp(x_i\beta)$ olacaktır.

Birçok stokastik frontier analizi, etkinsizlik etkilerinin tahmini öngörüsüne doğru yönelmektedir. Teknik etkinliğin en genel çıktı-yönlü ölçümü gözlemlenen çıktının ilgili stokastik frontier çıktıya oranı olarak tanımlanmıştır. Bu tanım aşağıdaki şekilde gösterilebilir

$$TE_i = [y_i / \exp(x_i\beta + v_i)] = [\exp(x_i\beta + v_i - u_i)] / [\exp(x_i\beta + v_i)] = \exp(-u_i) \quad (3.32)$$

Teknik etkinliğin bu ölçümü sıfır ile 1 arasında değerler almaktadır. Bu, i'inci firmanın çıktısını, tam etkin bir firmanın aynı girdi vektörünü kullanarak üretebilme çıktısına göre ölçmektedir. Açıktır ki, TE_i teknik etkinlik öngörüsünde¹⁰ ilk adım, stokastik üretim frontier modelinin parametrelerinin tahminidir.

Birçok tahmin ve hipotez testindeki işlem, stokastik frontier için de genelleştirilebilmektedir. Ancak buradaki tahmin, modelin iki hata terimi – birisi simetrik hata olan v_i ve diğeri negatif olmayan hata değişkeni u_i - olduğundan, biraz karışıktır. Buradaki yapılan tahminler, bu iki hata terimi varsayımları ile desteklenmektedir.

Genel olarak her v_i 'nin her u_i 'den bağımsız ve özdeş olarak dağıldığı her iki hata teriminin x_i 'deki açıklayıcı değişkenlerle ilişkili olmadıkları kabul

¹⁰ Coelli vd. (1998) göre, teknik etkinlik bir tesadüfi değişken olduğundan ve parametre olmadığından, onun için, tahmin (Estimate) yerine, öngörü (Predict) kullanılması daha uygun olmaktadır.

edilmektedir. Stokastik frontierdeki diğer varsayımlar aşağıda verilmiştir (Coelli vd, 1998: 245):

$E(v_i) = 0$	sıfır ortalama
$E(v_i^2) = \sigma_v^2$	sabit varyans
Bütün $i = j$ için, $E(v_i v_j) = 0$	noise'lar arasında ilişki yok
$E(u_i^2) = \text{sabit}$	sabit varyans
Bütün $i = j$ için, $E(u_i u_j) = 0$	etkinsizlik terimlerinin arasında ilişki yok

Nitekim buradaki noise bileşeninin özellikleri, klasik doğrusal regresyon modelindeki noise bileşeninin özellikleri ile aynıdır. Etkinsizlik bileşeninin ise, sıfır ortalama özelliği dışında ($u_i \geq 0$), yine aynı özelliklere sahip olduğu aşikârdır. Bu varsayımlar altında, en küçük kareler (OLS) yöntemi kullanılarak *eğim* katsayıların tutarlı tahminçileri elde edilebilir. Ancak sabit katsayısının tahminçisi aşağıya doğru sapmalı olmaktadır. Diğer taraftan, sabitin sapmalı olması, teknik etkinlik ölçümlerinin hesaplamasında, OLS tahminçilerinin kullanılamayacağını ifade etmektedir. Bu probleme bir çözüm olarak, Winston'un (1957) önerdiği değişik yöntem, *düzeltilmiş en küçük kareler* (COLS) tahminçileri olarak tanımlanmaktadır. Tartışılabilir bir başka iyi çözüm ise, iki hata terimi ile ilgili bazı dağılımları kabul etmek ve maksimum olabilirlik yöntemi (ML) kullanmaktır. ML tahminçilerinin istenilen büyük örnek özelliklerine (asimptotik özelliği gibi) sahip olduğundan dolayı, genelde COLS gibi diğer tahmincilere tercih edilmektedirler.

Maksimum olabilirlik yöntemi, "birkaç dağılımlardan belli bir gözlemlerin örneğinin oluşturulması, diğerlerine göre daha muhtemeldir"; görüşü ile desteklenmektedir. Örneğin gözlemlerin örnek ortalaması 5.3 olduğunda ($\bar{y} = 5.3$), diğer koşullar aynı iken, büyük ihtimalle, bu örneğin ortalaması 100 olan bir dağılımdan daha ziyade, ortalaması 5 olan bir dağılımdan oluşturulmuştur. Bilinmeyen bir parametrenin *maksimum olabilirlik tahmini*, tesadüfi olarak belli bir gözlemlerin örneğini çizme olasılığını maksimize eden parametre değeri olarak, tanımlanmaktadır.

Klasik doğrusal regresyon modelinin tahmini amacıyla maksimum olabilirlik esasını kullanmak için, ilk adım, hata terimlerine bağlı olarak bir varsayım yapmaktır. En genel varsayım, hata terimlerinin normal dağılıma sahip olmalarının kabul edilmesidir. Bu varsayım,

$$v_i \sim iidN(0, \sigma^2)$$

şeklinde gösterilmekle birlikte, hata teriminin sıfır ortalama ve σ^2 varyans ile, bağımsız ve özdeş olarak, normal tesadüfi dağıldığını da ifade etmektedir. Normal tesadüfi değişkenlerin tanınmış özellikleri ile birlikte, stokastik modelde $(y_i = x_i\beta + v_i)$ olan y_i ve v_i arasındaki ilişkiyi de kullanarak,

$$y_i \sim iidN(x_i\beta, \sigma^2)$$

Ayrıca, $y = (y_1, y_2, \dots, y_I)'$ gözlemler vektörü için, birleşik yoğunluk fonksiyonu, aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir:

$$L(y | \beta, \sigma) = (2\pi\sigma^2)^{-I/2} \exp\left[-1/2\sigma^2 \sum_{i=1}^I (y_i - x_i\beta)^2\right] \quad (3.33)$$

Birleşik olasılık yoğunluk fonksiyonu (PDF), *olabilirlik fonksiyonu* olarak tanımlanmaktadır. Bu fonksiyon β ve σ^2 tanınmayan parametrelerin bir fonksiyonu olarak, örnek gözlemlerin olabilirliğinin gözlemlemesini açıklamaktadır. β 'nın maksimum olabilirlik (ML) tahmincisi, bu fonksiyonun β 'ya göre maksimizasyonundan elde edilmektedir. Aynı şekilde, bu, olabilirlik fonksiyonunun logaritmasının maksimize edilmesinden de elde edilebilmektedir.

$$\ln L = (-I/2) \ln 2\pi - (I/2) \ln \sigma^2 - (1/2\sigma^2) \sum_{i=1}^I (y_i - x_i\beta)^2 \quad (3.34)$$

ML tahmincileri ampirik çalışmalarda, çok kullanışlı ve popüler hale gelmişlerdir. Bunun nedeni, tahminlenen modelin türüne bakmaksızın, model ile ilgili varsayımlar geçerli olduklarında, ML tahmincilerinin, birden fazla istenilen (beğenilen) büyük örnek özelliklerine (asimptotik gibi) sahip olmalarıdır. Özellikle bu tahmincilerin tutarlı ve asimptotik olarak normal dağıldıkları ve varyansının diğer tutarlı ve asimptotik olarak normal dağılan tahmincilerin varyansına göre, büyük olmadığını göstermek mümkündür.

Aigner vd. (1977) ML tahmincilerini, aşağıdaki varsayımlar altında elde etmişlerdir:

$$\begin{aligned} v_i &\sim iidN(0, \sigma_v^2) \\ u_i &\sim iidN^+(0, \sigma_u^2) \end{aligned} \quad (3.35)$$

Beyaz gürültü (White Noise) ile ilgili varsayım, v_i 'lerin bağımsız ve özdeş olarak, sıfır ortalama ve σ_v^2 varyans ile normal dağıldığını ifade etmektedir. 3.35 varsayım ise, u_i 'lerin bağımsız ve özdeş olarak ölçek parametresi olan σ_u^2 ile yarı-normal dağıldığını ifade etmektedir. Her bir u_i için *olasılık yoğunluk fonksiyonu* (pdf), sıfır ortalaması ve σ_u^2 varyansına sahip bir normal tesadüfi değişkenin basık versiyonudur.

Aigner vd. (1977) log-likelihood fonksiyonunu $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ ve $\lambda^2 = \sigma_u^2 / \sigma_v^2 \geq 0$ teriminde yarı-normal model için parametrize etmişlerdir. $\lambda = 0$ olduğunda, teknik etkinsizlik etkilerinin olmadığı ve frontier'deki bütün sapmaların, noise'dan kaynaklandığına işaret etmektedir.¹¹ Bu işlem için, log-likelihood fonksiyonu aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$\ln L(y | \beta, \sigma, \lambda) = -(I/2) \ln(\pi \sigma^2 / 2) + \sum_{i=1}^I \ln \Phi(-\varepsilon_i \lambda / \sigma) - (1/2 \sigma^2) \sum_{i=1}^I \varepsilon_i^2 \quad (3.36)$$

¹¹ Burada dikkat edilmesi gerekirse, σ_u^2 olasılık yoğunluk fonksiyonunun, basık olmayan tesadüfi değişken olduğundan, λ^2 , teknik etkinsizlik etkilerinin, noise bileşeninin varyansına oranı değildir.

Burada y , log-çıktıların bir vektörü; $\varepsilon_i \equiv v_i - u_i - \ln y_i - x_i\beta$ bir birleşik hata terimi ve $\Phi(x)$, x 'te bir birleşik hata terimi ölçülen standart normal tesadüfi değişkeninin, kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF) olarak ifade edilebilir (Coelli vd, 1998: 246).

Bilindiği üzere bir log-likelihood fonksiyonun maksimizasyonu genelde, bilinmeyen parametrelere göre birinci türevlerin alınması ve sıfıra eşitlemesi ile yapılmaktadır. Ancak, 3.36 fonksiyonunda, birinci derece koşullar, doğrusal olmamakla birlikte β, σ ve λ için çözülememektedir. Dolayısıyla likelihood fonksiyonunun maksimizasyonu, tekrarlamalı (iterative) bir optimizasyon süreci ile yapılmalıdır. Bu, tanınmayan parametreler için, başlangıç değerlerinin seçilmesi ve sistematik olarak, log-likelihood fonksiyon değerleri bulunana kadar bu değerlerin güncellemesini gerektirmektedir. Battese ve Cora (1977) log-likelihood fonksiyonunu σ^2 ve $\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2$ terimlerinde parametrize etmeyi daha uygun bulmuşlardır. Onlara göre γ parametresi sıfır ile 1 arasında değerler almaktadır. $\gamma = 0$ olduğunda, frontier'deki bütün sapmalar white noise'dan kaynaklanmakta ve $\gamma = 1$ olduğu zaman, bütün sapmalar teknik etkinsizliği yansıtmaktadır.

Pratikte genel olarak frontier modeli için log-likelihood fonksiyonu, FRONTIER, LIMDEP, STATA ve SHAZAM gibi kullanım amaçlı paket programları ile daha kolay bir şekilde tahmin edilmektedir. Bu çalışmanın amaçlarına bağlı olarak, FRONTIER ve SHAZAM programları kullanılmıştır.

Yarı-normal dağılım varsayımı yerine bazen başka varsayımlar da alınabilir. Bunlar aşağıda verilmiştir.

$$u_i \sim iidN^+(\mu, \sigma_u^2) \quad \text{basık-normal dağılımı}$$

$$u_i \sim iidG(\lambda, 0) \quad \lambda \text{ ortalaması olan üssel dağılım}$$

$$u_i \sim iidG(\lambda, m) \quad \lambda \text{ ortalama ve m serbestlik derecesi olan üssel dağılım}$$

Basık normal frontier modeli Stevenson (1980) tarafından ileri sürülürken, gamma dağılımı Green'e (1990) aittir. Kumbhakar ve Lovell'in (2000)

çalışmalarında olduğu gibi, burada da log-likelihood fonksiyonları tekrarlama optimizasyon süreci kullanarak, maksimize edilmelidirler (Coelli vd. 1998: 252).

Dağılım tanımlamasının seçimi, bazı zamanlar hesaplamadaki uygunluk (elverişlik) konusudur. Bunun anlamı, bazı paket programlarda bazı frontier modellerin hesaplaması, otomatik olarak yapılırken diğerlerinde bulunmamaktadır. Örneğin, FRONTIER programı yarı-normal ve basık-normal tahminleri için kullanıldığı halde, LIMDEP programı, üssel ve gamma modelleri tahmini için de kullanılabilir.

Dağılım tanımlamasının seçimini teorik düşünceler de etkileyebilmektedir. Örneğin bazı araştırmacılar, yarı-normal ve üssel dağılımları kullanmaktan kaçınılmaktadırlar. Bunun nedeni, onların *sıfır* üzerinde bir tarzlarının olmasıdır. Bu araştırmacılara göre bunun anlamı, etkinsizlik etkilerinin en çok sıfıra yakın olma ve dolayısı ile ilgili teknik etkinlik ölçümlerinin 1'e yakın olma düşüncesidir. Ancak basık-normal ve gamma modelleri, dağılım biçimlerinin daha geniş alanına imkân sunmaktadırlar. Dağılım modellerinin seçimindeki bir başka konu, farklı dağılım varsayımlarının, farklı teknik etkinlik öngörülerini ile sonuçlanabilmeleridir. Ancak, firmalar öngörülen teknik etkinlikleri esasında sıralandıklarında, bu sıralamalar genel olarak dağılım seçimine karşı biraz direnmektedirler. Bu tür durumlarda, aşırı tutumluluk (Parsimony) ilkesi¹², yarı-normal ve üssel dağılımı kabul edecektir.

2.3.2.2.1. Teknik Etkinlik Öngörüsü

Önceki bölümlerde, i'inci firmanın teknik etkinliği $TE_i = \exp(-u_i)$ şeklinde tanımlanmıştır. Bu, firma ve endüstri teknik etkinliklerinin öngörüsünü, açıklayan temel bir ögedir. Burada yarı-normal stokastik frontier modeli bağlamında, öngörü ile ilgili konular firma ve endüstri düzeyinde ele alınacaktır.

a) Firma-Özellikli Etkinlik

¹² Tutumluluk ilkesine göre, “iş uygun şekilde yerine getirmek” amacıyla, en basit fonksiyonel form seçilmelidir.

Teknik etkinliğe öngöründe bulunmak, u_i 'ler hakkında bazı bilgilerin edinmesini gerektirmektedir. İlgili verilerin toplanması ve y_i 'nin değeri gözlemlendikten sonra, u_i 'ler hakkındaki bilgiler, basık-normal dağılımına sahip bir olasılık yoğunluk fonksiyonu formunda sunulabilir. Bu fonksiyon aşağıda verilmiştir.

$$p(u_i | y_i) = (1/\sqrt{2\pi\sigma_*^2}) \exp[-1/2\sigma_*^2(u_i - u_i^*)^2] / \Phi(u_i^*/\sigma_*) \quad (3.37)$$

$$\text{Burada } u_i^* = -(\ln y_i - x_i\beta)\sigma_u^2 / \sigma \quad \text{ve} \quad \sigma_*^2 = \sigma_v^2\sigma_u^2 / \sigma^2 .$$

Bu koşullara bağlı olasılık yoğunluk fonksiyonu, i firması örnekleme seçildikten sonra ve onun çıktısı olan y_i gözlemlendikten sonra, u_i 'nin mümkün olan ve olmayan değerleri hakkında bilgi vermektedir. Diğer taraftan, Jondrow vd. (1982) bunu aşağıda verilen u_i tahmincisini türetmek amacıyla kullanmıştır:

$$\hat{u}_i \equiv E(u_i | y_i) = u_i^* + \sigma_* \{[\phi(u_i^*/\sigma_*)]/[\Phi(u_i^*/\sigma_*)]\} \quad (3.38)$$

Burada $\phi(x)$, x 'te hesaplanan, standart normal tesadüfi değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonudur. Horrow ve Schmidt (1995,1996) bunu, $u_i | y_i$ için bir $(1-\alpha) \times 100\%$ öngörü aralığının, aşağıdaki alanda yayıldığını göstermek için kullanmıştır.

$$L_i = u_i^* + \sigma_* \Phi^{-1}[(1-\alpha/2)\Phi(u_i^*/\sigma_*)] \quad (3.39)$$

$$U_i = u_i^* + \sigma_* \Phi^{-1}[(\alpha/2)\Phi(u_i^*/\sigma_*)] \quad (3.40)$$

3.38 ila 3.40 eşitlikleri, u_i ilgili sonuçlandırmayı göstermeğe imkân sağlama açısından, çok kullanışlıdır. Ancak birçok durumda, i 'inci firmanın teknik etkinliğini ifade eden $TE_i = \exp(-u_i)$, ilgi çekmektedir. Bu miktarın doğal bir tahmincisi, 3.38 eşitliğinde verilen $\hat{u}_i$ 'ye göre, $\exp(-\hat{u}_i)$ dir. Ancak Battese ve Coelli (1988), $p(u_i | y_i)$ kullanarak, bir alternatif tahminci elde etmişlerdir. Bu tahminci aşağıda verilmiştir (Coelli vd., 1998: 255):

$$\hat{TE}_i \equiv E[\exp(-u_i) | y_i] = \{\Phi[(u_i^*/\sigma_*) - \sigma_*] / \Phi(u_i^*/\sigma_*)\} \exp[(\sigma_*^2/2) - u_i^*] \quad (3.41)$$

Bu tahminci, öngörülen hata karelerinin ortalamasını minimize etme koşulunda, optimal olduğu görülebilir. Kullanılan herhangi bir tahminciye bakmaksızın, $(1 - \alpha) \times 100\%$ öngörü aralığı, aşağıda verilmiştir.

$$\exp(-U_i) < TE_i < \exp(-L_i) \quad (3.42)$$

Buradaki L_i ve U_i , 3.39 ve 3.40 eşitliklerini göstermektedir (Coelli vd., 1998: 255). Dikkat edilirse, firma-özellikli teknik etkinliklerinin öngörü aralıklarını elde etmek karışık ve çoğu zaman zordur. Bu, SHAZAM ve LIMDEP gibi bazı paket programları kullanılarak yapılmaktadır. FRONTIER programı ise firma-özellikli teknik etkinliklerin öngörüsünü (öngörü aralık limitlerini vermeden) elde etmeye yarayan bir programdır.

b) Endüstri Etkinliği

Endüstri etkinliği, endüstrideki bütün firmaların ortalama etkinliği olarak tanımlanmaktadır. Buna göre, endüstri etkinliğinin doğal bir öngörücüsü, örneklemdeki firmaların öngörülen etkinliklerinin ortalamasıdır.

$$\overline{TE} = (1/I) \sum_{i=1}^I \hat{TE}_i \quad (3.43)$$

Buradaki $\hat{TE}$, 3.41 eşitliği kullanılarak elde edilmektedir.

Endüstri etkinliği, örneklemde herhangi bir firma seçilmeden *önce*, i'inci firmanın beklenen etkinlik değeri olarak da ifade edilmektedir. Örneklem toplanmadan önce, u_i 'ye ait bilgi, yarı-normal bir olasılık yoğunluk fonksiyonu (pdf) şeklinde özetlenebilir. Bu fonksiyon aşağıda verilmiştir.

$$p(u_i) = (2/\sqrt{2\pi\sigma_u^2}) \exp(-u_i^2/2\sigma_u^2) \quad (3.44)$$

Bu koşulsuz PDF, firma-özellikli sonuçlar çıkarmak amacıyla kullanılabilir. Endüstri etkinliğinin optimal bir tahmincisi ise, aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$TE \equiv E[\exp(-u_i)] = 2\Phi(-\sigma_u) \exp(\sigma_u^2/2) \quad (3.35)$$

Ayrıca endüstri etkinliği için, bir $(1 - \alpha) \times 100\%$ öngörü aralığı,

$$\exp(-U) < TE_i < \exp(-L) \quad (3.36)$$

Burada $L = z_{5+(\alpha/4)}\sigma_u$ ve $U = z_{1-(\alpha/4)}\sigma_u$ şeklinde ifade edilmektedirler.

2.3.2.2.2. Hipotez Testi

Bazen, katsayılarla ilgili, birçok hipotezin birleşmiş testine yönlenebilir. Örneğin sabit katsayısı dışında, regresyonun bütün katsayılarının sıfıra eşit olan sıfır hipotezini (*regresyonun olabilirlik testi* denilen) ve ya bazen bir Translog üretim fonksiyonunun ölçeğe göre sabit getiri sergilemesini test etmek istenilebilir. Bu tür testler için bir çok işlem bulunmakta ve tamamı sıfır hipotezi altında belirlenen kısıtlar doğru olduğunda, β 'dan olan kısıtlı ve kısıtsız tahminler birbirine çok yakın olmalıdırlar, düşüncesi ile desteklenmektedirler (çünkü kısıtlı ve kısıtsız tahminler her ikisi de tutarlıdırlar). Ayrıca buna bağlı olarak ifade edilen hususlar şudur:

- a. Kısıtlı ve kısıtsız modellerden elde edilen artıkların karelerinin toplamı arasındaki fark, sıfıra yakın olmalıdır. Bu yakınlığın bir ölçütü F testidir. Bu test, aşağıda verilmiştir:

$$F = \frac{(SSE_R - SSE_U)/J}{SSE_U/(N - K)} \sim F(J, I - K) \quad (3.37)$$

Burada SSE_R ve SSE_U , sırasıyla kısıtlı ve kısıtsız denklemlerin artıklarının toplamı ve J kısıtların sayısını göstermektedir. $100\alpha\%$ anlamlılık seviyesinde, F istatistiği, kritik değer olan $F_{1-\alpha}(J, I-K)$ geçiyorsa, H_0 hipotezi reddedilir.

- b. Kısıtsız tahminlerde değerlendirilen log-likelihood fonksiyon değeri, kısıtlı tahminlerde değerlendirilen log-likelihood fonksiyon değerine yakın olmalıdır. Bu yakınlığın bir ölçütü, olabilirlik oran (LR) istatistiğidir. Bu ölçüt aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$LR = -2[\ln L_R - \ln L_U] \sim \chi^2(J) \quad (3.38)$$

Buradaki $\ln L_R$ ve $\ln L_U$ sırasıyla kısıtlanmış ve kısıtlanmamış log-likelihood fonksiyonlarının maksimize edilmiş değerlerini göstermekle birlikte yine J, kısıtların sayısına işaret etmektedir. $100\alpha\%$ anlamlılık seviyesinde, eğer LR istatistiği kritik değer olan $\chi^2_{1-\alpha}(J)$ geçiyorsa, H_0 hipotezi reddedilir.

- c. F ve LR testlerinin kurulması basittir ancak hem kısıtlı hem de kısıtsız modellerin tahminini gerektirmektedir. Bu, bir veya her iki modelin karmaşık modeller oldukları zaman, problem çıkarabilir. Sadece, tek bir modelin tahminine ihtiyaç duyan alternatif modeller, Wald ve Lagranj Çarpanı (LM) testleridir. Wald istatistiği, kısıtlanmamış tahminlerde değerlendirildiğinde, kısıtların ne kadar iyi sağlandıklarını ölçmektedir (buna göre sadece, kısıtlanmamış modelin tahminine gerek duymaktadır). LM istatistiği ise, birinci derece koşullarda, kısıtlı tahminlerde değerlendirildiğinde, log-likelihood fonksiyonunun maksimumuna yönelmektedir (buna göre sadece kısıtlı modelin tahminine ihtiyaç duyar).

Burada getirilen bütün testler, asimptotik olarak doğrulanmaktadır (örneklem büyük olduğunda, kullanılabilirler) ve ayrıca asimptotik olarak eşdeğerdirler. Nitekim örneklem yeterince büyükse, bu testlerin sonucu aynı olmakla birlikte hesaplama uygunluğu esasında, kolayca bir test seçilebilir (genelde bilgisayar programına bağlıdır). Ancak örneklem yeterince büyük değilse, bu çok elverişli (düzgün) olmayabilir. Buradaki F istatistiği, küçük örneklerdeki model ve kısıtların

parametreleri açısından doğrusaldır ve hata terimi normal dağılmaktadır. Ancak, bu özel durumda bile, aşağıdaki eşitliği sağladıkları dışında, küçük örnekli LR, Wald ve LM istatistiklerinin özellikleri hakkında pek bir şey söylemek mümkün değildir:

$$W \geq LR \geq LM \quad (3.39)$$

Log-likelihood oranı (LR), Wald ve Lagranj çarpanı (LM) testleri ile ilgili bir başka husus, bu testlerin istatistiklerinin sadece asimptotik olarak doğrulanmalarıdır. Bunun için, bu testler sadece örneklem büyük olduğunda kabul edilmektedirler. Ancak F testi küçük örneklemelerde, stokastik frontier modelindeki bileşik hata teriminin normal dağılmadığından dolayı, doğrulanmamaktadır.

β parametresi ile ilgili, hipotez testlerinin yanı sıra, stokastik frontier araştırmacılar genelde, etkinsizlik etkilerinin yokluğunu test etmeye ilgi göstermektedirler. Yarı-normal ve üssel modelleri durumunda, sıfır hipotezi, tek bir parametreyi içeren tek kısıttan ibarettir. Model, maksimum likelihood yöntemi kullanarak tahmin edildiğinde, böyle bir hipotez basit bir z - testi ile test edilebilmektedir (çünkü kısıtlanmış ML tahmincileri asimptotik olarak normal dağılmaktadırlar). Örneğin yarı-normal modelde sıfır ve alternatif hipotezler sırasıyla $H_0 : \sigma_u^2 = 0$ ve $H_1 : \sigma_u^2 > 0$ şeklinde ve ya Aigner vd. (1977) λ parametrizasyonu kullanıldığında $H_0 : \lambda = 0$ ve $H_1 : \lambda \geq 0$ olarak ifade edilebilirler. Buna bağlı olarak test istatistiği ise,

$$z = \hat{\lambda} / se(\hat{\lambda}) \sim N(0,1) \quad (3.40)$$

Burada $\hat{\lambda}$ ve $se(\hat{\lambda})$ sırasıyla, λ 'nın ML ve ona bağlı standart hatanın tahmincilerini göstermektedir.

Etkinsizlik etkilerini Wald, LM ve LR testleri kullanarak test etmek mümkün olduğu halde, alternatif hipotezlerin tek taraflı yapısı bu testlerin açıklamasının zor olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca bu testler asimptotik olarak ki-kare dağılımına sahip değildirler. Örneğin, Coelli (1995) LR testinin asimptotik olarak ki-kare dağılımlarının bir karışımı (mixture) olarak dağıldığını açıklamıştır. Bunun anlamı

yarı-normal bir model durumunda, eğer LR test istatistiği kritik değer olan $\chi^2_{1-2\alpha}$ geçiyorsa, $H_0 : \lambda = 0$ hipotezinin $100\alpha\%$ anlamlılık seviyesinde reddedilme gerekçesidir.

Bütün test işlemleri, diğer frontier modellerinin parametrelerinin hipotez testleri için de kullanılabilir. Örneğin basık-normal modeli durumunda, sıfır hipotezi $H_0 : \mu = \sigma_u^2 = 0$ şeklinde ifade edilmektedir. Buradaki kritik değer bazen, Kodde ve Palm (1986) tablosundan (normal ki-kare dağılımından küçük olduğu için) elde edilebilir (Coelli vd, 1998: 259).

Frontier modellerindeki hipotez testleri, basık normal modelindeki tahminleri, basit olan yarı-normal modelinin uygun olmasının sıfır hipotezini test etmek amacıyla da kullanılmaktadır. İlgili sıfır ve alternatif hipotezler sırasıyla $H_0 : \mu = 0$ ve $H_1 : \mu \neq 0$ olarak ifade edilmektedir. Burada maksimum olabilirlik yöntemi kullanıldığında, z- veya LR-testi kullanılabilir.

2.3.2.2.3. Mesafe Fonksiyonları

Mesafe fonksiyonları, fiyat bilgileri olmadığı zaman ve/veya firmaların maliyet minimizasyonu veya gelir maksimizasyonuna uygun olmadıkları kabul edildiği durumlarda, çok-çıkıtı özelliklerinin tahmini için kullanılmaktadır (örneğin endüstrinin düzenlendiği zaman). Firmaların çıktılardan çok, girdiler üzerinde daha çok kontrolleri olduklarında, çıktı mesafe fonksiyonları yerine, girdi mesafe fonksiyonları kullanılabilir. Bunun tam tersi çıktı mesafe fonksiyonları için geçerlidir.

İ firmaların yatay-kesit verilerinin elde olduğu kabul edilirse, M çıktı ve N girdi üzerinde bir girdi mesafe fonksiyonu, aşağıdaki şekilde gösterilebilir.¹³

$$d_i^I = d^I(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{Ni}, y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{Mi}) \quad (3.41)$$

Burada x_{ni} , i firmasının n'inci girdisi; y_{mi} , i firmasının m'inci çıktısı ve $d_i^I \geq 1$, çıktı vektörü değişmeden, kullanılan girdi vektörü ile maksimum miktarı

¹³ Çıktı mesafe fonksiyonları için, bakınız Coelli ve Perelman (1999) ve O'Donnell ve Coelli (2005).

ifade etmektedir. $d^I(\cdot)$ fonksiyonunun en önemli özelliği, girdilere göre azalmayan, doğrusal homojen ve konkav ve çıktılarına göre, artmayan ve yarı-konkav olmasıdır.

Bir girdi mesafe fonksiyonunun ekonometrik tahminindeki ilk adım, $d^I(\cdot)$ için fonksiyonel bir formun seçimidir. Girdi ve çıktıların doğrusal bir fonksiyonu olarak log-mesafesini açıklayan bir fonksiyonel formun seçilmesi daha uygun olmaktadır. Örneğin Cobb-Douglas fonksiyonel form seçildiğinde, 3.41 modeli,

$$\ln d_i^I = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_{ni} + \sum_{m=1}^M \phi_m \ln y_{mi} + v_i \quad (3.42)$$

Buradaki v_i , tahmin hataları ve diğer istatistiksel noise'ların kaynağını hesaba katmak amacıyla, bir tesadüfî değişken olarak tanımlanmaktadır. Bu fonksiyon bütün n 'ler için $\beta_n \geq 0$ ve

$$\sum_{n=1}^N \beta_n = 1 \quad (3.43)$$

olduğunda, girdilere göre, azalmayan, doğrusal homojen ve konkav olmaktadır. Ayrıca girdilere göre d_i^I 'nin birinci- ve ikinci-derece türevlerinin doğrusal olmayan fonksiyonları, negatif olmayan olduklarında, 3.42 fonksiyon çıktılarına göre yarı-konkav olmaktadır.

3.43 kısıdını 3.42 modelde yerleştirip modeli tekrar düzenlediğimizde, aşağıda gösterilen homojen-kısıtlı modeli elde edebiliriz.

$$\ln x_{Ni} = \beta_0 + \sum_{n=1}^{N-1} \beta_n \ln(x_{ni}/x_{Ni}) + \sum_{m=1}^M \phi_m \ln y_{mi} + v_i - u_i \quad (3.44)$$

Burada $u_i \equiv \ln d_i^I$, teknik etkinsizliğe bağlı, negatif olmayan bir değişkendir. Ancak $\ln d_i^I$ 'yi girdiler ve çıktıların doğrusal bir fonksiyonu olarak açıklamaya kalktığımızda, stokastik üretim frontier modeli şeklinde bir model olarak sonuçlanmaktadır. Ayrıca bu modelin parametrelerinin, maksimum olabilirlik tekniği

ile tahmin edileceğini de ifade etmektedir. Buna ilaveten, kabaca, teknik etkinliğin bir çıktı-yönlü ölçümü aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$TE_i = 1/d_i^I = \exp(-u_i) \quad (3.45)$$

Böylece firma özellikli ve endüstri teknik etkinliği, daha önce anlatılan teknikler ile öngörülebilir.

Ancak mesafe fonksiyonlarının tahmini genelde, görüldüğü gibi basit değildir. Bazı araştırmacıların kaygılandıkları nokta, açıklayıcı değişkenlerin birleşik hata terimi ile bağımlılık olasılığıdır. Bu, stokastik frontier modelindeki temel varsayımların birini bozmakla birlikte sapmalı tahmincilerde yol açmaktadır. Bu durumda, modelin tahmini araç değişkenler çerçevesinde yapılmalıdır. Mesafe fonksiyonlarının tahminindeki bir başka problem, bu fonksiyonların konkavlık ve yarı-konkavlık özelliklerini ve ekonomik teoriyi açıklamada yetersiz kalmalarıdır. Bu, verimli büyüme ve ilgili etkinlik seviyelerindeki girdi ve çıktı değişimlerinin etkileriyle ilgili ters sonuçlara neden olmaktadır.

2.3.2.3. Panel Veri Modelleri

Buraya kadar tartışılan konular esas itibari ile yatay-kesit verilerin analizini göstermektedir. Stokastik frontier üretim fonksiyonu, panel verilerini kullanarak da tahmin edilebilir. Panel veri setleri, yatay-kesit veri setlerine göre genelde daha fazla gözlem içermekte ve sadece bu nedenden dolayı bilinmeyen parametrelerin daha fazla tahmincileri ve teknik etkinliklerin daha fazla öngörücülerinin elde edilmesi beklenmektedir. Panel veri önemli bir şekilde, aşağıdaki imkânları sunmaktadır:

- a. Etkinsizlik ve noise etkilerinin ayrıştırılmasını çözmek amacıyla gerekli olan katı dağılım varsayımlarını gevşetmektedir.
- b. Teknik etkinliklerin tutarlı öngörücülerini elde etmektedir.
- c. Zaman boyunca, teknik etkinliklerde (üretim teknolojisinde de) değişimleri ayrıştırmaktadır.

Aigner, Lovell ve Schmidt (1977) modelinin panel veri versiyonu aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

$$\ln y_{it} = x_{it}\beta + v_{it} - u_{it} \quad i = 1, 2, \dots, I \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3.46)$$

Dikkat edilirse, buradaki model, normal yatay-kesit modeli ile zamanın göstergesi olan “t” dışında, aynıdır. v_{it} ’ler ve u_{it} ’lerin bağımsız dağıldıkları kabul edilirse, modelin parametreleri daha önceki anlatılan yöntemlerle tahmin edilebilir.

Tahmin amaçları için uygun olduğu halde, u_{it} ’lerin bağımsız dağılmaları varsayımının bir problemi, yukarıda sayılan imkânları elde etmede yetersiz kalmasıdır. Ayrıca birçok endüstri için, bağımsızlık varsayımı gerçek dışı bir varsayımdır. Çünkü diğer koşullar aynı iken, etkin firmaların bir dönemden sonraki döneme, etkin kalmaları beklenmekte ve etkinsiz olan firmaların, zaman boyunca etkinlik seviyelerini düzeltmeleri arzulanmaktadır. Böylece, 3.46 modelinde, etkinsizlik etkileri üzerine, bazı yapılandırmaların dâhil edilmesine ihtiyaç duyulur. Genel olarak farklı yapılandırmalar, zamana göre değişken olmayan ve zamana göre değişken olan modellerine göre sınıflandırılır. Bu modeller aşağıda ele alınmıştır.

2.3.2.3.1. Zamana Göre Değişken Olmayan Etkinsizlik Modelleri

Etkinsizlik etkilerine dâhil edilen en basit yapılandırmalardan biri, aşağıda verilmiştir.

$$u_{it} = u_i \quad i = 1, 2, \dots, I \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3.47)$$

Buradaki u_i , bir sabit parametre ve ya bir tesadüfî değişken olarak alınabilir.

Alınan değişkene göre, oluşturulan modeller sırasıyla, *sabit etkileri modeli* ve *tesadüfî etkileri modeli* olarak adlandırılabilir.

Sabit etkileri modeli, kukla (dummy) değişkenler kullanarak bir standart-regresyon çerçevesinde tahmin edilebilir. Ancak tahminlenen model sadece etkinliği

örneklemedeki en çok etkin firmaya göre ölçmek amacıyla kullanılabilir. Dolayısıyla firma sayısı küçük olduğunda, elde edilen tahminler güvensiz olabilmektedir.

Tesadüfi etkiler modeli en küçük kareler yöntemi veya maksimum olabilirlik teknikleri kullanılarak, tahmin edilebilir. Panel literatüründe olduğu gibi, en küçük kareler yaklaşımı, modelin standart hata bileşenler modeli formunda yazılmasını ve daha sonra genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi (GLS) uygulamasını içermektedir. Maksimum olabilirlik yaklaşımı, u_i 'lerle ilgili, güçlü dağılım varsayımları yapmayı içermektedir. Örneğin Pitt ve Lee (1981), yarı-normal bir dağılım kabul ederken, Battese ve Coelli (1988), daha genel olan basık-normal dağılım varsayımını dikkate almışlar. Bu model için olabilirlik fonksiyonu, daha önceki yarı-normal stokastik frontier modeli için olan olabilirlik fonksiyonunun bir genellemesidir. Ayrıca firma-özellikli ve endüstri etkinliklerinin formülleri de daha önceki firma ve endüstriye anlatılan formüllerin bir genellemesi olarak ifade edilebilir. Son olarak da, daha önce sayılan hipotez test süreçleri, panel veri setlerinde de kullanılabilirler. Pratikte, zamandan bağımsız etkinsizlik etkileri modelleri, daha basit bir şekilde, FRONTIER ve LIMDEP programları yardımı ile tahmin edilebilir.

2.3.2.3.2. Zamana Göre Değişken Etkinsizlik Modelleri

Zamandan bağımsız etkinsizlik modelleri biraz kısıtlayıcıdır. Bunun anlamı, yöneticilerin zaman içinde sistematik olarak teknik etkinliklerini değiştirmeleri ve tecrübe sayesinde öğrenmeleri (bunların t değeri büyüdükçe, daha çok dikkat çekici olmaları) beklenmektedir. Zamana göre değişken teknik etkinsizlik için kabul edilen model aşağıda verilmiştir.

$$u_{it} = f(t) \cdot u_i \quad (3.48)$$

Buradaki $f(\cdot)$, teknik etkinsizliği zaman boyunca nasıl değiştiğini belirleyen bir fonksiyondur. Bu fonksiyonla ilgili iki tanımlama bulunmaktadır. Birinci tanımlama Battese ve Coelli (1992) tarafından yapılmıştır. 3.46 panel veri modeli ile firma etkilerinin değişken zamanlı basit bir üssel tanımlamasıyla, bu fonksiyon,

$$f(t) = \exp[-\eta(t - T)] \quad (3.49)$$

şekilde ifade edildiğinde, etkinsizlik modeli aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$u_{it} = f(t) \cdot u_i = \{\exp[-\eta(t - T)]\} \cdot u_i \quad (3.50)$$

Burada η tahmin edilmesi gereken bilinmeyen parametre, T, tahminlenen eşitlik üzerindeki periyotları ve u_i , yarı-normal veya daha genel olan basık-normal dağılıma sahip bir tesadüfi hata terimidir. Modelde t arttığında $\eta > 0$, $\eta = 0$ ve $\eta < 0$ durumlarda, negatif olmayan firma etkileri sırasıyla, azalır, sabit kalır veya artar. Firmaların zaman boyunca teknik etkinlik seviyelerini düzeltmek istedikleri durumda, η 'nın pozitif olduğu beklenmektedir. Zaman boyunca firma etkileri davranışının üssel tanımlaması, katı bir tahminleme kabulüdür. Bunun anlamı, teknik etkinliğin, azalan oranda artması ($\eta > 0$), artan oranda azalması ($\eta < 0$) veya sabit kalması ($\eta = 0$) gerekmektedir. Teknik etkinliğin yapısında daha geniş bir esnekliğe imkân vermek amacıyla, iki parametrelili bir tanımlamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tanımlama aşağıda verilmiştir.

$$f(t) = 1 + \eta_1(t - T) + \eta_2(t - T)^2 \quad (3.51)$$

Burada η_1 ve η_2 , tahmin edilmesi gereken bilinmeyen parametrelerdir. Bu model, firma etkilerinin konveks ve ya konkav olmasına imkân sağlamaktadır ancak zamandan bağımsız model bu modelin bir özel durumudur ($\eta_1 = \eta_2 = 0$).

İkinci tanımlama, Cornwell, Schmidt ve Sickles (1990) ve Kumbhakar (1990) tarafından öne sürülmüştür. Cornwell vd. (1990), firma etkilerini zamanın ikinci dereceden bir fonksiyonu olduğunu ve katsayıların zaman boyunca farklı dağılımlara göre, farklılık göstermelerini kabul etmişlerdir. Kumbhakar (1990), negatif olmayan firma etkilerini u_{it} , zamanın deterministik fonksiyonunun ve negatif olmayan zamandan bağımsız olan firma etkilerinin u_i , bir ürünü olarak kabul etmektedir. Bu model aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

$$\gamma(t) = [1 + \exp(bt + ct^2)]^{-1} \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3.52)$$

Buradaki b ve c bilinmeyen tahmin parametrelerdir. Model, sıfırla bir arasında değerler almakla birlikte, b ve c parametrelerinin işaret ve büyüklüklerine bağlı olarak, artmayan, azalan, konkav veya konveks olabilmektedir. Kumbhakar'a göre (1990), $b + ct$, negatif (veya pozitif) olduğunda, $\gamma(t) = (1 + e^{bt})^{-1}$ olan basit fonksiyon, uygun olmaktadır (Battese ve Coelli, 1992: 151). Battese ve Coelli (1992) modeli ise, sadece tek bir bilinmeyen parametre içermekte ve sonuç olarak kısmen daha az esnektir. Bu model $f(t) \geq 0$ ve $f(T) = 1$ özelliklerine sahiptir ve η 'nın işaretine bağlı olarak artmayan veya azalmayan olmaktadır. Ancak bu model, bütün η 'lar için konvektir.

Bu iki tanımlamaların bir sınırlaması, zaman boyunca firmaların sıra düzenlemesindeki değişmeye imkân sağlamamalarıdır – bir firma birinci dönem n 'inci firma olarak sıralanırsa, genelde n 'inci olarak sıralanacaktır –

Birçok frontier modeli gibi, 3.49 ve 3.52 modelleri, sabit etkileri çerçevesinde tahmin edilebilirler. Ancak Kumbhakar (1990) ve Battese ve Coelli (1992) kendi modellerinin tahminini, maksimum olabilirlik yöntemi kullanarak bir tesadüfî etkiler çerçevesinde öne sürmüşlerdir. Bu, çoğu zaman, etkinsizliğin etkileri ve teknik değişimin ayrıştırmasına imkân vermektedir. Kumbhakar (1990) ve Battese ve Coelli (1992) modellerinin her ikisi de u_i 'nin bir basık-normal dağılımı varsayımı altında tahmin edilebilmektedir. Yine burada olabilirlik fonksiyonu, firma-özellikli ve endüstri etkinliklerdeki formüllerin olduğu gibi, yarı-normal stokastik frontier modeli için olan, olabilirlik fonksiyonunun bir genellemesidir. Model, maksimum olabilirlik yöntemi ile tahmin edildiğinde, özgün katsayılarla ilgili hipotez testleri, LR testi kullanılarak yapılmaktadır. İki modelle ilgili sıfır hipotezleri (etkinliklerde değişme yoktur) aşağıda verilmiştir.

Kumbhakar modeli için, $H_0 : b = c = 0$

Battese ve Coelli modeli için $H_0 : \eta = 0$

2.3.2.3.3. Etkinsizlik Etkileri Modeli

Bazen, firmaların büyüklüğü, yöneticilerin özellikleri gibi firmaya özel faktörler için tahmin edilmiş etkinsizlik etkilerinin analize katılmasıyla, firmalar arasındaki teknik etkinsizliğin nedenleri belirlenmeye çalışılır. Başka şekilde ifade edersek, teknik etkinsizliğin etkileri birinci aşamada ele alınırken, ikinci aşamada tahmin edilmiş etkinsizlik etkileri firmaya özel faktörlerin fonksiyonu olarak ele alınmaktadır.

Model 3.46 ele alındığında, bu eşitlikteki u_{it} , teknik etkinsizlik etkileri olarak tanımlanmaktadır. Panel veri seti modeli stokastik frontier üretim fonksiyonunun (Cobb-Douglas veya Translog gibi), orijinal üretim değerleri anlamında tanımlanırken, teknik etkinsizlik etkileri u_{it} , açıklayıcı değişkenler Z_{it} ve bilinmeyen katsayılar vektörünün δ , bir fonksiyonu olarak kabul edilir. Bu model aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$u_{it} = Z_{it}\delta + w_{it} \quad (3.53)$$

Buradaki Z_{it} , zaman boyunca değişebilen firma-özellikli değişkenlerin vektörü, δ firma-özellikli etkinsizlik değişkenlerinin bilinmeyen parametreler vektörü ve w_{it} , sıfır ortalama ve σ^2 varyans ile basık normal dağılıma sahip hata terimidir. u_{it} 'ler, $Z_{it}\delta$ ortalaması ve σ^2 varyans ile basık normal dağılımı varsayımı altında elde edilmektedirler. Buradaki açıklayıcı değişkenler, uygun üretim frontierin $[\exp(x_{it}\beta + v_{it})]$ ve gözlemlenen üretim arasındaki genişliği anlatan herhangi bir firma-özellikli değişkeni içermektedir. Ayrıca teknik etkinsizlik etkileri modelinde, hata terimi, teknik etkinsizlik etkileri ve istatistiksel noise bileşenlerinden oluşmaktadır.

2.3.3. SFA Temelli Literatür Bulguları

SFA yöntemine ilişkin ve literatüre önemli katkılar yapan bazı çalışmalar, Tablo 1'de özetlenmiştir. Tabloda yer alan çalışmalar, SFA yöntemi gereği,

kullandıkları fonksiyon ve kabul ettikleri dağılımlar açısından farklılık göstermelerinin yanı sıra araştırmada kullandığımız paralel konu ve yöntem çerçevesinde araştırma bulguları ile literatür bulgularının karşılaştırılmasına özen gösterilecektir.

Tablo 1: SFA Yöntemine İlişkin Literatür Sonuçları

Yazar(lar)	Sektör	Yöntem	Fonksiyon	Dağılım	Dönem	Sonuç
Sheehan (1997)	İmalat sanayi	SFA	CD	Yarı-Normal	1973-1985	Zaman içinde etkinlik göstergeleri düzeldmekte
Sharma ve Lung (1999)	Balıkçılık	SFA	TL	Basık-Normal	1993	Gemi işletmeciliği sahiplik temelinde daha etkin
Puig-Junoy ve Argiles (2000)	Tarım	SFA	TL	Basık-Normal	1989-1993	Donem içinde teknolojik değişme yoktur.
Abdul wadud (2001)	Tarım	SFA	CD ve TL	Basık-Normal	1997	Farklı fonksiyonel tanımlar etkinliği etkilemez.
Chakraborty vd. (2002)	Tarım	DEA ve SFA	CD	Basık-Normal	1998	Sulu araziler daha etkin
Torkamani ve Mohammadi (2002)	Tarım	SFA	TR	Yarı-Normal	2000-2001	Üretim etkinsizliği tespit edilmiştir
Zen vd. (2002)	Balıkçılık	SFA	TL	Basık-Normal	Yatay-Kesit	Lampara yöntemi diğer yöntemle göre daha etkin
Samad ve Patwary (2003)	Tekstil	SFA	TL	Basık-Normal	1988-1994	Ortalama etkinlik çok yüksek (%80)
Seyyedani (2004)	Tarım	SFA	TR	Yarı-Normal	2001-2002	Üretim potansiyeli artırılabilir
Uğur (2004)	İmalat Sanayi	SFA	TL	Yarı-Normal	1991-1992	İki alt sektör dışında, diğerlerinde etkinlik azalmış
Bogale ve Ayalneh Bogale (2005)	Tarım	SFA	TL	Basık-Normal	2002-2003	Geleneksel sulama sistemleri daha etkin
Hassan ve Ahmad (2005)	Tarım	SFA	CD	Basık-Normal	Yatay-Kesit	“Karışık” sistemde ölçeğe göre sabit getiri var.
Kibara (2005)	Tarım	SFA	TL	Yarı-Normal	2003-2004	Ekim sistemlerinde teknik etkinlik farklılığı
Kim vd. (2005)	Demir Çelik	SFA	TL	Basık-Normal	1978-1997	Teknik etkinlik artırılabilir.
Kök ve Yeşilyurt (2005)	İmalat Sanayi	SFA	TL	Basık-Normal	1993-2000	Sonuçlar sürdürülebilir kalkınma hedefi ile paraleldir
Lin ve Tseng (2005)	Nakliye	DEA ve SFA	CD ve TL	Basık-Normal	1999-2002	İşlevsel etkinliğin farklılık göstermesi
Ahmad Mokhtar vd. (2006)	Finans	SFA	TL	Yarı-Normal	2000-2006	İslami bankacılıkta teknik etkinlik artmakta
Barros vd. (2006)	Sigorta	SFA	CD	Yarı-Normal	1995-2003	Kamu politikası etkinlik artışına neden olur.
Wang vd. (2006)	Sağlık	SFA	TL	Yarı-Normal	1997-1998	Büyük hastanelerde ölçek ekonomilerin olmadığı
Bhandari ve Maiti (2007)	İmalat Sanayi	SFA	TL	Basık-Normal	1985-2001	Kaliteli girdiler ve ölçek ekonomiler etkinliği artırır
Din vd. (2007)	İmalat Sanayi	DEA ve SFA	CD	Yarı-Normal	1995-2000	ölçekli firmalar etkinliğinde düzelme vardır.
Madau (2007)	Tarım	SFA	TL	Basık-Normal	2001-2002	Geleneksel çiftliklerdeki etkinlik daha yüksek
Nchare (2007)	Tarım	SFA	TL	Basık-Normal	2004	Kahve üretiminde ölçeğe göre artan getiri
Sesabo ve Tol (2007)	Balıkçılık	SFA	TL	Yarı-Normal	2004	Balıkçılık etkinliğinin tecrübe ile ilişkili olduğu
Sinani (2007)	Bütün Sektörler	SFA	TL	Yarı-Normal	1993-1999	Bütün ekonomik sektörlerde verimlilik artışı

Tablo 1: (Devam)

Yazar(lar)	Sektör	Yöntem	Fonksiyon	Dağılım	Dönem	Sonuç
Ajewole ve Folayan (2008)	Tarım	SFA	TL	Yarı-Normal	Yatay-Kesit	Kalitatif göstergeler etkinlik skorunu değiştirmekte
Binuomote vd. (2008)	Hayvancılık	SFA	CD	Basık-Normal	Yatay-Kesit	Verimlilik artışı teknik etkinliği olumlu etkilemekte
Diaz ve Sanchez (2008)	İmalat Sanayi	SFA	TL	Basık-Normal	1995-2001	Küçük ve orta firmalar büyüklere göre daha etkin
Kamruzzaman ve Hedayetul Islam (2008)	Tarım	SFA	CD	Basık-Normal	2004	Kumlu toprak çiftlikleri daha etkin
Mohd Tahir ve Haron (2008)	Finans	SFA	TL	Yarı-Normal	2000-2006	Yerli bankalar yabancı bankalara göre daha etkin
Azizul Baten vd. (2009)	İmalat Sanayi	SFA	CD	Basık-Normal	1988-2000	Dönem içinde teknik etkinsizlik azalmaktadır.
Constantin vd. (2009)	Tarım	DEA ve SFA	TL	Yarı-Normal	2001-2006	Tahin mahsulündeki teknoloji kullanımında düşüş
Jung ve Pyo (2009)	İmalat Sanayi	SFA	TL	Yarı-Normal	2005-2007	Verimlilik büyümesinde girdi katılımı farklılık gösterir
Mandal ve Madheswaran (2009)	Çimento	SFA	TL	Basık-Normal	1989 ve 2006	TFV, teknolojik ilerleme ve ölçekten etkilenmektedir.
Amornkitvikai ve Harviye (2010)	İmalat Sanayi	DEA ve SFA	TL	Yarı-Normal	2000-2008	Ölçeğe göre azalan getiri olduğu
Beena (2010)	İmalat Sanayi	SFA	TL	Basık-Normal	1994-2004	Birleşmelerin (mergers) etkinsizliği azalttığı etkisi
Cabrera vd. (2010)	Tarım	SFA	CD	Yarı-Normal	2007	Üretimdeki artış imkanlarının olduğu
Jain vd. (2010)	Enerji	DEA ve SFA	CD	Basık-Normal	2002-2007	VRS etkinliği CRS ve SFA'ya göre daha yüksek
Kamande (2010)	İmalat Sanayi	SFA	TL	Basık-Normal	2000-2002	Çevresel etkinlik ile teknik etkinlik ilişkisi
Madau (2010)	Tarım	SFA	TL	Basık-Normal	2003-2005	Frontier altında faaliyet gösterme, etkinsizliğin nedeni
Radam (2010)	İmalat Sanayi	SFA	CD	Yarı-Normal	2006-2007	Emek-yoğun firmalar daha etkinsiz
Şentürk (2010)	İmalat Sanayi	DEA	-	-	1985-2001	TFV büyüme oranlarındaki artış
Tover vd. (2010)	Enerji	SFA	TL	Basık-Normal	1998-2005	Firma büyüklüğü verimliliği etkilemektedir.
Vishwakarma ve Kulshertha (2010)	Hizmet	SFA	TL	Basık-Normal	2005	Su arzındaki artış kentlere göre kamu yararını artırm.
Parlakay (2011)	Tarım	DEA ve SFA	CD ve TL	Yarı-Normal	Yatay-Kesit	Firmalar özgün ilave bilgi gerekliliği
Prabowo ve Cabanda (2011)	Finans	SFA	TL	Basık-Normal	2000-2005	Etkinsizliği etkileyen başka faktörlerin olduğu
Castiglione (2012)	İmalat Sanayi	SFA	CD ve TL	Basık-Normal	1995-2003	ICT yatırımları etkinliği pozitif etkilemektedir.

Sheehan (1997) Kuzey İrlanda imalat sanayisindeki teknik etkinlik analizini ele almıştır. Çalışmanın sonuçları, teknik etkinliğin zaman boyunca anlamlı bir şekilde düzeldiğini göstermektedir. Ayrıca yabancı sahipli firmalara göre, yerel sahipli firmaların daha etkin oldukları görülmüştür. Sharma ve Lung (1999), Hawaii balıkçılıktaki teknik etkinliği incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, sahipleri tarafından işletilen gemiler, kiralanan gemilere göre, daha etkindirler. Ayrıca Hawaii balıkçılık sektöründe de ölçeğe göre artan getiri görünmektedir. Puig-Junoy ve Argiles (2000), yaptıkları çalışmada, 1989-1993 dönemine ait 150 karışık Katalonyalı çiftliklerinde teknik etkinsizlik skorlarındaki farklılıkları analiz etmişler. Sonuçlar, ele alınan dönemde, Karma çiftliklerde teknolojik değişimin olmadığını ve dolayısıyla çiftliklerdeki teknolojinin dönem içinde hareketsiz (durağan) kaldığını göstermektedir. Abdul Wadud (2001) kendi çalışmasında Bangladeş'teki pirinç çiftçilerinin teknik etkinlik ve performansını incelemiştir. Çalışmanın sonuçları, Cobb-Douglas ve Translog fonksiyonları ile elde edilen teknik etkinlik düzeyleri arasında farklılığın olmadığını ve dolayısıyla stokastik frontierde fonksiyonel form seçiminin, çiftlik sıralamalarını etkilemediğini göstermiştir. Chakraborty vd. (2002) Teksas'taki pamuk tarımcılarının teknik etkinliğini incelemişlerdir. Çalışmada, etkinlik skorları her bir firma için DEA ve SFA yöntemleri ile farklılık gösterirken, ortalama etkinlik skorları CRS varsayımı altında farklılık göstermemiştir. Ortalama etkinlik ise, sulanmış yerlerde, %80 ve sulanmamış yerlerde ise %70'tir. Torkamani ve Mohammadi (2002), İran'ın Fars ilinde Dana yetiştirme ünitelerindeki teknik etkinlik ve etkinsizliğin nedenlerini göstermek için 2000-2001 yıllarının verilerini kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçları, bu ünitelerde, günlük emek gücü ve hijyen maddelerinin kullanımı açısından, üretimin etkin olmayan alanında faaliyet yaptıklarını göstermektedir. Ayrıca ünitelerin etkinliklerin, önemli bir şekilde artırma potansiyeline sahip oldukları da görülmüştür. Zen vd. (2002), Endonezya'da iki çeşit balıkçılıktaki (Lampara ve Driftnet) teknik etkinliği analiz etmişlerdir. Sonuçlara göre, Lampara yöntemi, diğer yöntemle göre daha etkindir. Samad ve Patwary (2003), Bangladeş tekstil endüstrisindeki teknik etkinlik analizini ele almışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, bu endüstride ortalama teknik etkinliğin %80'dir. Seyyedani (2004), yaptığı çalışmada, İran'ın, Hamadan ilinde sarımsak üretimindeki etkinliği ve etkinsizliği belirleyen faktörleri araştırmıştır. Çalışmanın sonuçları, ortalama teknik

etkinliği %74 belirlerken, mevcut veri girdiler ile üretim potansiyelinde %26 artışın mümkün olduğunu göstermiştir. Uğur (2004) kendi çalışmasında, İrlanda imalat sanayisindeki teknik etkinlik analizini ele almıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, ele alınan dönemde, iki alt sektör dışında, diğerlerinde teknik etkinlik bir azalış göstermektedir. Ayrıca bütün alt sektörlerde, yatırım isteği, teknik etkinsizliği etkileyen faktörlerden önemli faktörlerden biri olarak ortaya çıkmıştır. Bogale ve Ayalneh Bogale (2005) kendi çalışmalarında, Etiyopya’da sulanmış patates üretimindeki kaynak kullanımının teknik etkinliğini incelemiştir. Çalışmanın sonuçları, modern sulama sistemlerine göre, geleneksel sulama sisteminin daha etkin olduğunu gösterirken, verimliliğin düzelmesi için, yeni teknoloji tanımına ihtiyaç duyulduğunu da vurgulamaktadır. Hassan ve Ahmad (2005) Pakistan’daki buğday çiftçilerinin “karışık” çiftçilik sistemindeki teknik etkinliklerini incelemiştir. Çalışmanın sonuçları, bu çiftçilerin ölçeğe göre sabit getiri sergilediklerini göstermektedir. Kibara (2005), Kenya’da mısır üretimindeki teknik etkinliği analiz etmek için, 2017 hane halkının verilerini kullanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, bölgeler içinde ve bölgeler arası değişkenlikte farklılık bulunmaktadır. Ayrıca teknik etkinlik, ekim sistemine göre de farklılık göstermektedir. Kim vd. (2005) yaptıkları çalışmada, demir çelik endüstrisindeki teknik etkinliği araştırmak için, 22 komünist olmayan ülkenin 52 firmasının verilerini analize dâhil etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre bu endüstride, etkinliğin büyüme kaynakları olduğu vurgulanmıştır. Buna göre kamu firmalar, özelleştirildiklerinde, etkinliklerinin yüksek derecede artması beklenmektedir. Kök ve Yeşilyurt (2005) yaptıkları çalışmada 1993-2000 yılları arasında Türkiye’de ilk beş yüz imalat sanayi (İBİS) kuruluşunun etkinliğini analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, kalkınma sürecindeki Türkiye’nin alt sektörler bazında, ilk beş yüz imalat sanayi kuruluşuna ilişkin etkinlik göstergeleri, sürdürebilir kalkınma hedefi ile kabul edilebilir bir paralellik göstermektedir. Lin ve Tseng (2005) kendi çalışmalarında 1999-2002 dönemine ait, 27 uluslararası konteynır limanlarının işlevsel etkinliğini ele almışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, işlevsel etkinlik, limanların coğrafi yeri ve idari yapısı açısından, anlamlı bir şekilde farklılık göstermemiştir. Ahmad Mokhtar vd. (2006), Malezya’da İslami bankacılıktaki teknik etkinliği analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, ele alınan dönemde, geleneksel bankaların etkinlik skorları sabit kalırken, İslami

bankacılık endüstrisindeki ortalama teknik etkinliğin arttığını görülmüştür. Barros ve Borges (2006), Portekiz'deki 1995-2003 döneminde hayat sigortası şirketlerinin teknik etkinliğini karşılaştırmış ve şirketlerin performansını etkinliklerine göre sıralamışlardır. Sonuçlar Kamu politikasının etkinlik artışına neden olduğunu göstermektedir. Wang, vd. (2006) yaptıkları çalışmada, Avustralya kamu hastanelerindeki etkinlik, ölçek ve alan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, büyük hastanelerde ölçek ekonomilerin olmadığı, küçük hastanelerin ölçek ekonomilere konu olduğu açıklanmaktadır. Ayrıca küçük hastaneler, büyük hastanelere göre daha çok emek-yoğundur. Bhandari ve Maiti (2007), Hindistan imalat sanayisindeki verimliliğin bazı yönlerini araştırmak için tekstil endüstrisini analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, büyük firmalarda, kaliteli girdilere daha kolay ulaşmaktan ve ya ölçek ekonomilerinden daha geniş bir şekilde yararlandıklarından dolayı, teknik etkinliğin yüksek olduğunu desteklemektedir. Ayrıca kamu firmalarında etkinlik skorlarının düşük olduğu sonucu da ortaya çıkmıştır. Din vd. (2007) Pakistan imalat sanayisinde teknik etkinliği analiz ederek, büyük ölçekli sektörlerin etkinliğinde düzelmeler olduğu halde, bu düzelmelerin büyüklüğünün düşük olduğunu açıklamışlardır. Madau (2007), yaptığı çalışmada İtalya'da organik ve geleneksel çiftçilikteki teknik etkinliğini araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre geleneksel çiftlikler anlamlı şekilde, organik çiftliklere göre daha etkindir. Ayrıca organik çiftliklerde verimliliği etkileyen faktörler arasında, teknik etkinliğin çok ciddi bir rol oynadığı da ortaya çıkmıştır. Nchare (2007), Cameroon'da 2004 yılını alarak, arabica kahve çiftçilerinin teknik etkinliğini analiz etmiştir. Analizin sonuçlarına göre, kahve üretiminde düşük seviyede ölçeğe göre artan getiri görülmüştür. Sesabo ve Tol (2005), Tanzanya sahil köylerindeki küçük ölçekli hane halklarının teknik etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, ortalama teknik etkinlik %52'dir. Ayrıca hane halkı balıkçılığın teknik etkinlikleri pozitif bir şekilde balıkçılık tecrübesi ile bağlantılıdır. Sinani vd. (2007) kendi çalışmalarında 1993-1999 döneminde Estonya'da firma düzeyindeki teknik etkinlik belirleyicilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada bütün ekonomik sektörü kapsayan 666 firmanın verileri analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, ele alınan dönemde bütün ekonomik sektörlerde firmaların verimlilik ve etkinlikleri artmakla birlikte, yabancı sahipliği altında faaliyet gösteren firmaların

etkinlikleri diğer firmalara göre, daha yüksektir. Ajewole ve Folayan (2008), Nijerya’da küçük çiftçiler arasındaki susuz mevsim yaprak sebze üreticilerinin teknik etkinliklerini araştırmışlardır. Sonuçlar, mevcut girdi seviyelerinde, çiftçilerin üretim etkinliklerinin düzeltmelerinde, daha fazla imkânlar (potansiyel) sahip olduklarını açıklamaktadır. Binuomote, vd. (2008) kendi çalışmalarında, Nijerya’daki kümes hayvanları yumurta üreticilerinin teknik etkinliğini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçları bu üreticilerin teknik etkinliklerini 0.1 ile 0.99 arasında gösterirken, ileri verimlilik artmaları, teknik etkinlik düzelme ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Diaz ve Sanchez (2008), İspanya imalat sanayisindeki küçük ve orta ve büyük ölçekli firmaların performansını analize konu etmişlerdir. Sonuçlar, küçük ve orta firmaların, büyük firmalara göre daha az etkinsiz (daha etkin) olduklarını açıklamaktadır. Kamruzzaman ve Hedayetul Islam (2008), Bangladeş’teki seçilmiş alanlarda buğday üretimindeki teknik etkinlik ve etkinsizliği belirleyen faktörleri analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, kumlu toprak kullanan çiftliklerdeki teknik etkinlik, diğer çiftliklere göre daha yüksektir. Mohd Tahir ve Haron (2008), Malezya’da, ticari bankalardaki teknik etkinliği incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçları ele alınan dönemde, bu bankalardaki teknik etkinliğin arttığını ve ayrıca yerli bankaların yabancı bankalara göre çok daha etkin olduklarını ortaya koymaktadır. AzizulBaten vd. (2009) yaptıkları çalışmada, Bangladeş imalat sanayisinde teknik etkinliğin analizini ele almışlardır. Çalışmanın sonuçları, ele alınan dönemde teknik etkinsizliğin azaldığını göstermektedir. Constantin vd. (2009), 2001-2006 döneminde Brezilyada tahin üretimi faaliyetindeki etkinsizliği etkileyen faktörleri araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre analiz edilen örnekleme, toplam faktör verimliliğinde pozitif değişimler olduğu halde, bütün tahin üretimindeki teknoloji kullanımında (girdi kullanımındaki giderek azalmalardan kaynaklanan) bir gerileme görünmektedir. Jung ve Pyo (2009), Kore’deki teknik etkinlik ve toplam faktör verimliliğinin analizini ele almışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, verimlilik büyümesi için her girdinin katılımı, endüstriyel sektörler açısından farklılık göstermiştir. Mandal ve Madheswaran (2009) yaptıkları çalışmada, Hint çimento endüstrisindeki teknolojik ilerleme, ölçek etkisi ve toplam faktör verimliliğindeki büyümenin analizini ele almışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, çalışmadaki teknik etkinlik modeli zamana göre değişken olmadığından (Time-Invariant), toplam faktör

verimliliğindeki büyüme, başlıca, teknik etkinlik değişmeden değil, teknolojik ilerleme ve ölçek bileşeninden etkilenmektedir. Amornkitvikay ve Harviye (2010), Tayland imalat sanayindeki teknik etkinsizlik faktörlerini belirlemeyi ele almışlardır. Sonuçlara bakıldığında, bu sektör ölçeğe göre azalan getiride faaliyet göstermektedir. Beena (2010) Hindistan'daki birleşmeler ve devralmaların üretim etkinliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonuçları, birleşmelerin etkinsizlik etkilerini azalttığı halde, firmaların teknik etkinlikleri, birleşmeler ve devralmalara katıldıktan sonra, bir düşüş gösterdiğini ortaya koymaktadır. Cabrera vd. (2010), Wisconsin'de süt çiftliklerindeki teknik etkinliği belirleyicileri araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, bu sektörde ortalama teknik etkinliği 0.88'dir ve dolayısıyla mevcut veriler ile süt üretiminin artmasında imkânların olduğu göstermektedir. Ayrıca, sonuçlar ele alınan sektörün ölçeğe göre artan getiri sergilediğini de açıklamaktadır. Jain vd. (2020) Hindistan elektrik endüstrisinde teknik etkinlik ölçme yöntemlerinin skorları arasında farklılıkların olup olmadığını analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, VRS altında ölçülen etkinlik değerleri diğer SFA ve CRS etkinlik değerlerinden daha yüksektir. Kamande (2010), Kenya imalat sanayindeki teknik ve çevresel etkinliği araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, çevre faktörlerinin ticari hedeflerle birleşiminden doğan etkileşim sürecinin teknik etkinliği iyileştirmektedir. Ayrıca, firmalar çevresel anlamda etkin olduklarında, teknik anlamda etkinliklerini düzeltebilmektedirler. Madau (2010), İtalya'da 2003-2005 yılları arasında turuncgiller tarımındaki 107 çiftliğin teknik ve ölçek etkinliğini belirlemesini ele almıştır. Çalışmanın sonuçları, örneklemdeki toplam etkinsizliğin büyük miktarının, ölçek olarak etkin olmayan faaliyetten daha çok, frontierin altında üretim yapmaya bağlı olduğunu açıklamaktadır. Radam vd. (2010) Malezya imalat sanayine konu olan ahşap mobilya üretimindeki teknik etkinliğin analizini ele almışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre ahşap mobilya endüstrisindeki birçok firma, halen etkinlik seviyelerinin altında faaliyet göstermektedirler. Şentürk (2010) yaptığı çalışmada, Türkiye imalat sanayindeki toplam faktör verimliliğindeki büyüme oranlarını incelemiştir. Çalışmanın sonuçları, bu sektörde, toplam faktör verimliliğinin %0.56 arttığını göstermiştir. Ayrıca bu artış kamu sektörler için, %0.51 ve özel sektörler için %0.60'dır. Tover vd. (2010), Brezilya'da elektrik dağıtım endüstrisindeki 18 firmanın verimlilik ve ölçek etkilerini

analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, bu sektörde firma büyüklüğü, verimlilikte önemli bir rol oynamaktadır. Vishwakarma ve Kulshertha (2010), yaptıkları çalışmada, Hindistan'daki 18 kentsel şehrin su faydalanmasındaki teknik etkinliği analiz etmişlerdir. Sonuçlar su arzındaki artışın kentlere göre kamu yararını arttırdığını göstermiştir. Parlakay (2011), Türkiye'de yerfıstığı üretimindeki teknik ve tahsis etkinliği analiz etmiştir. Çalışmanın sonuçları, incelenen işletmelerin teknik etkinlik skorlarını, ekonomik etkinlik skorlarından biraz daha yüksek olduğunu ve üreticilerin teknik bilgilerden çok, işletmecilik bilgilerine gereksinim duyduklarını açıklamaktadır. Prabowo ve Cabanda (2011), Endonezya borsasındaki firma etkinliğini ele almışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre test edilen firmaların ortalama teknik etkinliklerinin %71 olduğunu ve etkinliği etkileyen başka faktörlerin de olduğunu göstermektedir. Castiglione (2012) yaptığı çalışmada, İtalya imalat sanayinde ICT yatırımlarının teknik etkinlik üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, ICT yatırımları, anlamlı ve pozitif bir şekilde, firmaların etkinliğini etkilemektedir.

2.3.4. Meta-Frontier Analizi

Pratikte, üretim frontierleri, birimler veya firmaların üretim sürecindeki etkinlik seviyelerine erişmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu tür frontierler, daha önce de anlatıldığı gibi, parametrik olmayan veya parametrik yöntemlerle çeşitli stokastik ve stokastik olmayan varsayımlar altında tahmin edilmektedirler. Frontier alanı belirlendikten sonra, Farrell'in (1957) öne sürdüğü etkinlik ölçümleri ile her bir firmanın etkinliği ilgili frontiere göre ölçülmektedir. Frontierler ise, firmalar tarafından kullanılan girdiler seviyesi ve üretilen çıktılardaki yatay-kesit veya panel verilerini kullanarak tahmin edilmektedirler. Firmaların veri bir frontiere göre hesaplanan teknik etkinlikleri mukayese edildiği halde, normal olarak farklı teknolojiler altında faaliyet gösteren firmalar arasındaki durum için geçerli değildir. Bu problemler, firmaların mukayeselerinin farklı bölgelerde veya farklı gruplarda olduğundan kaynaklanmaktadır. Başka bir ifade ile farklı endüstrilerde, bölgelerde ve/veya farklı ülkelerdeki firmalar, farklı üretim fırsatları (imkânları) ile karşı karşıya

kalmaktadırlar. Bu durumda, firmalar teknik anlamda, olası girdi-çıkıtı bileşenlerinin farklı setlerinden (kümelerinden) etkilenmektedirler.

Buradaki her firmanın *teknoloji seti*, eldeki fiziki, beşeri ve finansal sermaye (örneğin makinelerin türü, emek gücünün büyüklüğü ve kalitesi ve yabancı borsalara erişim), ekonomik altyapılar (örneğin toprağın kalitesi, iklim ve enerji kaynakları) ve üretimde yer alan herhangi fiziki, sosyal ve ekonomik çevrelerinin özelliklerindeki farklılıklardan dolayı, farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, etkinlik araştırmacılarını, farklı gruplar veya firmalar için, ayrı üretim frontierinin tahminine yönlendirmiştir.

Bir grup ve ya firmanın verilerini üretim frontierinin tahmini için, kullandıktan sonra, firmaların ilgili performanslarını, grup içinde ölçmek açık ve yaygındır. Ancak, çoğu zaman, firmaların performanslarını, karşılaştırılacakları gruptakilere göre ölçmek, büyük bir önem arz etmektedir. Buna göre firmaların bu tür karşılaştırmaları, sadece farklı gruplar veya firmaların frontierleri belli olan çok nadir durumlarda, anlam bulmaktadır. Genel bir kural olarak, bir frontiere göre ölçülen etkinlik seviyeleri, başka frontiere göre ölçülen etkinlik seviyeleri ile karşılaştırılmaz (mukayese edilemez).

Gruplar ve ya firmalara göre mukayese yapmak için, biçimsel bir teorik çerçeveye ihtiyaç duyulmuştur. Bu, genelde kısıtlanmamış teknoloji seti sınırı olarak tanımlanan meta-frontiere göre olan etkinlik ölçümleri ile yapılabilmektedir. Ayrıca her grubun frontieri, kendi kısıtlanmış teknoloji setinin sınırı altında da tanımlanmıştır. Buradaki kısıtlamalar, ekonomik altyapılar ve/veya daha önce sayılan, üretim alanındaki başka özelliklerden kaynaklanmaktadır. Meta-frontier, önemli bir şekilde grup frontierleri zarflamaktadır (genişleyen zarfın içine almaktadır). Nitekim meta-frontiere göre ölçülen etkinlikler, iki bileşene ayrıştırılabilirler: birincisi girdi-çıkıtı noktasından grup frontiere göre olan mesafeyi ölçen bileşen (teknik etkinliğin genel ölçümü), ikincisi ise grup frontier ve meta-frontier arasındaki mesafeyi ölçen bileşenlerdir.

Teknik etkinlik tahminleri çoğu zaman, performans düzenleme programlarını tasarlamak amacıyla kullanılmaktadırlar. Bu programlar, *firmanın yönetim ve yapısındaki* değişimleri içermektedir. Grup frontierler ve meta-frontier arasındaki açığın tahmini de, performans düzenlemesi için tasarlanan programlar için

kullanılabilir ancak bu programlar, *üretim ortamının (production environment)* değişmelerini içermektedir. Örneğin, devletler yollar ve limanlar inşa etmek, mali piyasaları düzenlemek ve emek gücü yasalarını gevşetmek ile üretim çevresindeki nitelikleri değiştirebilirler. Bazı endüstrilerdeki firmalar (finans ve imalat sanayi gibi) kendi üretim çevrelerinin niteliklerini, yeniden tahsis ile değiştirebilirler. Devletler üretim çevresindeki bazı fiziksel ve kültürel niteliklerini değiştirmek için, kapasitelerini azaltırlar ve bazı endüstrilerdeki firmaların, faaliyetlerini daha verimli konumlara aktarmak için, kapasitelerini sınırlandırabilirler. Bu tür durumlarda grup frontier ve meta-frontier arasındaki açıkların ölçümü aydınlatıcı olabilmekle birlikte, performans düzenleme programlarında belki daha az kullanılabilir.

Meta-frontier, ilk defa Hayami ve Ruttan (1971) tarafından, teknik etkinliğin ölçümünde bölgesel farklılıkları ele almak amacı ile meta-üretim terimi olarak ifade edilmiştir. Bu araştırmacılar kendi çalışmalarında, meta-üretim fonksiyonunu, neoklasik üretim fonksiyonlarını zarflayan bir fonksiyon olarak tanımlamışlardır. Meta-frontier kavramı ise ilk olarak Battese ve Rao (2002) tarafından öne sürülmüş ve daha sonra Battese vd. (2008) tarafından geliştirilmiştir.

2.3.4.1. Metodolojik Ayrım

Etkinlik ölçümü, üretim teorisi ve mesafe fonksiyonları kavramları temellidir. y ve x firmanın negatif olmayan, $M \times 1$ ve $N \times 1$ boyutlarında reel çıktı ve girdi vektörleri olarak ve $K(>1)$ grup olduğu durum ele alınmıştır. Ayrıca her grupta olan firmalar, gruba özel teknoloji altında faaliyet yaptıkları kabul edilmiştir.

$$T^k (k = 1, 2, \dots, K) \quad (3.54)$$

Teknoloji, N girdileri M çıktıya dönüştürmek ile ilgili durumu gösterdiğinden, meta-teknoloji olarak atfedilen teknolojinin, daha ileri bir kavram olduğunu anlamak mümkündür. Bu meta-teknoloji, T^* ile gösterilebilir.

Belli bir grubun teknolojisi, *teknoloji seti* veya *çıktı ve girdi setleri* kullanarak elde edilebilir. Teknoloji seti negatif olmayan bir girdiler vektörü kullanarak üretilen bütün çıktı vektörlerini içermektedir. Bunun tanımı aşağıda verilmiştir:

$$T = \{(x, y) : x \geq 0, y \geq 0; x \text{ üretebilir } y\} \quad (3.55)$$

Üretim imkânlarına benzer şekilde, her bir girdi vektörü olan x için, çıktı setleri aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$P(x) = \{y : (x, y) \in T\} \quad (3.56)$$

Girdi setlerinin kısıtlaması, üretim imkânları frontierlerini göstermektedir. Her çıktı vektörü olan y için, girdi setleri,

$$L(y) = \{x : (x, y) \in T\} \quad (3.57)$$

Girdi setlerinin kısıtlaması, “eş ürünleri” tanımlamaktadır. Fare ve Primont (1995) çıktı setleri kullanarak, üretim teknolojisine göre olan bazı aksiyomları tanımlamışlardır. Grup k teknolojisi için olan T^k , aşağıdaki aksiyomlar için geçerlidir.

- a. $0 \in P^k(x)$ (hiçbir şey üretmemek mümkündür)
- b. Bütün $x, y \in P^k(x)$ için ve eğer $0 < \theta < 1$, o zaman $y^* = \theta y \in P^k(x)$ [zayıf kullanılabilirlik (weak disposability)]
- c. Bütün x için, $P^k(x)$ kapalı ve sınırlı bir settir
- d. Bütün x için, $P^k(x)$ konvektir.

Ayrıca girdi konveksliği ve girdilere göre zayıf kullanılabilirlik varsayımları da yaygındır. Bu aksiyomlar, gelir maksimizasyonu ve maliyet minimizasyonu problemlerin çözümlerini elde etmek için, gereklidir (Rao vd, 2003: 3).

Burada etkinliğin ölçümüne odaklanıldığından, çıktı mesafe fonksiyonu kullanılarak, teknolojiyi göstermek daha elverişlidir. Bu tanıma göre,

$$D_o^k(x, y) = \inf_{\theta} \{\theta > 0 : (y/\theta) \in P^k(x)\} \quad (3.58)$$

Bu fonksiyon kabaca, bir firmanın veri girdi vektörü ile çıktı vektördeki maksimum artış miktarını göstermektedir.

Mesafe fonksiyonunun tanımları ve teknolojideki tanımlanan aksiyomları kullanarak, aşağıdaki denklem sistemleri rahatlıkla doğrulanabilir.

- a. $y, P^k(x)$ 'in içine ait olduğunda, $D_o^k(x, y) < 1$
- b. $y, P^k(x)$ 'in sınırına ait olduğunda, $D_o^k(x, y) = 1$
- c. $y, P^k(x)$ sınırının dışındaysa, o zaman, x kullanarak y üretimini mümkün kılmak için, ölçeğin daralması gerekmektedir.

Bir (x, y) gözlemi, $D_o^k(x, y) = 1$ olduğunda, teknik olarak etkin değerlendirilir (y 'nin $P^k(x)$ üretim frontierine ait olduğu gibi). Ayrıca çıktı mesafe fonksiyonu, çıktılarına göre birinci dereceden homojen bir fonksiyondur.

Aynı şekilde belli bir grup için, girdi mesafe fonksiyonu da tanımlanabilir. Bu fonksiyon grup k 'nın teknolojisi kullanılarak aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$D_i^k(x, y) = \sup_{\lambda} \{ \lambda > 0 : (x/\lambda) \in L^k(y) \} \quad (3.59)$$

$L(y)$ içine ait herhangi bir girdi vektörü için $D_i^k(x, y) > 1$ ve eğer x girdi vektörü, $L(y)$ sınırlamasına aitse, $D_i^k(x, y) = 1$ olmaktadır. Girdi mesafe fonksiyonu kabaca, veri bir girdi vektörünün kısıdı altında hala aynı çıktı vektörü olan y 'yi üretebilmesinin maksimum derecesini göstermektedir. Girdi ve çıktı mesafe fonksiyonları, üretim teknolojisini karakterize etmek amacıyla kullanılmaktadırlar.

Buraya kadar anlatılanlar grup teknolojiler şeklinde, teknolojinin bazı unsurlarını göstermektedir. Buna göre *meta-teknolojiyi*, grup teknolojilerin bir bütünü olarak tanımlamak gerekmektedir.

Eğer veri girdi vektörü x ile belli bir y çıktısı üretilebiliyorsa, herhangi bir gruptaki (x, y) 'nin meta-teknolojiye (T^*) ait olduğu ele alınabilir. Bu tanımdan hareketle aşağıdaki notasyon yazılabilir.

$T^* = \{(x, y) : x \geq 0, y \geq 0, \text{öyle ki en az bir grubun teknolojisi ile } x, y \text{'yi üretebilir } T^1, T^2, \dots, T^k, \}$.

Bu tanımlamadan da hareketle,

$$T^* \supseteq \{T^1 \cup T^2 \cup \dots \cup T^k\} \quad (3.60)$$

Buna göre, T^* meta-teknolojinin, bütün gerekli teknoloji aksiyomlarını sağladığından emin olmak gerekir. Meta-teknoloji, sonlu sayıda gruplar kullanarak tanımlandığında ve eğer bütün grup teknolojiler bütün üretim aksiyomlarını sağlıyorsa, o zaman T^* meta-teknolojinin konvekslik aksiyomu dışında, bütün aksiyomların sağlandığını ispatlayabiliriz.

Konvekslik özelliğini sağlamak için, meta-teknoloji, grup teknolojilerin birleşmiş bir konveks zarfı olarak tanımlanabilir.

$$T^* = \text{konveks zarf } \{T^1 \cup T^2 \cup \dots \cup T^k\} \quad (3.61)$$

$D_o^*(x, y)$ ve $D_i^*(x, y)$, meta-teknolojiyi kullanan çıktı- ve girdi- mesafe fonksiyonları olarak alındıklarında, meta-teknolojinin tanımına göre rahatlıkla aşağıdaki sonuçlar elde edilebilir:

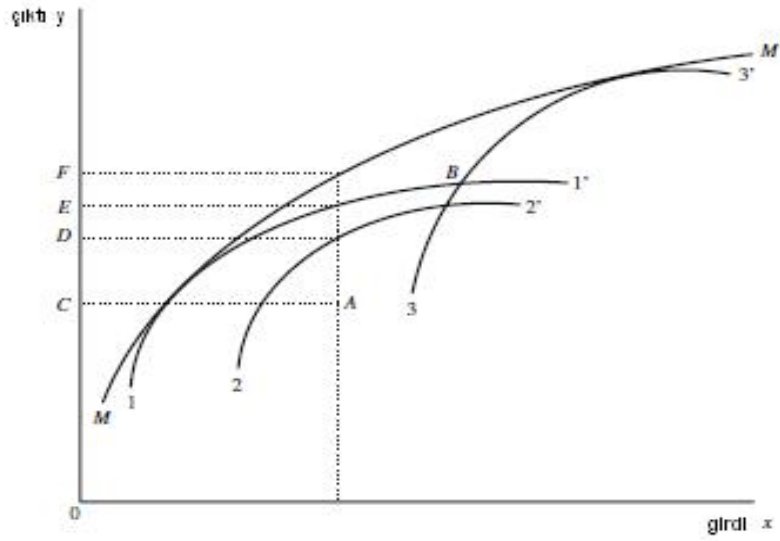
- a. eğer $(x, y) \in T^k$, herhangi bir k için $(x, y) \in T^*$
- b. eğer $(x, y) \in T^*$, bazı k 'ler için $(x, y) \in T^k$
- c. veri herhangi bir grup k için, $D_o^k(x, y) \geq D_o^*(x, y)$ $k=1,2,\dots,K$
- d. veri herhangi bir grup k için, $D_i^k(x, y) \leq D_i^*(x, y)$ $k=1,2,\dots,K$

Bu sonuçlar belli bir grup için olan çıktı ve girdi setlerinin, meta-teknolojiden olan ilgili setlerin, alt setler olduğu gerçeğini açıklamaktadır (Rao vd, 2003: 6). Bu durum Şekil 13'te gösterilmiştir. Şekilde, üretim imkânları, üç farklı grup için tek girdi ve tek çıktı ile çizilmiştir.

Her grubun frontieri kk' olarak ($k=1,2,3$) gösterilmiş ve konveks kabul edilmiştir. Bu grup özellikli frontierler, herhangi bir firma ile üretilen girdi-çıkıtı bileşenlerini zarflamaktadırlar. Bunun anlamı, meta-frontierin konveks-parçalı frontier olmadığını vurgulamaktır. Ancak grupların her üçü de kapsanmıyorsa, o zaman diğer girdi-çıkıtı bileşenleri imkân dâhilinde ve meta-frontier kabul edilecek şekilde konveks bir frontier olabilmektedir. Sonuç olarak,

Konveks $P^*(x)$, zorunlu bir şekilde, konveks grup çıktı setlerini yani $P^k(x) = 1,2,\dots,K$, gerekli kılmaz ve bunun tersi de geçerlidir.

Şekil 13: Teknik Etkinlikler ve Meta-teknoloji Oranları



Kaynak: O'Donnell vd., 2008: 236.

Daha önce de anlatıldığı gibi, ancak ve ancak $D(x, y) = 1$ olduğunda, bir gözlem/grup (x, y) , meta-frontiere göre teknik etkindir. Daha genel bir ifade ile bir gözlem ikilisinin (x, y) meta-teknolojiye göre çıktı-yönlü bir *teknik etkinlik* ölçümü,

$$TE_o^*(x, y) = D_o^*(x, y)$$

Örneğin $D_o^*(x, y) = 0.6$, bir girdi vektörü x kullanılarak bir firma tarafından üretilen maksimum çıktının yüzde altmışını göstermektedir. Aynı zamanda grup k 'ya göre de teknik etkinlik ölçülebilir. Özel bir gösterimle grup k teknolojisine göre teknik etkinliğin çıktı-yönlü bir ölçümü şu şekildedir:

$$TE_o^k(x, y) = D_o^k(x, y) \quad (3.62)$$

Örneğin $D_o^k(x, y) = 0.8$ olduğunda, bir firma x girdi vektörü ve grup k teknolojisini kullanarak maksimum çıktının yüzde 80'ını üretmektedir. bu $D_o^k(x, y) \geq D_o^*(x, y)$ sonuç, grup k çıktı mesafe fonksiyonunun, $D_o^*(x, y)$ çıktı meta-mesafe fonksiyonundan daha az değerler alamadığına işaret etmektedir (O'Donnell vd., 2008: 236). Dolayısıyla meta-frontier, grup frontierlerin zarflamasıdır. K grup mesafe fonksiyonu ve meta-mesafe fonksiyonları arasında katı bir eşitsizlik

gözlemlendiği zaman, grup frontierlerin meta-frontiere ne kadar yaklaştığına ilişkin bir ölçüt getirilebilir. Buna göre çıktı-yönlü teknoloji açığı oranı, grup k özelinde şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$TGR_o^k(x, y) = D_o^*(x, y) / D_o^k(x, y) \quad (3.63)$$

Çıktı-yönlü teknik etkinlik tanımını kullanarak, teknoloji açığı oranı aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$TGR_o^k(x, y) = TE_o^*(x, y) / TE_o^k(x, y) \quad (3.64)$$

Daha önceki verilen örnekte, teknoloji açığı oranı, $0.75 (= 0.6/0.8)$ dir. Bunun anlamı, veri girdi vektörleri ile grup k'nın maksimum üretebileceği çıktı, meta-teknolojiyi kullanarak mümkün olan çıktının yüzde 75'i kadardır. Yani; veri girdi vektörleri ile grup k'nın maksimum üretebileceği çıktı ile meta-teknoloji kullanımının sonucunda ilgili firmaların üretebileceği çıktı oranları mukayese edildiğinde, grup k'nın mümkün olan çıktının yüzde 75'ini ürettiği anlamı doğmaktadır.

3.64 eşitliği, belli bir girdi-çıkıtı birleşiminin meta-teknolojiye göre tahminlenen teknik etkinliğinin grup k'ya göre, uygun bir ayrıştırmasını sağlamaktadır:

$$TE_o^*(x, y) = TE_o^k(x, y) \times TGR_o^k(x, y) \quad (3.65)$$

Yukarıdaki denklemde, meta-teknolojinin referansı ile ölçülmüş teknik etkinlik, k grubunun referansı ile ölçülen teknik etkinlik (şimdiki bilgi durumu) ve meta-teknoloji ile grup k teknolojileri arasındaki teknoloji açığı oranına ayrıştırılır.

(x, y) gözleminin grup k teknolojisine göre girdi-yönlü teknik etkinliği aşağıda verilmiştir.

$$TE_i^k(x, y) = 1 / D_i^k(x, y) \quad (3.66)$$

Örneğin, (x,y) gözleminin ölçülen girdi-yönlü teknik etkinliği gruba göre, 0.7 ise, bu, girdi vektörü olan x'in yüzde 70'i kullanılarak y'nin üretilmesini ifade etmektedir.

Girdi-yönlü teknoloji açığı oranı T^k ve T^* teknolojilerinden oluşan girdi mesafe fonksiyonları kullanılarak tanımlanmaktadır.

$$TGR_i^k(x, y) = D_i^k(x, y) / D_i^*(x, y) = TE_i^*(x, y) / TE_i^k(x, y) \quad (3.67)$$

Bu oranlar da genelde sıfıra eşit veya büyük ve 1'den küçük veya 1'e eşittirler. Oranın 1'e eşit olması, x ve y girdi ve çıktı vektörlerinde, grup teknoloji frontierlerinin meta-teknoloji frontierleri ile örtüşmesi durumudur (Rao vd., 2003: 7).

2.3.4.2. Meta-Frontier Tahmini

Teknik etkinlik ve teknoloji açığı oranlarının çeşitli ölçümlerinin ampirik bulgusu, random olarak seçilmiş firmaların girdi ve çıktıları üzerine bir gözlemler setinden elde edilmiş teknolojinin açık tanımını gerektirmektedir. Farklı gruptaki firmaların tesadüfi gözlemleri için girdi ve çıktı verileri elde edildiğinde, DEA ve ya SFA yöntemleri kullanılarak meta-frontier ve grup frontierler tahmin edilebilir. Burada meta-frontier tahminini, tek çıktıya sahip firmalardan oluşan panel verilerinden elde edilmiş tahminlerle tartışılmaktadır.

2.3.4.2.1. Veri Zarflama Temelli Analiz Ayrımı

Bilindiği üzere etkinlik literatüründe iki tür DEA modeli vardır bunlar girdi-yönlü ve çıktı-yönlü modellerdir. Girdi-yönlü modelde DEA, çıktı seviyelerini sabit tutarak ve mevcut teknoloji setine uygun maksimum girdi miktarındaki azalışı hesaplayarak, frontieri tanımlamaktadır. Çıktı-yönlü durumda, DEA, girdileri sabit tutarak, çıktılarda mümkün olan maksimum artış miktarını hesaplamaktadır. Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) durumunda, her iki yöntem aynı teknik etkinlik skorları sağlarken, ölçeğe göre değişken getiri (VRS) durumunda farklı skorlar elde edilmektedir. Belli bir gruptaki firmaların girdi ve çıktılarına DEA yöntemi

uygulayarak, bir grup k frontieri düzenlemek mümkündür. Grup k 'nın I_k firmalar üzerindeki verileri kabul edildiğinde, çıktı-yönlü VRS DEA modeli aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\begin{aligned} \max_{\phi, \lambda} \quad & \phi, \\ \text{kısıt} \quad & -\phi y + Y_k \lambda \geq 0, \\ & x_i - X_k \lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{3.68}$$

Burada

y_i , i 'inci firma için çıktı miktarındaki $M \times 1$ vektörü

x_i , i 'inci firma için girdi miktarındaki $N \times 1$ vektörü

Y_k , bütün I_k firmaları için olan $M \times I_k$ çıktı matrisi

X_k , bütün I_k firmaları için olan $N \times I_k$ girdi matrisi

λ , ağırlıkların bir $I_k \times 1$ vektörü

ϕ bir skaldır

ϕ 'nin 1'den büyük veya 1'e eşit değerler aldığı kabul edilirse, $1 - \phi$, girdi miktarları sabit tutularak, i 'inci firmanın çıktılarındaki nispi artışını göstermektedir. Burada, $1/\phi$ sıfır ile 1 arasında değerler alan, teknik etkinlik skoru olarak tanımlanmaktadır.

3.68 doğrusal programlama, gruptaki her bir firma için, toplamda I_k defa çözümlenmelidir. Her doğrusal programlama ϕ ve λ vektörlerini elde etmektedir. ϕ vektörü, i 'inci firma için teknik etkinlik skoruna göre bilgi sağlarken, λ vektörü, (etkinsiz) i 'inci firmaların *eşleşmesine* (*peers*) göre bilgi parametresi üretmektedir.

DEA modeli kullanılarak, bütün gruplar adına firmalar için meta-frontier oluşturulabilmesi için, pool veri yöntemi kullanılır. Toplam $I = \sum_k I_k$ firması (k grubu içinde yer alan firmaların toplamı) olduğunda, 3.68 doğrusal programlama problemi, bütün firmaların girdi ve çıktı matrislerine yeniden uygulandığında, aşağıdaki amaç ve kısıtlar denklemi yazılabilir:

$$\max_{\phi^*, \lambda^*} \phi^*, \quad (3.69)$$

$$\text{kısıt} \quad -\phi^* y^* + Y^* \lambda^* \geq 0,$$

$$x_i - X^* \lambda^* \geq 0,$$

$$\lambda^* \geq 0,$$

Burada

y_i , i'inci firma için çıktı miktarındaki $M \times 1$ vektörü

x_i , i'inci firma için girdi miktarındaki $N \times 1$ vektörü

Y^* , bütün I firmaları için olan $M \times I$ çıktı matrisi

X^* , bütün I firmaları için olan $N \times I$ girdi matrisi

λ^* , ağırlıkların bir $I \times 1$ vektörü

ϕ^* bir skaldır

Yukarıdaki problemin optimal çözümü, bütün gruptaki bütün verileri kullanılması sonucunda, tanımlanan meta-frontiere göre veri bir firmanın teknik etkinlik skorunu sağlamaktadır.

Herhangi bir firma için, ϕ^* , ϕ 'den daha büyük olmayacağı rahatlıkla görülmektedir. Çünkü 3.68 doğrusal programlama problemindeki kısıtlar, 3.69 doğrusal programlama problemindeki kısıtların alt setleridir. Burada firmaların meta-frontierden elde ettikleri teknik etkinlikleri grup frontierlerden elde edilen teknik etkinliklerinden daha büyük olamayacağı da anlaşılmaktadır (Rao vd., 2003: 10).

2.3.4.2.2. Stokastik Frontier Temelli Analiz Ayrımı

Farklı K grupları için veri bir endüstri içinde faaliyet gösteren firmaların girdi ve çıktılarına esas (tek çıktı durumu), stokastik frontier üretim fonksiyonu geçerli olduğunu ele alalım. Grup K için farklı girdiler kullanımını içeren ve tek çıktıyı üreten, I_k firmalarının örnek verilerinin olduğu kabul edildiğinde, bu gruba ait stokastik frontier modeli aşağıdaki şekilde tanımlanabilir.

$$Y_{it(k)} = f(x_{it(k)}, \beta_{(k)}) e^{v_{it(k)} - u_{it(k)}} \quad i = 1, 2, \dots, I_k; \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (3.70)$$

Burada $Y_{it(k)}$, k grubu için t zamanında i'inci firmanın çıktısı; $x_{it(k)}$, k grubu için t zamanında i'inci firma tarafından kullanılan girdilerin diğer fonksiyonlarının bir vektörü; $\beta_{(k)}$ k grubu için x değişkenleri ile ilgili stokastik frontier için parametre vektörü; $v_{it(k)}$ 'lar bağımsız ve özdeş olarak $N(0, \sigma_{v(k)}^2)$ dağılımına sahip tesadüfi değişkenler, $N(\mu_{it(k)}, \sigma_{u(k)}^2)$ basık-normal dağılımına sahip olan $u_{it(k)}$ 'lardan bağımsız olarak dağılmışlardır. Buradaki $\mu_{it(k)}$ 'lar, Battese ve Coelli (1995) modellerindeki gibi, bazı uygun etkinsizlik modelleri ile tanımlanabilmektedir. Basitlik açısından, k grubu için olan model aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$Y_{it} = f(x_{it}, \beta_{(k)}) e^{v_{it(k)} - u_{it(k)}} \equiv e^{x_{it} \beta_{(k)} + v_{it(k)} - u_{it(k)}} \quad (3.71)$$

3.71 eşitlik frontier üretim fonksiyonunun katsayısı, $\beta_{(k)}$ parametreler vektörüne göre doğrusal olduğundan x_{it} , t zaman döneminde i'inci firma için girdiler fonksiyonunun (logaritmaları gibi) bir vektörüdür (Rao vd., 2003: 11).

Endüstrideki firmalar için meta-frontier üretim fonksiyonu modeli:

$$Y_{it}^* = f(x_{it}, \beta^*) = e^{x_{it} \beta^*} \quad i = 1, 2, \dots, I = \sum_{k=1}^K I_k; t = 1, 2, \dots, T \quad (3.72)$$

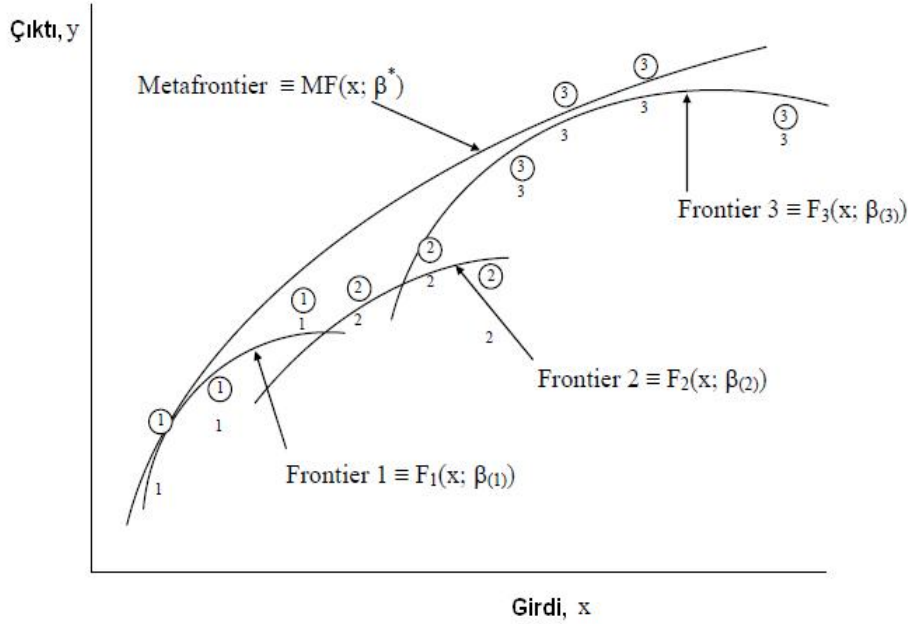
Burada β^* , meta-frontier fonksiyonu için, parametreler vektörünü göstermektedir. Buna göre bütün $k = 1, 2, \dots, K$ için

$$x_{it} \beta^* \geq x_{it} \beta_{(k)} \quad (3.73)$$

3.72 ve 3.73 denklemlerle tanımlanan meta-frontier fonksiyonu, tanımlanmış fonksiyonel bir üretim fonksiyonu şeklindedir ve grup stokastik frontier modelleri için olan deterministik fonksiyonunun altına düşmemektedir. Verilen model sadece tek veri-oluşturma süreci ile desteklenmektedir. Battese ve Rao (2002) farklı grup frontierlerinden, meta-frontier için, farklı bir veri-oluşturma sürecini ele almışlardır. Çalışmalarındaki modele göre, veri-oluşturma modelleri sadece farklı gruplardaki

firmaların stokastik frontier modelleri için tanımlanmıştır. Tanımlanan meta-frontierin düz bir fonksiyon olduğu ve farklı grupların stokastik frontier fonksiyonlarını bölen bir zarf olmadığı kabul edilmiştir. Battese vd. (2004) ele aldıkları meta-frontier Şekil 14’te gösterilmiştir.

Şekil 14: Meta-frontier Fonksiyon Modeli



Kaynak: Rao vd., 2003: 12.

T dönemindeki i’inci firmanın gözlemlenen çıktısı, k grubu için olan 3.71 eşitliği ile tanımlanan denklem sistemine, alternatif olarak, 3.72 denkleminde yer alan meta-frontier fonksiyonunun tanımından, aşağıdaki dönüştürme yapılabilir.

$$Y_{it} = e^{-u_{it(k)}} \times (e^{x_{it}\beta_{it(k)}} / e^{x_{it}\beta^*}) \times e^{x_{it}\beta^* + v_{it(k)}} \quad (3.74)$$

3.74 denklemindeki $e^{-u_{it(k)}}$ terimi, k grubunun stokastik frontierine göre olan, teknik etkinliği ifade etmektedir.

$$TE_{it}^k = Y_{it} / e^{x_{it}\beta_{it(k)} + v_{it(k)}} = e^{-u_{it(k)}} \quad (3.75)$$

Teknik etkinlikten sonraki terim ise, t zaman döneminde k grubundaki i’inci firmanın teknoloji açığı oranını (TGR) göstermektedir.

$$TGR_{it}^k = e^{x_{it}\beta_{it(k)}} / e^{x_{it}\beta^*} \quad (3.76)$$

TGR veri girdilere göre k grubu için geçerli olan frontier üretim fonksiyonunun çıktısını, meta-frontier ile tanımlanan potansiyel çıktıya oranını ölçmektedir. Teknoloji açığı oranı, eşitlik 3.73'ten bilinen kısıda bağlı olarak, sıfır ile 1 arasında değerler almaktadır.

T'inci gözlem veri iken, *i'inci firmanın meta-frontiere göre teknik etkinliği*, 3.75 eşitliğine benzer bir şekilde tanımlanabilir.

$$TE_{it}^* = Y_{it} / e^{x_{it}\beta^* + v_{it(k)}} \quad (3.77)$$

Eşitlik 3.74 - 3.77 denklem sistemleri, meta-frontiere göre teknik etkinliğin başka bir tanıtımını göstermektedirler.

$$TE_{it}^* = TE_{it}^k \times TGR_{it}^k \quad (3.78)$$

Nitekim meta-frontiere göre olan teknik etkinlik, verilen grubun stokastik frontierine göre olan teknik etkinlik ve grubun teknoloji açığı oranından oluşmaktadır. Bu iki terimin değerleri yine sıfır ile 1 arasında olduğundan, meta-frontiere göre belirlenen teknik etkinlik de sıfır ile 1 arasında değerler almaktadır ancak gruptaki firmanın stokastik frontierine göre olan teknik etkinlikten daha küçüktür.

Meta-frontier ile ilgili parametreler ve ölçümler, stokastik frontier analizi kullanarak aşağıdaki yol izlendiğinde, tahmin süreci şu şekilde yazılabilir:

- FRONTIER gibi bir program kullanarak, k grubu için olan stokastik frontierin β parametrelerinin maksimum olabilirlik tahminleri elde edilir.
- Meta-frontier fonksiyonunun β^* parametrelerini farklı gruplardan tahminlenen stokastik frontierinin deterministik bileşenlerini en iyi biçimde zarflayan bir şekilde, $\hat{\beta}^*$ tahminleri elde edilir.
- Firmaların meta-frontiere göre olan teknik etkinliklerinin tahmini, aşağıdaki verilen eşitlik kullanarak, hesaplanabilir.

$$TE_{it}^* = TE_{it}^k \times TGR_{it}^k \quad (3.79)$$

Burada TE_{it}^k , k grubuna göre olan teknik etkinlik öngörücüsü, TGR_{it}^k , endüstri potansiyeline göre k grubunda olan i'inci firmanın teknoloji açığı oranının tahmincisidir.

Ampirik çalışmalarda meta-frontier için β^* parametresi aşağıdaki optimizasyon problemini çözerek elde edilmektedir.

$$\min \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I |(\ln f(x_{it}, \beta^*) - \ln f(x_{it}, \hat{\beta}_{(k)}))| \quad (3.80)$$

$$\text{kısıt } \ln f(x_{it}, \beta^*) \geq \ln f(x_{it}, \hat{\beta}_{(k)}) \quad (3.81)$$

Eşitlik 3.72 parametreler log-doğrusal kabul edildiğinden, 3.80 ve 3.81 denklemleri aşağıda verilen doğrusal programlama probleminin çözümü ile elde edilmektedirler:

$$\min \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I (x_{it} \beta^* - x_{it} \hat{\beta}_{(k)}) \quad (3.82)$$

$$\text{kısıt } x_{it} \beta^* \geq x_{it} \hat{\beta}_{(k)}$$

Meta-frontier parametre tahmincilerinin standart hataları simülasyon ve ya kendi dinamikleri ile işleyen (bootstrapping) yöntemler ile elde edilebilirler (Rao vd., 2003: 15).

2.4.3. Meta-Frontier Temelli Literatür Bulguları

Meta-frontier analizleri ile ilgili bazı önemli literatür sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Çalışmalar, örneklem, kabul gördükleri dağılım ve fonksiyonlar açısından farklılıklar göstermektedirler.

Tablo 2: Meta-Frontier Literatür Sonuçları

Yazar(lar)	Sektör	Yöntem	Fonksiyon	Dağılım	Örneklem
Mohammad ve Alorvor (2004)	İmalat Sanayi	SFA	TL	Basık-Normal	Yabancı ve yerli sermayeli 2 grup
Boshrabadi vd. (2006)	Tarım	SFA	TL	Basık-Normal	İran'ın Kerman ilinin 5 coğrafi bölgesi
Zibaei ve Jaafari (2008)	Süt Üretimi	DEA	-	-	İran'ın 5 ili
Binam (2008)	Tarım	SFA	TL	Basık-Normal	4 Afrika ülkesi
Chen ve Song (2008)	Tarım	SFA	TL	Basık-Normal	Çin'in 4 bölgesi
O'Donnell vd. (2008)	Tarım	SFA	TL	Yarı-Normal	Kıtalara göre 4 grup ülke
Repkine (2009)	Telekomikasyon	SFA	CD	Basık-Normal	4 grup ülke
Dadzie ve Dasmani (2010)	Tarım	SFA	TL	Basık-Normal	Erkek yönetimli ve kadın yönetimli olarak 2 grup
Kramol vd. (2010)	Tarım	SFA	TL	Basık-Normal	4 yetiştirme sistemi grubu
Villano vd. (2010)	Tarım	SFA	TL	Basık-Normal	3 çeşit fıstık grubu
Barnes ve Revoredo-Giha (2011)	Tarım	SFA	TL	Yarı-Normal	11 Avrupa ülkesi
Elatroush (2011)	Tekstil	SFA	TL	Yarı-Normal	Kamu ve özel firmalar olarak 2 grup
Ferdushi vd. (2011)	İmalat Sanayi	SFA	TL	Basık-Normal	Bangladeş'in 6 bölgesi
Khrueathai vd. (2011)	Otelcilik	SFA	CD	Basık-Normal	5 otel grubu
Otieno vd. (2011)	Gıda İmalatı	SFA	CD	Yarı-Normal	Et üretiminde 3 ana sistem grupları
Zibaei (2011)	Balıkçılık	DEA	-	-	İran'ın sahil kenarındaki 4 ili
Heshmati vd. (2012)	Enerji (Elektrik)	SFA	CD	Basık-Normal	2 enerji üretimi grupları
Kang ve Kim (2012)	İmalat Sanayi	DEA	-	-	Kore ve Çin olarak 2 ülke
Tunca (2012)	Tarım	DEA	-	-	Düşük gelirli ve yüksek ve orta gelirli 2 grup ülke
Wang ve Hockmann (2012)	Tarım	SFA	TL	Yarı-Normal	Çin'in 3 bölgesi
Wongchai vd. (2012)	Eğitim	DEA	-	-	Tayland'ın 5 bölgesinde olan üniversite grupları

Mohammed ve Alorvor (2004), Gana imalat sanayisindeki yabancı ve yerli sermayeli firmalar arasındaki teknolojik farklılıkları analize tabi tutmuşlardır. Tahmin sonuçları, bu endüstrideki firmaların etkinliklerini çok düşük göstermektedir. Ayrıca yabancı firmaların yerel firmalara göre ortalama katma değerlerinin yüksek olduğu halde, yerel firmalar, potansiyel meta-frontiere göre, yabancı firmalara göre çok daha etkindirler. Boshrabadi vd. (2006) İran'ın Kerman ilinde buğday ekimindeki teknoloji açığını ortaya koymak amacıyla, analiz yapmışlardır. Çalışmada ele alınan il, iklim ve coğrafi koşullarına göre, beş bölgeye ayrılmış ve meta-frontier yaklaşımı kullanılarak incelenmiştir. Yapılan tahminler, beş bölgede de, teknik etkinlikler ve çevresel teknoloji açığı oranının farklı olduklarını göstermektedir. Zibaie ve Jaafari (2008) İran'da süt üreten firmalardaki teknik etkinlik ve teknoloji açığı oranını incelemek için, meta-frontier yöntemini altı ile uygulamışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, "Yazd" ve "Tahran" illeri, teknoloji açığı oranı açısından diğer illere göre, daha iyi faaliyet göstermektedirler. Binam vd. (2008), batı Afrika'nın dört ülkesinde kakao ekimindeki çiftliklerin üretim etkinliği ve teknoloji farklılıklarını araştırmak için, meta-frontier yöntemine başvurmuşlardır. Sonuçlar ele alınan ülkelerde kullanılan teknolojinin farklı olduğunu göstermektedir. Chen ve Song (2008) Çin tarım sektöründeki teknoloji açığı oranı ve teknik etkinliğini sınamak için, ekonomik gelişme seviyesine göre, ülkeyi dört gruba ayırarak, meta-frontier yöntemini ele almışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, doğu illerin etkinlikleri, bölge frontierlere göre en yüksek olduğu halde, kuzeydoğu bölgesi, bir bütün olarak, tarım üretim teknolojisi teriminde, öncülük yapmaktadır. O'Donnell vd. (2008), 97 ülkenin teknolojik farklılıklarını analiz etmek amacıyla, ülkeleri dört gruba ayırarak meta-frontier yönteminden yararlanmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre meta-frontier teknik etkinlik ve teknoloji açığı oranları gruplar arasında farklılık göstermektedir. Repkine (2009), meta-frontier analizi çerçevesinde, telekomikasyon sermaye yoğunluğu ve toplam üretim etkinliği arasındaki bağlantıyı ele almıştır. Çalışmada dört farklı bölgedeki ülkelere analiz yapılmıştır. Dadzie ve Dasmani (2010) Gana'daki gıda ürünleri ekiminin etkinlik seviyeleri üzerindeki olan yönetimin cinsiyet etkilerini analiz etmek amacıyla meta-frontier yaklaşımını ele almışlardır. Sonuçlara göre, erkek yönetimli ekin yerlerinin etkinlik skorları, kadın yönetimli olanlara göre yüksek olduğu halde, kadın yönetimli ekin yerlerinin etkinlik

skorları meta-frontiere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Kramol vd. (2010), Tayland'da sebze üretimindeki dört farklı yetiştirme sistemi arasında teknoloji açıklarını mukayese etmek amacıyla, meta-frontier yaklaşımını kullanmışlardır. Villano vd. (2010) İran'da üç çeşit fıstık yetiştirmesinde kullanılan teknolojik farklılıkların analizini ele almışlardır. Çalışmanın sonuçları, bu üç çeşitte kullanılan teknolojilerin çok farklı olduğunu açıklamaktadır. Barnes ve Revoredo-Giha (2011), seçilmiş 11 Avrupa ülkelerinde tarım sektöründeki teknolojik farklılıkları incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, firmaların yaklaşık tamamı, teknik etkinlik frontierine yakın oldukları görünmekte ancak Avrupa birliğinin teknolojisini yansıtan meta-frontiere göre, bütün ülkeler zarar görmektedirler (etkinsizdirler). Elatroush (2011), Mısır'da tekstil endüstrisini alarak bu endüstrideki firmaların teknolojik farklılıklarını ortaya koymak için, endüstriyi iki gruba (kamu ve özel firmalar) ayırmıştır. Çalışmanın sonuçları, meta-frontiere göre, özel ve kamu firmaları arasındaki iki grubun teknik etkinliklerinin farklı olduklarını göstermektedir. Ferdushi vd (2011) Bangladeş imalat sanayisinde teknolojik farklılıklarını, altı farklı bölgede meta-frontier yöntemi ile ele almışlardır. Çalışmanın sonuçları, firma üretim etkinliğinin düşük olmasının yanı sıra, bu ülkede başka bölgelerdeki firmalarla rekabet açısından, bir firmanın kabiliyetini açıklamak bakımından, meta-frontier rolünün büyük olduğunu vurgulamaktadır. Khrueathai vd. (2011) otel seviyesinde bir özgün veri seti ile Tayland otellerinde, işletme etkinliği ve teknoloji açığını analiz etmek için, meta-frontier yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmadaki oteller, işletme teknolojisi seviyesi açısından, beş gruba ayrılmışlardır. Çalışmanın sonuçları, gruplardaki otellerde, işletme etkinliği açısından farklılık görüldüğünü vurgulamaktadır. Otieno (2011), Kenya'da sığır eti üretimindeki üç ana sistemde olan teknik etkinlik ve teknoloji açığını analize tabi tutmuştur. Sonuçlara göre, “nomadic” ve “agro-pastoral” sistemlerinde anlamlı şekilde etkinsizlikler söz konusu iken, “ranches” sistemine göre, bu iki sistem daha düşük teknoloji açığı oranlarına sahiptir. Zibaei (2011) İran balıkçılık sektöründe, güneydeki sahil kenarında olan illerin doğal varlıklar ve teknoloji farklılıklarını analiz etmek amacıyla, meta-frontier kullanarak dört ili, karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonuçları, meta-frontier yaklaşımı ile paralel bir şekilde, meta-frontiere göre olan ortalama etkinlik aralığını, gruplara göre olan etkinlik aralığından düşük olduğunu

göstermektedir. Heshmati vd. (2012), Kore’de elektrik sektörünü, enerji üretimi teknolojisi açısından iki farklı gruba ayırarak incelemişlerdir. Çalışmanın tahmin sonuçları, gruplar arasındaki teknolojik farklılıklarını onaylamaktadır. Kang ve Kim (2012), Kore ve Çin imalat sanayisindeki teknoloji açığı ve verimliliği analiz etmişlerdir. Çalışmanın amaçları doğrultusunda, her bir ülkenin imalat sanayisindeki alt sektörler için elde edilen etkinlik skorları, grup ve meta-frontiere göre karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, Çin’deki imalat sanayinde olan etkinlik değerleri, Kore’ye göre daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Tunca (2012) yaptığı çalışmada OECD ülkeleri arasındaki yapısal ya da teknoloji farklılıklarının tespit edilmesi ve bunların ölçülmesi amacıyla meta-frontier yaklaşımını kullanmıştır. Çalışmada ülkeler gelirlerine göre düşük gelir ve orta ve yüksek gelirli ülkeler olarak iki gruba ayrılmışlar. Çalışmanın sonuçları gruplar arasında teknoloji farklılığının olduğuna işaret etmektedir. Wang ve Hockmann (2012), Çin tarım sektöründeki, teknoloji farklılıkları ve bölgeye özel teknolojilerin etkinliği etkilediklerini araştırmak amacıyla, ülkenin üç ilini analize dahil ederek, karşılaştırma yapmışlardır. Araştırmanın sonuçları, tarım teknolojisi, bölgeye özel özelliklere sahip olduğunu ispatlamaktadır. Wongchai vd. (2012), Tayland’da 77 milli üniversitenin teknik etkinliğindeki bölgesel farklılıkları beş farklı bölgede ölçmeyi, meta-frontier yaklaşımı ile ele almışlardır. Çalışmanın sonuçları, Bangkok bölgesindeki milli üniversitelerin ortalama teknik etkinlikleri en düşük olduğundan dolayı bunun kritik olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, meta-frontier sonuçları da, teknik etkinlik ve teknoloji açığı oranının bu beş bölge arasında kesinlikle farklılık gösterdiğine işaret etmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE İMALAT SANAYİSİNDE ÖLÇEK ETKİSİ (BETİMSSEL VE EKONOMETRİK BİR ANALİZ)

Çalışmanın önceki bölümlerinde, etkinlik ve performans ile ilgili konuların teorik ve metodolojik boyutları incelenerek, modelleme sürecinin teorik çerçevesi değerlendirilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde ise, çalışmanın amacı ve yöntemine deyindikten sonra, önce Türkiye imalat sanayisinde faaliyet gösteren firmaların alt sektörler itibari ile betimsel göstergelerine yer verilmiş; ardından da kaynak kullanımına ilişkin etkinlik ve performans göstergeleri incelenmiştir.

3.1. UYGULAMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

Uygulamadaki temel amaç referans alındığında, kurulan temel hipotez ve buna bağlı olarak ele alınan yöntem ve kullanılan değişkenler aşağıda ele alınmıştır.

3.1.1 Çalışmanın Amacı ve Temel Hipotez

Bu çalışmanın temel amacı Türkiye imalat sanayisinde faaliyet gösteren firmaların etkinlik göstergelerinden hareketle, ölçek farklılığının firma performansı üzerindeki etkisini analiz etmektir. Bu genel amaç doğrultusunda önce küçük ve orta ve büyük işletmelerde teknik etkinlik skorları karşılaştırılmasına yer verilecek ardından da bu işletmelerin hesaplanan teknoloji açığı karşılaştırmaları yapılacaktır.

Uygulama sonuçlarından yararlanılarak imalat sanayi performansı değerlendirilecek, endüstri içindeki firmaların rekabet gücündeki ilerlemeye bağlı olarak endüstriyel üretimdeki artışın Türkiye ekonomisine kazandırabileceği refah etkisine yönelik politika önermeleri geliştirilecektir.

Bu amaç doğrultusunda çalışmanın temel hipotezleri şudur: “*Grup analizine göre büyük ölçekli firmalar, küçük ölçekli firmalara göre daha etkindir*” ve “*firmalar arasındaki teknoloji açığı endüstriyel etkinlik farkına yol açmaktadır*”.

3.1.2. Uygulamanın Yöntemi

Uygulamanın aşağıda belirtilmiş olan plan çerçevesinde, ilk önce firmaların büyüklüklerinin ayrımı, veri tabanı ve kullanılan programlar tanımlanmış olduktan sonra, ilk aşamada Türkiye imalat sanayisindeki her bir alt sektör için oluşturulan iki grup için sınır üretim fonksiyonu ve firmalara ilişkin performans göstergeleri SFA yöntemi ile hesaplanmıştır. İkinci aşamada, firma grupları arasındaki ölçek farklılığından kaynaklanan teknolojik farklılıkları belirlenerek, firmaların faaliyet gösterdikleri alt sektöre göre sektör içindeki performans göstergeleri, meta-frontier yaklaşımı ve SFA yöntemi kullanarak hesaplanmıştır. Burada SFA yönteminin tercih edilmesinin temel nedeni sahadan elde edilen verilerin tesadüfi yöntemle seçilmiş firmalardan sağlanmasıdır. Bu firmaların genelde etkin bir faaliyet içerisinde olmadıkları varsayımı teorik çerçevede de belirtildiği gibi “öngörülen teknik etkinlikler esasına göre yapılan bir sıralama genel olarak dağılım seçimine karşı kısmi bir direnç göstermektedir”. Bu çalışmada dağılımlarda daha geniş bir alana sahip olan basık-normal dağılım özelliği dikkate alınmıştır. Bu hesaplamada kullanılan programlar şu şekilde sıralanabilir:

- a. Her iki gruba ait, stokastik frontier üretim fonksiyonu (sınır fonksiyonu) ve bu gruplara ilişkin teknik etkinlik skorlarının tahmini için, FRONTIER 4.1c kullanılmıştır. Bu program firma-özellikli teknik etkinliklerinin öngörü aralık limitlerini vermeden etkinlik skorlarının elde edilmesine imkân veren bir programdır.
- b. Teknoloji açığı oranlarının tahmininde, meta-frontier üretim fonksiyonunun elde edilebilmesi için, SHAZAM 8.0 kullanılmıştır. Gruplara ait tahmin değerleri ve teknik etkinlik skorları elde edildikten sonra, O'Donnell, Rao ve Battese (2005) geliştirdikleri SHAZAM kodu (EK 1) izlenerek meta-frontier tahmin değerleri elde edilmiştir.
- c. Tamamlayıcı analizler ve bazı istatistikî göstergeleri elde etmek için de Microsoft EXCEL 2003 programından yararlanılmıştır.
- d. Zaman içinde betimsel göstergelerdeki gelişmelerin hesaplamalarında Eviews 5.0 kullanılmıştır.

3.1.3. Veri Tanımı ve Temel Değişkenler

Literatürde işletme büyüklüğünün ifadesi olarak büyük işletme, orta işletme ve küçük işletmeler kavramları sık sık kullanılmaktadır. İşletmelerin böyle bir sınıflandırmalarında genel bir kural veya standart bir kriter bulunmamaktadır. Pek çok ülkede olduğu gibi, Türkiye’de de işletmelerin büyüklüklerine göre sınıflandırılması ve dolayısıyla tanımı konusunda bir görüş birliğine veya ortak bir tanıma rastlanılmamaktadır. İşletme büyüklüklerinin bazı tanımlamaları EK 2’de verilmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye’de imalat sanayi sektöründeki sınıflandırma Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme idaresi Başkanlığı (KOSGEB)’in sınıflandırması baz alınmıştır. Bu tanıma göre, 1-50 arası işçi istihdam eden işletmeleri küçük, 51-150 arası işçi istihdam eden işletmeleri orta ve 150 den fazla işçi çalıştıran işletmeleri ise büyük işletme olarak tanımlanmaktadır. Ancak eldeki veri tabanı incelendiğinde, yer alan firmaların çoğunluğu küçük ve büyük firmalardan oluşurken ve sadece çok az sayıda firma, orta büyüklük olan firma kategorisine girdiğinden ve yapılan tahminler ve istatistikî testlerde serbestlik derecesi sorunuyla karşı karşıya kalmamak amacıyla, orta büyüklükteki firmalara, büyük ölçekli firmalarla aynı grupta yer verilmiştir.

Bu çalışmaya kaynak oluşturan saha bulguları (242 küçük firma, 11 orta ve büyük firma) daha önce yayınlanmış bulunan projenin (Türkiye’de Organize Sanayi Bölgelerinin Performans Değerlendirmesi ve Strateji Geliştirme-alt Bölgeler Arası Karşılaştırma, Kök vd, DPT İleri Araştırma Projesi 2006-2007, Proje No: 2003K120360, DEÜ Yayınları, Yayın No: 09.1600.0000.000/BY.010.081.543, 2010, İzmir) İstanbul OSB’lerine ait anket bulgularından sağlanmıştır. Bu yatay kesit veri tabanından kaynaklanan kısıt altında küçük ölçekli işletmeler, orta ölçekli işletmeler iki grup altında toplam 362 firma analize esas alınmıştır. Bu toplulaştırmaya esas veri düzenlenmesi yapılırken, Türkiye imalat sanayii sektörü kendi içerisinde faaliyet kollarına göre 22 alt sektörde toplanmış olmakla birlikte bu araştırmanın uygulama kısmında karşılaştığımız veri kısıtlarıyla paralel bir düzenleme, tarafımızdan

yapılmıştır. Bu düzenlemede KOSGEB¹⁴, TÜİK¹⁵ ve İTO (2011) yaklaşımları referans alınarak sekiz alt sektörü kapsayacak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Ayrıca araştırmanın amacı çerçevesinde ölçek etkisini daha güvenilir bir örneklemden elde edebilmek için anket bulgularından sağladığımız orta ölçekli işletmeler ile İMKB’de kayıtlı (2006 yılı yatay kesit verileri) orta ve büyük ölçekli işletmeler (109 firma) saha verileriyle (orta ve büyük 11 firma) birlikte toplulaştırılmış (120 orta ve büyük firma) ve daha geniş bir veri tabanı elde edilmiştir. Çalışmanın meta-frontier analizinden elde edilen bulgulardan hareketle ölçek etkisinin endüstrinin gelişmesi üzerindeki etkisini ayırtılabilmek politika önermelerini daha rasyonel bir hale getirmesi beklenir. Bu araştırmaya özel olmak üzere “endüstriyel ağırlıklı üretim değeri” tarafımızdan hesaplanmıştır. Bu hesaplama esas olmak üzere özgün bir yaklaşım geliştirilmiştir: bu yaklaşımda endüstride orta ve büyük ölçekli işletmelerin özsermaye/hasıla oranı hesaplanarak bu işletmelerin endüstri içerisindeki ağırlıklı payı ayrıştırılmış; buradan da birim hasıla başına gerekli olan özsermaye göstergesi vekil (Proxy) kabul edilerek, endüstrideki küçük işletmelerin sermaye/hasıla oranı tek bir gösterge ile ele alınmıştır.

Çalışmanın amaçlarına yönelik, sınır üretim fonksiyonunu elde etmek için, tek çıktılı (üretim değeri) ve iki girdili (emek ve sermaye) olan model ele alınmıştır. Kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlama aşağıda verilmiştir.

Üretim Değeri: çıktının parasal değeri olan üretim değeri küçük, orta ve büyük işletmelerde kısmi farklılıklar arz etmektedir. Küçük işletmelerin verileri anket verileri olduğundan, ankette “üretim değeri” başlığı altında olan miktar alınırken, orta ve büyük işletmelerde bu değişken, “satış değerleri” ve “mamul stok değeri” miktarlarının toplamı olarak alınmıştır. Ayrıca bu değişkenin değeri her iki grup için oluşturulduktan sonra, 2006 Gayri Safı Yurtiçi Hasıla (GSYH) zımni deflatöre bölünerek deflete edilmiştir.

¹⁴ 12 Nisan 1990 tarih ve 3624 sayılı KOSGEB kuruluş kanunundaki tanım ele alınmıştır. Ancak kanunda geçen tanımlama 10 Temmuz 2012 tarihinde 3834 sayılı kanun gereği değişmiştir. (http://www.kosgeb.gov.tr/UserFiles/File/kobi_tanimi.pdf)

¹⁵ Türkiye imalat sanayide 22 alt sektörün yer almasına rağmen, TÜİK bazı verileri (Örneğin AR-GE harcamaları) alt sektörlerin toplamaları biçiminde sunmaktadır. Buna göre 22 alt sektör toplamda 8 alt sektöre indirgenmiştir.

Emek Gücü: hem küçük işletmeler grubunda hem de orta ve büyük işletmelerde, bu değişken, 2006 yılına ait o firma ve ya işletmede “çalışanların sayısı”¹⁶ alınarak kullanılmıştır.

Sermaye: sermaye stokuna ilişkin veri tabanı oluşturmak genellikle literatürde de olduğu gibi bazı güçlükler taşımaktadır. Bu çalışmada, küçük işletmeler veri tabanı ankette görüleceği gibi “Toplam Sermaye” başlığı altındaki büyüklüklerden oluşmaktadır. Nitekim orta ve büyük işletmelerde İMKB verileri kullanıldığından ikincil veri özelliğindeki büyüklüklerden oluşmaktadır. Bu değerler firmaların bilançolarındaki “ Maddi Duran Varlıklar” dır. Bu değer, maliyet bedellerinden birikmiş amortisman’ların ve eğer varsa, değer düşüklüğünün indirilmesi suretiyle açıklanmaktadır. Burada yine, parasal değer olan sermaye verileri, 2006 Gayri Safı Yurtiçi Hâsıla (GSYH) zımni deflâtöre bölünerek deflete edilmiştir.

3.1.4. Model Seçimi

Analiz aracı olan sınır üretim fonksiyonunun seçiminde kullanılan en yaygın kalıplar ele alınmış ve test edilmişlerdir. Burada ele alınan bazı alt sektörlerle yönelik veri tabanı daha önceki bir çalışmanın (Kök vd. 2010) veri tabanından sağlandığı için, bu verileri genişletme imkânı bulunamamıştır. Bu bağlamda veri yetersizliği ve serbestlik derecesi sorunuyla karşılaşmamak için genelleşmiş Cobb-Douglas üretim fonksiyonu tercih edilmiştir. Ancak diğer alt sektörlerde uygun fonksiyonu belirlemek için, her grup için ayrı ayrı hipotez testi (LR testi, küçük örneklemelerde tercih edilmekte) yapılmıştır. Bu sektörlerde yapılan hipotez test sonucunda, küçük işletmeler grubunda Cobb-Douglas fonksiyonunu; orta ve büyük işletmelerde Translog fonksiyonunun kullanımı uygun görülmüştür. Test sonuçlarındaki bu farklılığı telafi etmek amacıyla bu alt sektörlerde her grup için her iki fonksiyonun tahmincileri elde edilmiş; Karşılaştırma sonuçlarına bakılarak ve Parsimony (Coelli vd, 1998: 212) ilkesinden yararlanılarak, en tutarlı fonksiyon ve tahmincileri analiz parametresi olarak benimsenmiştir.

¹⁶ Çalışanlar sayısı, üretime doğrudan ve dolaylı biçimde katkı sağlayanların toplamıdır.

Battese ve Coelli'nin (1992) kullandıkları stokastik sınır üretim fonksiyonlarının kalıbı her gruba göre, Cobb-Douglas için,

$$\ln y_{i(k)} = \beta_0 + \sum_{j=1}^2 \beta_{j(k)} \ln x_{ij(k)} + v_i^k - u_i^k$$

ve Translog için aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\ln y_{i(k)} = \beta_0 + \sum_{j=1}^2 \beta_{j(k)} \ln x_{ij(k)} + 0.5 \sum_{j=1}^2 \sum_{s=1}^2 \beta_{js(k)} \ln x_{ij(k)} \ln x_{is(k)} + v_i^k - u_i^k$$

Burada j, k'ncı grupta (k = 1,2), i'inci firmanın (i = 1,2,...,I) j'inci girdisini (j = 1,2) göstermektedir. Ayrıca, bütün j ve k'lar için $\beta_{ij(k)} = \beta_{ji(k)}$.

Burada stokastik frontier modelinin tercih edilme nedeni, denklemdeki v_i , firma kontrolünde olmayan tesadüfi değişkenlerle bileşen (örneğin üretimde, iklimde, dünya konjonktürüne bağlı olarak ortaya çıkan krizlerde ve endüstriyel faaliyetlerdeki ölçme hataları) sıfır ortalaması olan, random hatasıdır.

3.2. BETİMSSEL GÖSTERGELER ANALİZİ

İmalat sanayi Türkiye'de tarım ve hizmet sektörlerinin yanı sıra ekonominin en önemli sektörlerinden biri olarak tanımlanmaktadır. Endüstriyel sektörde egemen bir sektör olan imalat sanayi sektörü, toplam 22 alt sektörden oluşmaktadır. Bu alt sektörlerin kodları ve listeleri Tablo 3'te verilmiştir.

Endüstriyel çalışmanın endüstri analizlerine referans olan betimsel bulgular ele alınırken analiz dönemine ilişkin güvenilir yorumlar yapabilmek için Türkiye ekonomisinin dünya ekonomisi ile paralel, genişleme ve daralma dönemleri (2005: 8.4, 2006: 6.9, 2007: 4.7, 2008: 0.7, 2009: -4.8 ve 2010: 9.2) dikkate alınmıştır. Bu yaklaşımın temel amacı yatay kesit veri analizinden (2006 saha bulguları ve bu bulgularla paralel olmak üzere İMKB'den alınmış firma bulguları) elde ettiğimiz parametrik bulgular veri iken; dönem içindeki endüstriyel gelişme değerlendirildiğinde, ölçek farklılığına göre tespit edilen teknoloji açığının son beş

yıl içindeki etkisini işletmeler/endüstriyel gruplar üzerinden izlemek ve politika önermeleri geliştirilmesine yardımcı olmaktır. Bu bağlamda betimsel araştırmaya konu olan bulgulardan hareketle (dönem başı 2005 ve dönem sonu 2010) dönem içerisinde alt sektörler itibari ile gelişme düzeyleri hesaplanmış ve bu betimsel bulgularla çalışmanın parametrik sonuçları ilişkilendirilmiştir.

Tablo 3: Türkiye İmalat Sanayine İlişkin Alt Sektörler

<i>Sektör Kodu</i>	<i>İmalat Sanayi Alt Sektörler</i>
15	Gıda ve İçecek
16	Tütün
17	Tekstil
18	Konfeksiyon ve Kürk İşleme
19	Deri Mamulleri
20	Ağaç ve Mantar Ürünleri
21	Kâğıt ve Kağıt Ürünleri
22	Basım ve Yayım
23	Petrol Ürünleri
24	Kimyasal Madde ve Ürünleri
25	Plastik ve Kauçuk Ürünleri
26	Mineral Ürünler
27	Ana Metal
28	Metal Eşya
29	Makine ve Teçhizat
30	Büro, Muhasebe ve Bilgi İşlem Makineleri
31	Elektrikli Makine ve Cihazlar
32	Radyo, TV vb. Cihazlar
33	Tıbbi, Hassas ve Optik Aletler ve Saat
34	Motorlu Kara Taşıdı, Römork vb.
35	Diğer Ulaşım Araçları
36	Mobilya ve Diğer Ürünler

Kaynak: TÜİK

Yukarıdaki tabloda yer alan alt sektörler, TÜİK ve İTO sınıflandırması referans alınarak, çalışmanın toplulaştırmış göstergeleri çerçevesinde aşağıda Tablo 4'te ele alınmıştır.

Tablo 4: Türkiye İmalat Sanayi Alt Sektörler (Toplanmış)

Sektör Kodu	İmalat Sanayi Alt Sektörler
15-16	Gıda ve İçecek, Tütün (GİTAS)
17-18-19	Tekstil, Konfeksiyon ve Kürk, Deri Mamulleri (TKDAS)
20-21-22	Ağaç, Kâğıt, Basım ve Yayın (AKYAS)
23-24-25	Petrol, Kimyasallar, Plastik ve Kauçuk (PKPAS)
26	Mineral Ürünler (MÜAS)
27	Ana Metal Sanayi (AMSAS)
28-29-30-31-32-33-34-35	Metal Eşya, Makine ve Teçhizat, Bilgi İşlem Makine, Radyo ve TV, Optik Ürünler, Taşıt, Ulaşım Araçları (MEMTAS)
36	Mobilya ve Diğer Ürünler (MDÜAS)

Kaynak: TÜİK.

Çalışmada toplulaştırmanın temel gerekçesi daha önce de belirtildiği gibi, saha çalışmasından sağlanan veri kısıtları ve TÜİK verilerinde de bazı sektörlerin göstergelerinin toplam büyüklükler biçiminde sunulmasıdır.

3.2.1. Gıda, İçecekler ve Tütün İmalatı Alt Sektörü

EK 3 ve 4'te yer alan tablolara bakıldığında gıda ürünleri ve içecek imalatı alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış¹⁷ %3.2, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %20; kapasite kullanım oranı (KKO) ortalaması ise %71'dir. Yine dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %4.2, ihracattaki yıllık ortalama artış yaklaşık %9.7 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %10.1'dir.

Tütün ürünleri alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %0.7, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %0.6, kapasite kullanım oranı (KKO) ortalaması ise %73'tür. Yine dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama düşüş %6.5, ihracattaki yıllık ortalama artış yaklaşık %16.1 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %3.1'dir.

¹⁷ Yıllık ortalama artış düzeyi $\log(y) = \alpha + \beta_t$ regresyon tahmincilerinden hesaplanmıştır

3.2.2. Tekstil, Konfeksiyon ve Kürk, Deri Mamulleri

EK 3 ve 4’te yer alan tablolar ele alındığında tekstil imalatı alt sektörü üretim endeksi (2005-2010) yıllık ortalama %3.1 düşüş, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki değişme %6.6 düşüş gösterirken, kapasite kullanım oranı ortalaması %77.9’dur. Dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama düşüş %4.6, ihracattaki yıllık ortalama artış yaklaşık %3.6 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %6.1’dir.

Konfeksiyon ürünleri alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama düşüş %3.5, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki düşüş %11.5, kapasite kullanım oranındaki (KKO) ortalama ise %79.8’dir. Dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama düşüş %4.5, ihracattaki yıllık ortalama artış yaklaşık %0.4 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %23.5’tir.

Deri ürünleri alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %2.7, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %13.8, kapasite kullanım oranındaki (KKO) ortalama ise %66’dır. Diğer taraftan dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %0.5, ihracattaki yıllık ortalama artış %9.5 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %4.4’tür.

3.2.3. Ağaç, Kâğıt, Basım ve Yayın

EK 3 ve 4’de yer alan tablolar incelendiğinde, ağaç ve mantar ürünleri imalatı alt sektörü üretim endeksi (2005-2010) yıllık ortalama artışı %10.9, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %89.7, kapasite kullanım oranı ortalaması ise %80’dır. Yine dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama düşüş %3.4, ihracattaki yıllık ortalama artış %9.4 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %5.1’dir.

Kağıt ve kağıt ürünleri alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %4.1, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %27.3, kapasite kullanım oranındaki (KKO) ortalama ise %81’dir. Dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama düşüş %0.4, ihracattaki yıllık ortalama artış yaklaşık %15.9 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %7.8’dir.

Basım ve yayım alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %2.5, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %17.7, kapasite kullanım oranındaki (KKO) ortalama ise %73'tür. Ele alınan dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %0.5, ihracattaki yıllık ortalama artış %8 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %0.7'dir.

3.2.4. Petrol, Kimyasallar, Plastik ve Kauçuk

EK 3 ve 4'teki tablolara bakıldığında petrol ürünleri imalatı alt sektörü üretim endeksi (2005-2010) yıllık ortalama azalışı %5, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki azalış %14.5, kapasite kullanım oranı ortalaması ise %80'dir. Yine dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %1.3, ihracattaki yıllık ortalama artış %9 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %16.9'dur.

Kimyasal madde ve ürünleri alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %4.7, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %32.1, kapasite kullanım oranındaki (KKO) ortalama ise %76'dır. Bu dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %0.2, ihracattaki yıllık ortalama artış %12.5 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %7.5'dir.

Plastik ve kauçuk ürünleri alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %2, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %19.8, kapasite kullanım oranındaki ortalama ise %78'dir. Yine dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %2.4, ihracattaki yıllık ortalama artış %12.7 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %7.7'dir.

3.2.5. Mineral Ürünler

EK 3 ve 4'te yer alan tablolar incelendiğinde mineral ürünler imalatı alt sektörü üretim endeksi (2005-2010) yıllık ortalama artış %0.3, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %10.9, kapasite kullanım oranı (KKO) ortalaması ise %78'dir. İncelenen dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama düşüş %1.3, ihracattaki yıllık ortalama artış %8.9 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %4.2'dir.

3.2.6. Ana Metal

EK 3 ve 4'teki tablolar değerlendirildiğinde ana metal sanayi alt sektörü üretim endeksi (2005-2010) yıllık ortalama artış %1.3, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %16, kapasite kullanım oranı (KKO) ortalaması ise %80'dir. Dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %1.6, ihracattaki yıllık ortalama artış %16.2 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %5.1'dir.

3.2.7. Metal Eşya, Makine ve Teçhizat, Bilgi İşlem Makine ve Ulaşım Araçları

EK 3 ve 4'te yer alan tablolara bakıldığında metal eşya imalatı alt sektörü üretim endeksi (2005-2010) yıllık ortalama azalışı %0.4, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %11.4, kapasite kullanım oranı (KKO) ortalaması ise %73'tür. Ele alınan dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %1.3, ihracattaki yıllık ortalama artış %12.7 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %8.4'tür.

Makine ve teçhizat alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %2.5, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %28.2, kapasite kullanım oranındaki (KKO) ortalama ise %73.5'tir. Bu dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %1.7, ihracattaki yıllık ortalama artış %11.9 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %2.3'tür.

Büro, muhasebe ve bilgi işlem makineleri alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama azalış %6.7, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki azalış %21.5, kapasite kullanım oranındaki (KKO) ortalama ise %67'dir. İncelenen dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama düşüş %12, ihracattaki yıllık ortalama artış %11.1 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %3.8'dir.

Elektrikli makine ve cihazlar alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %7.6, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %62.8, kapasite kullanım oranındaki (KKO) ortalama ise %77'dir. Ele alınan dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %4.1, ihracattaki yıllık ortalama artış %16.9 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %12.4'tür.

Radyo, TV vb. cihazlar alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama azalış %19.8, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki azalış %59.1, kapasite kullanım oranındaki ortalama ise %82'dir. Dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama düşüş %8.1, ihracattaki yıllık ortalama azalış %11.5 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %0.8'dir.

Tıbbi, hassas ve optik aletler ve saat imalatı alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %7.5, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %53, kapasite kullanım oranındaki ortalama ise %80'dir. Yine dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %2.5, ihracattaki yıllık ortalama artış %14.4 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %6.5'tir.

Motorlu kara taşıtı, römork vb. alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %0.3, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %14.7, kapasite kullanım oranındaki (KKO) ortalama ise %77'dir. İncelenen dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama artış %0.1, ihracattaki yıllık ortalama artış %5.7 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %1.8'dir.

Diğer ulaşım araçları alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %7.2, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %40.3, kapasite kullanım oranındaki (KKO) ortalama ise %80'dir. Ele alınan dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama düşüş %2, ihracattaki yıllık ortalama artış %1.3 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %18.5'tir.

3.2.8. Mobilya ve Diğer Ürünler

Mobilya ve diğer ürünler imalatı alt sektörü üretim endeksine göre (2005-2010) yıllık ortalama artış %6.7, dönem başına göre dönem sonunda üretimdeki artış %44.3, kapasite kullanım oranındaki ortalama ise %76'dır. Yine dönem içerisinde istihdam endeksindeki yıllık ortalama azalış %0.9, ihracattaki yıllık ortalama artış %8.5 ve ithalattaki yıllık ortalama artış da %8.7'dir.

3.3. ÖLÇEK ETKİSİNİN ANALİZİ

Çalışmanın bu kısmında, firmaların ölçek büyüklüğü referans alınmakta, çalışmanın metodolojisi çerçevesinde aynı alt sektördeki iki grup (küçük ölçekli, orta ve büyük ölçekli firmalar) arasındaki teknoloji farklılıkları hesaplanmakta ve meta-frontier yaklaşımı kullanılarak, karşılaştırmalı performans göstergeleri elde edilmekte ve etkinlik üzerindeki ölçek etkilerinin analizi yapılmaktadır.

Burada Türkiye imalat sanayi 22 alt sektörü, TÜİK'in tanımına göre ele alınmış; toplulaştırılmış sekiz alt sektör araştırmanın yöntemi çerçevesinde analiz edilmiştir. Analize konu olan temel göstergeler sırasıyla: Grup stokastik frontierlerin ML tahminleri (Grup TE), gruplarla ilişkin teknoloji açığı oranları (TGR), SFA meta-frontierin LP tahmini (MF TE) ve grupların stokastik frontierin ML tahmini (Pool TE)'dir. Çalışmaya konu olan alt sektörlerdeki teknoloji deneyiminin daha çok şu bileşenleri ihtiva etmesi beklenir: Bunlar envanter, finans, tedarik, satış/pazarlama, üretim sürecini içine alan deneyimler olarak bilinir. Aslında birçok yönetim değişkeni olarak hesaba katılan teknik etkinlik tahmincileri ile açıklanan teknolojiideki değişme sadece eski ve yeni teknoloji ayrımından kaynaklanan somut sermaye mallarındaki değişme değil aynı zamanda yaparak öğrenmenin kazanımları sayılan üretim kültüründeki değişmedir.

3.3.1. GİTAS'a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları

Burada araştırmaya konu olan İstanbul OSB faaliyet alanından 4 işletme örneği anket yöntemi ile sağlanan veriler çerçevesinde analiz edilmekte; yöntemde belirtildiği gibi bu analizlere orta ve büyük ölçekli işletmeler dâhil edilerek (İMKB veri tabanı) analiz genişletilmekte stokastik meta-frontier bulguları ile grup stokastik frontier sonuçları karşılaştırılmaktadır. Ayrıca SFA bulguları ile betimsel göstergeler (3.2.1) birlikte ele alınmış karşılaştırmalı bir yaklaşım sergilenerek bu alt sektöre yönelik gelişme değerlendirilmiştir.

Hem küçük hem de orta ve büyük işletmelerde bu alt sektöre ait yeterli firma olmadığından ve dolayısıyla serbestlik derecesi problemi ile karşı karşıya olduğumuz için, Cobb-Douglas fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyonu kullanarak, stokastik

frontier analizi (SFA) ile elde edilen frontier tahminleri, Tablo 5'te verilmiştir. Tabloya bakıldığında, bu alt sektörde, hem küçük hem de orta ve büyük işletmeler için emek ve sermayenin anlamlı oldukları görülmektedir. Bu sonuçlara göre hem küçük işletmeler hem de orta ve büyük işletmeler grubunda, verimlilikte en büyük payı olan girdi, emek faktörüdür. Ayrıca iki gruptaki emek ve sermayenin katsayılarına baktığımızda, ölçek esneklikleri her iki grup için hesaplandığında, küçük işletmelerde ölçeğe göre artan getiri ($\varepsilon = 3.20$) ve buna karşı orta ve büyük işletmelerde ölçeğe göre azalan getiri ($\varepsilon = 0.98$) bulunmuştur. Alt sektörün ölçeğe göre getirisi bir bütün olarak ele alındığında, meta-frontier katsayılarına¹⁸ bakılarak, ölçeğe göre azalan getiri sonucu ($\varepsilon = 0.95$) ortaya çıkmıştır.

Regresyondan çıkan sonuçlara göre küçük işletmelerde sabit katsayısı olan teknoloji seviyesi, negatif ve anlamsız çıkarken, bu, büyük işletmeler için pozitif ve anlamlıdır. Her iki gruba ilişkin gamma parametresi, anlamlı olduğundan gruplardaki firmalarda teknik etkinsizliğin olduğuna işaret etmektedir. Böylece modeldeki teknik etkinsizlik teriminin anlamlı eklenti olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 5: GİTAS'ta SFA Katsayı Tahminleri

Açıklayıcı Değişkenler	Grup Frontierler		Pool Frontier	MF
	Kİ	OBİ		
<i>Sabit</i>	-0.19 (0.48)	6.93 ^a (0.75)	6.83 ^a (0.25)	8.07
<i>Emek</i>	2.89 ^a (0.04)	0.52 ^a (0.15)	0.66 (0.68)	0.59
<i>Sermaye</i>	0.31 ^c (0.05)	0.46 ^a (0.08)	0.41 ^c (0.24)	0.36
σ^2	4.91 ^c (0.11)	0.31 ^b (0.14)	5.73 ^c (4.19)	-
γ	0.99 ^a (0.0000004)	0.99 ^a (0.0014)	0.99 ^a (0.000007)	-
<i>Firma Sayısı</i>	4	18	22	22
<i>Log-Likelihood</i>	-4.80	-12.50	-24.25	-

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır. (Parantezin içindeki rakamlar, standart hataları göstermektedir. a, b ve c, sırasıyla %1, %5 ve %10 seviyelerinde anlamlı olduklarını ifade etmektedir.)

¹⁸ LR test sonucuna göre, iki grubun verileri pool olarak kullanamadıklarından (gruplar arasında teknoloji farklılığı olduğundan), meta-frontier katsayılarına bakılarak ölçeğe göre getiri belirlenecektir.

Bu alt sektördeki iki grup firmayı bir bütün olarak değerlendirdiğimizde, pool frontieri elde edilecektir. Frontierin katsayılarına bakıldığında, emeğin katsayısı dışında bütün katsayılar anlamlı çıkmıştır. Pool stokastik frontier, grup frontierlerde farklılığın olup olmadığını test etmek amacıyla tahmin edilmiştir. Grup frontierlerin aynı olduğu sıfır hipotezi için genelleştirilmiş likelihood ratio test istatistiği¹⁹ $LR = 13.40$ 'tır. 3 serbestlik derecesi ve %1 anlamlılık seviyesi ile ki-kare dağılımına ilişkin tablo değeri 11.345'dir. Tahmin değeri LR istatistiği tablo değerinin dışında kaldığından, iki grubun üretim sürecinde kullandıkları teknolojinin aynı olduğu sıfır hipotez reddedilmiştir. Böylece, iki grup için olan veri tabanı, pool olarak kullanılamaz ve bu nedenle gruplar için, genel bir teknik etkinlik skorları tahmini için, meta-frontier tahmin tekniğinin kullanılması gerekmektedir.

Gıda ve içecekler alt sektöre yönelik teknik etkinlik tahminleri ve teknoloji açığı oranları (TGR) Tablo 6'da verilmiştir. Bu alt sektörde tahminlenen pool teknik etkinlik skoru gruplar için farklılık göstermektedir. Gruplar arasında teknoloji farklılığının olmadığı kabul edildiğinde, orta ve büyük firmalarda, küçük firmalar grubuna göre ortalama pool etkinlik (0.474) daha yüksek ve standart sapması (0.236) daha düşüktür.

Tablo 6: GİTAS'ta TGR ve TE Skorları

Gruplar/ İstatistik		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Küçük Firmalar	<i>Grup TE</i>	0.021	0.993	0.727	0.473
	<i>TGR</i>	0.007	1.000	0.450	0.440
	<i>MF TE</i>	0.007	0.535	0.191	0.246
	<i>Pool TE</i>	0.014	0.985	0.344	0.453
Orta ve Büyük Firmalar	<i>Grup TE</i>	0.120	0.998	0.486	0.244
	<i>TGR</i>	0.793	1.000	0.904	0.066
	<i>MF TE</i>	0.120	0.869	0.439	0.219
	<i>Pool TE</i>	0.094	0.999	0.474	0.236

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Gruplara göre teknik etkinlik değerlerinin ortalaması incelendiğinde, küçük işletmeler grubunun değeri (0.727) yüksek olduğu halde, orta ve büyük işletmelerin standart sapması (0.244) daha düşüktür.

¹⁹ Bu test istatistiği $LR = -2\{\ln[L(H_0)] - \ln[L(H_1)]\}$ şeklinde tanımlanmaktadır. Burada olan $\ln L(H_0)$ bütün bölgelerin pool veri'lerine ait stokastik frontier tahminin log-likelihood değeri ve $\ln L(H_1)$ gruplara ait log-likelihood değerlerinin toplamı olarak ifade edilmektedir.

Grupların meta-frontiere göre olan ortalama teknik etkinliklerine baktığımızda, beklendiği gibi, grup teknik etkinlik değerlerinin altında oldukları görülmektedir. Ancak burada dikkat edilmese gereken nokta orta ve büyük işletmelerdeki meta-frontier etkinlik değerinin grup etkinlik değerine yakın olmasıdır. Bunun anlamı, bu işletmelerin kullandıkları teknolojiyle endüstrideki toplam çıktının büyük kısmını ürettikleridir. Küçük işletmeler, veri girdi seti ile endüstrideki maksimum toplam çıktının %19'unu üretirken, orta ve büyük işletmeler maksimum çıktının %44'ünü üretmektedirler. Ayrıca meta-frontiere ilişkin etkinlik skorlarındaki standart sapma, orta ve büyük işletmelerde (0.219), küçük işletmelere göre daha düşüktür. Teknoloji açığı oranlarına bakıldığında, orta ve büyük işletmelerde %90 iken, küçük işletmelerde bu oran %45'tir. Bu oranlar ise söz konusu iki grubun, veri girdi seti ve grup teknolojisi altında üretebileceği potansiyel çıktının aynı girdi seti ve meta-teknoloji altında üretebileceği potansiyel çıktının sırası ile %90 ve %45'i kadar olabileceğini işaret etmektedir. Teknoloji açığı oranındaki standart sapma değerleri ele alındığında, yine orta ve büyük işletmelerde bu değer (0.066) daha düşüktür. Ayrıca incelenen tabloda TGR oranlarının maksimum değerinin 1'e eşit olduğu görülmektedir. Bu durum incelenen dönem içerisinde en az bir grup frontierinin meta-frontiere teğet olduğu göstergesi, yöntemin güvenilirliğini ortaya koymaktadır. Yani grup içerisinde en az bir firma kaynak etkindir. Diğer firmaların bu firmanın kaynak kullanımını referans aldığını söylemek mümkündür.

Burada, her iki alt sektörün iki grup (küçük, orta ve büyük) içindeki analiz bulgularını tanımlayan ekonometrik tahminciler (grup Kİ'de TGR 0.450, grup OBİ'de 0.904) ile 3.2.1'de belirtilen betimsel bulgular birlikte değerlendirildiğinde, şu sonuçlar elde edilmiştir; Birincisi betimsel göstergeler (3.2.1) analizinde yer alan ve EK 3 ve EK 4 ile EK 21 bulgular incelendiğinde endüstriyel düzlemde 15 kodlu alt sektörde (gıda ve içecekler) önemli bir gelişme izlenmektedir. Bu gelişmenin ana kaynağı değerlendirildiğinde özellikle büyük işletmeler temelinde (Kerevitas Gıda Sanayi A.Ş.) kısmı bir özsermaye çıkışı (diğer işletmelerdeki sermaye çıkışı EK 21'den izlenebilir) olmakla birlikte, daha ziyade (Banvit Bandırma A.Ş., Kristal Kola ve Meşrubat A.Ş., Mert Gıda A.Ş., Ülker Bisküvi Sanayi A.Ş.) önemli bir sermaye girişi gözlenmektedir. Bu sonuçlar, endüstride sermaye temelli bir genişlemenin

işareti sayılabilir. Ancak endüstride faaliyet gösteren firmaların yıllara göre ağırlıklandırılmış üretim payı incelendiğinde devrevi olarak kısmi artış ve azalışlar dikkat çekmektedir. Bu göstergelere göre alt sektör içinde ağırlıklandırılmış üretim payı değişen önemli bir firmanın olmadığı söylenebilir (EK 29). İkinci temel sonuç ise, yukarıda Tablo 6’da görüldüğü gibi, küçük işletmelerdeki TGR aralığı 0.007-1 üzerinden ortalama 0.450 iken; orta ve büyük işletmelerdeki bu aralık 0.793-1 üzerinden ortalama TGR 0.904’tür. Bu durumda, GİTAS’taki gelişme daha çok endüstriyel genişlemeden ve daha dışa açık (%92.7 EK 4’ten hesaplanan aritmetik ortalama) bir Türkiye ekonomisi koşullarından kaynaklanmaktadır denebilir. Sermaye girişleri ile firmaların endüstri içerisindeki üretim paylarındaki orantısızlık, sermaye girişlerinin daha çok doğrudan yabancı sermaye ortaklığına yönelik yatırımlarından ziyade portföy yatırımları nitelikli olduğu çıkarsaması yapılabilir. Ancak Buradaki yoruma dünya girdi-çıktı fiyatlarındaki değişme süreci dâhil edilmemiştir. Çünkü etkinlik skorları yatay kesit verilerden hesaplanmıştır. Ayrıca alt sektörün ihracat ve ithalat göstergeleri dünya ticaret fiyatlarındaki değişimin kısmi bir göstergesi de sayılabilir.

Özetle yatay kesit düzleminde referans alınan teknoloji açığı göstergesi, özellikle ölçek etkisini ortaya koyacak bir parametre niteliğini taşıdığı için analizin çekirdek hipotezini test edecek bir araçtır. Bu bağlamda bu alt sektör temelinde, *“firmalar arasındaki teknoloji açığı endüstriyel etkinlik farkına yol açmaktadır”* hipotezi doğrulanırken, *“Grup analizine göre büyük ölçekli firmalar, küçük ölçekli firmalara göre daha etkindir”* hipotezi doğrulanmamıştır. Bunda alt sektörde faaliyet gösteren firmalar arasındaki teknoloji olgusunun daha heterojen (küçük işletmelerdeki yönetim etkinsizliği, otomasyon yetersizliği, vb.) olması bir etken olarak değerlendirilebilir.

3.3.2. TKDAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları

Bu alt sektör için İstanbul OSB faaliyet alanından 23 işletme örneği anket yöntemi ile sağlanan veriler çerçevesinde analiz edilmiştir. Buradaki analizlere orta ve büyük ölçekli işletmeler dâhil edilerek (İMKB veri tabanı) analiz genişletilmekte stokastik meta-frontier bulguları ile grup stokastik frontier sonuçları karşılaştırılmaktadır. Ayrıca SFA bulguları ile betimsel göstergeler (3.2.2) ele

alınmış karşılaştırmalı bir yaklaşım sergilenerek bu alt endüstriye yönelik gelişme değerlendirilmiştir.

Bu alt sektöre ilişkin SFA yöntemi ile Translog üretim fonksiyonuna ilişkin katsayıların tahmini Tablo 7’de verilmiştir. Tablo değerlerine baktığımızda emek ve sermaye katsayılarının işaretleri beklendiği gibi pozitif ve yüksek seviyede anlamlıdır. Orta ve büyük işletmelerde emek faktörünün üretim sürecinde daha etkili olduğu görünürken, sermaye faktörü küçük işletmeler grubunda büyük işletmeler göre katkısının daha yüksek olduğu görünmektedir.

Tablo 7: TKDAS’ta SFA Katsayı Tahminleri

Açıklayıcı Değişkenler	Grup Frontierler		Pool Frontier	MF
	Kİ	OBİ		
<i>Sabit</i>	-12.07 ^b (5.54)	-7.8 ^a (0.99)	4.22 (2.17)	0.63
<i>Emek</i>	2.63 ^c (1.45)	3.01 ^a (0.93)	-0.84 (0.84)	0.67
<i>Sermaye</i>	3.16 ^a (1.10)	1.42 ^b (0.61)	1.42 ^a (0.41)	1.47
<i>(Emek)²</i>	0.13 (0.41)	-0.012 (0.77)	-0.023 (-0.19)	-0.09
<i>Emek×Sermaye</i>	-0.22 (0.25)	-0.15 (0.63)	0.14 (0.09)	0.073
<i>(Sermaye)²</i>	-0.095 ^c (0.058)	0.006 ^a (0.15)	-0.073 (0.026)	-0.061
σ^2	18.19 (17.28)	0.94 (0.99)	20.23 (4.22)	-
γ	0.88 ^a (0.16)	0.99 ^c (0.49)	0.98 ^a (0.021)	-
<i>Firma Sayısı</i>	23	20	43	43
<i>Log-Likelihood</i>	-48.55	-14.01	-78.33	-

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Alt sektördeki ölçeğe göre getiriye hesaplamak için ölçek esneklikleri elde edilmiştir. Ancak küçük işletmelerde, emek-emek ve emek-sermaye etkileşim katsayıları anlamsız çıktığından, bu katsayılar ölçek esnekliği hesaplamasında kullanılamaz ve sıfır olarak ele alınır. Buna göre küçük ölçekli işletmelerdeki ölçek esnekliği (4.832), ölçeğe göre artan getiriye ifade etmektedir. Orta ve büyük işletmelerdeki ölçek esnekliği değeri (4.51) bu grupta ölçeğe göre artan getiri

olduğuna işaret etmektedir.²⁰ Alt sektörün genel ölçek esnekliğine baktığımızda, meta-frontier katsayıları alınarak (gruplar arası teknoloji farklılığından) elde edilmektedir. Dolayısıyla bu alt sektörde ölçek etkinliği ($\varepsilon = 1.104$), ölçeğe göre artan getiriye göstermektedir. Gamma parametresine bakıldığında, her iki grup için anlamlı olduğu gruplarda etkinsizlik etkilerinin olduğuna işaret eder.

Pool frontier tahmin sonuçlarına baktığımızda, sermaye ve gamma katsayıları dışında, diğer katsayılar anlamsız çıkmıştır. Pool stokastik frontier, grup frontierlerdeki farklılığı test etmek amacıyla tahmin edilmiştir. Grup frontierlerin aynı olduğu sıfır hipotezi için genelleştirilmiş likelihood ratio test istatistiği $LR = 31.54$ 'tür. 5 serbestlik derecesi ile %1 anlamlılık seviyesi ile ki-kare dağılımına ilişkin tablo değeri 15.086'dır. Tahmin değeri LR istatistiği tablo değeri için, iki grubun kullandıkları teknolojinin aynı olduğu sıfır hipotez reddedilmiştir. Dolayısıyla, bu alt sektöre ilişkin veri tabanı, pool kullanılmaya elverişli değildir ve bu nedenle de gruplar için, meta-frontier tahmin tekniğinin kullanılması gerekmektedir.

Tekstil ve giyim ürünleri alt sektöre ilişkin teknik etkinlik tahminleri ve teknoloji açığı oranları (TGR) Tablo 8'de verilmiştir. Tablo değeri incelendiğinde, tahminlenen ortalama pool teknik etkinlik skorları gruplar için farklılık göstermiştir. Ancak bu değere ilişkin ortalama standart sapma, orta ve büyük işletmelerde (0.168), küçük işletmelere (0.276) kıyasla daha düşüktür. Gruplara ilişkin ortalama teknik etkinlik skorları orta ve büyük işletmelerde (0.566), küçük işletmelere (0.390) göre daha yüksektir ancak ortalama standart sapma küçük işletmelerde (0.161), büyük işletmelere (0.265) göre daha düşüktür.

Alt sektöre ilişkin üretim sürecini bir bütün olarak ele aldığımızda, ortalama meta-frontier etkinlik değeri, ortalama grup teknik etkinlik değeri düşük oldukları görülmektedir. Bu sonuçlar, literatür sonuçları ile paralellik göstermektedir. Meta-frontier ortalama teknik etkinlik skorlarına baktığımızda, orta ve büyük

²⁰ Translog fonksiyonunda ölçek esnekliğin girdilerin miktarına bağlı olduğundan, girdilerin ortalamasında hesaplanmıştır. Hatırlatmak gerekirse, her girdinin çıktıya göre esnekliği $\varepsilon_i = f_i \times \frac{x_i}{y}$ denkleminde hesaplanır. Burada $f_i = (y/x_i) \times [\beta_i + \sum_j \beta_{ij} \times \ln(x_j)]$. Ölçek esneklik işe, bütün girdilerin esnekliklerinin toplamı olarak tanımlanmaktadır.

işletmeler için biraz daha yüksektir (0.384). Ancak ortalama standart sapma küçük işletmelerde daha düşüktür (0.155). Bunun anlamı küçük işletmeler, sektördeki mevcut teknolojiyle, maksimum potansiyel çıktının %34'ünü üretirken orta ve büyük işletmeler %38'ini üretmektedir.

Teknoloji açığı oranlarına baktığımızda, orta ve büyük işletmelere göre küçük işletmelerde daha yüksektir ve ayrıca, buna ilişkin ortalama standart sapma daha düşüktür (0.129). Tablo 8'e bakıldığında TGR küçük işletmelerde 0.881 ve orta ve büyük işletmelerde 0.664'tür. Bu oranlar söz konusu iki grubun, veri girdi seti ve grup teknolojisi altında üretebileceği potansiyel çıktının aynı girdi seti ve meta-teknoloji altında üretebileceği potansiyel çıktının sırası ile %88 ve %37'i kadar olacağına işaret etmektedir. Ayrıca incelenen tablo'da TGR oranlarının maksimum değerinin 1'e eşit olduğu görülmektedir. Bu durum incelenen dönem içerisinde en az bir grup frontierinin meta-frontiere teğet olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 8: TKDAS'ta TGR ve TE Skorları

<i>Gruplar/ İstatistik</i>		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Küçük Firmalar	<i>Grup TE</i>	0.019	0.692	0.390	0.161
	<i>TGR</i>	0.532	1.000	0.881	0.129
	<i>MF TE</i>	0.019	0.608	0.342	0.155
	<i>Pool TE</i>	0.001	0.841	0.335	0.276
Orta ve Büyük Firmalar	<i>Grup TE</i>	0.107	0.999	0.566	0.265
	<i>TGR</i>	0.031	1.000	0.664	0.272
	<i>MF TE</i>	0.038	0.919	0.384	0.240
	<i>Pool TE</i>	0.097	0.637	0.459	0.168

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Bu alt sektördeki iki grup (küçük, orta ve büyük) içindeki ekonometrik tahminciler (Kİ grubunda TGR 0.881, OBİ grubunda TGR 0.664) ile, 3.2.2'de belirtilen betimsel bulgular birlikte değerlendirilip aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir: Bunlardan birincisi 3.2.2 betimsel analizde yer alan EK 3, EK 4 ve EK 22 bulguları incelendiğinde endüstriyel düzlemde 17 ve 18 kodlu alt sektörlerde (Tekstil, Konfeksiyon ve Kürk İşleme) önemli bir gelişme izlenmektedir. Bu gelişmenin ana kaynağı değerlendirildiğinde özellikle büyük işletmeler temelinde (Bisaş Tekstil A.Ş.) özellikle 2009 yılında %230 olmak üzere dönem sonunda önemli bir sermaye çıkışı gözlemlenmektedir. Ayrıca Akın Tekstil A.Ş., Altınyıldız Mensucat A.Ş.'de ise kısmi bir sermaye girişi olmuştur. Bu sonuçlar genelde, alt sektörde belli bir

düzeyde sermaye temelli bir genişlemenin işareti sayılabilir. Ancak burada alt sektördeki sermaye yapısındaki gelişme ile ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişmeler de önem taşımaktadır. Buna göre alt sektördeki ağırlıklandırılmış üretim payları incelendiğinde, gerek sermaye çıkışlı firmalarda gerekse sermaye girişine sahip firmalarda, sermaye girişi (çıkışı) ile ağırlıklandırılmış üretim paylarında kriz dönemini de içine alan (2007-2008) dalgalı bir paralellik (Akın Tekstil A.Ş. ve Altınyıldız Mensucat A.Ş.’de sırasıyla %90.63 ve %34.30 sermaye girişi ile Bisaş tekstil A.Ş.’de %40.75 sermaye çıkışı, ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişmelerle paralel) görülmektedir (EK 30). Diğer temel sonuç ise, Tablo 8’de görüldüğü gibi, küçük işletmelerdeki TGR aralığı 0.532-1 üzerinden ortalama 0.881 iken; orta ve büyük işletmelerdeki bu aralık 0.031-1 üzerinden ortalama TGR 0.664’tür. Bu durumda, TKDAS’taki gelişmenin daha çok dünya piyasa koşullarındaki genişleme ile (ihracattaki artış oranı: %36.3) açıklanabileceğini söylemek mümkündür.

Yine burada yatay kesit düzleminde teknoloji açığı göstergesi ele alındığında, bu gösterge ölçek etkisini ortaya koyacak bir parametre niteliğini taşıdığı için analizin çekirdek hipotezini test edecek bir araç olarak değerlendirilebilir. Bu bağlamda bu alt sektör temelinde, “*Grup analizine göre büyük ölçekli firmalar, küçük ölçekli firmalara göre daha etkindir*” ve “*firmalar arasındaki teknoloji açığı endüstriyel etkinlik farkına yol açmaktadır*” hipotezlerinin doğrulandığı görülmektedir.

3.3.3. AKYAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları

Çalışmaya konu olan İstanbul OSB faaliyet alanından 4 işletme örneği anket yöntemi ile sağlanan veriler çerçevesinde analiz edilmekte; yöntemde belirtildiği gibi bu analizlere İMKB veri tabanı kullanılarak orta ve büyük ölçekli işletmeler dâhil edilerek analiz genişletilmekte stokastik meta-frontier bulguları ile grup stokastik frontier sonuçları oldukça sınırlı bir işletme sayısı üzerinden karşılaştırılmaktadır. Ayrıca SFA bulguları ile betimsel göstergeler (3.2.3) ele alınmış karşılaştırmalı bir yaklaşım sergilenerek bu alt sektöre yönelik kısmi gelişme değerlendirilmiştir.

Bu alt sektöre ilişkin SFA yöntemi kullanarak Cobb-Douglas²¹ sınır üretim fonksiyonu tahmin değerleri Tablo 9’da verilmiştir. Tablo değerlerine baktığımızda küçük işletmelerde değerlerin tamamı anlamlıdır. Bu gruba ilişkin katsayıların işaretleri sermaye katsayısı dışında beklentilerle uyumludur. Sermaye işaretinin negatif olması durumu Translog üretim fonksiyonunun geçerli olması koşulu ile yorumlanabilirdi (Mohammed ve Alorvor, 2004: 41). Bu bağlamda Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna bağlı olarak bu alt sektörde, özellikle küçük işletmelerde aşırı sermayenin bulunduğunu söylemek mümkün değildir. Orta ve büyük işletmelerde serbestlik derecesi yetmediğinden, işletmelerin katsayılarının güvenilirliğine bakmak imkânı bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu alt sektördeki tahminciler yorumlanmamıştır.

Tablo 9: AKYAS’ta SFA Katsayı Tahmincileri

Açıklayıcı Değişkenler	Grup Frontierler		Pool Frontier	MF
	Kİ	OBİ		
<i>Sabit</i>	12.14 ^b (1.42)	15.96 (16.99)	5.73 ^a (0.91)	6.05
<i>Emek</i>	2.98 ^b (0.40)	1.04 (1.29)	1.31 ^a (0.23)	1.13
<i>Sermaye</i>	-0.81 ^c (0.16)	-0.34 (1.55)	0.21 ^c (0.11)	0.26
σ^2	0.77 (0.97)	0.08 (0.33)	1.73 ^a (0.50)	-
γ	0.99 ^a (0.00007)	0.99 (0.05)	0.99 ^a (0.0004)	-
<i>Firma Sayısı</i>	4	4	8	8
<i>Log-Likelihood</i>	-2.09	3.75	-7.04	-

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Pool frontier tahmin sonuçlarına baktığımızda, bütün katsayılar anlamlıdır. Bu alt sektörde ölçeğe göre artan getiri varsayımı geçerlidir. Pool stokastik frontier, grup frontierlerde farklılığı test etmek amacıyla tahmin edilmiştir. Araştırmanın amacı açısından yukarıda meta-frontier analizine yer verilmiş; genelleştirilmiş likelihood ratio test istatistiği LR = 17.4 bulunmuştur. 3 serbestlik derecesi ile %1 anlamlılık seviyesi ile ki-kare dağılımına ilişkin tablo değeri 11.345’tir. Ancak bu

²¹ Her grupta dört firma yer aldığından dolayı, Translog üretim fonksiyonu tahmininde serbestlik derecesi problemi yaşanmış ve bu nedenle Cobb-Douglas fonksiyonu ele alınmıştır.

modelin sonucu grup frontierin geçersizliğinden dolayı yorumlanmamıştır. Ayrıca küçük işletmeler modelini esas alan Gamma katsayısının anlamlı çıkması, bu alt sektörü (bir bütün olarak) etkinsiz kılmaktadır. Alt sektöre ilişkin grup frontierlerin katsayıları anlamsız çıktığından, meta-frontier tahmincileri yorumlanamaz. Ancak, bu alt sektöre yönelik bilgi açısından grup teknik etkinlik ve pool teknik etkinlik skorları²² Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10: AKYAS’ta Grup ve Pool TE Skorları

Gruplar/ İstatistik		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Kİ	<i>Grup TE</i>	0.227	0.997	0.672	0.388
	<i>Pool TE</i>	0.086	0.913	0.486	0.365
OBİ	<i>Grup TE</i>	0.674	0.987	0.884	0.146
	<i>Pool TE</i>	0.175	0.999	0.687	0.385

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Buradaki genişletilmiş pool tahmincileri (küçük, orta ve büyük) 3.2.3’te betimsel bulgular birlikte değerlendirildiğinde, bu sonuçlar elde edilmektedir; Birincisi betimsel göstergeler analizinde yer alan ve EK 3, EK 4 ve EK 23 bulgular incelendiğinde endüstriyel düzlemde bu alt sektörde önemli bir gelişme izlenmemektedir. Bu durum değerlendirildiğinde ciddi bir sermaye girişi olmamakla birlikte, (Viking Kağıt A.Ş., Hürriyet Gazetecilik A.Ş.) kısmi bir sermaye çıkışı gözlemlenmektedir. Bu sonuçlar, alt sektörde sermaye temelli bir genişlemenin olmadığını göstermiştir. Ancak alt sektördeki sermaye çıkışları ile ağırlıklandırılmış üretimdeki gelişmeler incelendiğinde, Hürriyet Gazetecilik A.Ş. ve Viking Kağıt A.Ş. firmalarındaki sırasıyla % 15.76 ve % 34.49’luk sermaye çıkışları, bu alt sektördeki ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişmelerle tam bir paralellik arz etmektedir (EK 31).

Özetle yatay kesit düzleminde referans alınan teknoloji açığı oranları, özellikle ölçek etkisini ortaya koyacak bir parametreye erişilememiştir. Bu bağlamda bu alt sektör temelinde, araştırmanın amacına yönelik hipotezler test edilmemiştir.

²² Burada pool etkinlik skorlarından, TGR oranlarını elde etmek mümkündür. Ancak grup frontierlerin katsayıları anlamsız çıktığı için, bu gruplara ilişkin teknik etkinlik skorları da güvenilir değildir. Dolayısıyla TGR skorları elde edilirse, güvenilir olmamaktadırlar. Bu nedenle tabloda sadece pool teknik etkinlik skorları ile yetinilmiştir.

3.3.4. PKPAS'a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları

Bu alt sektörde 42 firma örneği İstanbul OSB faaliyet alanından elde edilen anket verilerinden analiz edilmiştir. Analze İMKB veri tabanından elde edilen orta ve büyük işletmeler verileri dâhil edilerek genişletilmiştir. Burada yine SFA analizinden elde edilen sonuçlar betimsel bulgularla (3.2.4) birlikte değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır.

SFA yöntemi ele alınarak bu sektöre ilişkin Translog üretim sınır fonksiyonlarının tahmin değerleri Tablo 11'de verilmiştir. Küçük işletmeler grubunda emek ve sermaye parametreleri anlamlıyken, sermayenin katsayısı negatif çıkmıştır. Gruplardaki emek ve sermayenin katsayılarına dikkat edildiğinde, orta ve büyük işletmelerde, küçük işletmelere göre girdi katsayıları daha etkili olup üretim esneklikleri daha yüksektir.

Alt sektördeki her grup için ölçek esneklikleri hesaplandığında, hem küçük işletmeler grubunda ölçeğe göre artan getiri ($\varepsilon = 1.786$) hem de orta ve büyük işletmelerde ölçeğe göre artan getiri ($\varepsilon = 16.22$) sonucu ortaya çıkmaktadır. Alt sektörün her iki grubunu birlikte değerlendirdiğimizde ve meta-frontier katsayıları ele alındığında, 0.611 ölçek esnekliği, ölçeğe göre azalan getiriye işaret etmektedir.

Gamma parametresi katsayısına baktığımızda, her iki grup için, anlamlı ve pozitif çıkmıştır. Gamma'nın pozitif olması, bu modelde etkinsizliğin olduğu anlamına gelmektedir. Orta ve büyük işletmeler grubundaki katsayılar değerlendirildiğinde emek katsayısı pozitif ve oldukça yüksek buna karşılık sermaye katsayısı beklentilerle uyumlu değildir. Burada da sermaye fazlalığı dikkat çekmektedir. Nitekim küçük işletmelerle birlikte bu işletmelerde de sermaye fazlalığı Translog modeldeki emek-sermaye etkileşim tahmincisinin işaretinden anlaşılmaktadır (Mohammed ve Alorvor, 2004: 41).

Pool frontier tahmin sonuçlarına baktığımızda, sabit, varyans ve gamma parametreleri dışında, katsayıların tamamı anlamsızdır. Pool stokastik frontier, grup frontierlerdeki teknolojik farklılığı test etmek amacıyla tahmin edilmiştir. Grup frontierlerin aynı olduğu sıfır hipotezi için genelleştirilmiş likelihood ratio test istatistiği $LR = 43.36$ 'dır. 5 serbestlik derecesi, %1 anlamlılık seviyesi ile ki-kare dağılımına ilişkin tablo değeri ise 15.086'dır. İki grubun üretim sürecinde

kullandıkları teknolojinin aynı olduğu sıfır hipotez reddedilmiştir. Böylece, iki grubun veri tabanı, pool analizi için yetersizdir. Dolayısıyla gruplar için genel bir teknik etkinlik skorları tahminine yönelik, meta-frontier tahmin tekniğinin kullanılması gerekmektedir.

Tablo 11: PKPAS'ta SFA Katsayı Tahmincileri

Açıklayıcı Değişkenler	Grup Frontierler		Pool Frontier	MF
	<i>Kİ</i>	<i>OBİ</i>		
<i>Sabit</i>	7.77 ^a (2.82)	75.94 ^a (0.84)	9.60 ^a (0.98)	7.73
<i>Emek</i>	1.79 ^c (1.37)	12.26 ^a (1.12)	0.54 (0.89)	0.85
<i>Sermaye</i>	-0.004 ^a (0.49)	-12.83 ^a (0.45)	-0.34 (0.35)	0.11
<i>(Emek)²</i>	-0.22 (0.38)	0.16 ^c (0.10)	0.31 (0.14)	0.14
<i>Emek×Sermaye</i>	-0.099 (0.24)	-0.85 ^a 0.13	-0.033 (0.16)	-0.074
<i>(Sermaye)²</i>	0.031 (0.037)	0.58 ^a (0.025)	0.047 (0.039)	0.024
σ^2	9.90 ^c (6.94)	0.39 ^a (0.075)	7.31 ^c (3.88)	-
γ	0.84 ^a (0.14)	0.99 ^a (0.007)	0.85 ^a (0.12)	-
<i>Firma Sayısı</i>	42	27	69	69
<i>Log-Likelihood</i>	-78.56	-17.43	-117.67	-

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Bu alt sektöre ilişkin teknik etkinlikler, meta-frontier teknik etkinlik değerleri ve teknoloji açığı oranları Tablo 12'de verilmiştir. Gruplar arasındaki ortalama pool teknik etkinlik değerlerine baktığımızda, orta ve büyük işletmelerin değeri (0.553), küçük işletmelerdeki (0.485) değerden daha yüksek ve ayrıca standart sapmaları (0.081) da daha düşüktür. Gruplar içindeki ortalama teknik etkinlik değerlerine bakıldığında, orta ve büyük işletmelerin teknik etkinlik değeri (0.492) küçük işletmelere (0.470) göre biraz daha yüksektir. Ancak, küçük işletmelerdeki grup teknik etkinlik değerlerine ilişkin standart sapma (0.153), orta ve büyük işletmelere (0.228) göre daha düşüktür.

Tablo 12: PKPAS'ta TGR ve MF Skorları

<i>Gruplar/ İstatistik</i>		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Küçük Firmalar	<i>Grup TE</i>	0.023	0.760	0.470	0.153
	<i>TGR</i>	0.079	1.000	0.674	0.282
	<i>MF TE</i>	0.020	0.659	0.316	0.171
	<i>Pool TE</i>	0.019	0.812	0.485	0.183
Orta ve Büyük Firmalar	<i>Grup TE</i>	0.140	1.000	0.492	0.228
	<i>TGR</i>	0.029	1.000	0.368	0.277
	<i>MF TE</i>	0.015	0.889	0.189	0.198
	<i>Pool TE</i>	0.359	0.736	0.553	0.081

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Kimya ve petrol ürünleri alt sektördeki meta-frontier değerleri ele alındığında, bu değerlerin beklendiği gibi, grup teknik etkinlik değerlerinden düşük oldukları görülmektedir. Burada meta-frontier teknik etkinlik değeri küçük işletmeler için 0.316 iken, bu, orta ve büyük firmalar için 0.189'dur. Bunun anlamı, mevcut teknoloji seviyesinde küçük işletmeler, maksimum çıktı seviyesinin %32'sini üretirken, orta ve büyük işletmeler aynı teknoloji ile maksimum çıktının sadece %19'unu üretmektedirler. Meta-frontier teknik etkinlik seviyelerine ilişkin ortalama standart sapmaya bakıldığında küçük işletmelerde (0.171) daha düşüktür.

Bu alt sektörde teknoloji açığı oranlarına bakıldığında, küçük işletmelerin ortalama teknoloji açığı oranı (0.674), orta ve büyük işletmelerinkine göre (0.368) daha yüksektir. Bu oranlar ise söz konusu iki grubun, veri girdi seti ve grup teknolojisi altında üretebileceği potansiyel çıktının aynı girdi seti ve meta-teknoloji altında üretebileceği potansiyel çıktının sırası ile %67 ve %37 olacağına işaret etmektedir. Ayrıca incelenen tabloda, TGR oranlarının maksimum değerinin 1'e eşit olduğu görülmektedir. Bu durum incelenen dönem içerisinde en az bir grup frontierinin meta-frontiere teğet olduğu anlamına gelmektedir.

Bu alt sektörde de iki grup (küçük, orta ve büyük) içindeki SFA analiz sonuçları (Kİ'de TGR 0.674, OBİ'de 0.368) ile 3.2.4'te belirtilen betimsel bulgular birlikte ele alınmıştır. Betimsel göstergeler analizinde yer alan ve EK 3, EK 4 ile EK 24 bulgular incelendiğinde ise endüstriyel düzlemde 24 ve 25 kodlu alt sektörlerde (Kimyasal Madde ve Ürünleri, Plastik ve Kauçuk Ürünleri) önemli bir gelişme izlenmektedir. Bu gelişmenin ana kaynağına baktığımızda Eminiş Ambalaj A.Ş., Petrol Ofisi A.Ş.'de kısmi bir sermaye çıkışı görünmektedir. Bununla birlikte Bağfaş

Bandırma Gübre A.Ş., Dentaş Ambalaj Sanayi A.Ş., Ege Gübre Sanayi A.Ş., Gübre Fabrikaları A.Ş., Omluksa Ambalaj A.Ş. firmalarında ise önemli bir sermaye girişi söz konusudur. Bu sonuçlar, endüstride sermaye temelli bir genişlemenin işareti sayılabilir. Ancak buradaki sermaye girişi ile alt sektördeki firmaların ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişmeler de önemlidir. Buna göre Bagfaş Bandırma A.Ş., Dentaş Ambalaj A.Ş., Gübre Fabrikaları A.Ş., Omluksa Ambalaj A.Ş.’nin sermaye girişi (sırasıyla %33.81, %27.94, %20.31, %40.92, %19.67) ile ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişmeler tam bir paralellik arz ederken, Eminiş Ambalaj A.Ş. ile Petrol Ofisi A.Ş.’nin sermaye çıkışı ile bu firmalarla ilgili ağırlıklandırılmış üretim payındaki gelişmeler giriş ve çıkışlarla ilgili olarak orantılı bir paralellik görülmemekle birlikte 2010 yılındaki çıkışlar ağırlıklandırılmış üretim payını da önemli ölçüde etkilemiştir (EK 32). İlgili firmalar üzerinden değerlendirilecek bu sonuç sermaye girişlerinin fiziki kapasite yaratmaya yönelik olmadığını gösterir.

Buradaki analizin ikinci sonucu ise, Tablo 12’den hareketle, küçük işletmelerdeki TGR aralığı 0.079-1 üzerinden ortalama 0.674 iken; orta ve büyük işletmelerdeki bu aralık 0.029-1 üzerinden ortalama TGR 0.368’dir. Bu durum değerlendirildiğinde, PKPAS’taki gelişme daha çok endüstriyel fiziki genişlemeden değil ve daha dışa açık (ihracattaki artış oranı: %187.7) bir Türkiye ekonomisi ve dünya koşullarına bağlı olarak açıklanabilir.

Özetle, yukarıdaki endüstriyel betimsel bulguların yanı sıra ölçek etkisini ortaya koyan, yatay kesit düzleminde teknoloji açığı oranları da araştırmanın temel hipotezlerini test etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu bağlamda bu alt sektör temelinde, “*Grup analizine göre büyük ölçekli firmalar, küçük ölçekli firmalara göre kısmen daha etkindir*” ve “*firmalar arasındaki teknoloji açığı endüstriyel etkinlik farkına önemli ölçüde yol açmamaktadır*” . Dolayısıyla bu alt sektörde araştırmanın temel hipotezini ihtiyatla yorumlamak gerekir.

3.3.5. MÜAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları

Bu alt sektörde saha verilerinden elde edilen 8 küçük firma örneği ile birlikte, yine İMKB’den elde edilen orta ve büyük işletmeler verileri SFA yöntemi kullanarak

analize dâhil edilmiş ve elde edilen sonuçlar, betimsel bulgularla (3.2.5) birlikte karşılaştırılıp değerlendirilmiştir.

Bu alt sektöre ilişkin stokastik sınır fonksiyonu ve ilgili katsayıları, bir Translog üretim fonksiyonundan hareketle Tablo 13'te verilmiştir. Tabloya dikkat ettiğimizde, küçük işletmeler için elde edilen katsayılar anlamlı çıkarken orta ve büyük işletmelerde girdiler arası etkileşim katsayıları anlamsız çıkmıştır. Mineral ürünleri alt sektörüne bakıldığında sermaye katsayısının işareti hem küçük hem de orta ve büyük işletmelerde negatiftir. Bunun anlamı daha öncede söylediğimiz gibi, Translog üretim fonksiyonunu referans alarak ve emek-sermaye etkileşim katsayısına bakarak bu alt sektörde aşırı sermayenin olmasıdır. Buradaki analizlerin alt yapısı sermaye fazlalığının nedenleri üzerine önemli bir tartışma yapmamızı gerektirmektedir. Aşağıdaki analiz bütünlüğüne bağlı olarak bu tartışmaya yer verilecektir.

Alt sektördeki gruplara göre ölçek esnekliklerine bakıldığında, küçük işletmelerde ölçeğe göre artan getiri (1.446) geçerlidir. Diğer taraftan, orta ve büyük işletmelerdeki ölçek esnekliği hesaplandığında ($\varepsilon = 1.67$), artan getirinin olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Alt sektör bir bütün olarak değerlendirilip, iki grup arasındaki teknoloji farkı dikkate alındığında, pool katsayıların yerine meta-frontier katsayıları kullanılacaktır. Buna göre elde edilen $\varepsilon = 1.426$, ölçeğe göre artan getirinin alt sektörün bütünü için geçerli olduğunu gösterir. Gamma parametresinin işaretinin pozitif olması ve anlamlı çıkması bu sektörde her iki grup için etkinsizliği işaret eder.

Pool frontier tahmin sonuçlarına baktığımızda, emek-sermaye etkileşim parametresi dışında, katsayılar anlamlı çıkmaktadır. Burada yine pool stokastik frontier, grup frontierlerde farklılığın olup olmadığını test etmek amacıyla tahmin edilmiştir. Grup frontierlerin aynı olduğu sıfır hipotezi için genelleştirilmiş likelihood ratio test istatistiği $LR = 35.62$ 'dir. 5 serbestlik derecesi, %1 anlamlılık seviyesi ile ki-kare dağılımına ilişkin tablo değeri 15.086 çıkmıştır. Dolayısıyla sıfır hipotezi reddedilmiştir. İki grubun veri tabanı pool analize uygun değildir ve dolayısıyla Meta-frontier tahmin tekniğinin kullanılmasını gerektirmektedir.

Tablo 13: MÜAS'ta SFA Katsayı Tahmincileri

Açıklayıcı Değişkenler	Grup Frontierler		Pool Frontier	MF
	Kİ	OBİ		
<i>Sabit</i>	42.89 ^a (0.98)	22.65 ^a (0.99)	16.67 ^a (0.94)	24.00
<i>Emek</i>	3.71 ^b (0.96)	4.56 ^a (0.94)	1.59 ^b (0.65)	4.72
<i>Sermaye</i>	-6.91 ^a (0.42)	-2.89 ^a (0.51)	-1.12 ^a (0.27)	-3.12
<i>(Emek)²</i>	-1.64 ^a (0.21)	-0.26 (0.78)	-0.58 ^a (0.21)	-0.35
<i>Emek×Sermaye</i>	0.43 ^b (0.14)	-0.06 (0.61)	0.37 ^c (0.18)	-0.0006
<i>(Sermaye)²</i>	0.27 ^a (0.025)	0.11 (0.12)	-0.02 (0.04)	0.11
σ^2	2.20 ^b (0.89)	0.21 (0.71)	2.92 ^a (0.50)	-
γ	0.99 ^a (0.000001)	0.99 ^c (0.71)	0.99 ^a (0.000003)	-
<i>Firma Sayısı</i>	8	17	25	25
<i>Log-Likelihood</i>	-7.17	-2.51	-27.49	-

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Mineral ürünleri alt sektöre ilişkin meta-frontier etkinlik skorları, grup teknik etkinlik skorları ve teknoloji açığı oranları Tablo 14'te verilmiştir. İki grubun teknolojilerinin aynı olduğunu kabul ettiğimizde, ortalama pool teknik etkinlik değerinin yüksek olduğu grup, orta ve büyük işletmelerdir (0.650) ve ayrıca bu grubun ortalama standart sapması da küçük işletmeler grubuna göre daha düşüktür. Grup teknik etkinlik skorları ele alındığında, beklendiği gibi, orta ve büyük işletmelerin ortalama teknik etkinliği küçük işletmeler göre daha yüksek ve ayrıca buna ilişkin ortalama standart sapması da daha düşüktür. Tablo değerlerine dikkat edildiğinde küçük işletmelerde en büyük etkinlik değeri 1 iken, orta ve büyük işletmelerde 1'den düşüktür.

Grupların kullandıkları teknolojilerin farklı olduğu kabul edildiğinde, meta-frontier teknik etkinlik skorları ele alınacaktır. Bu değerlere baktığımızda, her iki gruba ilişkin ortalama değer literatürle paralel bir şekilde grup frontier teknik etkinlik skorlarının altındadır. Ortalama meta-frontier teknik etkinlik orta ve büyük işletmelerde, küçük işletmelere göre daha yüksek ve buna ait ortalama standart

sapma daha düşüktür. Ortalama meta-frontier teknik etkinlik değeri orta ve büyük işletmelerde 0.682 iken, küçük işletmelerde 0.295'tir. Bunun anlamı, mevcut teknoloji seviyesinde orta ve büyük işletmeler, maksimum çıktı seviyesinin %68'ini üretirken, küçük işletmeler aynı teknoloji ile maksimum çıktının sadece %29'unu üretmektedirler.

Tablo 14: MÜAS'ta TGR ve TE Skorları

Gruplar/ İstatistik		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Küçük Firmalar	<i>Grup TE</i>	0.040	1.000	0.694	0.445
	<i>TGR</i>	0.017	1.000	0.400	0.423
	<i>MF TE</i>	0.002	1.000	0.295	0.345
	<i>Pool TE</i>	0.004	0.869	0.344	0.348
Orta ve Büyük Firmalar	<i>Grup TE</i>	0.273	0.997	0.715	0.224
	<i>TGR</i>	0.919	1.000	0.954	0.032
	<i>MF TE</i>	0.271	0.995	0.682	0.214
	<i>Pool TE</i>	0.258	0.999	0.650	0.214

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Mineral ürünleri alt sektöre ilişkin teknoloji açığı oranları ele alındığında, orta ve büyü işletmeler küçük işletmelere göre daha yüksek orana sahip oldukları görülmektedir. Bu oran, orta ve büyük işletmelerde 0.954 iken, küçük işletmelerde 0.400'dür. Bu oranlar, söz konusu iki grubun veri girdi seti ve grup teknolojisi altında üretebileceği potansiyel çıktının aynı girdi seti ve meta-teknoloji altında üretebileceği potansiyel çıktının sırası ile %95 ve %40'ıdır. Ayrıca incelenen tabloda, TGR oranlarının maksimum değerinin 1'e eşit olduğu görülmektedir. Bu durum incelenen dönem içerisinde en az bir grup frontierinin meta-frontiere teğet olduğu anlamına gelmektedir.

Bu alt sektörde, stokastik frontier bulguları ile 3.2.5'te belirtilen betimsel bulgular birlikte ele alındığında, şu sonuçlara ulaşılmıştır; Birincisi betimsel göstergeler analizinde yer alan EK 3, EK 4 ile EK 25 bulgular incelendiğinde bu alt sektörde (Mineral Ürünler) kısmi bir gelişme izlenmektedir. Bu gelişmenin esas kaynağı değerlendirildiğinde çok ciddi bir sermaye çıkışı olmamakla birlikte, Lafarge Aslan Çimento A.Ş., Anadolu Cam Sanayi A.Ş.'de (büyük işletmeler temelinde) önemli bir sermaye girişi görülmektedir. Dolayısıyla bu alt sektördeki sermaye temelli genişlemeyi her bir firma örneğinden hareketle açıklamak

gerekmektedir. Nitekim alt sektördeki sermaye yapısındaki gelişme ile firmaların ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişmeler de dikkate alındığında Lafargo Çimento A.Ş.’nin %60.60’lık sermaye girişi, bu firmaya ilişkin ağırlıklandırılmış üretim payı ile tam bir paralellik arz ederken, Anadolu Cam A.Ş.’nin %21.95’lik sermaye girişi ile ağırlıklandırılmış üretim payındaki gelişme ile kısmi bir paralelliği olduğu görülmektedir (diğer firmalarda aynı şekilde EK 33’te verilen tablodan izlenilebilir).

İkinci önemli sonuç ise, Tablo 14’te görüldüğü gibi, küçük işletmelerdeki TGR aralığı 0.017-1 üzerinden ortalama 0.400 iken; orta ve büyük işletmelerdeki bu aralık 0.919-1 üzerinden ortalama TGR 0.954’tür. Burada gruplar arasındaki teknoloji açığı endüstriyel genişleme ile birlikte değerlendirilirse, teknoloji açığı veri iken Trakya Cam A.Ş. ve Anadolu Cam A.Ş. hariç, endüstriyel genişleme fiziki üretim kapasitesindeki genişlemeden ziyade daha dışa açık (ihracattaki artış oranı: %148.7) bir Türkiye ekonomisi koşullarından kaynaklanmaktadır denebilir.

Yukarıdaki sermaye girişlerine bağlı olarak endüstriyel firmaların üretim içerisindeki paylarının önemli ölçüde artmaması ve ya sermaye çıkışlarının üretim paylarını önemli ölçüde düşürmemesi, özellikle sermaye girişlerinin kullanım biçimi üzerinde bir soru işareti yaratmaktadır. Kanaatimize göre, stokastik üretim fonksiyonları bir bütün olarak anlamlı iken, özellikle sermaye tahmincisinin/katsayısının hem küçük işletmeler hem orta ve büyük işletmeler hem de meta-stokastik frontier düzleminde negatif bulunması, ayrıca emek-sermaye etkileşim tahmincisinin işaretinin negatif olması, sermaye girişlerinin muhtemelen arbitraj (şirket üzerinden sağlanan sermayenin, sermaye piyasası içerisinde değerlendirilmiş olma ihtimali) amaçlı kullanıldığını gösterir. Nitekim bu alt sektörde yer alan bazı firmaların araştırma dönemi (2006-2010) içindeki faaliyet dışı gelirlerinin faaliyet içi gelirlere oranı dikkate alınırsa, bu oranların Dünya/Türkiye ekonomisindeki daralma ve genişlemeye bağlı olarak %3 - %10 oranlarında değişmesi, bir anlamda piyasalar arası “faiz arbitrajı”ndan da yararlanma olarak değerlendirilebilir.

Burada yine yatay kesit düzleminde teknoloji açığı oranları, uygulamanın hipotezlerini test etmek amacıyla ve özellikle ölçek etkisini ortaya koymak için, ele alınmıştır. Bu bağlamda bu alt sektör temelinde, “*Grup analizine göre büyük ölçekli*

firmalar, küçük ölçekli firmalara göre daha etkindir” ve “firmalar arasındaki teknoloji açığı endüstriyel etkinlik farkına yol açmaktadır” hipotezleri ilgili yatay kesit döneminin referansları altında doğrulanmaktadır.

3.3.6. AMSAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları

Araştırmaya konu olan İstanbul OSB faaliyet alanından 41 işletme örneği anket verileri çerçevesinde analiz edilmiştir. Bu analize orta ve büyük ölçekli işletmeler dâhil edilerek (İMKB veri tabanı) analiz genişletilmekte stokastik meta-frontier bulguları ile grup stokastik frontier sonuçları karşılaştırılmaktadır.

Ana metal sanayi alt sektöründe SFA yöntemi kullanılarak Cobb-Douglas sınır fonksiyonu parametre katsayıları Tablo 15’te verilmiştir. Tablodaki katsayılara baktığımızda, küçük işletmeler grubundaki bütün katsayılar pozitif ve anlamlı iken orta ve büyük işletmelerde sermaye parametresinin katsayısı pozitif ve anlamsızdır. Her iki grupta emeğin üretimdeki katkısı sermayeden daha fazladır.

Tablo 15: AMSAS’ta SFA Katsayı Tahmincileri

Açıklayıcı Değişkenler	Grup Frontierler		Pool Frontier	MF
	Kİ	OBİ		
<i>Sabit</i>	6.39 ^a (1.27)	8.86 ^a (1.99)	6.68 ^a (0.73)	6.30
<i>Emek</i>	0.88 ^a (0.27)	1.07 ^b (0.58)	0.87 ^a (0.18)	1.02
<i>Sermaye</i>	0.39 ^a (0.14)	0.14 (0.30)	0.36 ^a (0.11)	0.39
σ^2	16.78 ^c (12.99)	13.64 (13.85)	15.62 ^c (9.38)	-
γ	0.96 ^a (0.04)	0.97 ^a (0.04)	0.96 ^a (0.03)	-
<i>Firma Sayısı</i>	38	12	50	50
<i>Log-Likelihood</i>	-68.94	-19.42	-88.84	-

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Ölçek esneklikleri hem küçük ve hem orta ve büyük işletmelerde ölçeğe göre artan getiri olduğunu göstermektedir. Küçük işletmelerde ölçek esnekliği 1.28 iken,

orta ve büyük işletmelerde 1.21'dir. Pool frontier katsayıları²³ ele alınarak, sektörün bir bütün olarak ölçek esnekliğine baktığımızda, ölçeğe göre artan getiri ($\varepsilon = 1.23$) görülmektedir. Gamma, parametresi katsayısı, hem küçük işletmeler grubunda hem orta ve büyük işletmelerde pozitif ve anlamlı olduğu için, gruplarda etkinsizliğin olduğunu işaret eder.

Pool frontier tahmin sonuçlarına baktığımızda, bütün katsayılar anlamlı çıkmıştır. Diğer alt sektörlerde olduğu gibi, bu alt sektörde de pool stokastik frontier, grup frontierlerde farklılığı test etmek amacıyla ele alınmıştır. Ancak grup frontierlerin aynı olduğu sıfır hipotezi için genelleştirilmiş likelihood ratio test istatistiği LR = 0.96 çıkmıştır. 3 serbestlik derecesi, %1 anlamlılık seviyesi ile ki-kare dağılımına ilişkin tablo değeri 11.345'tir. LR istatistiğine göre iki grubun üretim sürecinde kullandıkları teknolojinin aynı olduğu sıfır hipotez reddedilememiştir. Bu durum, diğer alt sektörlerden farklı bir durum doğurmaktadır. Nitekim iki grubun veri tabanı, pool analizi için kullanılmaya elverişlidir. Gruplar için, genel bir teknik etkinlik skorları tahmini için, meta-frontier tahmin tekniğinin kullanılmasını gereksiz kılmaktadır. Buna göre grup teknik etkinlik ve pool teknik etkinlik skorları Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16: AMSAS'ta Grup ve Pool TE Skorları

Gruplar/ İstatistik		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Küçük işletmeler	<i>Grup TE</i>	0.006	0.770	0.392	0.217
	<i>Pool TE</i>	0.005	0.781	0.396	0.224
Orta ve büyük işletmeler	<i>Grup TE</i>	0.007	0.789	0.443	0.221
	<i>Pool TE</i>	0.015	0.722	0.425	0.211

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Teknik etkinlik değerleri grup içinde ele alındığında, orta ve büyük işletmelerdeki değer (0.443) küçük işletmelerin ortalama değerine göre (0.392) daha

²³ LR test sonucu, bu sektördeki gruplar arasında teknoloji farklılığı olmadığını ve dolayısıyla grupları bir bütün olarak pool veri şeklinde ele alındığını ortaya koymaktadır.

yüksektir. Diğer taraftan küçük işletmelerin teknik etkinlikleri ile ilgili ortalama standart sapması (0.217), orta ve büyük işletmelerinkine (0.221) göre biraz daha düşüktür. Ortalama pool teknik etkinlik değerleri incelendiğinde, orta ve büyük işletmelerin değeri (0.425) küçük işletmeler grubundaki ortalama değere (0.396) göre biraz daha yüksek ve ayrıca buna ilişkin ortalama standart sapma biraz daha düşüktür.

Bu alt sektördeki her iki grup (küçük, orta ve büyük) içindeki ekonometrik tahminciler ile 3.2.6’da belirtilen betimsel bulgular birlikte incelenmiş ve bu sonuçlar elde edilmiştir; İlk olarak betimsel göstergeler analizinde yer alan ve EK 3, EK 4 ile EK 26 ele alındığında bu alt sektör daha durağan bir seyir izlemektedir. Alt sektördeki bu durum değerlendirildiğinde, Burçelik Vana A.Ş. hariç çok ciddi bir sermaye çıkışı ve ya önemli bir sermaye girişi görülmemektedir. Dolayısıyla bu alt sektörde sermaye temelli bir genişlemenin olmadığını söylemek mümkündür. Ancak alt sektöre yönelik ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişme (EK 34) de sermaye yapısındaki gelişmenin yanında değerlendirildiğinde, büyük işletmeler temelinde endüstriyel üretimin yaklaşık %40.45’ine sahip Ereğli Demir A.Ş.’nin %13’lük sermaye girişi bu firmanın ağırlandırılmış üretim payında önemli bir etki yaratmamaktadır. İkinci temel sonuç ise, bu alt sektördeki gruplar arasında teknolojik farklılığının anlamlı olmamasıdır.

Kısaca yatay kesit düzleminde ele alınan teknoloji açığı oranları, özellikle ölçek etkisini ortaya koyacak bir parametre niteliğini taşımaktadır. Bu bağlamda bu alt sektör temelinde, *“Grup analizine göre büyük ölçekli firmalar, küçük ölçekli firmalara göre daha etkindir”* hipotezi doğrulanırken, *“firmalar arasındaki teknoloji açığı endüstriyel etkinlik farkına yol açmaktadır”* hipotezi doğrulanmamıştır.

3.3.7. MEMTAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları

Burada araştırmaya konu olan İstanbul OSB faaliyet alanından 104 işletme örneği anket yöntemi ile sağlanan veriler çerçevesinde analiz edilmekte; yöntemde belirtildiği gibi bu analizlere orta ve büyük ölçekli işletmeler dâhil edilerek (İMKB veri tabanı) analiz genişletilmekte ve stokastik meta-frontier bulguları ile grup stokastik frontier sonuçları karşılaştırılmaktadır. Ayrıca SFA bulguları ile betimsel

göstergeler (3.2.7) ele alınmış olup karşılaştırmalı bir yaklaşım sergilenerek bu alt endüstriye yönelik gelişme değerlendirilmiştir.

Bu alt sektöre ilişkin Cobb-Douglas sınır üretim fonksiyonu parametrelerinin tahminlenen katsayıları SFA yöntemi kullanarak Tablo 17’de verilmiştir. Tabloya baktığımızda, hem küçük işletmeler hem orta ve büyük işletmeler grubunda varyans parametresi dışında (örneklemede çok küçük işletmelere bile yer verilmiş olmasından) bütün parametre katsayılar beklenen işarete sahip ve anlamlı çıkmıştır. Emek ve sermaye faktörlerinin üretimde olan katkısı, iki grupta da oldukça aynıdır. Ancak grupların ölçek esnekliklerine baktığımızda, küçük işletmeler grubunda ölçeğe göre azalan getiri ($\varepsilon = 0.92$) olmasına rağmen, orta ve büyük işletmelerde ölçeğe göre artan getir ($\varepsilon = 1.11$) görülmektedir. Sektörün bir bütün olarak ölçek esnekliğine baktığımızda ve meta-frontier katsayılarını referans aldığımızda, bu sektörde ölçeğe göre artan getir ($\varepsilon = 1.17$) olduğu görülmektedir. Burada gamma parametre katsayısının pozitif ve anlamlı çıkması, metal eşya ürünlerdeki her iki grup işletmelerde etkinsizliğin olduğunu göstermektedir.

Tablo 17: MEMTAS’ta SFA Katsayı Tahminçileri

Açıklayıcı Değişkenler	Grup Frontierler		Pool Frontier	MF
	Kİ	OBİ		
<i>Sabit</i>	8.85 ^a (0.69)	7.39 ^a (1.12)	7.47 ^a (0.40)	7.89
<i>Emek</i>	0.81 ^a (0.17)	0.78 ^b (0.37)	1.11 ^a (0.091)	0.93
<i>Sermaye</i>	0.11 ^b (0.064)	0.33 ^b (0.15)	0.18 ^a (0.056)	0.24
σ^2	0.13 (22.50)	0.87 (1.88)	11.44 ^c (7.75)	-
γ	0.98 ^a (0.03)	0.85 ^c (0.50)	0.97 ^a (0.024)	-
<i>Firma Sayısı</i>	103	20	123	123
<i>Log-Likelihood</i>	-165.14	-17.61	-192.67	-

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Pool frontier tahmin sonuçlarına baktığımızda, katsayıların hepsi anlamlı çıkmıştır. Bu alt sektörde de pool stokastik frontier, grup frontierlerde farklılığın olup olmadığını test etmek amacıyla tahmin edilmiştir. Grup frontierlerin aynı

olduğu sıfır hipotezi için genelleştirilmiş likelihood ratio test istatistiği $LR = 19.84$ 'tür. 3 serbestlik derecesi ile %1 anlamlık seviyesi ile ki-kare dağılımına ilişkin tablo değeri 11.345 çıkmıştır. Tahmin değeri LR istatistiği tablo değerini geçtiği için, iki grubun üretim sürecinde kullandıkları teknolojinin aynı olduğu sıfır hipotez reddedilmiştir. Böylece, iki grubun veri tabanı, pool olarak kullanılamaz ve dolayısıyla gruplar için, genel bir teknik etkinlik skorları tahmini için, meta-frontier tahmin tekniğinin kullanılması gerekmektedir.

Metal eşya ürünleri sektöre ilişkin grup, pool ve meta-frontier teknik etkinlikleri ve teknoloji açığı oranları Tablo 18'de verilmiştir. İki grup için üretim teknolojisinin aynı olduğu kabul edildiğinde ve pool teknik etkinlik değerlerinin ortalamasına baktığımızda, yine orta ve büyük işletmelere ait değer (0.543), küçük işletmelerdeki değere göre (0.415) yüksek çıkmıştır. Ayrıca buna ilişkin ortalama standart sapma orta ve büyük işletmelerde, küçük işletmelere göre daha düşüktür (0.148). Bu alt sektörde orta ve büyük işletmeler örnekleminin daha homojen bir grup içerdiğini gösterir. Diğer taraftan gruplara ait ortalama teknik etkinlik skorları ele alındığında, beklentilere uyumlu bir şekilde, orta ve büyük işletmelerin değerleri (0.606) küçük işletmelerdeki değere göre (0.403) daha yüksek ve ayrıca buna ilişkin ortalama standart sapma da orta ve büyük işletmelerde daha düşüktür (0.186).

Tablo 18: MEMTAS'ta TGR ve TE Skorları

Gruplar/ İstatistik		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Küçük Firmalar	<i>Grup TE</i>	0.001	0.830	0.403	0.249
	<i>TGR</i>	0.238	1.000	0.630	0.154
	<i>MF TE</i>	0.001	0.702	0.252	0.170
	<i>Pool TE</i>	0.001	0.826	0.415	0.242
Orta ve Büyük Firmalar	<i>Grup TE</i>	0.229	0.879	0.606	0.186
	<i>TGR</i>	0.678	1.000	0.883	0.076
	<i>MF TE</i>	0.193	0.869	0.533	0.168
	<i>Pool TE</i>	0.212	0.812	0.543	0.148

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Metal eşya ürünleri alt sektördeki iki grup arasında kullanılan teknolojilerin farklı olduğu varsayımı altında, ortalama meta-frontier teknik etkinlik skorları ele alınmıştır. Bu skorlara baktığımızda, literatürle paralel bir şekilde, her iki grubun değerleri, grup teknik etkinlik değerlerinden düşüktür. En yüksek meta-frontier

ortalama etkinlik değeri yine orta ve büyük işletmelere aittir. Bu değer küçük işletmeler için 0.252 iken, orta ve büyük işletmeler için 0.533'tür. Bunun anlamı, grup teknoloji seti altında orta ve büyük işletmeler, maksimum çıktı seviyesinin %53'ünü üretirken, küçük işletmeler aynı teknoloji seti altında maksimum çıktının sadece %25'ini üretmektedirler. Ayrıca yine meta-frontier teknik etkinlik skorlarına ilişkin en düşük ortalama standart sapma orta ve büyük işletmelere aittir (0.168).

Alt sektöre ilişkin teknoloji açığı oranları ele alındığında, orta ve büyük işletmelerin oranı (0.883), küçük işletmelerdeki orana göre (0.630) daha yüksektir.

Bu oranlar ise söz konusu iki grubun, veri girdi seti ve grup teknolojisi altında üretebileceği potansiyel çıktının aynı girdi seti ve meta-teknoloji altında üretebileceği potansiyel çıktının sırası ile %88 ve %63'ünü ürettiğini göstermektedir. Oranlarla ilgili standart sapmadaki ortalama değerlere baktığımızda, orta ve büyük işletmelerdeki değer, küçük işletmelerdeki değere göre daha düşüktür (0.076). Ayrıca Tablo 18 incelendiğinde, TGR oranlarının maksimum değerinin 1'e eşit olduğu görülmektedir. Bu durum incelenen dönem içerisinde en az bir grup frontierinin meta-frontiere teğet olduğu anlamına gelmektedir.

Burada, her iki grup (küçük, orta ve büyük işletmeler) içindeki analiz bulgularını tanımlayan ekonometrik tahminler (grup Kİ'de TGR 0.630, grup OBİ'de 0.883) ile 3.2.7'de belirtilen betimsel bulgular birlikte değerlendirildiğinde; aşağıdaki önemli sonuçlara ulaşılmıştır: Birinci sonuç, betimsel göstergeler (3.2.7) analizinde yer alan ve EK 3 ve EK 4 ile EK 27 bulgular incelendiğinde endüstriyel düzlemde 28, 31 ve 34 kodlu alt sektörlerde (Metal Eşya, Elektrikli Makine ve Cihazlar, Motorlu Kara Taşıdı, Römork vb.) önemli bir gelişme izlenmektedir. Bu gelişmenin ana kaynağı değerlendirildiğinde özellikle büyük işletmeler temelinde (Makine Takım Endüstrisi A.Ş.) kısmi bir sermaye çıkışı olmakla birlikte, daha ziyade (Arçelik A.Ş., Klimasan Klima Sanayi A.Ş., Koza Anadolu Metal Sanayi A.Ş., Tofaş Türk Otomobil A.Ş., Türk Traktör ve Ziraat makineleri A.Ş.) önemli bir sermaye girişi gözlenmektedir. Bu sonuçlar, endüstride sermaye temelli bir genişlemenin işareti sayılabilir. Ancak sermaye yapısındaki gelişme ile endüstri içerisindeki firmaların üretim yapısındaki gelişme de önemlidir. Nitekim Koza Anadolu Metal Madencilik A.Ş. ile Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.'nin sermaye girişi (%131, %20) ile endüstrideki ağırlıklandırılmış üretim payındaki gelişme tam

bir paralellik (iki katına yakın) arz ederken, Türk Traktor A.Ş.’de %55.69’luk bir giriş; Arçelik A.Ş.’de %24’lük bir girişe karşılık, ağırlıklandırılmış üretim paylarında nispi düşüşler görülmektedir. Ayrıca Makine Takım A.Ş. firması ile Türk DemirDöküm Fabrikaları A.Ş.’de (sırası ile %52.13, %26.15) sermaye çıkışı ile paralel bir şekilde ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki nispi düşüşler görülmüştür(EK 35). İkinci temel sonuç ise, yukarıda Tablo 18’de görüldüğü gibi, küçük işletmelerdeki TGR aralığı 0.238-1 üzerinden ortalama 0.630 iken; orta ve büyük işletmelerdeki bu aralık 0.678-1 üzerinden ortalama TGR 0.883’tür. 2006 yılı verilerine göre teknoloji açığının aynen korunduğu kabul edilse bile, MEMTAS’taki gelişme daha çok endüstriyel genişlemeden ve daha dışa açık (ihracattaki artış oranı: %67.26 Ek 4’ten hesaplanmış aritmetik ortalama) bir Türkiye ekonomisi koşullarından kaynaklanmaktadır denebilir.

Buradaki yoruma dünya girdi-çıkıtlı fiyatlarındaki değişme süreci dâhil edilmemiş olmasının temel nedeni, etkinlik skorlarının yatay kesit verilerden hesaplanmış olmasıdır. Bu bağlamda çalışmada referans alınan teknoloji açığı göstergesi, özellikle ölçek etkisini ortaya koyacak bir parametre niteliğini taşıdığı için analizin çekirdek hipotezini test edecek bir araç olarak görülebilir. Özetle bu alt sektör temelinde, “*Grup analizine göre büyük ölçekli firmalar, küçük ölçekli firmalara göre daha etkindir*” ve “*firmalar arasındaki teknoloji açığı endüstriyel etkinlik farkına yol açmaktadır*” hipotezlerinin doğrulandığı söylenebilir.

Ayrıca bu alt sektörde faaliyet yürüten firmaların kaynak kullanım sürecinden çıkarılabilecek ilave sonuçlar şudur: Bunlardan birincisi yatay kesit veri analizine göre endüstriyel etkinlik göstergeleri açısından, küçük işletmelerin etkinlik düzeyi büyük işletmelerin yarı seviyesindedir denilebilir. İkincisi ise büyük işletmelerin ortalama etkinlik düzeyi en iyi kaynak kullanana (0.812) göre kıyaslanırsa, endüstride etkinlik düzeyinin düşük olduğu söylenebilir. Buradaki teknoloji farkı sadece homojen bir endüstriye yönelik teknoloji açığı sayılmamalıdır. Nitekim saha araştırmasına konu olan endüstrilerde analiz yapılabilecek ölçekte standart veri tabanının olmayışı (her bir alt sektör için yeterli düzeyde firma verisinin bulunmayışı) bu analiz sonuçlarının ihtiyatla değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Burada çalışmanın model bulguları (yatay kesit) ile betimsel bulguların (2005-2010) birlikte değerlendirilmesinin önemi daha da belirginleşmiştir.

3.3.8. MDÜAS’a Yönelik Stokastik ve Meta-Frontier Bulguları

Araştırmaya konu olan İstanbul OSB faaliyet alanından 4 işletme örneği anket yöntemi ile sağlanan veriler çerçevesinde analiz edilmekte; yöntemde belirtildiği gibi bu analizlere İMKB veri tabanından yararlanarak orta ve büyük ölçekli işletmeler dâhil edilerek analiz genişletilmekte stokastik meta-frontier bulguları ile grup stokastik frontier sonuçları karşılaştırılmaktadır. Burada yine SFA bulguları ile betimsel göstergeler (3.2.8) ele alınmış karşılaştırmalı bir yaklaşım sergilenerek bu alt endüstriye yönelik gelişme değerlendirilmiştir.

Bu alt sektöre ait SFA yöntemi kullanarak Cobb-Douglas²⁴ sınır üretim fonksiyonu tahminleri Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19: MDÜAS’ta SFA Katsayı Tahmincileri

Açıklayıcı Değişkenler	Grup Frontierler		Pool Frontier	MF
	Kİ	OBİ		
Sabit	5.62 ^a (1.27)	14.60 ^b (1.00)	5.85 ^a (1.04)	5.47
Emek	0.68 ^b (0.28)	0.95 (0.93)	0.66 ^a (0.23)	0.73
Sermaye	0.46 ^a (0.18)	-0.32 (0.59)	0.43 ^a (0.15)	0.47
σ^2	3.01 (9.21)	85.54 ^a (1.01)	2.34 (4.76)	-
γ	0.74 (0.82)	0.99 ^a (0.00001)	0.68 (0.85)	-
Firma Sayısı	20	2	22	22
Log-Likelihood	-28.53	-4.82	-37.40	-

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

Katsayıların işaretleri orta ve büyük işletmelerde sermaye katsayısı dışında hepsi beklenen işaretlerle uyumludur. Küçük işletmelerde emek ve sermaye katsayıları güvenilirdir ancak orta ve büyük işletmelerde anlamlı çıkmamıştır. Dolayısıyla bu gruptaki katsayılar tutarsız olduğu için, yorumlanmamıştır. Gamma parametresi küçük işletmelerde anlamsız çıktığından bu grupta etkinsizlik etkilerinin

²⁴ Orta ve büyük işletmelerdeki örneklem yetersizliğinden, Translog fonksiyonu kullanılmamıştır. Ayrıca Cobb-Douglas fonksiyonu ile elde edilen katsayılar ve bunlarla ilgili anlamlılıkları da güvenli olmamaktadır.

olmadığına işaret eder. Orta ve büyük işletmelerde ise bu parametre pozitif ve anlamlı çıkmıştır.

Pool stokastik frontier, grup frontierlerdeki farklılığı test etmek amacıyla tahmin edilmiştir. Grup frontierlerin aynı olduğu sıfır hipotezi için genelleştirilmiş likelihood ratio test istatistiği $LR = 8.1$ 'dir. 3 serbestlik derecesi ile %5 anlamlık seviyesi ile ki-kare dağılımına ilişkin tablo değeri 7.815'tir. LR istatistiğine göre pool model kullanılamaz. Ayrıca orta ve büyük işletme sayısındaki veri yetersizliğine bağlı olarak (2 işletme) meta-frontier analiz yapılmamıştır. Bu alt sektörde sadece küçük işletmeler örnekleminin tahmincileri ile yetinilmiştir. Buna göre üretim SFA üzerinden teknik etkinlik göstergeleri güvenilir olmakla birlikte, gamma parametresine bağlı olarak pool model tahmincileri güvenilir değildir. Dolayısıyla bu endüstride çalışmanın amaç fonksiyonu ile ilgili temel hipotezler test edilmemiştir. Ancak, bu alt sektöre yönelik bilgi açısından grup teknik etkinlik ve pool teknik etkinlik skorları Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20: MDÜAS'ta Grup ve Pool TE Skorları

<i>Gruplar/ İstatistik</i>		Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Kİ	<i>Grup TE</i>	0.268	0.801	0.633	0.121
	<i>Pool TE</i>	0.351	0.821	0.672	0.106
OBİ	<i>Grup TE</i>	0.403	0.996	0.699	0.419
	<i>Pool TE</i>	0.666	0.704	0.685	0.027

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

3.2.8'de belirtilen betimsel bulgular değerlendirildiğinde; EK 3, EK 4 ile EK 28 bulguları üzerinden çok sınırlı bir yorum yaptığımızda, ağırlıklandırılmış iki firmaya yönelik göstergelere göre endüstriyel bir genişlemeden söz etmek imkânsızdır. Dolayısıyla endüstriyel analiz küçük işletmeler örneği ile bir uyumluk arz etmektedir.

SONUÇ

Çalışmanın amacı çerçevesinde metodolojik bir sıralama ile birinci bölümde etkin kaynak kullanımı başlığı altında üretim teknolojisi ve üretimin yapısal özellikleri ortaya koyan üretim fonksiyonları literatürüne yer verilmiştir. Ancak araştırmada kesiksiz endüstriyel üretim fonksiyonları kullanıldığı için, bir bütün olarak neoklasik üretim fonksiyonlarına ve ayrıca neoklasik olmayan Leontief üretim fonksiyonuna (bir girdi-çıktı yaklaşımı sergilediği için) yer verilmiştir.

İkinci bölümde performans ölçme yöntemleri ve bunlarla ilgili modeller araştırmanın uygulamalı kısmına referans oluşturacak bir şekilde ele alınmıştır. Buna göre kavramsal olarak etkinlik ve verimlilik kavramlarından hareketle aralarındaki farklılıklar ortaya konularak etkinlik ölçümüyle ilgili yöntemler incelenmiştir. Daha sonra stokastik frontier analizi meta-frontier analizini kapsayacak şekilde ele alınmıştır. Ayrıca bu bölümde literatür tartışmasına yer verilmiştir.

Üçüncü ve son bölümde çalışmanın amacı, hipotezleri ve çalışmada başvurulmuş yöntem doğrultusunda Türkiye imalat sanayisinde faaliyet gösteren firmaların alt sektörler itibarı ile betimsel göstergelerine yer verilmiştir. Burada, endüstri analizlerine esas olacak şekilde ağırlıklı olarak İstanbul ili ve çevresi sanayi yapısından veri tabanı elde edilmiştir. Bunun için çalışmaya kaynak oluşturan saha bulguları, daha önce yayınlanmış bulunan projenin (Türkiye’de Organize Sanayi Bölgelerinin Performans Değerlendirmesi ve Strateji Geliştirme-alt Bölgeler Arası Karşılaştırma, Kök vd., DPT İleri Araştırma Projesi 2006-2007, Proje No: 2003K120360, DEÜ Yayınları, Yayın No: 09.1600.0000.000/BY.010.081.543, 2010, İzmir) İstanbul OSB’lerine ait anket bulgularından sağlanmıştır. Ayrıca araştırmanın amacı çerçevesinde ölçek etkisini daha güvenilir bir örneklemden elde edebilmek için anket bulgularından sağladığımız orta ölçekli işletmeler ile İMKB de kayıtlı (2006 yılı yatay kesit verileri) orta ve büyük ölçekli işletmeler saha verileriyle birlikte toplulaştırılmış ve daha geniş bir veri tabanı elde edilmiştir. Bu çalışmaya esas olmak üzere önce 2005-2010 dönemi imalat sanayisi alt sektörlerine ait üretim, istihdam, ihracat ve ithalat indeksleri ve KKO, TÜİK ve Türkiye Kalkınma Bankasından (TKB) sağlanmış, bu betimsel göstergeler değerlendirilmiştir. Ardından İMKB’ye kayıtlı orta ve büyük ölçekli işletmelerin bilanço ve faaliyet raporları

incelenerek dönem içerisindeki özsermaye değişiklikleri (sermaye girişi ve çıkışı) ile firmaların üretim değerleri izlenmiş; bu göstergelerden hareketle firmaların özsermayeleri temelli “ağırlıklandırılmış üretim indeksleri” tarafımızdan hesaplanmıştır. Dönem içi endüstri analizlerini kapsayan bulgular ile SFA sonuçlarından, ölçek farklılığının firma performansı üzerindeki etkisinin analizinde yararlanılmıştır. Çalışmanın temel amacı doğrultusunda “*grup analizine göre büyük ölçekli firmalar, küçük ölçekli firmalara göre daha etkindir*” ve “*firmalar arasındaki teknoloji açığı endüstriyel etkinlik farkına yol açmaktadır*” hipotezleri her bir alt sektör için aşağıda test edilmiştir.

Araştırmanın amaç, kapsam, yöntem ve uygulama sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, endüstriyel bağlamda sırasıyla şu sonuçlara ulaşılmıştır. Buna göre;

- GİTAS’ta yatay kesit (2006) veriler üzerinden üretim fonksiyonu analizleri incelendiğinde bu alt sektörde, hem küçük hem de orta ve büyük işletmeler için elde edilen tahminciler SFA modeline göre güvenilir tahmincilerdir (Tablo 5). Bu alt sektörde küçük işletmeler ölçeğe göre artan getiri ($\varepsilon = 3.20$) ve orta ve büyük işletmeler ise ölçeğe göre azalan getiri ($\varepsilon = 0.98$) koşullarında faaliyet göstermektedir. Bu alt sektöre yönelik tabloda görülen pool frontier modeli değerlendirildiğinde, emek girdi katsayısı hariç diğer göstergeler anlamlıdır. Burada sıfır hipotezi reddedildiği için meta-frontier tahmin tekniğinden yararlanılarak ölçek etkisi analiz edilmiştir. Alt sektörde orta ve büyük firmalarda, küçük firmalar grubuna göre ortalama pool etkinlik düzeyi daha yüksektir (0.474). Grup teknik etkinlik değerlerine yönelik, küçük işletmeler grubunda ise etkinlik düzeyi (0.727) orta ve büyük işletmeler göre daha yüksektir. Ayrıca Grupların meta-frontier bulguları değerlendirildiğinde, küçük işletmeler veri girdi seti ile endüstrideki maksimum toplam çıktının %19’unu üretirken, bu, orta ve büyük işletmeler için %44’üne karşılık gelmektedir. Burada teknoloji açığı oranları, orta ve büyük işletmeler için %90 iken, küçük işletmeler için %45’dir. Yine alt sektördeki betimsel bulgular (3.2.1) ile EK 21 ve EK 29 analiz bulgularını tanımlayan (2006 yılı teknoloji açığı veri iken) ekonometrik tahminciler birlikte değerlendirildiğinde; endüstriyel düzlemde 15 kodlu alt sektörde (gıda ve içecekler) önemli bir gelişme izlenmektedir. Bu gelişmenin ana kaynağı özellikle büyük işletmeler temelinde

(Kerevitas Gıda Sanayi) kısmı bir sermaye çıkışı olmakla birlikte, daha ziyade (Banvit Bandırma, Kristal Kola ve Meşrubat, Mert Gıda, Ülker Bisküvi Sanayi) önemli bir sermaye girişi görünmüştür. Alt sektör içinde ağırlıklandırılmış üretim payı değişen önemli bir firmanın olmadığı tesbit edilirken, endüstriyel gelişmenin daha çok dışa açıklıktaki artış (dönem içindeki ihracattaki artış, %92.7 EK 4) dünya ve Türkiye ekonomisindeki genişleme ve daralmalarla açıklanabilir.

- TKDAS SFA tahmincileri değerlendirildiğinde (Tablo 7), bu alt sektördeki her iki grubun emek ve sermaye tahmincileri model bütünlüğü içinde güvenilir tahmincilerdir. Bu alt sektörde hem küçük işletmeler hem de orta ve büyük işletmelerin ölçeğe göre artan getiri koşullarında faaliyet göstermektedir. Alt sektöre yönelik pool frontier tahmin katsayılarında, sermaye ve gamma katsayıları dışındaki diğer katsayılar anlamsızdır. Burada sıfır hipotezi reddedildiği için meta-frontier tahmin tekniğinden yararlanılarak ölçek etkisi analiz edilmiştir. Bu alt sektöre yönelik ortalama pool teknik etkinlik düzeyleri gruplar için farklılık göstermektedir. Ayrıca gruplar arasındaki ortalama teknik etkinlik düzeyleri orta ve büyük işletmelerde, küçük işletmelere göre daha yüksektir (0.566). Alt sektöre ilişkin meta-frontier ortalama teknik etkinlik düzeylerine bakıldığında, orta ve büyük işletmelerde küçük işletmelere göre daha yüksektir. Küçük işletmelerin teknoloji açığı (0.881) orta ve büyük işletmelere (0.664) göre daha yüksektir. Bu alt sektördeki betimsel bulgular (3.2.2) ile EK 22 ve EK 30 analiz bulguları (2006 yılı teknoloji açığı veri iken) ve sermaye yapısındaki gelişmeler ele alındığında endüstriyel düzlemde 17 ve 18 kodlu alt sektörlerde (Tekstil, Konfeksiyon ve Kürk İşleme) önemli bir gelişme izlenmektedir. Büyük işletmeler temelinde ise (Bisaş Tekstil) özellikle 2009 yılında %230 olmak üzere dönem sonunda önemli bir sermaye çıkışı gözlemlenmektedir. Ayrıca Akın Tekstil A.Ş., Altınyıldız Mensucat A.Ş.'de ise kısmi bir sermaye girişi olmuştur. Alt sektördeki ağırlıklandırılmış üretim payları incelendiğinde, gerek sermaye çıkışlı firmalarda gerekse sermaye girişi gözlenen firmalarda, firmaların ağırlıklandırılmış üretim payları incelenirse, kriz dönemini de içine alan (2007-2008) dalgalı bir paralellik (Akın tekstil A.Ş. ve Altınyıldız Mensucat Fabrikaları A.Ş.'de sırasıyla %90.63 ve %34.30 sermaye girişi ile Bisaş tekstil A.Ş.'de %40.75 sermaye çıkışı, ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişmelerle paralel) olduğu söylenebilir (EK 30).

- AKYAS'taki yatay kesit SFA tahmin sonuçlarına göre (Tablo 9) bu alt sektörde küçük işletmelerin tahmin katsayıları güvenilir düzeydedir. Bu gruba ilişkin katsayı işaretleri sermaye katsayısı dışında beklentilerle uyumludur. Orta ve büyük işletmelerde ise serbestlik derecesi yetmediğinden, işletmelerin katsayılarının güvenilirliğine bakmak imkânı bulunmamış ve yorumlar sadece küçük işletmeler üzerinden yürütülmüştür. Burada yine sıfır hipotezi reddedildiği için pool veri kullanımı uygun görülmemiştir. Ancak bu modelin sonucu grup frontierin geçersizliğinden dolayı yorumlanmamıştır. Alt sektöre ilişkin grup frontierlerin katsayıları anlamsız çıktığından, meta-frontier tahmincileri yorumlanmamıştır. Bu alt sektöre yönelik, betimsel bulgular değerlendirildiğinde, endüstriyel anlamda önemli bir gelişme izlenmemiştir. Betimsel bulgulara göre önemli bir sermaye girişi gözlemlenmezken, bazı firmalarda (Viking Kağıt ve Hürriyet Gazetecilik) kısmi bir sermaye çıkışı gözlenmiştir. Ancak alt sektördeki sermaye çıkışları ile ağırlıklandırılmış üretimdeki gelişmeler incelendiğinde, Hürriyet Gazetecilik A.Ş. ve Viking Kağıt A.Ş. firmalarındaki sırasıyla % 15.76 ve % 34.49'luk sermaye çıkışları, bu alt sektördeki ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişmelerle tam bir paralellik arz etmektedir (EK 31).

- PKPAS'ta SFA tahmin sonuçlarına göre (Tablo 11) küçük işletmeler grubunda emek ve sermaye katsayıları anlamlıyken, sermayenin katsayısı negatiftir. Orta ve büyük işletmeler grubundaki katsayılar değerlendirildiğinde emek katsayısı pozitif ve oldukça yüksek, buna karşılık sermaye katsayısı beklentilerle uyumlu değildir. Burada da sermaye fazlalığı dikkat çekmektedir. Nitekim küçük işletmelerle birlikte bu işletmelerde de sermaye fazlalığı Translog modeldeki emek-sermaye etkileşim tahmincisinin işaretinden anlaşılmaktadır. Küçük işletmeler grubunda esneklik ($\varepsilon = 1.786$), orta ve büyük işletmelerde esneklik ($\varepsilon = 16.22$) ölçeğe göre artan getiri göstermektedir. Pool frontier tahmin sonuçlarına göre, sabit, varyans ve gamma parametreleri dışında, katsayıların tamamı anlamsızdır. Burada sıfır hipotezi reddedildiği için, meta-frontier tahmin tekniğinin kullanımı uygun görülmüştür. Ortalama pool teknik etkinlik değeri, orta ve büyük işletmelerde, küçük işletmeler grubuna göre daha yüksektir (0.553). Grup ortalama teknik etkinlik değerleri ise, orta ve büyük işletmelerde küçük işletmeler değerine göre daha yüksektir (0.492). Kimya ve petrol ürünleri alt sektördeki meta-frontier etkinlik değerleri, küçük işletmelerde

0.316 iken, orta ve büyük işletmelerde 0.189'dur. Alt sektörde teknoloji açığı oranlarına bakıldığında, küçük işletmelerde bu oran (0.674), orta ve büyük işletmelerde ise (0.368)'dir. Bu alt sektördeki betimsel bulgular (3.2.4) ile EK 24 ve EK 32 analiz bulgularını tanımlayan (2006 yılı teknoloji açığı veri iken) ekonometrik bulgular incelendiğinde endüstriyel düzlemde 24 ve 25 kodlu alt sektörlerde (Kimyasal Madde ve Ürünleri, Plastik ve Kauçuk Ürünleri) önemli bir gelişme/daralma izlenmiştir. Bu daralmanın ana kaynağına bakıldığında örnek oluşturması açısından Eminiş Ambalaj A.Ş., Petrol Ofisi A.Ş.'de kısmi bir sermaye çıkışı görünmekte iken; gelişmenin kaynağında ise Bagfaş Bandırma Gübre A.Ş., Dentaş Ambalaj Sanayi A.Ş., Ege Gübre Sanayi A.Ş., Gübre Fabrikaları A.Ş., Omluksa Ambalaj A.Ş. firmalar örneğine göre önemli bir sermaye girişi söz konusudur. Bu sonuçlar, endüstride sermaye temelli bir genişlemenin işareti sayılabilir. Ancak burada Bagfaş Bandırma A.Ş., Dentaş Ambalaj A.Ş., Gübre Fabrikaları A.Ş., Omluksa Ambalaj A.Ş.'nin sermaye girişi (sırasıyla %33.81, %27.94, %20.31, %40.92, %19.67) ile ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişmeler tam bir paralellik arz ederken, Eminiş Ambalaj A.Ş. ile Petrol Ofisi A.Ş.'nin sermaye çıkışı ile bu firmalarla ilgili ağırlıklandırılmış üretim payındaki gelişmeler giriş ve çıkışlarla ilgili olarak orantılı bir paralellik görülmemekle birlikte 2010 yılındaki çıkışlar ağırlıklandırılmış üretim payını da önemli ölçüde etkilemiştir (EK 32). İlgili firmalar üzerinden değerlendirilecek bu sonuç sermaye girişlerinin fiziki kapasite yaratmaya (yatırım artışına) yönelik olmadığını gösterir.

- MÜAS'taki SFA analiz sonuçlarına bakıldığında (Tablo 13), küçük işletmeler modelinin tahmincileri güvenilir iken; orta ve büyük işletmelerde girdiler arası etkileşim katsayıları anlamsızdır. Mineral ürünleri alt sektöründe sermaye katsayısının işareti hem küçük hem de orta ve büyük işletmelerde negatif olması, bu alt sektörde aşırı bir sermaye kullanımını çağrıştırmaktadır. Bu alt sektör ölçek esneklikleri değerlendirilirse, hem küçük işletmeler için artan getiri (1.446); hem de orta ve büyük işletmeler için artan getiri (1.67) söz konusudur. Pool frontier tahmincilerine göre, emek-sermaye etkileşim parametresi dışındaki tüm girdi katsayıları anlamlıdır ve sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla iki grubun veri tabanı pool analize uygun değildir ve meta-frontier tahmin tekniğinin kullanılmasını gerekmektedir. SFA tahmin sonuçlarına göre ortalama pool teknik etkinlik düzeyleri

orta ve büyük işletmelerde küçük işletmelere göre daha yüksektir (0.650). Grup teknik etkinlik düzeyleri ele alındığında ise orta ve büyük işletmelerin ortalama teknik etkinliği küçük işletmeler göre daha yüksektir. Yine ortalama meta-frontier teknik etkinlik orta ve büyük işletmelerde(0.682), küçük işletmelere (0.295) göre daha yüksektir. Mineral ürünleri alt sektöre ilişkin teknoloji açığı oranları ele alındığında, orta ve büyü işletmeler (0.954) küçük işletmelere (0.400) göre daha yüksek orana sahiptir. Stokastik frontier bulguları ile betimsel bulgular (3.2.5 ile EK 25 ve EK 33) birlikte ele alındığında, bu alt sektörde (Mineral Ürünler) kısmi bir gelişme izlenmiştir. Bu gelişmenin esas kaynağı değerlendirildiğinde çok ciddi bir sermaye çıkışı olmamakla birlikte, Lafarge Aslan Çimento A.Ş., Anadolu Cam Sanayi A.Ş.’de (büyük işletmeler temelinde) önemli bir sermaye girişi görünmüştür. Ancak, alt sektörde sermaye yapısındaki gelişme ile firmaların ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişmeler de dikkate alındığında örneğin Lafargo Çimento A.Ş.’nin %60.60’lık sermaye girişi, bu firmaya ilişkin ağırlıklandırılmış üretim payı ile tam bir paralellik arz ederken; Anadolu Cam A.Ş.’nin %21.95’lik sermaye girişi ile ağırlıklandırılmış üretim payındaki gelişme kısmen paraleldir denebilir (EK 33). Yukarıdaki sermaye girişlerine bağlı olarak endüstriyel firmaların üretim içerisindeki paylarının önemli ölçüde artmaması ve ya sermaye çıkışlarının üretim paylarını önemli ölçüde düşürmemesi, özellikle sermaye girişlerinin kullanım biçimi üzerinde bir soru işareti yaratmaktadır. Kanaatimize göre, stokastik üretim fonksiyonları bir bütün olarak anlamlı iken özellikle sermaye tahmincisinin/katsayısının hem küçük işletmeler hem orta ve büyük işletmeler hem de meta-stokastik frontier düzleminde negatif bulunması; ayrıca emek-sermaye etkileşim tahmincisinin işaretinin negatif olması, sermaye girişlerinin muhtemelen arbitraj (şirket üzerinden sağlanan sermayenin, sermaye piyasası içerisinde değerlendirilmiş olma ihtimali) amaçlı kullanıldığını gösterir. Nitekim bu alt sektörde yer alan bazı firmaların araştırma dönemi (2006-2010) içindeki faaliyet dışı gelirlerinin faaliyet içi gelirlere oranı dikkate alınır, bu oranların Dünya/Türkiye ekonomisindeki daralma ve genişlemeye bağlı olarak %3 - %10 oranlarında değişmesi, bir anlamda piyasalar arası “faiz arbitrajı”ndan da yararlanma olarak değerlendirilebilir.

- AMSAS yatay kesit SFA tahmin sonuçlarına göre (Tablo 15), küçük işletmeler grubunda güvenilir tahminciler elde edilmiştir. Ancak orta ve büyük

işletmelerde sermaye katsayısının işareti pozitif ve anlamsızdır. Alt sektördeki ölçek esneklikleri incelendiğinde hem küçük işletmelerde (1.21) ve hem orta ve büyük işletmelerde (1.23) ölçeğe göre artan getiri söz konusudur. Ayrıca bu alt sektörde, Gamma parametresine baktığımızda, grupların etkinsiz bir faaliyet içerisinde olduğu anlaşılmaktadır. Pool frontier tahmincileri değerlendirildiğinde, bütün katsayılar anlamlıdır. Burada sıfır hipotezi kabul edildiği için iki grubun veri tabanı, pool analizi için kullanılmaya elverişlidir, dolayısıyla meta-frontier analizine uygun değildir. Bu alt sektörde grup teknik etkinlik düzeyi orta ve büyük işletmelerde (0.443) küçük işletmelere göre (0.392) daha yüksektir. Ortalama pool teknik etkinlik değerleri ise, yine orta ve büyük işletmelerde (0.425) küçük işletmelere göre daha yüksektir. Alt sektöre yönelik betimsel bulgular (3.2.6) ile EK 26 ve EK 34 analiz bulgularını tanımlayan (2006 yılı teknoloji açığı veri iken) ekonometrik tahminciler birlikte incelendiğinde bu alt sektör, faaliyet sürecinde daha durağan bir seyir izlemektedir. Alt sektördeki bu durum değerlendirildiğinde, büyük işletmeler temelinde Burçelik Vana A.ř. hariç önemli bir sermaye çıkışı ve ya sermaye girişi görülmemiştir. Dolayısıyla bu alt sektörde sermaye temelli bir genişlemenin olmadığını söylemek mümkündür. Ancak alt sektöre yönelik ağırlıklandırılmış üretim paylarındaki gelişme (EK 34) de sermaye yapısındaki gelişmenin yanında değerlendirildiğinde, büyük işletmeler temelinde endüstriyel üretimin yaklaşık %40.45'ine sahip Ereğli Demir A.ř.'ye %13'luk sermaye girişi bu firmanın ağırlandırılmış üretim payında önemli bir etki yaratmamaktadır.

- MEMTAS 2006 yatay kesit verileri SFA tahmin sonuçlarına göre, hem küçük işletmeler hem orta ve büyük işletmeler grubunda model bir bütün olarak güvenilir bir modeldir. Bu alt sektörde küçük işletmeler grubunda ölçeğe göre azalan getiri ($\varepsilon = 0.92$), orta ve büyük işletmelerde ölçeğe göre artan getiri ($\varepsilon = 1.11$) görülmektedir. Pool frontier tahmincilerine göre, bütün katsayılar anlamlıdır ve bu alt sektörde de sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla, iki grubun veri tabanı, pool analizi için uygun değildir. Metal eşya ürünleri alt sektöründe ortalama pool teknik etkinlik değerleri yine orta ve büyük işletmelerde (0.543), küçük işletmelere göre (0.415) daha yüksektir. Alt sektördeki gruplara ilişkin ortalama teknik etkinlik düzeyleri incelendiğinde, orta ve büyük işletmelerdeki düzey (0.606) küçük işletmelere göre (0.403) daha yüksektir. Ortalama meta-frontier teknik etkinlik

düzeyleri ise, yine orta ve büyük işletmelerde (0.533) küçük işletmelere göre (0.252) daha yüksektir. Bunun anlamı, grup teknoloji seti altında orta ve büyük işletmeler, maksimum çıktı seviyesinin %53'ünü üretirken, küçük işletmeler aynı teknoloji seti altında maksimum çıktının sadece %25'ini üretmektedir. Alt sektöre ilişkin teknoloji açığı oranları ele alındığında, orta ve büyük işletmelerdeki oran (0.883), küçük işletmelerdeki orana göre (0.630) daha yüksektir. Burada betimsel bulgular (3.2.7) ile EK 27 ve EK 35 analiz bulgularını tanımlayan (2006 yılı teknoloji açığı veri iken) ekonometrik bulgular birlikte değerlendirildiğinde; endüstriyel düzlemde 28, 31 ve 34 kodlu alt sektörlerde (Metal Eşya, Elektrikli Makine ve Cihazlar, Motorlu Kara Taşıdı, Römork vb.) önemli bir gelişme izlenmektedir. Bu gelişmenin ana kaynağı büyük işletmeler temelinde örneğin Makine Takım Endüstrisi A.Ş.'de kısmi bir sermaye çıkışı olmakla birlikte, daha ziyade (Arçelik A.Ş. Klimasan Klima Sanayi A.Ş., Koza Anadolu Metal Sanayi A.Ş., Tofaş Türk Otomobil A.Ş., Türk Traktör ve Ziraat makineleri A.Ş.) önemli bir sermaye girişi izlenmektedir. Dolayısıyla, endüstride sermaye temelli bir genişlemenin işareti sayılabilir. Ancak, Koza Anadolu Metal Madencilik A.Ş. ile Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.'nin sermaye girişi (%131, %20) ile endüstrideki ağırlıklandırılmış üretim payındaki gelişme tam bir paralellik (iki katına yakın) arz ederken, Türk Traktor A.Ş.'de %55.69'luk bir giriş; Arçelik A.Ş.'de %24'lük bir girişe karşılık, ağırlıklandırılmış üretim paylarında nispi düşüşler görülmektedir. Ayrıca Makine Takım A.Ş. firması ile Türk DemirDöküm Fabrikaları A.Ş.'de (sırası ile %52.13, %26.15) sermaye çıkışı ile ağırlıklandırılmış üretim payları karşılaştırıldığında, nispi düşüşler görülmektedir (EK 35).

- MDÜAS'a yönelik SFA tahmin sonuçlarına göre, küçük işletmelerde emek ve sermaye katsayıları güvenilir iken, orta ve büyük işletmelerde anlamsız ve ayrıca sermaye katsayısı negatiftir. Dolayısıyla bu gruptaki katsayılar güvenilir bulunmadığı için, yorumlanmamıştır. Alt sektöre yönelik pool frontier emek ve sermaye katsayıları ise anlamlıdır. Burada sıfır hipotezi reddedildiği için pool modele yer verilmemiştir. Ayrıca orta ve büyük işletme sayısındaki veri yetersizliğine bağlı olarak meta-frontier analizi de yapılmamıştır. Bu alt sektörde sadece küçük işletmeler örnekleminin tahmincileri ile yetinilmiştir. Dolayısıyla bu endüstride çalışmanın amaç fonksiyonu ile ilgili temel hipotezler test edilmemiştir. Bu alt sektöre yönelik betimsel bulgular (3.2.8) değerlendirildiğinde; EK 28 ve EK 36

bulguları üzerinden çok sınırlı bir yorum yaptığımızda, ağırlıklandırılmış iki firmaya yönelik göstergelere göre endüstriyel bir genişlemeden söz etmek imkânsızdır.

Özetle toplulaştırılmış sekiz alt sektör üzerinden hesaplanan meta-frontier teknik etkinlik düzeylerinin bazı alt sektörlerde çok düşük olması, bu göstergelerin ihtiyatla yorumlanmasını gerekli kılmaktadır. Bu sonucu etkileyen faktörlerden en önemlisi, alt sektör analizleri yapılırken, alt sektörlerdeki standart veri yetersizliği SFA modelinde serbestlik derecesi sorunu yaratmıştır. Araştırmaya konu olan 22 alt sektöre yönelik daha homojen alt sektör tahminçileri elde edilememiştir. Ancak bu çalışmaya konu olan imalat sanayisinin 2010 yılı itibarı ile GSYH içerisindeki payının %24.2, Türkiye ekonomisinin toplam ihracatındaki payının %78 olması, bir yaklaştırım ölçütünde de olsa araştırmanın önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda elde edilen analitik bulgular Türkiye ekonomisinin geleceği açısından tartışılması gereken önemli sonuçlar olarak nitelendirilebilir.

Çalışmanın analitik bulguları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, GİTAS ve PKPAS hariç, genelde diğer alt sektörlerde ölçeğe göre artan getiri koşullarında yapılan üretim etkinsizliği önemli ölçüde optimal üretim ölçeğinin altında yürütülen faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Bu sonuç Türkiye imalat sanayi açısından ekonominin sürükleyici sektör analizlerinin daha etkin bir şekilde yapılmasını gerekli kılmakta, ilgili sektörlerle yönelik daha etkin politika araçlarının üretilmesinin gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Başka bir ifade ile her bir alt sektörde faaliyet gösteren karar verme birimleri, özellikle de orta ve büyük ölçekli firma yöneticileri işletmelerinin alt sektör içerisindeki rekabet ölçeğini en iyi şekilde belirlemelidir. Kısaca rekabet gücünün dinamiklerini tartışmaya açarak etkinsizliğin temel kaynaklarını ulusal ve uluslararası piyasaların sağladığı avantajlar/dezavantajlar ölçeğinde ele almalı ve daha dinamik analizler yapılmasına imkan sağlamalıdır. Alt sektörlerdeki küçük işletmelere yönelik sonuçlar da ekonomi otoriteleri tarafından iyi irdelenmeli ve Türkiye'nin girişimcilik profiline ve küçük sanayicilere yönelik yeni bir sanayi stratejisi geliştirmelidir.

KAYNAKÇA

- Abdul Wadud, M. (2001). Patterns and Sources of Technical Inefficiency of Farms in Bangladesh. *Journal of Bangladesh Studies*. 3: 2-4.
- Adinya, I.B., Offem, B.O. and Ikpi, G.U. (2011). Application of a Stochastic Frontier Production Function for Measurement and Comparision of Technical Efficiency of Mandarin Fish and Clown Fish Production in Lowlands Reservoirs, Ponds and Dams of Cross River State, Nigeria. *The Journal of Animal and Plant Sciences*. 21(3): 595-600.
- Ahmad Mokhtar, Hamim S., Abdullah, N. and Al-Habshi, Syed M. (2006). Efficiency of Islamic Banking in Malaysia: A Stochastic Frontier Approach. *Journal of Economic Cooperation*. 27(2): 37-70.
- Aigner, D.J. and Chu, S.F. (1968). On Estimating the Industry Production Function. *The American Economic Review*. 58(4): 826-839.
- Aigner, D.J., Knox Lovell, C.A. and Schmidt, P. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Functions. *Journal of Econometrics* 6: 21-37.
- Ajewole, O.C. and Folayan, J.A. (2008). Stochastic Frontier Analysis of Technical Efficiency in Dry Season Leaf Vegetable Production Among Smallholders in Ekiti State, Nigeria. *Agricultural Journal*. 3(4): 252-257
- Amaza, P.S., Bila, Y. and Iheanacho, A.C. (2006). Identification of Factors that Influence Technical Efficiency of Food Crop Production in West Africa: Empirical Evidence from Borno State, Nigeria. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. 107(2): 139–147.
- Amornkitvikai, Y. and Harvie, C. (2010). Identifying and Measuring Technical Inefficiency Factors: Evidence from Unbalanced Panel Data for Thai Listed

Manufacturing Enterprises, *University of Wollongong, Economics Working Paper Series*, No. 05.

<http://www.uow.edu.au/content/groups/public/@web/@commerce/@econ/documents/doc/uow090519.pdf>, (21.12.2012).

Angeles Diaz, M. and Sanchez, R. (2008). Firm Size and Productivity in Spain: A Stochastic Frontier Analysis. *Small Business Economics*. 30(3): 315–323.

Antony, J. (2010) A Class of Changing Elasticity of Substitution Production Functions, *Journal of Economics*. 100:165–183.

Ata, H. A. ve Yakut, E. (2009). Finansal Performansa Dayalı Etkinlik Ölçümü: İmalat Sektörü Uygulaması. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 2(18): 80-100. <http://kosbed.kocaeli.edu.tr/sayi18/ata-yakut.pdf>

Aung, N.M. (2011). Agricultural Efficiency of Rice Farmers in Myanmar: A Case Study in Selected Areas. *Institute of Developing Economies (IDE) Discussion Paper Series*. No. 306.

Aydın, Ü. (2010). *Finans Endüstrisinde Karşılaştırmalı Organizasyonel Etkinlik: Türkiye Örneği*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Azizul Baten, Md., Kamil, A.A. and Fatama, K. (2009). Technical Efficiency in Stochastic Frontier Production Model: an Application to the Manufacturing Industry in Bangladesh. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 3(2): 1160-1169.

Azizul Baten, Md., Kamil, A.A. and Haque, M.A. (2010). Productive Efficiency of Tea Industry: A Stochastic Frontier Approach. *African Journal of Biotechnology*. 9(25): 3808-3816.

Bairam, Erkin I. (1986) Returns to Scale, Technical Progress and. Output Growth in Branches of Industry: the Case of Eastern Europe and the USSR, *Hull Economic Research Papers*. 137: 63-78.

Bairam, Erkin I. (1991). Elasticity of Substitution, Technical Progress and Returns to Scale in Branches of Soviet Industry: A New CES Production Function Approach, *Journal of Applied Econometrics*. 6(1): 91-96.

Barnes, A. and Revoredo-Giha, C. (2011). A Metafrontier Analysis of Technical Efficiency of Selected European Agricultures. *Scottish Agricultural College, Land Economy Research Group Working Papers*. No. 109412

Barros, C.P., Barroso, N. and Borges, M.R. (2006). *Measuring Efficiency in the Life Insurance Industry with a Stochastic Frontier Model*, Paris: 28th International Congress of Actuaries <http://www.ica2006.com/Papiers/3063/3063.pdf>, (31.10.2011).

Basnayake, B.M.J.K. and Gunaratne, L.H.P. (2002). Estimation of Technical Efficiency and It's Determinants in the Tea Small Holding Sector in the Mid Country Wet Zone of Sri Lanka. *Sri Lankan Journal of Agricultural Economics*. 4(1): 137-150.

Battese, George E. (1991). Frontier Production Functions and Technical Efficiency: A Survey of Empirical Applications in Agricultural Economics. *UNE Business School Working Paper Series*, No. 50.

Battese, George E. and Coelli, Timothy J. (1992). Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. *The Journal of Productivity Analysis*. 3: 153-169.

Battese, George E. and Coelli, Timothy J. (1993). A Stochastic Frontier Production Function Incorporating a Model for Technical Efficiency Effect. *UNE Business School Working Paper Series*. No. 69.

Battese, George E. (1997). A Note on the Estimation of Cobb-Douglas Production Functions When Some Explanatory Variables Have Zero Values. *Journal of Agricultural Economics*. 48(2): 250-252.

Battese, George E. and Coelli, Timothy J. (1995). A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data. *Empirical Economics*. 20: 325-332.

Battese, George E., Coelli, Timothy J. and Colby, T.C. (1989). Estimation of Frontier Production Functions and the Efficiencies of Indian Farms Using Panel Data from Icrisat's Villages Level Studies. *UNE Business School Working Paper Series*. No. 33.

Battese, George E. and Corra, Greg S. (1977). Estimation of A Production Frontier Model: With Application To The Pastoral Zone Of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*. 21(3): 169-179.

Battese, George E., Rambaldi, A.N. and Wan, G.H. (1997). A Stochastic Frontier Production Function with Flexible Risk Properties. *Journal of Productivity Analysis*. 8: 269-280.

Battese, George E. and Prasada Rao, D.S. (2002). Technology Gap, Efficiency, and a Stochastic Metafrontier Function. *International Journal of Business and Economics*. 1(2): 87-93.

Battese, George E., Prasada Rao, D.S. and O'Donnell, Christopher J. (2004). A Metafrontier Production Function for Estimation of Technical Efficiencies and

Technology Gaps for Firms Operating Under Different Technologies. *Journal of Productivity Analysis*. 21(1): 91–103.

Bayda, V.V. (2003). *Evaluation of North Dakota Farm Production Efficiency and Financial Performance Over Time*. Unpublished Master of Science Dissertation. North Dakota: University of Agriculture and Applied Science, Department of Agribusiness and Applied Economics.

Beena S. (2010). Production Efficiency of Firms under Mergers and Acquisitions: The Indian Experience. Kuala Lumpur: *8th Globelics International Conference*, <http://umconference.um.edu.my/upload/43-1/papers/018%20BeenaS.pdf>, (11.12.2011).

Behr, A. and Tente, S. (2008). Stochastic Frontier Analysis by Means of Maximum Likelihood and the Method of Moments. *Deutsche Bundesbank Discussion Paper Series 2: Banking and Financial Studies*. No. 19/2008.

Belegri-Roboli, A. and Michaelides, Panayotis G. (2010). Technical Efficiency and Macroeconomic Determinants for the Greek Power Industry Before Liberalization: A Stochastic Frontier Approach. *East-West Journal of Economics and Business*. XIII(1): 37-53.

Belhaj Hassine, N. (2007). Technical Efficiency in the Mediterranean Countries Agricultural Sector. *Région et Développement*. 25: 27-44.

Bergsman, J. (1974). Commercial Policy, Allocative Efficiency, and "X-Efficiency". *The Quarterly Journal of Economics*. 88(3): 409-433.

Berndt, Ernst R. and Khaled, Mohammed S. (1979). Parametric Productivity Measurement and Choice Among Flexible Functional Forms. *Journal of Political Economy*. 87(6): 1220-1245.

Bertoletti, P. (2006). Some Notes on CE(S) Production Functions. *Italy: Università di Pavia, Dipartimento di economia politica e metodi quantitativi*.

Bhandari, A.K. and Maiti, P. (2007). Efficiency of Indian Manufacturing Firms: Textile Industry as a Case Study. *International Journal of Business and Economics*. 6(1): 71-88.

Binam Joachim N., Gockowski, J. and Nkamleu, Guy B. (2008). Technical Efficiency and Productivity Potential of Cocoa Farmers in West African Countries. *The Journal of the Institute of Developing Economies*. 46(3): 242–263.

Binuomote, S.O., Ajetomobi, J.O. and Ajao, A.O. (2008). Technical Efficiency of Poultry Egg Producers in Oyo State of Nigeria. *International Journal of Poultry Science*. 7(12): 1227-1231.

Bogale, T. and Bogale, A. (2005). Technical Efficiency of Resource Use in the Production of Irrigated Potato: A Study of Farmers Using Modern and Traditional Irrigation Schemes in Awi Zone, Ethiopia. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. 106(1): 59–70.

Border, K.C. (2004). On the Cobb-Douglas Production Function. *California Institute of Technology, Division of the Humanities and Social Sciences*,
<http://www.hss.caltech.edu/~kcb/Notes/CobbDouglas.pdf>, (3.10.2011).

Box, G. E. P. and Cox, D. R. (1964). An Analysis of Transformations. *Journal of the Royal Statistical Society*. 26(2): 211-252.

Box, G. E. P. and Cox, D. R. (1982) An Analysis of Transformations Revisited Rebutted. *Journal of the American Statistical Association*. 77(377): 209-210.

Bravo-Ureta, Boris E. and Pinheiro, Antonio E. (1997). Technical, Economic and Allocative Efficiency in Peasant Farming: Evidence from the Dominican Republic. *The Developing Economies*. XXXV(1): 48–67

Bruno, M. (1968). Estimation of Factor Contribution to Growth under Structural Disequilibrium. *International Economic Review*. 9(1): 49-62.

Buton, Kenneth J. and Weyman-Jones, Thomas G. (1992). Ownership Structure, Institutional Organization and Measured X-Efficiency, *The American Economic Review*. 82(2): 439-445.

Cabrera, V.E., Solís, D. and del Corral, J. (2010). Determinants of Technical Efficiency Among Dairy Farms in Wisconsin. *American Dairy Science Association*. 93(1): 387–393.

Case, Karl E. and Fair, Ray C. (2007). *Principles of Economics*. USA: Pearson Prentice Hall

Castiglione, C. (2012). Technical Efficiency and ICT Investment in Italian Manufacturing Firms. *Applied Economics*. 44(14): 1749–1763.

Caudill, Steven B., Ford, Jon M. and Gropper, Daniel M. (1995). Frontier Estimation and Firm-Specific Inefficiency Measures in the Presence of Heteroscedasticity. *Journal of Business and Economic Statistics*. 13(1): 105-111.

Chakraborty, K, Misra, Sukant K. and Johnson, Phillip N. (2002). Cotton Farmers' Technical Efficiency: Stochastic and Nonstochastic Production Function Approaches *Agricultural and Resource Economics Review* 31(2): 211-220.

Charnes, A., Cooper, W.W and Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*. 2: 429-444.

Chen, K., Huang, Y. and Yang, C. (2009). Analysis of Regional Productivity Growth in China: A Generalized Metafrontier MPI Approach. *China Economic Review*. 20(4): 777-792.

Chen, Z. and Song, S. (2008). Efficiency and Technology Gap in China's Agriculture: A Regional Meta-Frontier Analysis. *China Economic Review*. 19(2): 287-296.

Chiang, Alpha C. (1984). *Fundamental Methods of Mathematical Economics*. USA: McGraw-Hill Inc.

Chirwa, E.W. (1998). Technical Efficiency in Manufacturing Industries in Malawi Using Deterministic Production Frontier. *University of Malawi, Department of Economics Working Paper*. No. 05.

Christensen, Laurits R., Jorgenson, Dale W. and Lau, Lawrence J. (1973). Transcendental Logarithmic Production Frontiers,. *The Review of Economics and Statistics*. 55(1): 28-45.

Cobb, Charles W. and Douglas, Paul H. (1928). A Theory of Production. *The American Economic Review*, 18(1): 139-165.

Coelli, Timothy J. (1996). A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, *CEPA Working Papers*. No. 8.

Coelli, Timothy J. (1996). A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation, *CEPA Working Papers*. No. 7.

Coelli, Timothy J. (1995). Estimators and Hypothesis Tests for a Stochastic Frontier Function: A Monte Carlo Analysis. *The Journal of Productivity Analysis*. 6: 247-268.

Coelli, Timothy J. (2000). On the Econometric Estimation of the Distance Function Representation of a Production Technology. *CORE Discussion Paper*. No. 42

Coelli, Timothy J. and Battese, George E. (1996). Identification of Factors which Influence the Technical Efficiency of Indian Farmers. *Australian Journal of Agricultural Economics*. 40(2): 103-128.

Coelli, Timothy J. and Perelman, S. (2000). Technical Efficiency of European Railways: A Distance Function Approach. *Applied Economics*. 32(15): 1967-1976

Coelli, Timothy J. and Perelman, S. (1996). Efficiency Measurement, Multiple-Output Technologies and Distance Functions: with Application to European Railways. *CREPP Working Paper*. No.05.

Coelli, Timothy J., Rao, D.S.P., O'Donnell, Christopher J. and Battese, George E. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. USA: Springer

Constantin, P.D., Martin, D.L. and Bastiaan de Rivera, E.B. (2009). Cobb-Douglas, Translog Stochastic Production Function and Data Envelopment Analysis in Total Factor Productivity in Brazilian Agribusiness. *Journal of Operations and Supply Chain Management (JOSCM)*. 2(2): 20-34.

Cooper, W. W. and Knox Lovell, C. A. (2000). New Approaches to Measures of Efficiency in DEA: An Introduction. *Journal of Productivity Analysis*. 13: 91–92.

Cornwell, C., Schmidt, P. and Sickles, Robin C. (1990). Production Frontiers with Cross-Sectional and Time-Series Variation in Efficiency Levels. *Journal of Econometrics*. 46: 185-200.

Dadzie, Samuel K. N. and Dasmani, I. (2010). Gender difference and Farm Level Efficiency: Metafrontier Production Function Approach. *Journal of Development and Agricultural Economics*. 2(12): 441-451.

Daniel Westbrook, M. and Buckley, Patricia A. (1990). Flexible Functional Forms and Regularity: Assessing the Competitive Relationship Between Truck and Rail Transportation. *The Review of Economics and Statistics*. 72(4): 623-630.

Debertin, David L., (2012). *Agricultural Production Economics*. USA: Macmillan Publishing Company.

Deliktaş, E. (2002). Türkiye Özel Sektör İmalât Sanayiinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi. *ODTÜ Gelişme Dergisi*. 29(3-4): 247-284.

Dhehibi, B., Lachaal, L., Elloumi, M. and Messaoud, Emna B. (2007). Measuring Irrigation Water Efficiency with a Stochastic Production Frontier: An Application for Citrus Producing Farms in Tunisia. *Second International Conference of African Association of Agricultural Economists (AAAE)*.

Dimitru, M.C. and Savu, B.M. (2010). Econometric Analysis of Efficiency in the Indian Manufacturing Sector. *Romanian Journal of Economic Forecasting*. 1: 182-197.

Din, M., Ghani, E. and Mahmood, T. (2007). Technical Efficiency of Pakistan's Manufacturing Sector: A Stochastic Frontier and Data Envelopment Analysis. *The Pakistan Development Review*. 46(1): 1-18.

Dudu, H. ve Kiliçaslan, Y. (2009). Concentration, Profitability and (In)Efficiency in Large Scale Firms. *Productivity, Efficiency, and Economic Growth in the Asia-Pacific Region Contributions to Economics*. (39-58). Berlin: Springer.

Elatrroush, I.M. (2011). *Measuring Efficiency for Egyptian Textile and Apparel Industry Using Stochastic Frontier Analysis and Data Envelopment Analysis*. Unpublished Doctoral Dissertation. London: City University.

Emami Meibodi, A. (1998). Efficiency Considerations in the Electricity Supply Industry; The Case of Iran, Surrey Energy Economics Centre (SEEC). *University of Surrey, School of Economics Discussion Papers (SEEDS)*. No. 95.

Fan, J., Zhang, C. and Zhang, J. (2001). Generalized Likelihood Ratio Statistics and Wilks Phenomenon. *The Annals of Statistics*. 29(1): 153-193.

Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. 120(3): 253-290.

Fatama Ferdushi, K., Kamil, A.A., Azizul Baten, Md. and Mustafa, A. (2011). Technical Efficiency and Meta-Technology Ratios of Regional Firms in Bangladesh: A Stochastic Meta-Frontier Model. *Scientific Research and Essays*. 6(29): 6120-6131.

Felipe, J. and Gerard Adams, F. (2005). "A Theory Of Production" The Estimation of the Cobb-Douglas Function: A Retrospective View. *Eastern Economic Journal*. 31(3): 427-445.

Fraser, Iain M. (2002). The Cobb-Douglas Production Function: An Antipodean Defence?. *Economic Issues Journal Articles*. 7(1): 39-58.

Fraser, Iain M. and Horrace, William C. (2000). Technical Efficiency of Australian Wool Production: Point and Confidence Interval Estimates. *EconWPA Working Paper Series*. No. 0206001.

Fried, Harold O., Knox Lovell, C.A. and Schmidt, Shelton S. (2008) *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*. USA: Oxford University Press

Furesi, R., Madau, Fabio A. and Pulina, P. (2011). Technical Efficiency in the Sheep Dairy Industry: An Application on the Sardinian (Italy) Sector. European Association of Agricultural Economists (*EAAE Congress Paper*. No. 114348.

Gallaway, L. and Shukla, V. (1974) The Neoclassical Production Function. *The American Economic Review*. 64(3): 348-358.

Gallaway, L. and Shukla, V. (1976) The Neoclassical Production Function: Reply. *The American Economic Review*. 66(3): 434-436.

Garegnani, P. (1976). The Neoclassical Production Function: Comment. *The American Economic Review*. 66(3): 424-427.

Ghaderzadeh, H. and Haji Rahimi, M. (2008). Estimation of Technical Efficiency of Wheat Farms: A Case Study in Kurdistan Province, Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 4(1): 104-109.

Gillen, D. and Lall, A. (2001). Non-Parametric Measures of Efficiency of U.S. Airports. *International Journal of Transport Economics*. 28(3): 283-306.

Gitto, S. (2008). *The Measurement of Productivity and Efficiency: Theory and Application*, Unpublished Doctoral Dissertation, Rome: University of Rome Tor Vergata, Department of Economics.

Gollop, Frank M. and Karlson, Stephen H. (1978) The Impact of the Fuel Adjustment Mechanism on Economic Efficiency. *The Review of Economics and Statistics*. 60(4): 574-584.

Gordon, David M. (2011). A Brief History of the Production Function and its Role in Economics. *18th Annual Conference of The American Society of Business and Behavioral Sciences (ASBBS)*. 18(1): 65-69

Goyal, S.K. and Suhag, K.S. (2003). Estimation of Technical Efficiency on Wheat Farms in Northern India: A Panel Data Analysis. *International Farm Management Congress*.

Gravelle, H. and Rees, R. (2004). *Microeconomics*. UK: Financial Times Prentice Hall.

Growitsch, C., Jamasb, T. and Pollitt, M. (2009). Quality of Service, Efficiency and Scale in Network Industries: An Analysis of European Electricity Distribution. *Applied Economics*. 41(20): 2555-2570.

Gujarati, Damodar N. (1999), Basic Econometrics. Çev. Hamid Abrishami. Tehran: Tehran University Publication.

Guilkey, David K. and Knox Lovell, C.A. (1975). Specification Error in Generalized Production Function Models. *International Economic Review*. 16(1): 161-170.

Gren, A. and Mayes, D. (1991). Technical Inefficiency in Manufacturing Industries. *The Economic Journal*. 101(406): 523-538.

Greene, W.H. (2003). *Econometric Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.

Grifell-Tatjé, E. and Knox Lovell, C.A. (1997). A DEA-Based Analysis of Productivity Change and Intertemporal Managerial Performance. *Annals of Operations Research*. 73(0): 177 – 189.

Griffin, Ronald C., Montgomery, John M. and Edward Rister, M. (1987). Selecting Functional Form in Production Function Analysis. *Western Journal of Agricultural Economics*. 12(2): 216-227.

Haji Hassani Asl, S. (2004). *The Study and Estimate of Sunflower Production Function in West Azerbaijan Province for 1983 -2003*. Unpublished Master of Science Dissertation. Tabriz: Islamic Azad University, Department of Economics.

Hajkova, D. and Hurnik, J. (2007). Cobb-Douglas Production Function: The Case of a Converging Economy. *Czech Journal of Economics and Finance*. 57(9-10): 466-468

Hansen, P. and Knowles, S. (1998). Human Capital and Returns to Scale. *Journal of Economic Studies*. 25(2): 118 – 123.

Hassan, S. and Ahmad, B. (2005). Stochastic Frontier Production Function, Application and Hypothesis Testing. *International Journal of Agriculture and Biology*. 7(3): 427-430.

Hayami, Y. and Ruttan, V.W. (1970). Agricultural Productivity Differences among Countries. *The American Economic Review*. 60(5): 895-911.

Heshmati, A., Lee, L. and Hwang, W. (2012). Performance Analysis of Power Plants Under Heterogeneous Technologies with Meta Frontier Framework. *International Journal of Economics and Management Engineering*. 2(1): 5-14.

Hodges, Dorothy J. (1969). A Note on Estimation of Cobb-Douglas and CES Production Function Models. *Econometrica*. 37(4): 721-725.

Humphery, Thomas M. (1997). Algebraic Production Functions and Their Uses Before Cobb-Douglas. *Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly* 83(1): 52-54.

Huy, H.T. (2009). Technical Efficiency of Rice Production Households in the Mekong Delta of Vietnam. *Asian Journal of Agriculture and Development*. 2(6): 35-50.

Idda, L., Furesi, R. and Madau, Fabio A. (2004). Technical Efficiency in Agro-Food Cooperatives: A Stochastic Frontier Analysis on Italian Ewe and Goat Dairy Processing Industry. *91st Seminar of European Association of Agricultural Economists*.

İTO. (2011). 2010 Yılı İstanbul Küçük Sanayi Kapasite Kullanım Araştırması. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları. Yayın No. 2011-38.

Jain, S., Thakur, T. and Shandilya, A. (2010). A Parametric and Non-Parametric Approach for Performance Appraisal of Indian Power Generating Companies. *International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies*. 1(2): 064 – 078.

Jehle, Geoffrey A. and Reny, Philip J. (2011). *Advanced Microeconomic Theory*. Great Britain: Financial Times Prentice Hall.

Jondrow, J., Knox Lovell, C. A., Materov, Ivan S. and Schmidt, P.(1982) On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model. *Journal of Econometrics*. 19(2-3): 233-238.

Jung, S. and Pyo, Hak K. (2009). A Stochastic Frontier Analysis on Firm-level Total Factor Productivity and Technical Efficiency in Korea. Tokyo: *The 9th Comparative Analysis of Enterprise (Micro) Data (CAED) Conference*, http://gcoe.ier.hit-u.ac.jp/CAED/papers/id124_Jung_Pyo.pdf, (31.10.2011).

Kaçmaz, B. (2001). *Türk İmalat Sanayiinde Gelir ve İstihdam Yapısında Meydana Gelen Değişmelerin Analizi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kadiyala, K.R. (1972). Production Functions and Elasticity of Substitution. *Southern Economic Journal*. 38(3): 281-284.

Kalirajan, K.P. and Shand, R.T. (1999). Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures. *Journal of Economic Survey*. 13(2): 149-172.

Kamande, M. (2010). Technical and Environmental Efficiency of Kenya's Manufacturing Sector: A Stochastic Frontier Analysis. Bangkok: *13th Annual Conference on Global Economic Analysis*,
<https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/4998.pdf>, (21.12.2012).

Kamruzzaman, M. and Hedayetul Islam, M. (2008). Technical Efficiency of Wheat Growers in Some Selected Sites of Dinajpur District of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Agricultur Reserch*. 33(3): 363-373.

Kang, S. and Kim, M. (2012). Analysis of Technical Efficiency and Productivity Using Meta-frontier-Manufacturing Industries in Korea and China. *Greening of Industry Networks Studies*. 1: 87-108.

Kara, O. (2009). *Ekonomik Regölasyon Modelleri ve Özelleştirme Üzerine Dışsalılık-İçsellik Analizleri: Türkiye Örneği (1980-2006)*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Karagiannis, G. and Tzouvelekas, V. (2005). Explaining Output Growth with a Heteroscedastic Non-Neutral Production Frontier: The Case of Sheep Farms in Greece. *European Review of Agricultural Economics*. 32(1): 51–74.

Kasap, Y. (2010). Türkiye Kömür İşletmelerinde Teknik Etkinlik ve Toplam Faktör Verimlilik Gelişimi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 22(7): 75-86.

Kayalıdere, K. ve Kargın, S. (2004). Çimento ve Tekstil Sektörlerinde Etkinlik Çalışması ve Veri Zarflama Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 6(1): 196-219.

Kebede, K. and Adenew, B. (2011). Analysis of Technical Efficiency: Lessons and Implications for Wheat Producing Commercial Farms in Ethiopia *Journal of Economics and Sustainable Development*. 2(8): 39-47.

Khan, A., Huda, F.A. and Alam, A. (2010). Farm Household Technical Efficiency: A Study on Rice Producers in Selected Areas of Jamalpur District in Bangladesh. *European Journal of Social Sciences*. 14(2): 262-271.

Khrueathai, P., Untong, A., Kaosa-Ard, M. and Villano, R.A. (2011). Measuring Operation Efficiency of Thai Hotels Industry: Evidence from Meta-Frontier Analysis. *International Conference On Applied Economics (ICOAE)*.

Kibaara, B.W. (2005). *Technical Efficiency in Kenyan's Maize Production: an Application of the Stochastic Frontier Approach*. Unpublished Master of Science Dissertation. Colorado: Colorado State University. Department of Agricultural and Resource Economics.

Kim, J.W., Lee, J.Y., Kim, J.Y. and Lee, H.K. (2005). Technical Efficiency in the Iron and Steel Industry: A Stochastic Frontier Approach. *East-West Center Working Paper Series*. No. 75,
<http://www.eastwestcenter.org/download/3113/32054/ECONwp075.pdf>,
(11.12.2011).

Klump, R., McAdam, P. and Willman, A. (2011) The Normalized CES Production Function Theory and Empirics. *European Central Bank Working Paper Series*. No. 1294.

Kmenta, J. (1967). On Estimation of the CES Production Function. *International Economic Review*. 8(2):180-188.

Knox Lovell, C. A. (1973). Estimation and Prediction with CES and VES Production Functions. *International Economic Review*. 14(3): 676-692.

Knox Lovell, C. A. (1994). Linear Programming Approaches to the Measurement and Analysis of Productive Efficiency. *Top*. 2(2): 175-248.

Kodde, David A. and Palm, Franz C. (1986). Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions. *Econometrica*. 54(2): 1243-1248.

Koopmans, Tjalling C. (1952). Activity Analysis of Production and Allocation. *The Economic Journal*. 62(247): 625-628.

Koopmans, Tjalling C. (1954). Activity Analysis of Production and Allocation (Proceedings of a Conference). *Journal of the Operations Research Society of America*. 2(1): 97-100.

Konishi, Y. and Nishiyama, Y. (2002). Nonparametric Test for Translog Specification of Production Function in Japanese Manufacturing Industry. *International Symposium on Environmental Software Systems (iEMSs) Papers*. Vol. 2: 597-602.

Kovács, K. (2010). *Comparing Dairy Farm Efficiency Using DEA and SFA*. Unpublished Master of Science Dissertation, Wageningen: University and Research Center, Department of Social Sciences.

Kök, R. ve Çoban, O. (2002). Kitlere İlişkin Bir Regülasyon Modelinin Gerekliliği ve Kaynak Kullanım Etkinliği Üzerine: Nevşehir Tekel Rakı Fabrikası Örneği. *ERC METU International Conference in Economics VI*, <http://www.econturk.org/Turkiyeekonomisi/recep-orhan.pdf>, (07.05.2012).

Kök, R. ve Deliktaş, E. (2003). *Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası.

Kök, R. ve Yeşilyurt, M.E. (2006). İlk Beş Yüz İmalat Sanayi Kuruluşunun Etkinlik Analizi ve Sigma Yakınsaması-Türkiye Örneği: 1993-2000. *İktisat İşletme ve Finans*. 21(249): 46-60.

Kramol, P., Villano, R., Fleming, E. and Kristiansen, P. (2010). Technical Efficiency and Technology Gaps on ‘Clean and Safe’ Vegetable Farms in Northern Thailand: A Comparison of Different Technologies. *Australian Agricultural and Resource Economics Society Conference Paper*. No. 59092.

Kula, V. ve Özdemir, L. (2007) Çimento Sektöründe Göreceli Etkinsizlik Alanlarının Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Tespiti. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*. IX(1): 55-70.

Kumar, S. and Gulati, R. (2008). An Examination of Technical, Pure Technical, and Scale Efficiencies in Indian Public Sector Banks Using Data Envelopment Analysis. *Eurasian Journal of Business and Economics*. 1(2): 33-69.

Kumbhakar, Subal C. and Knox Lovell, C. A. (2000). *Stochastic Frontier Analysis*, USA: Cambridge University Pres.

Kumbhakar, Subal C. and Tsionas, Efthymios G. (2008). Scale and Efficiency Measurement Using a Semiparametric Stochastic Frontier Model: Evidence From the U.S. Commercial Banks. *Empirical Economics*. 34(3): 585–602

Kuosmanen, T. and Fosgerau, M. (2009). Neoclassical versus Frontier Production Models? Testing for the Skewness of Regression Residuals. *The Scandinavian Journal of Economics* 111(2): 351–367.

Kutlar, A. ve Babacan, A. (2008). Türkiye’deki Kamu Üniversitelerinde CCR Etkinliği-Ölçek Etkinliği Analizi: DEA Tekniği Uygulaması. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 1(15): 148-172.

Kymn, Kern O. and Hisnanick, John J. (2001). The CES-Translog Production Function, Returns to Scale and AES. *Bulletin of Economic Research*. 53(3): 207–214.

Leibenstein, H. (1974). Comment on Inert Areas and the Definition of X-Efficiency. *The Quarterly Journal of Economics*. 88(4): 689-691.

Leibenstein, H. (1975). Aspects of the X-Efficiency Theory of the Firm. *The Bell Journal of Economics*. 6(2): 580-606.

Li, K. and Liu, T. (2010). An Analysis on the Growth Attributes of Manufacturing Industries in China. *Ball State University, Department of Economics, Working Papers*. No. 01/2010.

Lin, L. and Tseng, L. (2005). Application of DEA and SFA on the Measurement of Operating Efficiencies for 27 International Container Ports, *Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 5: 592 – 607.

Lita, I. and Stamule, T. (2011). Stochastic Frontier Analysis of Production Function and Cost Function Estimation Methods; Study of Efficiency at Industry Level. *Management and Marketing Challenges for the Knowledge Society*. 6(1): 163-176.

Long, H.V. and Yabe, M. (2011). The Impact of Environmental Factors on the Productivity and Efficiency of Rice Production: A Study in Vietnam's Red River Delta. *European Journal of Social Sciences*. 26(2): 218-230.

Lu, Y. and Fletcher, Lehman B. (1968) A Generalization of the CES Production Function. *The Review of Economics and Statistics*. 50(4): 449-452.

Madau, Fabio A. (2007). Technical Efficiency in Organic and Conventional Farming: Evidence form Italian Cereal Farms. *Agricultural Economics Review*. 8(1): 5-22.

Madau, Fabio A. (2010). Parametric Estimation Of Technical And Scale Efficiencies In Italian Citrus Farming. *MPRA Working Paper Series*. No. 26818.

Mandal, S.K. and Madheswaran, S. (2009). Technological Progress, Scale Effect and Total Factor Productivity Growth in Indian Cement Industry: Panel Estimation of Stochastic Production Frontier. *The Institute for Social and Economic Change Working Paper Series*. No. 216.

Meeusen, W. and van Den Broeck, J. (1977). Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *International Economic Review*. 18(2): 435-444.

Mefford, Robert N. (1986). Introducing Management into the Production Function. *The Review of Economics and Statistics*. 68(1): 96-104.

Mehrabi Boshraadi, H., Villano, R. and Fleming, E. (2006). Technical Efficiency and Environmental-Technological Gaps in Wheat Production in Kerman Province of Iran: A Meta-Frontier Analysis. *Working Paper Series in Agricultural and Resource Economics*. No. 6.

Miller, E. (2008). An Assessment of CES and Cobb-Douglas Production Functions. *Congressional Budget Office*. No.5.

Mishra, SK. (2006). Estimation of Zellner-Revankar Production Function Revisited. *MPRA Working Paper Series*. No 3001.

Mishra, SK. (2007) A Brief History of Production Functions, *MPRA Working Paper Series*. No 5254.

Mohaddes, S.A. (2011). Production Efficiency Analysis in Egg Production in Khorasan Razavi Province, Iran: An Application of the Transcendental Frontier Model. *International Journal of Poultry Science*. 10(2): 125-129.

Mohammed, A. and Alorvor, N.F. (2004). *Foreign Capital and Firm Level Efficiency in Ghana: A Metafrontier Production Function Approach*. Unpublished Master of Science Dissertation. Sweden: Göteborg University, School of Economics and Commercial Law.

Melgarejo, Z., Arcelus, Francisco J. and Simon-Elorz, K. (2011) A Three-Stage DEA-SFA Efficiency Analysis of Labour- Owned and Mercantile Firms. *Journal of Industrial and Management Optimization*. 7(3): 573-592.

Mohd Tahir, I. and Haron, S. (2008). Technical Efficiency of the Malaysian Commercial Banks: A Stochastic Frontier Approach. *Banks and Bank Systems*. 3(4): 65-72.

Moradi, A. (2009). *The Usage of Eviews in Econometrics*. Tehran: Jahad-e Daneshgahi Publications.

Mousavi-Haghighi, M.H., Kowsar, S.A. and Shamsuddin, M.N. (2008). Production Technology in the Iranian Agricultural Sector. *American-Eurasian Agric.and Environ. Sci*. 2(supple 1): 86-90.

Mundlak, Y. (1964). Transcendental Multiproduct Production Functions. *International Economic Review*. 5(3): 273-284.

Murillo-Zamorano, Luis R. (2004). Economic Efficiency and Frontier Techniques. *Journal of Economic Surveys*. 18(1): 33-77.

Natarajan, S. and Raj S.N., R. (2007). Technical Efficiency in the Informal Manufacturing Enterprises: Firm Level Evidence from An Indian State. *MPRA Working Paper Series*. No. 7816.

Nchare, N. (2007). Analysis of Factors Affecting the Technical Efficiency of Arabica Coffee Producers in Cameroon. *African Economic Research Consortium (AERC)*

Research Paper Series. No.163, http://www.aercafrica.org/documents/RP_163.pdf, (31.10.2011).

Njikam, O. (2003). Trade Reform and Efficiency in Cameroon's Manufacturing Industries. *African Economic Research Consortium (AERC) Research Paper Series*. No. 133, <http://www.aercafrica.org/documents/rp133.pdf>, (22.12.2012).

O'Donnell, Christopher J., Rao, D. S. P. and Battese, George E. (2008). Metafrontier Frameworks for the Study of Firm-level Efficiencies and Technology Ratios. *Empirical Economics*. 34(2): 231–255.

Okoye, B. and Onyenweaku, C. (2007). Economic Efficiency of Small-Holder Cocoyam Farmers in Anambra State, Nigeria: A Translog Stochastic Frontier Cost Function Approach. *Agricultural Journal*. 2(4): 535-541.

Oren, M.N. and Alemdar, T. (2006). Technical Efficiency Analysis of Tobacco Farming in Southeastern Anatolia. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 30(2): 165-172.

Otieno, D.J., Hubbard, L. and Ruto, E. (2011). Technical Efficiency and Technology Gaps in Beef Cattle Production Systems in Kenya: A Stochastic Metafrontier Analysis. *85th Annual Conference of the Agricultural Economics Society (AES)*. No. 108947.

Parlakay, O. (2011). *Türkiye’de Yerfıstığı Tarımında Teknik ve Ekonomik Etkinlik*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Pate, Niño T. and Tan-Cruz, A. (2007). Technical Efficiency of Philippine Rice-Producing Regions: An Econometric Approach. *10th National Convention on Statistics (NCS)*.

Pavelescu, F. (2011). Some Aspects of the Translog Production Function Estimation. *Romanian Journal of Economics*. 1(41): 131-150.

Piesse, J. and Thirtle, C. (2000). A Stochastic Frontier Approach to Firm Level Efficiency, Technological Change and Productivity During the Early Transition in Hungary. *Journal of Comparative Economics*. 28(3): 473–501.

Prabowo, Handono E. T. and Cabanda, E. (2011). Stochastic Frontier Analysis of Indonesian Firm Efficiency: A Note. *International Journal of Banking and Finance*. 8(2): 74-91.

Prasada Rao, D.S., O'Donnell, Christopher J. and Battese, George E. (2003). Metafrontier Functions for the Study of Inter-Regional Productivity Differences. *CEPA Working Papers Series*. No. 01.

Puig-Junoy, J. and Argilés, Josep M. (2000). Measuring and Explaining Farm Inefficiency in a Panel Data Set of Mixed Farms. *Pompeu Fabra University Department of Economics and Business Working Paper Series*. No. 503, <http://www.econ.upf.edu/docs/papers/downloads/503.pdf>, (31.10.2011).

Radam, A., Liana Abu, M. and Mahir Abdullah, A. (2008). Technical Efficiency of Small and Medium Enterprise in Malaysia: A Stochastic Frontier Production Model. *Malaysia International Journal of Economics and Management*. 2(2): 395–408.

Radam, A., Yacob, M.R. and Kamarulzaman Shah, S.A. (2008). The Technical Efficiency of Food Industry in Malaysia: An Application of Stochastic Frontier Model. *International Applied Economics and Management Letters*. 1(1): 19-23.

Radam, A., Yacob, M.R. and Mohd Muslim, H.F. (2010). Technical Efficiency of the Malaysian Wooden Furniture Industry: A Stochastic Frontier Production Approach. *International Business Research*. 3(3): 10-15

Rambaldi, Alicia N., Prasada Rao, D.S. and Dolan, D. (2007). Measuring Productivity Growth Performance Using Meta-Frontiers with Applications to Regional Productivity Growth Analysis in a Global Context. *Brisbane: Australasian Meeting of the Econometric Society (ESAM07)*.

Rasmussen, S. (2011). *Production Economics: The Basic Theory of Production Optimisation*, Berlin: Springer.

Ray, Subhash C. (1998). Measuring Scale Efficiency from a Translog Production Function. *Journal of Productivity Analysis*. 11(2): 183–194.

Repkine, A. (2009). Telecommunications Capital Intensity and Aggregate Production Efficiency: A Meta-Frontier Analysis. *MPRA Working Paper Series*. No. 13059.

Revankar, Nagesh S. (1971). A Class of Variable Elasticity of Substitution Production Functions. *Econometrica*. 39(1): 61-71.

Ringstad, V. (1978). Economies of Scale and the Form of the Production Function. Some New Estimates. *The Scandinavian Journal of Economics*. 80(3): 251-264.

Rivera, E.B.B.R., Costantin, P.D. and Leiva Martin, D.M. (2008). Cobb-Douglas, Translog Stochastic Production Function and Data Envelope Analysis in Total Factor Productivity of Main Brazilian Grain Corps: Estimation of Factor Employment and Inefficiencies Through Time. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa (RECADM)*. 7(1): 1-17.

Robinson, J. (1953-1954). The Production Function and The Theory of Capital. *Review of Economic Studies*. 21(2): 81-106.

Rowley, J. C. R. (1972). Investment and Neoclassical Production Functions. *The Canadian Journal of Economics / Revue canadienne d'Economique*. 5(3): 430-435.

Roy, W. and Barros, C.P. (2007). Identification of Segments of French Urban Public Transport with a Latent Class Frontier Model. *HAL-SHS Article Series*. No. halshs-00122871.

Samad, Q. A. and Patwary, F. K. (2003). Technical Efficiency in the Textile Industry of Bangladesh: An Application of Frontier Production Function. *Information and Management Sciences*. 14(1): 19-30.

Sahu, S.K. and Narayanan, K. (2011). Total Factor Productivity and Energy Intensity in Indian Manufacturing: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 1(2): 47-58.

Sato, K. (1976). The Neoclassical Production Function: Comment. *The American Economic Review*. 66(3): 428-433.

Sato, R. (1975). The Most General Class of CES Functions. *Econometrica*. 43(5/6): 999-1003.

Sato, R. (1977). Homothetic and Non-Homothetic CES Production Functions. *The American Economic Review*. 67(4): 559-569.

Sato, R. and Hoffman, Ronald F. (1968). Production Functions with Variable Elasticity of Factor Substitution: Some Analysis and Testing. *The Review of Economics and Statistics*. 50(4): 453-460.

Sesabo, Jennifer K. and Tol, Richard SJ. (2007). Technical Efficiency of Small-Scale Fishing Households in Tanzanian Coastal Villages: An Empirical Analysis. *African Journal of Aquatic Science*. 32(1): 51-61.

Saygılı, Ş., Cihan, C., Yalçın, C. ve Hamsici, T. (2009). Türkiye İmalat Sanayinin İthalat Yapısı. *T.C. Merkez Bankası Araştırma ve Para Politikası Genel Müdürlüğü*.

Sena, V. (1999). Stochastic Frontier Estimation: A Review of the Software Options. *Journal of Applied Econometrics*. 14(5): 579-586.

Seyyedani, S.M. (2004). Investigation of Factors Affecting on Technical Inefficiency of Garlic Producers: A Case Study in Hamedan Province. *Journal of Research and Producing*. 64: 74-79.

Şentürk, S.S. (2010). *Total Factor Productivity Growth in Turkish Manufacturing Industries: A Malmquist Productivity Index Approach*, Unpublished Master of Science Dissertation. Stockholm: KTH Economics of Innovation and Growth.

Sharma, Khem R. and Leung, P. (1998). Technical Efficiency of the Longline Fishery in Hawaii: An Application of a Stochastic Production Frontier. *Marine Resource Economics*. 13(4): 259-274.

Sharma, Khem R., Leung, P. and Zaleski, Halina M. (1997). Productive Efficiency of the Swine Industry in Hawaii: Stochastic Frontier vs. Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Analysis*. 8(4): 447–459.

Shaheen, S., Sial, Maqbool H., Sarwar, G. and Munir, R. (2011). Nexus Between Human Capital and Technical Efficiency of Cauliflower Growers in Soon Valley, Punjab: A Panel Data Analysis. *International Journal of Humanities and Social Science*. 1(14): 129-135.

Sheehan, M. (1997). The Evolution of Technical Efficiency in the Northern Ireland Manufacturing Sector, 1973-1985. *Scottish Journal of Political Economy*. 44(1): 59-81.

Simwaka, K. (2012). Maximum Likelihood Estimation of a Stochastic Frontier Model with Residual Covariance. *MPRA Working Paper Series*. No. 39726

Sinani, E., Jones, Derek C. and Mygind, N. (2007) Determinants of Firm Level Technical Efficiency: A Stochastic Frontier Approach. *Hamilton University Working Paper Series*. No. 03.

Sudit, Ephraim F. (1973). Additive Nonhomogeneous Production Functions in Telecommunications. *The Bell Journal of Economics and Management Science*. 4(2): 499-514.

Sufian, F. (2004). The Efficiency Effects of Bank Mergers and Acquisitions in a Developing Economy: Evidence from Malaysia. *International Journal of Applied Econometrics and Quantitative Studies*. 1(4): 53-74.

Suiçmez, H. (2002). Verimlilik ve Etkinlik Terimleri (Tarihsel Bakış). *Mülkiye Dergisi*. XXVI(234): 169-183.

Taymaz, E. and Saatçi, G. (1997). Technical Change and Efficiency in Turkish Manufacturing Industries. *Journal of Productivity Analysis*. 8(4): 461–475.

Taymaz, T., Voyvoda, E. ve Yılmaz, K. (2008). Türkiye İmalat Sanayiinde Yapısal Dönüşüm, Üretkenlik ve Teknolojik Değişme Dinamikleri. *ERC Working Papers in Economics*. No. 04.

T.C. Merkez Bankası. İmalat Sanayi Kapasite Kullanım Oranı Aylık Toplu Sonuçları. Aralık 2010.

Theodoridis, A.M., Psychoudakis, A. and Christofi, A. (2006). Data Envelopment Analysis as a Complement to Marginal Analysis. *Agricultural Economics Review*. 7(2): 55-65.

Tishler, A. and Lipovetsky, S. (1997). The Flexible CES-GBC Family of Cost Functions: Derivation and Application. *The Review of Economics and Statistics*. 79(4): 638-646.

TOBB, (2011), Ekonomik Rapor 2010, ISBN: 978-9944-60-897-8, Ankara.

Torkamani, J. and Mohammadi, H. (2002). Investigation of Production Factors Affecting on Technical Efficiency of Fattened Calf Units: A Case Study in Fars Province. *Journal of Agricultur Economic and Development*. 37: 37-52.

Tovar, B., Ramos-Real, F.J. and de Almeida, E.F. (2009) Productivity evolution and Scale effects in Brazilian Electricity Distribution Industry. Evidence from 1998-2005 Period, *FEDEA Economic Reports*. No. 04, http://www.fedea.es/pub/est_economicos/2009/04-09.pdf, (02.10.2011).

Tunca, H. (2012). *Türk Tarımının OECD Ülkeleri Karşısındaki Rekabet Gücü: Endüstriyel Verimlilik Analizi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

TÜİK, (2012). Dış Ticaret İstatistikleri Yıllığı 2011. ISBN 978-975-19-5387-2. Ankara.

TÜİK, (2012). Hanehalkı İşgücü İstatistikleri 2011. ISBN 978-975-19-5318-6. Ankara.

TÜİK. (2011). Türkiye İstatistik Yıllığı 2010. ISBN 978-975-19-5034-5. Ankara.

Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. (2012). Türkiye İmalat Sanayinin Analizi (2005-2010 Dönemi, 22 Ana Sektör İtibariyle). ISBN 978-975-7406-89-1. Ankara: Pelin Ofset Tipo Matbaacılık.

Tzouvelekas, E. (2000). Approximation Properties and Estimation of the Translog Production Function with Panel Data. *Greek Agricultural Economics Review*. 1(1): 33-47.

Uğur, A. (2004). Technical Efficiency in Irish Manufacturing Industry, 1991-1999. *Trinity Economic Papers*. No. 4.

Uzay, N., Demir, M. ve Yıldırım, E. (2012). İhracat Performansı Açısından Teknolojik Yeniliğin Önemi: Türkiye İmalat Sanayi Örneği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*. 13(1): 147-160.

Ünal, Ç. (2010). Türkiye’de İmalat Sanayinin 1. Düzey Bölgelerindeki Gelişimi ve Karşılaştırılması. *Türk Coğrafya Dergisi*. 56: 39-54.

Varian, Hal R. (1992). *Microeconomic Analysis*. USA: Norton and Company, Inc.

Villano, R., Mehrabi Boshraadi, H. and Fleming, E. (2010). When Is Metafrontier Analysis Appropriate? An Example of Varietal Differences in Pistachio Production in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 12(4): 379-389.

Vinod, H.D. (1972). Nonhomogeneous Production Functions and Applications to Telecommunications. *The Bell Journal of Economics and Management Science*. 3(2): 531-543.

Vishwakarma, A. and Kulshrestha, M. (2010). Stochastic Production Frontier Analysis of Water Supply Utility of Urban Cities in the State of Madhya Pradesh, India. *International Journal of Environmental Sciences*. 1(3): 357-367.

Wang, J., Zhao, Z. and Mahmood, A. (2006). Relative Efficiency, Scale Effect, and Scope Effect of Public Hospitals: Evidence from Australia. *IZA Discussion Paper Series*. No. 2520, <http://ftp.iza.org/dp2520.pdf>, (03.10.2011).

Wang, X. and Hockmann, H. (2012). Technical Efficiency Under Producer’s Individual Technology: A Metafrontier Analysis. *International Association of Agricultural Economists (IAAE) Triennial Conference*. No. 126755, <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/126755/2/Hockmann.pdf>, (12.11.2012).

Wongchai, A., Liu, W. and Peng, K. (2012). DEA Metafrontier Analysis on Technical Efficiency Differences of National Universities in Thailand. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*. 3(4): 1-11.

Yakut, A.M. (2007). Türk İmalat Sanayinde Toplam Faktör Verimliliği ve Uluslar arası Rekabet Analizi: 1972-2001. 10. *İktisat Öğrencileri Kongresi*. İzmir: Ege Üniversitesi.

Yalama, A. ve Sayım, M. (2008). Veri Zarflama Analizi ile İmalat Sektörünün Performans Değerlendirmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 23(1): 89-107.

Yeni, O. (2012). Türkiye İmalat Sanayinde Teknik Etkinlik: 2003-2008. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Tartışma Metinleri Dizisi*.

Yeşilyurt, M.E. (2005). *Türkiye'de İlk Beşyüz İmalat Sanayi Kuruluşunun Kaynak Kullanım Ve Etkinlik Analizi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yeşilyurt, M.E. (2007). İmalat Sanayinde Sektörel Etkinliğe Dayalı Uzamsal İlişkiler: Türkiye Örneği. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*. 44(514).

Yeşilyurt, M.E. ve Yeşilyurt, F. (2008). Etkinliğin Doğası ve Nedenleri Üzerine Bir Araştırma: Türkiye Örneği 1987-2001. İzmir: 2. *Ulusal İktisat Kongresi Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*.

Youn Kim, H. (1992). The Translog Production Function and Variable Returns to Scale. *The Review of Economics and Statistics*. 74(3): 546-552.

Yükçü, S. ve Atağan, G. (2009). Etkinlik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 23(4): 1-13.

Zaimova, D. (2011). Measuring the Economic Efficiency of Italian Agricultural Enterprises. *European Research Institute on Cooperatives and Social Enterprises (Euricse) Working Papers*. No. 018.

Zellner, A., Kmenta, J. and Drèze, J. (1966). Specification and Estimation of Cobb-Douglas Production Function Models. *Econometrica*. 34(4): 784-795.

Zellner, A. and Ryu, H. (1998). Alternative Functional Forms for Production, Cost and Returns to Scale Functions. *Journal of Applied Econometrics*. 13: 101-127.

Zen, L.W., Abdullah, N.M.R. and Yew, T.S. (2002). Technical Efficiency of the Driftnet and Payang Seine (Lampara) Fisheries in West Sumatra, Indonesia. *Asian Fisheries Science*. 15(2): 97-106.

Zestos, George K. (1996). The Elasticity of Substitution as a Proxy Measure of Economic Integration. *Atlantic Economic Journal*. 24(1): 43-51.

Zibaei, M. (2012). Technical Efficiency Analysis of Fisheries: Toward an Optimal Fleet Capacity. *Sustainable Agriculture Research*. 1(1): 96-102.

Zibaei, M. and Jaafari Saani, M. (2008). Determining of Technical Efficiency and Technological Gap Ratio in Iran's Milk Producer Units: a Case Study of Meta-Frontier Application. *Agricultur Scienses and Technichs*. 12(43): 315-324.

Zobaer Hasan, Md., Kamil, A.A and Azizul Baten, Md. (2011). Measuring Dhaka Stock Exchange Market Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis. *African Journal of Business Management*. 5(22): 8891-8901.

EKLER

EK 1: SHAZAM Kodu

* The file parm.txt contains estimated parameters of group frontiers (by column)
* The file sfa#.txt contains n# data observations for group#
* Sections 1 and 3 are problem-specific.

* 1. SET NUMBERS OF PARAMETERS ETC.

```
gen1 nparms = 22
gen1 ngroups = 4
gen1 n1 = 135
gen1 n2 = 105
gen1 n3 = 130
gen1 n4 = 115
```

* 2. READ THE ESTIMATED PARAMETERS OF THE GROUP FRONTIERS

```
smpl 1 nparms
read (parm.txt) parm / rows = nparms cols = ngroups
do# = 1,ngroups
dim b# nparms
copy parm b# / fcols=#;# tcols = 1;1
endo
```

* 3. READ THE DATA AND CONSTRUCT DATA MATRICES AND VECTORS

```
gen1 j2 = n1+1
gen1 j3 = n1+n2+1
gen1 j4 = n1+n2+n3+1
gen1 k2 = n1+n2
gen1 k3 = n1+n2+n3
gen1 n = n1+n2+n3+n4
smpl 1 n
genr one = 1
genr dummy = 0
read (sfa1.txt) group t ly l×1-l×5 l×11-l×15 l×22-l×25 l×33-l×35
l×44-l×45 l×55
smpl j2 k2
read (sfa2.txt) group t ly l×1-l×5 l×11-l×15 l×22-l×25 l×33-l×35
l×44-l×45 l×55
smpl j3 k3
read (sfa3.txt) group t ly dummy l×1-l×5 l×11-l×15 l×22-l×25
l×33-l×35 l×44-l×45 l×55
smpl j4 n
read (sfa4.txt) group t ly l×1-l×5 l×11-l×15 l×22-l×25 l×33-l×35
l×44-l×45 l×55
smpl 1 n
matrix x = one|dummy|l×1|l×2|l×3|l×4|l×5|l×11|l×12|l×13|l×14|l×15|
l×22|l×23|l×24|l×25|l×33|and l×34|l×35|l×44|l×45|l×55
dim x1 n1 nparms x2 n2 nparms x3 n3 nparms x4 n4 nparms
copy ×x1 / frows=1;n1 trows=1;n1
copy ×x2 / frows=j2;k2 trows=1;n2
```

```

copy x3 / frows=j3;k3 trows=1;n3
copy x4 / frows=j4;n trows=1;n4
do# = 1,ngroups
matrix yhat# = x#*b#
endo

matrix b = -(yhat1_|yhat2_|yhat3_|yhat4_)_

* 4. OBTAIN AND PRINT PARAMETERS OF THE METAFRONTIER
stat x / means = xbar
matrix c = ((-xbar')|xbar_)_
matrix A = (-x)|x
?lp c A b / iter = 5000 primal = bstar
dim beta1 nparms beta2 nparms
gen1 p1 = nparms+1
gen1 p2 = nparms*2
copy bstar beta1 / frows=1;nparms trows=1;nparms
copy bstar beta2 / frows=p1;p2 trows=1;nparms
matrix beta = beta1-beta2
print beta

* 5. OBTAIN AND PRINT METATECHNOLOGY RATIOS
do# = 1,ngroups
matrix xbeta# = x#*beta
matrix mtr# = exp(yhat#)/exp(xbeta#)
stat mtr#
print mtr#
endo
stop

```

Kaynak: O'Donnell vd., 2005.

EK 2: Firma Büyüklükleri Tanımı

Genelde Bir işletmenin büyük ya da küçük olarak kabul edilmesi işletmenin bulunduğu ülkeye, hatta aynı ülke içindeki yere, zamana, faaliyet konusuna ve aynı ülkedeki mevzuata göre değişiklikler gösterir. Örneğin, gelişmiş ülkelerde küçük ölçekli sayılabilen bir işletme gelişmekte olan ülkelerde büyük ölçekli işletmeler grubunda yer alabileceği gibi: 1950'li yıllarda büyük kabul edilen bir işletme bugünün koşullarına göre orta ölçekli veya küçük ölçekli bir işletme olarak kabul edilebilir. Kısaca büyüklük mekâna ve zamana göre değişebilir. Nitekim gelişmiş veya sanayileşmiş ülkelerde 200-300'den az işçinin çalıştığı işyerleri küçük işletme olarak kabul edilirken, gelişmekte veya sanayileşmekte olan ülkelerde 1-49 işçi çalıştıran küçük, 50-99 işçi istihdam eden işyerleri orta ölçekli işletmeler grubunda değerlendirilirler.

İşletmelerin ölçek ya da büyüklüğüne göre sınıflandırmada standart bir kriter (ölçüt) yoktur. Bunun yerine büyüklüklerine göre gruplandırma bir çok kantitatif (niceliksel) ve kalitatif (niteliksel) ölçütlere dayandırılır.

Öte yandan ölçek kriterleri işletmenin ait olduğu ekonomik faaliyet koluna göre de farklılık gösterebilir. Örneğin, tarım sektöründe işlediği tarım arazisinin alanına göre büyük grubunda yer alan bir tarım işletmesi, istihdam ettiği işçi sayısı veya toplam satış hasılası bakımından diğer sektörlerde küçük işletme sınıfına girebilir.

Uluslar arası standart ölçüt olmadığı gibi, genelde ulusal resmi tanımı da yapılmamaktadır. KOBİ'ler için yapılan tanımlar, ülkeler, kurum, kuruluş ve uzmanlar tarafından ülkelerin içinde bulundukları ekonomik duruma ve sektörel hacme bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Değerlendirmelerde de standart bir terminoloji kullanılmamakta, bu durumu ölçeğe göre derlediğimizde şöyle bir gruplandırma oluşmaktadır:

Avrupa Birliği'nin 1998 yılından itibaren geçerli kabul edilen tanımına göre:

- a. Mikro işletme : 1-9 personel çalışan işletmeler
- b. Küçük işletme : 10-49 personel çalışan,
- c. Orta ölçekli işletme : En fazla 250 personel çalışan,

d. Büyük ölçekli işletmeler ise, 250’den fazla işçi çalıştıran işletmeler olarak nitelendirilmiştir.

OECD tanımına göre:

20’den az işçi çalıştıran işletmeler, çok küçük, (20-99) işçi çalıştıran işletmeler küçük, (100-499) işçi çalıştıranlar orta ve 500’den fazla işçi çalıştıranlar ise büyük işletmeler olarak değerlendirilmiştir.

Dünya Bankası’nın 1989’da Türk KOBİ tanımında yapılan değerlendirmeye göre:

(1-50) arası işçi istihdam eden işletmeleri küçük, (51-200) arası işçi istihdam eden işletmeleri orta ve 200’den çok işçi çalıştıran işletmeleri ise büyük işletme olarak tanımlamaktadır

Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme idaresi Başkanlığı (KOSGEB)’in sınıflandırmasına göre:

(1-50) arası işçi istihdam eden işletmeleri küçük, (51-150) arası işçi istihdam eden işletmeleri orta ve 150 den fazla işçi çalıştıran işletmeleri ise büyük işletme olarak tanımlamaktadır. Ancak bu başkanlığın 10 temmuz 2012 tarihinden itibaren yaptığı değişiklikten dolayı işletmelerin sınıflandırılması değişmiştir. Buna göre: On kişiden az işçi istihdam eden işletmeler mikro, elliden az işçi istihdam eden işletmeler küçük ve İki yüz elli kişiden az istihdam eden işletmeler orta büyüklükte işletmeler olarak sınıflandırılmıştır.

EK 3: Türkiye İmalat Sanayisine İlişkin Betimsel Göstergeler Endeksi (2005-2010)

Yıl Kod	2005					2006				
	<i>ÜE</i>	<i>İE</i>	<i>KKO (%)</i>	<i>IME</i>	<i>EXE</i>	<i>ÜE</i>	<i>İE</i>	<i>KKO (%)</i>	<i>IME</i>	<i>EXE</i>
15	100.0	100.0	71.0	100.0	100.0	105.5	104.8	71.2	114.5	101.5
16	100.0	100.0	63.8	100.0	100.0	109.8	93.8	67.4	88.4	142.4
17	100.0	100.0	80.8	100.0	100.0	102.3	97.1	80.5	106.4	105.9
18	100.0	100.0	81.7	100.0	100.0	96.4	95.9	82.5	138.7	102.5
19	100.0	100.0	66.4	100.0	100.0	118.1	105.2	67.8	125.7	117.7
20	100.0	100.0	83.9	100.0	100.0	131.1	113.8	85.9	118.9	131.8
21	100.0	100.0	84.7	100.0	100.0	108.0	102.0	83.3	116.8	107.7
22	100.0	100.0	74.4	100.0	100.0	109.2	95.0	74.0	82.8	96.7
23	100.0	100.0	90.4	100.0	100.0	103.8	97.6	91.5	138.6	135.0
24	100.0	100.0	75.1	100.0	100.0	111.2	99.6	76.9	112.1	123.5
25	100.0	100.0	80.9	100.0	100.0	105.3	107.1	80.3	120.4	121.3
26	100.0	100.0	82.3	100.0	100.0	110.4	106.8	83.0	141.0	104.2
27	100.0	100.0	82.2	100.0	100.0	113.9	103.8	83.6	124.8	136.6
28	100.0	100.0	74.7	100.0	100.0	111.6	107.7	76.2	126.6	124.7
29	100.0	100.0	75.9	100.0	100.0	113.8	105.2	78.2	117.2	123.4
30	100.0	100.0	88.5	100.0	100.0	160.2	101.7	83.3	114.1	127.8
31	100.0	100.0	76.5	100.0	100.0	113.4	107.3	79.9	118.5	146.1
32	100.0	100.0	83.6	100.0	100.0	76.4	98.6	84.9	106.4	98.0
33	100.0	100.0	79.0	100.0	100.0	110.2	104.4	80.2	110.2	123.5
34	100.0	100.0	83.6	100.0	100.0	108.8	105.2	85.4	107.8	124.0
35	100.0	100.0	78.6	100.0	100.0	121.1	107.4	79.8	125.0	125.4
36	100.0	100.0	85.4	100.0	100.0	111.2	106.0	84.2	126.0	104.3

EK 3: (Devam) Türkiye İmalat Sanayisine İlişkin Betimsel Göstergeler Endeksi (2005-2010)

Yıl Kod	2007					2008				
	<i>ÜE</i>	<i>İE</i>	<i>KKO (%)</i>	<i>IME</i>	<i>EXE</i>	<i>ÜE</i>	<i>İE</i>	<i>KKO (%)</i>	<i>IME</i>	<i>EXE</i>
15	108.7	110.6	72.6	130.1	120.9	113.2	115.8	71.5	185.1	151.2
16	110.1	86.5	74.0	88.7	152.1	117.8	76.9	75.7	110.5	215.3
17	103.0	100.6	81.5	133.8	123.6	92.0	93.0	75.6	128.2	129.4
18	102.8	96.1	83.5	195.7	118.8	90.4	93.9	80.2	274.2	115.9
19	111.2	110.6	68.0	150.2	150.3	105.3	109.4	65.5	164.8	163.3
20	143.7	116.2	85.8	151.4	183.1	158.9	104.8	85.0	162.1	224.1
21	115.0	105.6	85.5	140.7	149.6	118.4	106.6	81.9	150.3	189.2
22	115.5	98.6	75.5	94.7	123.5	113.2	102.1	72.4	93.8	136.3
23	104.1	99.4	88.6	172.4	195.4	101.6	106.9	86.8	251.1	290.8
24	120.8	101.8	77.1	135.3	143.8	120.5	102.5	75.4	154.3	176.9
25	113.8	114.0	81.1	145.4	158.1	110.1	116.9	80.2	161.1	191.1
26	112.7	110.6	82.1	153.2	126.5	110.6	107.8	78.3	154.0	160.8
27	126.1	113.2	85.7	170.4	180.2	123.6	116.4	82.1	210.4	324.4
28	121.2	113.1	78.8	145.5	157.2	113.0	114.3	75.4	180.0	204.3
29	120.9	110.8	76.5	139.8	165.2	115.0	116.2	73.3	139.2	200.8
30	129.0	106.9	76.0	119.2	186.7	137.9	92.9	55.3	115.0	194.6
31	132.8	121.5	82.7	150.4	212.5	133.5	128.2	81.6	174.9	257.4
32	61.1	88.4	83.7	127.0	87.8	45.2	78.8	82.1	116.1	72.3
33	121.3	111.9	79.8	128.8	170.7	132.0	115.0	83.7	147.4	204.7
34	119.1	112.3	88.0	122.6	166.3	126.2	120.1	77.8	125.9	189.3
35	198.6	112.3	87.1	116.3	160.9	207.5	118.9	86.4	162.4	196.8
36	126.7	109.8	80.7	165.1	141.0	135.9	108.4	76.0	181.1	162.9

EK 3: (Devam) Türkiye İmalat Sanayisine İlişkin Betimsel Göstergeler Endeksi (2005-2010)

Yıl Kod	2009					2010				
	<i>ÜE</i>	<i>İE</i>	<i>KKO (%)</i>	<i>IME</i>	<i>EXE</i>	<i>ÜE</i>	<i>İE</i>	<i>KKO (%)</i>	<i>IME</i>	<i>EXE</i>
15	111.7	117.7	68.9	140.3	138.5	120.0	124.0	70.6	167.3	156.3
16	116.0	84.6	78.1	119.0	207.5	100.6	68.8	77.1	99.6	229.1
17	82.8	78.9	71.9	109.4	109.3	93.4	83.1	76.9	152.6	125.2
18	82.0	80.8	75.9	254.3	96.8	88.5	82.0	74.9	336.9	107.1
19	97.1	99.0	61.7	113.5	134.1	113.8	107.6	66.7	142.1	176.6
20	156.6	85.9	77.8	102.1	150.7	189.7	95.2	80.6	154.9	171.1
21	116.2	94.7	77.3	125.0	176.3	127.3	100.8	75.9	163.9	215.9
22	113.2	97.2	73.1	98.0	140.9	117.7	101.3	70.2	95.1	137.5
23	76.0	103.0	62.3	189.9	144.9	85.5	104.8	64.1	250.6	166.3
24	121.7	98.1	72.4	122.9	152.9	132.1	102.0	76.9	155.4	202.9
25	99.8	107.3	70.8	126.5	162.8	119.8	117.6	73.2	163.5	196.9
26	96.7	94.4	68.9	114.1	140.6	110.9	99.0	75.5	152.1	148.7
27	104.8	105.9	71.8	104.1	217.3	116.0	109.9	76.8	153.1	209.3
28	91.4	104.9	65.4	136.1	171.6	111.4	110.9	65.4	165.2	191.0
29	103.1	104.4	67.3	102.7	165.2	128.2	111.8	69.9	127.1	186.3
30	107.6	75.9	47.0	113.1	148.1	78.5	52.9	54.3	131.9	197.9
31	122.0	115.9	68.8	157.3	212.0	162.8	126.0	71.6	194.8	251.7
32	37.0	68.6	86.0	97.4	60.8	40.9	72.1	74.1	113.9	61.9
33	126.0	111.7	82.5	119.0	185.9	153.0	114.0	72.4	146.8	207.2
34	88.0	98.0	60.4	87.4	125.7	114.7	103.4	70.1	128.0	144.6
35	157.7	99.8	82.0	172.0	141.9	140.3	89.6	69.0	281.4	97.5
36	129.5	95.9	64.9	132.0	126.7	144.3	100.0	63.1	175.3	157.2

Kaynak: ÜE, İE ve KKO Türkiye Kalkınma Bankası (TKB) ve TÜİK web sayfası veri tabanından sağlanmış İME ve EXE aynı veri tabanındaki mutlak değerler 2005 yılı baz alınarak tarafımızdan hesaplanmıştır.

EK 4: Türkiye İmalat Sanayisine İlişkin 2005-2010 Dönemi Gelişme Düzeyleri

Alt Sektör	Alt Sektörlere Göre % Değişme (2005-2010)				
	ÜE	İE	KKO	IME	EXE
15	20.0	24.0	-0.004	67.3	56.3
16	0.6	-31.2	0.138	-0.4	129.1
17	-6.6	-16.9	-0.039	52.6	25.2
18	-11.5	-18.0	-0.068	236.9	7.1
19	13.8	7.6	0.003	42.1	76.6
20	89.7	-4.8	-0.033	54.9	71.1
21	27.3	0.8	-0.088	63.9	115.9
22	17.7	1.3	-0.042	-4.9	37.5
23	-14.5	4.8	-0.263	150.6	66.3
24	32.1	2.0	0.018	55.4	102.9
25	19.8	17.6	-0.077	63.5	96.9
26	10.9	-1.0	-0.068	52.1	48.7
27	16.0	9.9	-0.054	53.1	109.3
28	11.4	10.9	-0.093	65.2	91.0
29	28.2	11.8	-0.060	27.1	86.3
30	-21.5	-47.1	-0.342	31.9	97.9
31	62.8	26.0	-0.049	94.8	151.7
32	-59.1	-27.9	-0.095	13.9	-38.1
33	53.0	14.0	-0.066	46.8	107.2
34	14.7	3.4	-0.135	28.0	44.6
35	40.3	-10.4	-0.096	181.4	-2.5
36	44.3	0.0	-0.223	75.3	57.2

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 5: GİTAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.90268961	0.98515160	0.5928035	0.53511756
2	0.99173388	0.01384498	6.73E-03	0.006673192
3	0.02060009	0.03543693	1	0.020600092
4	0.99266591	0.34145116	0.2020378	0.200556037
Ortalama	0.72692237	0.34397117	0.450392528	0.19073672

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 6: GİTAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.12057107	0.093826781	1	0.12057107
2	0.47470314	0.40859567	0.8635649	0.40993697
3	0.54585875	0.46851316	0.9992073	0.545426048
4	0.34469790	0.29870513	0.793016	0.27335095
5	0.37839756	0.33518913	0.906863	0.343154746
6	0.33570053	0.31418364	0.8346106	0.280179221
7	0.73036547	0.84287559	0.8771335	0.640628021
8	0.38632678	0.48436928	0.9262057	0.357818066
9	0.41814034	0.4674776	0.9334212	0.390301058
10	0.23113610	0.24185755	0.8078308	0.186718861
11	0.58258658	0.61019237	0.9709114	0.565639952
12	0.23058292	0.24945794	0.9260447	0.213530091
13	0.55646720	0.57316397	1	0.5564672
14	0.38194624	0.34327272	0.8231258	0.314389804
15	0.31926588	0.32818889	0.9645259	0.30794021
16	0.76773261	0.6961505	0.8884832	0.682117526
17	0.99798627	0.99926415	0.8544612	0.852740546
18	0.95582348	0.77891612	0.908832	0.868682965
Ortalama	0.48657160	0.474122233	0.904346511	0.43942185

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 7: TKDAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.44012540	0.44981601	0.8252789	0.363226206
2	0.38057818	0.39470333	0.7120103	0.270975584
3	0.27473043	0.27953536	0.9482511	0.260513432
4	0.27783006	0.19313224	0.7228853	0.200839266
5	0.33243523	0.37696612	1	0.33243523
6	0.46991904	0.53916399	1	0.46991904
7	0.33189183	0.20108461	0.6193364	0.205552691
8	0.03501305	0.02871878	0.9576793	0.033531268
9	0.01931764	0.01718560	1	0.019317638
10	0.42178590	0.51645640	1	0.4217859
11	0.40287575	0.45199129	0.9691101	0.390430958
12	0.69172665	0.73799365	0.8793651	0.608280275
13	0.38204920	0.44993021	0.8858468	0.338437061
14	0.57796462	0.65068166	0.9935602	0.574242643
15	0.37732116	0.40799599	0.9560309	0.360730688
16	0.21524840	0.19865465	0.9031721	0.194406349
17	0.64807737	0.69199607	0.8635907	0.55967359
18	0.51962498	0.56691327	0.9758604	0.507081441
19	0.50084007	0.55783132	0.872664	0.437065099
20	0.45348484	0.49414210	0.5319316	0.241222917
21	0.47571069	0.53856960	0.9347421	0.444666809
22	0.36736957	0.39541296	0.9298705	0.341606126
23	0.38380915	0.43317507	0.7797235	0.299265014
Ortalama	0.39042301	0.41617610	0.8809091	0.342400227

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 8: TKDAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.99270641	0.42000824	0.32448820	0.322121516
2	0.83339606	0.50020222	1	0.83339606
3	0.52125166	0.50343434	1	0.52125166
4	0.87763768	0.32147861	0.07120006	0.062487855
5	0.57731309	0.49766182	0.27398740	0.158176513
6	0.46356068	0.25512616	0.06557688	0.030398863
7	0.86076234	0.37670890	0.09767229	0.084072629
8	0.99621748	0.47218574	0.15547740	0.154889304
9	0.98779034	0.52737796	0.42498370	0.419794794
10	0.79330182	0.49414204	0.28124420	0.223111536
Ortalama	0.79039376	0.43683260	0.36946301	0.280970073

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 9: AKYAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.99753747	0.91264207	0.5803322	0.578903115
2	0.99715910	0.30319436	0.2182976	0.217677438
3	0.22672155	0.08637757	0.2615567	0.05930054
4	0.46759172	0.64379167	1	0.46759172
Ortalama	0.67225246	0.48650142	0.3533955	0.330868203

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 10: AKYAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.89027347	0.96577072	1	0.89027347
2	0.98706886	0.1749292	0.2363491	0.233292837
3	0.98561517	0.9995297	1	0.98561517
4	0.67392012	0.60859123	0.9029768	0.608534233
Ortalama	0.88421941	0.687205213	0.784831475	0.679428928

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 11: PKPAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.15922636	0.07214621	0.128213	0.020414889
2	0.02288687	0.01932695	0.8785903	0.02010818
3	0.62417279	0.68458109	0.9804103	0.611945432
4	0.59761691	0.64526764	0.4968239	0.296910364
5	0.66171319	0.70094926	0.5674619	0.375497024
6	0.61258452	0.68024018	1	0.61258452
7	0.32185379	0.34317026	0.7999846	0.257478075
8	0.52200564	0.58768666	0.9533214	0.497639148
9	0.48219397	0.53533095	0.796134	0.383891014
10	0.46689993	0.41753496	0.2431846	0.113542873
11	0.55493815	0.52425605	0.2363557	0.131162795
12	0.51974879	0.57060085	0.7835574	0.407253011
13	0.39608194	0.38002878	0.517843	0.20510826
14	0.65881333	0.72835215	1	0.65881333
15	0.43598285	0.43571158	0.4423416	0.192853351
16	0.49355725	0.53524046	0.9935682	0.490382788
17	0.59848592	0.65077661	0.8663065	0.518472243
18	0.75964873	0.81238670	0.5236353	0.397778891
19	0.31989210	0.25921944	0.4239005	0.135602421
20	0.65619696	0.66695573	0.3200047	0.209986111
21	0.22530903	0.23555251	0.9133733	0.205791252
22	0.43781707	0.48916444	0.9469786	0.414603396
23	0.48309653	0.54541339	0.9602716	0.463903878
24	0.44623430	0.45961403	0.7816982	0.348820549
25	0.47176679	0.49074545	0.4881864	0.230310131
26	0.42685420	0.46448163	0.7875183	0.336155494
27	0.56333688	0.63330440	0.9031628	0.508784914
28	0.42689816	0.45097884	1	0.42689816
29	0.45306214	0.45891481	0.4791865	0.217101261
30	0.51786505	0.55488577	0.6376647	0.330224262
31	0.13184883	0.11725752	0.7890364	0.104033526
32	0.63139583	0.61123010	0.140929	0.088981983
33	0.40720673	0.44679508	0.8676306	0.353305019
34	0.64034939	0.69896464	0.7808178	0.499996202
35	0.44484118	0.40338147	0.5117763	0.227659173

EK 11: (Devam) PKPAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
36	0.64719601	0.70600211	0.5645236	0.365357421
37	0.44826903	0.21337485	7.94E-02	0.035612773
38	0.56649643	0.62477500	0.9822873	0.556462249
39	0.43456595	0.48369967	0.9450706	0.410695503
40	0.32040876	0.31209031	0.5405292	0.173190291
41	0.34747947	0.36585352	0.9739294	0.338420472
42	0.42081766	0.37033361	0.2841649	0.119581608
Ortalama	0.47041941	0.48539466	0.674043274	0.316507482

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 12:PKPAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.32097434	0.43185948	0.122162	0.039210867
2	0.44337208	0.60700124	0.2371558	0.10514826
3	0.34873097	0.52027813	0.3458234	0.12059933
4	0.64574505	0.58590252	0.3955395	0.255417674
5	0.47260900	0.57057262	0.4173483	0.197242563
6	0.52195908	0.50881334	0.108733	0.056754177
7	0.28178950	0.50439992	0.2795636	0.078778087
8	0.16616753	0.46660397	9.05E-02	0.015031435
9	0.14007262	0.60496607	1	0.14007262
10	0.27743274	0.46103764	0.2277586	0.063187692
11	0.34592222	0.5303777	1	0.34592222
12	0.59319700	0.60129908	0.3339444	0.198094816
13	0.43341265	0.5990214	0.4281623	0.185570957
14	0.73744833	0.54144993	2.93E-02	0.021600223
15	0.42492428	0.50605856	0.4817309	0.204699156
16	0.70087595	0.56022128	0.1072946	0.075200205
17	0.99974243	0.73576044	0.6298187	0.629656478
18	0.42255198	0.59413976	0.4744447	0.200477547
19	0.62874985	0.56641679	0.4818456	0.302960349
20	0.66690897	0.62901505	0.3306104	0.220487041
21	0.33053264	0.55444584	0.179381	0.059291275
22	0.45332763	0.57590503	0.2361989	0.107075488
23	0.88958279	0.67968779	1	0.88958279
24	0.24992414	0.35928358	8.16E-02	0.020397389
25	0.77457347	0.66559548	0.5547162	0.429668452
26	0.21927835	0.43268705	0.2858807	0.062687448
27	0.80517898	0.53516671	8.44E-02	0.067919721
Ortalama	0.49240684	0.552887644	0.368290019	0.188619787

EK 13: MÜAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.88170792	0.084974032	0.08125819	0.07164599
2	0.99967562	0.41331369	0.26682680	0.266740247
3	0.46636395	0.063979759	0.12547330	0.058516224
4	0.04052077	0.00399724	0.04939673	0.002001593
5	0.99959823	0.78137238	1	0.99959823
6	0.45488593	0.86934089	1	0.45488593
7	0.96075110	0.042384269	0.01733782	0.01665733
8	0.75115808	0.49335084	0.65802550	0.494281171
Ortalama	0.69433270	0.344089138	0.39978979	0.295540839

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 14: MÜAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.99758887	0.89225440	0.93825550	0.935993244
2	0.61645496	0.57656794	0.95107450	0.586294593
3	0.86618337	0.86586381	0.96969910	0.839937234
4	0.82438935	0.97447875	1	0.82438935
5	0.70734986	0.60302054	0.93490060	0.661301809
6	0.54085288	0.58071000	1	0.54085288
7	0.85771410	0.65662195	0.91864180	0.787932025
8	0.82751710	0.54735467	0.93514110	0.773845251
9	0.27354650	0.25804093	0.99170370	0.271277076
10	0.81548278	0.65514874	0.92185440	0.751756389
11	0.37144344	0.31081256	0.92975700	0.345352138
12	0.36672234	0.42418689	0.92781010	0.340248691
13	0.95452099	0.86654455	0.93836090	0.895685175
14	0.58354203	0.55398067	0.94819400	0.553311052
15	0.70219863	0.99944283	1	0.70219863
16	0.85630517	0.64640145	0.92016070	0.787938365
17	0.99465874	0.63182909	1	0.99465874
Ortalama	0.71508654	0.64960352	0.954444318	0.681939567

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

EK 15: AMSAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.64087947	0.66144129	1	0.64087947
2	0.12595953	0.12179648	0.7413155	0.093375752
3	0.52756322	0.55012427	0.6879558	0.362940177
4	0.35803161	0.35972356	0.879712	0.314964704
5	0.50122315	0.50584315	0.7878548	0.394891065
6	0.50939500	0.50954385	0.857562	0.436837795
7	0.40805593	0.39986151	0.9448662	0.385558256
8	0.76961769	0.78074832	0.9448662	0.727185742
9	0.44646512	0.45009452	0.8102813	0.361762338
10	0.00577629	0.00468695	0.857562	0.004953526
11	0.76038410	0.77840550	0.7413155	0.563684519
12	0.31707819	0.31845037	0.7783246	0.246789755
13	0.39621250	0.39706910	0.6700967	0.265500689
14	0.01520804	0.01392610	0.7696594	0.01170501
15	0.25498340	0.26066510	0.8575619	0.218664049
16	0.31512817	0.31175705	0.7878548	0.248275241
17	0.40652231	0.39000691	0.879712	0.357622554
18	0.52411505	0.52083319	0.9448662	0.495218596
19	0.01283329	0.01112272	0.7246545	0.009299702
20	0.03346876	0.03143210	0.9076015	0.0303763
21	0.39296543	0.39366805	0.7783246	0.305854661
22	0.54978798	0.55154006	0.7298721	0.401274908
23	0.09001291	0.08214642	0.8237406	0.074147288
24	0.63469436	0.66014693	0.7984279	0.506757685
25	0.19093125	0.18147198	0.7413155	0.141540295
26	0.63277952	0.65987005	0.6913408	0.4374663
27	0.21208685	0.20744782	0.9076015	0.192490343
28	0.59476270	0.60933325	0.6847015	0.407234913
29	0.42347006	0.42301829	0.857562	0.363151832
30	0.47745701	0.48306559	0.8237406	0.393300724
31	0.11587930	0.10669026	0.9448661	0.109490422
32	0.34098605	0.33531656	1	0.34098605
33	0.13921685	0.13567846	0.8237405	0.114678558
34	0.54981118	0.56399415	0.83927	0.461440029
35	0.62505923	0.65241167	0.7150582	0.446953728
36	0.52764969	0.53224876	1	0.52764969
37	0.65395179	0.66840151	0.9448661	0.617896877
38	0.42248364	0.42861988	0.8102813	0.342330593
Ortalama	0.39218123	0.39612110	0.828640321	0.325135004

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 16: AMSAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.54291054	0.49261953	0.2474267	0.134330563
2	0.42049283	0.43877734	0.5623504	0.236464311
3	0.43679414	0.46524888	0.4404944	0.192405373
4	0.60716724	0.58458073	0.4134234	0.251017145
5	0.29705320	0.31887683	0.3295537	0.097894981
6	0.26742887	0.22253956	0.1266582	0.033872059
7	0.68698250	0.61547638	0.2695384	0.185168164
8	0.24569774	0.2503387	0.216574	0.053211742
9	0.78888324	0.72255121	0.2952382	0.232908468
10	0.63583538	0.6787408	1	0.63583538
11	0.00693579	0.014648512	0.8656024	0.006003633
12	0.37889992	0.29677848	0.3219448	0.121984859
Ortalama	0.44292345	0.425098079	0.42406705	0.181758056

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 17: MEMTAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.49461202	0.54544072	0.8046997	0.398014144
2	0.24561646	0.28280232	0.6241643	0.153305026
3	0.66108562	0.54894252	0.4765715	0.315054566
4	0.15627897	0.25159546	0.8957881	0.139992842
5	0.67668145	0.68952824	0.6416725	0.434207878
6	0.24402963	0.30508335	0.6233677	0.152120189
7	0.01733616	0.02334726	0.7022453	0.012174236
8	0.62126497	0.69160352	0.8706515	0.540905278
9	0.51975396	0.57340712	0.8693544	0.451850392
10	0.42336688	0.44330843	0.6978579	0.295449922
11	0.17250775	0.18533547	0.533265	0.091992345
12	0.65395795	0.60424483	0.5626342	0.367939108
13	0.10512829	0.13477935	0.5730744	0.060246332
14	0.31886409	0.39553811	0.7022453	0.223920809
15	0.18081106	0.28574297	0.7140699	0.129111736
16	0.65526827	0.58199741	0.5115395	0.335195603
17	0.79296552	0.76321558	0.6213998	0.492748616
18	0.61987985	0.61239696	0.4819805	0.29877
19	0.81731806	0.81228190	0.6291	0.514174792
20	0.71542414	0.64579043	0.5090879	0.364213773
21	0.03829701	0.04139627	0.5491584	0.021031123
22	0.03548711	0.04086015	0.616161	0.021865776
23	0.52202896	0.46990662	0.5220706	0.272535972
24	0.11428645	0.15719738	0.833561	0.095264728
25	0.15982190	0.23883778	0.7089455	0.113305017
26	0.70953738	0.75432360	0.7520698	0.533621635
27	0.59389477	0.65079680	0.6707595	0.398360559
28	0.53174467	0.61437380	0.7317922	0.389126602
29	0.62876835	0.70430517	1	0.62876835
30	0.01380422	0.01451575	0.5912828	0.0081622
31	0.74807945	0.76683453	0.7661429	0.573135759
32	0.74428641	0.75704868	0.736645	0.548274862
33	0.55069930	0.46288539	0.4978536	0.274167629
34	0.63955372	0.65531737	0.7375865	0.47172619
35	0.29418820	0.32250507	0.5515943	0.162272534
36	0.14091056	0.10140229	0.3798949	0.053531203
37	0.70031186	0.72278748	0.7022453	0.491790712
38	0.52451211	0.54007970	0.5258361	0.275807402
39	0.33769572	0.59843023	1	0.33769572
40	0.14814091	0.13543146	0.6008584	0.08901171

EK 17: (Devam) MEMTAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
41	0.02504714	0.03949511	0.8210779	0.020565654
42	0.83032368	0.81376560	0.6090095	0.505675009
43	0.41884307	0.49155395	0.6074988	0.254446662
44	0.68387043	0.63145744	0.5979788	0.408940019
45	0.03783703	0.03366522	0.604295	0.022864727
46	0.59424309	0.56323490	0.4675248	0.277823382
47	0.64780908	0.72617138	0.7790434	0.504671388
48	0.20591189	0.26744090	0.655946	0.135067081
49	0.42900919	0.44013158	0.6450839	0.276746921
50	0.00086111	0.00121764	0.8531586	0.000734664
51	0.51830491	0.41236120	0.443716	0.229980181
52	0.60954556	0.54890009	0.5535066	0.33738749
53	0.50589330	0.56519829	0.7640407	0.386523071
54	0.75204884	0.73595813	0.5436936	0.408884141
55	0.76884039	0.77229937	0.5161771	0.396857803
56	0.24379918	0.21986226	0.4789692	0.116772298
57	0.74687926	0.75282668	0.601239	0.449052939
58	0.40525090	0.31905344	0.4583691	0.18575449
59	0.38312254	0.34375145	0.5594373	0.214333039
60	0.52149204	0.47495999	0.5626342	0.293409257
61	0.16436337	0.15878140	0.4922412	0.080906422
62	0.21730606	0.30992459	0.7415436	0.161141918
63	0.46553114	0.40783307	0.4350416	0.202525412
64	0.01974795	0.02106796	0.5726267	0.011308201
65	0.30255105	0.46207746	0.9206099	0.278531492
66	0.60348012	0.36957512	0.2381522	0.143720118
67	0.33022694	0.58805143	0.9723539	0.321097453
68	0.75482608	0.72102000	0.5773869	0.43582669
69	0.52298697	0.50159272	0.6810897	0.356201039
70	0.41901656	0.51888747	0.6551087	0.274501394
71	0.74736331	0.76670736	0.6707595	0.50130104
72	0.56912809	0.58553894	0.4773145	0.27165309
73	0.66104044	0.61248528	0.5066956	0.334946282
74	0.34013230	0.43112737	0.7156308	0.24340915
75	0.23071116	0.39164169	0.7604291	0.17543948

EK 17: (Devam) MEMTAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
76	0.41701521	0.33113900	0.4499184	0.187622816
77	0.04993835	0.03858477	0.5215497	0.026045334
78	0.20926886	0.20451598	0.5062366	0.105939556
79	0.11635470	0.14971083	0.6233676	0.07253175
80	0.78731704	0.76937688	0.5647722	0.444654777
81	0.39685321	0.32517501	0.5000763	0.198456885
82	0.50765300	0.55005762	0.7968488	0.404522684
83	0.79249391	0.82566230	0.8857418	0.701944982
84	0.44478080	0.53897245	0.7630654	0.339396839
85	0.41986935	0.29367150	0.3506473	0.147226054
86	0.29292008	0.29822785	0.6131783	0.179612237
87	0.11410501	0.09561734	0.4451281	0.050791346
88	0.09102489	0.14121243	0.8760049	0.079738246
89	0.53526495	0.42694189	0.4051098	0.216841077
90	0.43509832	0.55366394	0.8210779	0.357249615
91	0.06743754	0.06732822	0.4975155	0.033551222
92	0.63782580	0.67307292	0.736645	0.469851186
93	0.26371880	0.19364385	0.358319	0.094495457
94	0.41880324	0.46893040	0.5713777	0.239294832
95	0.28913433	0.35246730	0.6908528	0.199749261
96	0.07914244	0.13832299	0.9206099	0.072859314
97	0.06999864	0.10753611	0.6431227	0.045017714
98	0.10716679	0.13309847	0.6565407	0.070359359
99	0.09799596	0.08219588	0.578649	0.056705264
100	0.05889605	0.03894276	0.4047405	0.023837617
101	0.07615404	0.09285367	0.5604182	0.042678111
102	0.63060212	0.47563113	0.3338454	0.210523617
103	0.16021465	0.26398453	0.761401	0.121987595
Ortalama	0.40303488	0.41510458	0.630052147	0.251876965

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 18: MEMTAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.76938983	0.70473551	0.9501632	0.731045903
2	0.61399669	0.42536407	0.7744639	0.475518271
3	0.71396222	0.60599169	0.8749783	0.62470145
4	0.22871509	0.21244559	0.8458226	0.193452392
5	0.52311246	0.51383883	0.8970516	0.469258869
6	0.77927253	0.63458122	0.6776241	0.528053847
7	0.74185929	0.60661505	0.8664874	0.642811727
8	0.69690124	0.65712061	0.9110036	0.634879538
9	0.61911076	0.60496663	0.9652007	0.597566139
10	0.39110192	0.36934189	0.8555169	0.334594302
11	0.63059504	0.61209832	0.9495198	0.598762476
12	0.28135016	0.30911439	0.912048	0.256604851
13	0.71416730	0.62609261	0.865712	0.618263202
14	0.33083064	0.3875162	1	0.33083064
15	0.73478031	0.61773489	0.8377868	0.615589245
16	0.67195562	0.56267914	0.8809316	0.591946939
17	0.87868676	0.81232205	0.9889517	0.868978765
18	0.78257973	0.68388101	0.8676986	0.679043336
19	0.63233691	0.46454027	0.8005626	0.506225281
20	0.39048157	0.45323165	0.939846	0.366992542
Ortalama	0.60625930	0.543210581	0.88306847	0.533255986

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 19: MDÜAS'ta Küçük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.65334761	0.69360738	0.88549680	0.578537218
2	0.66725743	0.70228103	0.89876720	0.599709092
3	0.57522165	0.62351105	0.91747930	0.527753957
4	0.49501580	0.54125840	0.99739120	0.493724403
5	0.57916550	0.63657317	0.87929950	0.509259935
6	0.52443670	0.57364746	0.97186640	0.509682408
7	0.54380542	0.59851044	0.93643170	0.509236634
8	0.69086740	0.71804773	0.99079050	0.684504857
9	0.72073311	0.74451891	1.00000000	0.72073311
10	0.62566603	0.67426649	0.88369880	0.55290032
11	0.75432671	0.77107472	0.98996860	0.746759757
12	0.76594948	0.78887966	0.89159910	0.682919867
13	0.26845467	0.35086558	0.88754700	0.238266137
14	0.62253822	0.65909395	0.96842100	0.602879086
15	0.67990336	0.71885085	0.88076070	0.598832159
16	0.64488203	0.67603277	1.00000000	0.64488203
17	0.75590051	0.77492766	0.99079050	0.748939044
18	0.58255588	0.62976098	0.93994540	0.54757072
19	0.71016081	0.73734962	0.96720270	0.686869453
20	0.80153908	0.82125668	0.86313910	0.69183972
Ortalama	0.63308637	0.67171573	0.937029775	0.593789995

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

EK 20: MDÜAS'ta Orta ve Büyük İşletmeler Grubundaki Firmaların Etkinlik Skorları

<i>Firma</i>	Grup TE	Pool TE	TGR	Meta-Frontier TE
1	0.99588133	0.66606937	0.2506889	0.249656395
2	0.40331020	0.7040794	1	0.4033102
Ortalama	0.69959577	0.685074385	0.62534445	0.326483298

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

EK 21: GİTAS'a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)

Firma	2006	2007	2008	2009	2010
Anadolu Efes Biracılık Ve Malt Sanayii A.Ş.	20.85	28.71	12.66	12.66	2.96
Banvit Bandırma Vitaminli Yem Sanayii A.Ş.	15.89	57.28	-43.69	49.72	67.34
Coca-Cola İçecek A.Ş.	27.39	8.92	19.88	14.60	13.00
Dardanel Önentaş Gıda Sanayi A.Ş.	27.43	-14.68	35.96	-33.58	7.86
Kent Gıda Maddeleri Sanayii Ve Ticaret A.Ş.	2.01	7.53	9.03	62.08	-7.58
Kerevitaş Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	52.49	-52.94	151.27	-57.14	-48.79
Konfrut Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	24.57	54.78	-12.90	31.49	15.14
Kristal Kola Ve Meşrubat Sanayi Ticaret A.Ş.	-0.61	0.46	-4.84	7.36	61.98
Merko Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	-2.46	-23.55	-82.68	348.59	-8.80
Mert Gıda Giyim Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	-13.34	-16.36	-58.29	-15.99	141.58
Pınar Entegre Et Ve Un Sanayii A.Ş.	9.22	13.95	13.75	14.52	4.01
Pınar Su Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	23.30	15.53	8.51	14.69	3.57
Pınar Süt Mamulleri Sanayii A.Ş.	9.41	20.13	-2.15	24.23	9.88
T.Tuborg Bira Ve Malt Sanayii A.Ş.	-101.69	-1118.34	619.08	46.83	-5.05
Tat Konserve Sanayii A.Ş.	-22.72	95.67	11.63	25.55	17.27
Tukaş Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	-41.84	11.00	-33.46	161.61	1.19
Ülker Bisküvi Sanayi A.Ş.	-3.16	33.37	5.58	57.00	28.65

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

EK 22: TKDAS’a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)

Firma	2006	2007	2008	2009	2010
Akın Tekstil A.Ş.	-0.37	-5.43	-14.36	-1.37	90.63
Altınyıldız Mensucat Ve Konfeksiyon Fabrikaları A.Ş.	-1.31	7.64	25.96	16.60	34.30
Bişaş Tekstil Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	-83.70	-17.21	37.54	-229.93	-40.75
Bossa Ticaret Ve Sanayi İşletmeleri T.A.Ş.	10.03	2.42	-2.88	-4.60	1.53
Desa Deri Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	-5.61	9.97	-5.18	-8.73	-0.06
Gimsan Gediz İplik Ve Mensucat Sanayii A.Ş.	-14.83	206.27	-8.38	-14.55	-5.49
Karsu Tekstil Sanayii Ve Ticaret A.Ş.	1.89	19.49	-4.95	1.41	1.61
Menderes Tekstil Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	5.96	-1.21	-1.71	9.39	-1.27
Söktaş Tekstil Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	2.02	7.60	4.47	5.78	8.40
Yünsa Yünlü Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	7.99	-3.75	-30.95	-10.12	11.61

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

EK 23: AKYAS’a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)

Firma	2006	2007	2008	2009	2010
Alkim Kağıt Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	-2.50	7.53	9.91	5.10	-4.69
Hürriyet Gazetecilik Ve Matbaacılık A.Ş.	4.90	5.77	19.23	3.55	-15.76
Kartonsan Karton Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	12.85	-24.45	-0.63	5.31	7.92
Viking Kağıt Ve Selüloz A.Ş.	-32.88	1.31	-69.48	262.05	-34.49

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

EK 24: PKPAS’a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)

Firma	2006	2007	2008	2009	2010
Aksa Akrilik Kimya Sanayii A.Ş.	8.84	-7.02	14.07	7.07	1.59
Alarko Carrier Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	9.02	8.85	7.10	3.01	4.29
Bagfaş Bandırma Gübre Fabrikaları A.Ş.	1.81	30.00	58.20	-23.89	33.81
Bak Ambalaj Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	23.93	5.35	4.46	20.39	13.80
Brisa Bridgestone Sabancı Lastik San. Ve Tic. A.Ş.	-1.61	5.93	-4.53	2.43	5.03
Dentaş Ambalaj Ve Kağıt Sanayi A.Ş.	14.92	10.27	-37.78	5.87	27.94
Deva Holding A.Ş.	65.46	41.41	-4.61	19.41	11.36
Duran-Doğan Basım Ve Ambalaj Sanayi A.Ş.	14.83	-32.87	-47.62	192.31	5.17
Dyo Boya Fabrikaları Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	-21.62	107.15	-39.26	42.19	0.91
Ege Gübre Sanayii A.Ş.	1.28	8.57	0.34	-21.63	20.31
Egeplast Ege Plastik Ticaret Ve Sanayi A.Ş.	-1372.30	-16.20	284.59	-27.04	2.66
Eis Eczacıbaşı İlaç, Sınai Ve Finansal Yatırımlar San. Ve Tic. A.Ş.	29.05	38.14	4.38	26.50	9.00
Eminiş Ambalaj Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	-3.54	-5.29	-42.17	71.67	-36.80
Goodyear Lastikleri T.A.Ş.	12.89	6.18	1.52	-0.13	5.31
Gübre Fabrikaları T.A.Ş.	17.18	184.90	283.02	-20.55	40.92
Hektaş Ticaret T.A.Ş.	8.09	7.01	3.65	6.37	10.87
Marshall Boya Ve Vernik Sanayii A.Ş.	12.57	5.02	-4.05	-1.04	9.00
Mondi Tire Kutsan Kağıt Ve Ambalaj Sanayi A.Ş.	-0.30	-3.69	-81.44	930.99	-3.38
Olmuksa International Paper Sabancı Ambalaj San. Ve Tic. A.Ş.	10.88	13.03	-2.87	3.63	19.67
Omv Petrol Ofisi A.Ş.	7.48	12.96	4.06	9.49	-27.31
Petkim Petrokimya Holding A.Ş.	4.11	4.85	-12.56	8.38	8.85
Soda Sanayii A.Ş.	18.58	-2.67	17.41	9.16	13.76
Turcas Petrol A.Ş.	98.94	17.05	-1.06	-0.30	8.62
Tüpraş-Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.	6.43	18.79	-13.51	6.28	3.22

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

EK 25: MÜAS'a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)

Firma	2006	2007	2008	2009	2010
Adana Çimento Sanayii T.A.Ş.	10.41	13.62	-18.00	15.37	5.66
Mardin Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	19.12	4.50	-3.84	14.66	-1.17
Bolu Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	21.81	-4.72	-0.57	-7.43	0.86
Ünye Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	28.48	4.07	-2.81	-1.82	-0.67
Lafarge Aslan Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	15.80	0.04	-10.28	-24.19	60.60
Afyon Çimento Sanayi T.A.Ş.	29.51	19.85	2.52	-2.64	-0.33
Akçansa Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	6.94	6.58	-9.16	7.15	2.67
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.	4.83	3.23	6.03	6.33	21.95
Batisöke Söke Çimento Sanayii T.A.Ş.	12.19	-2.90	-2.41	0.90	2.67
Çimsa Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	11.72	31.86	-17.38	21.77	-5.61
Denizli Cam Sanayii Ve Ticaret A.Ş.	2.76	-6.21	-6.72	-5.30	4.24
Göлтаş Göller Bölgesi Çimento San. Ve Tic. A.Ş.	10.01	-8.26	13.25	0.57	0.95
Haznedar Refrakter Sanayii A.Ş.	28.89	7.33	-6.96	-0.55	-4.16
İzocam Ticaret Ve Sanayi A.Ş.	23.79	4.21	-7.68	-5.45	2.48
Konya Çimento Sanayii A.Ş.	18.41	11.36	7.71	4.86	9.20
Kütahya Porselen Sanayii A.Ş.	0.94	0.28	1.68	29.64	2.15
Nuh Çimento Sanayi A.Ş.	0.91	30.68	8.07	5.41	0.91
Trakya Cam Sanayii A.Ş.	14.34	12.17	15.10	6.85	13.43

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

EK 26: AMSAS’a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)

Firma	2006	2007	2008	2009	2010
Borusan Mannesmann Boru Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	-	-11.56	-2.50	121.02	-1.45
Burçelik Vana Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	-4.48	-22.10	-17.53	-15.41	1.23
Çelik Halat Ve Tel Sanayii A.Ş.	9.85	2.27	18.48	-9.62	5.29
Çemtaş Çelik Makina Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	25.67	21.20	11.05	-3.84	-9.82
Demisaş Döküm Emaye Mamülleri Sanayi A.Ş.	-	-0.69	0.84	2.65	0.93
Ereğli Demir Ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş.	-	11.21	1.65	-3.03	13.05
İzmir Demir Çelik Sanayi A.Ş.	29.27	21.37	30.89	-4.42	4.29
Kardemir Karabük Demir Çelik Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	30.19	19.07	68.85	-8.39	2.68
Sarkuysan Elektrolitik Bakır San. Ve Ticaret A.Ş.	16.54	3.50	-4.18	25.01	3.00

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

EK 27: MEMTAS’a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)

Firma	2006	2007	2008	2009	2010
Anadolu Isuzu Otomotiv Sanayi Ve Ticaret Aş	2.25	5.43	-7.09	-10.31	-2.74
Arçelik Aş	5.87	2.00	-6.73	37.08	24.21
Bsh Ev Aletleri Sanayi Ve Ticaret Aş	21.75	7.50	6.24	37.00	9.57
Ditaş Doğan Yedek Parça İmalat Ve Teknik Aş	2.77	-1.91	-3.59	-15.14	-11.34
Ege Endüstri Ve Ticaret Aş	32.12	-3.88	8.06	-8.81	10.94
Ford Otomotiv Sanayi Aş	1.68	5.17	-0.24	-3.63	6.39
Karsan Otomotiv Sanayii Ve Ticaret Aş	-18.94	130.77	-40.10	77.01	-3.39
Klimasan Klima Sanayi Ve Ticaret Aş	22.33	-2.50	-16.29	31.05	16.67
Koza Anadolu Metal Madencilik İşletmeleri Aş	109.73	117.15	85.12	23.46	131.67
Makina Takım Endüstrisi Aş	-11.23	-413.56	-65.86	108.65	-52.13
Otokar Otomotiv Ve Savunma Sanayi Aş	30.25	5.61	3.78	17.06	0.22
Parsan Makina Parçaları Sanayii Aş	37.36	38.87	17.52	-8.83	6.44
Tdemir Döküm Fabrikaları Aş	12.72	-37.37	-19.12	-14.11	-26.15
Tofaş Türk Otomobil Fabrikası Aş	-1.95	14.05	-3.58	27.05	19.94
Türk Prysmian Kablo Ve Sistemleri Aş	4.82	12.80	7.81	-6.22	-4.37
Türk Traktör Ve Ziraat Makineleri Aş	6.66	3.23	-5.74	5.30	55.69
Vestel Beyaz Eşya Sanayi Ve Ticaret Aş	7.51	1.18	-24.44	29.43	1.73

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 28: MDÜAS’a İlişkin Özsermaye Değişim Oranları (%)

Firma	2006	2007	2008	2009	2010
İdaş İstanbul Döşeme Sanayii A.Ş.	-6.92	-0.84	-64.13	127.15	-15.62
Kelebek Mobilya Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	-68.60	-411.02	8.22	0.19	15.48

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 29: GİTAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2006			2007		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Anadolu Efes Biracılık Ve Malt Sanayii A.Ş.	0.120051495	0.445938175	5.353554458	0.312171669	0.449613646	14.03566425
Banvit Bandırma Vitaminli Yem Sanayii A.Ş.	0.051579195	0.025826331	0.133210135	0.05637499	0.031819243	0.179380953
Coca-Cola İçecek A.Ş.	0.232693446	0.22615082	5.26238136	0.199267518	0.192945068	3.844768485
Dardanel Önentaş Gıda Sanayi A.Ş.	0.016132472	-0.064908439	-0.104713358	0.009620549	-0.043378702	-0.041732695
Kent Gıda Maddeleri Sanayii Ve Ticaret A.Ş.	0.050408698	0.050032064	0.25220512	0.040854328	0.042142338	0.172169691
Kereviş Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.012990958	-0.006428758	-0.008351572	0.011732181	-0.002369818	-0.002780313
Konfrut Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.007394439	0.003063193	0.00226506	0.006785177	0.003713964	0.002519991
Kristal Kola Ve Meşrubat Sanayi Ticaret A.Ş.	0.003169056	0.010315157	0.003268931	0.003025608	0.008117017	0.002455891
Merko Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.009853186	0.004189	0.0041275	0.008581459	0.002508665	0.0021528
Mert Gıda Giyim Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.002542739	0.002045935	0.000520228	0.001723996	0.001340513	0.000231104
Pınar Entegre Et Ve Un Sanayii A.Ş.	0.034527463	0.048535073	0.167579293	0.029007896	0.043322059	0.125668175
Pınar Su Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.006696237	0.01301418	0.008714604	0.006320214	0.011777284	0.007443495
Pınar Süt Mamulleri Sanayii A.Ş.	0.049956941	0.063906122	0.319255441	0.04678865	0.060133988	0.281358809
Şeker Piliç Ve Yem Sanayii Ticaret A.Ş.	0.018421193	0.005610598	0.010335391	0.019397317	0.007940245	0.015401945
T.Tuborg Bira Ve Malt Sanayii A.Ş.	0.020912286	-0.000281927	-0.000589574	0.014185106	0.002248907	0.003190099
Tat Konserve Sanayii A.Ş.	0.0693118	0.019322202	0.13392566	0.061963787	0.029615153	0.183506704
Tukaş Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.026858575	0.010394219	0.027917391	0.02265304	0.009037544	0.020472785
Ülker Bisküvi Sanayi A.Ş.	0.265789134	0.143078345	3.802866945	0.149546514	0.149472886	2.235314899
OBİ Toplam	0.999289313	0.999802291	99.90917444			
Kİ Toplam	0.000710687	0.000197709	1.40509E-05			

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır. (Meta-frontiere esas alınan yatay-kesit verilerinden - *küçük, orta ve büyük işletmeler*- hareketle örneklemde yer alan küçük işletmelerin, İMKB'ye kayıtlı orta ve büyük işletmelere göre Ağırlıklandırılmış üretim payı veri iken, araştırma döneminde her bir endüstrideki üretim ve öz sermaye paylarındaki gelişme dikkate alınarak bu göstergelere erişilmiştir.)

EK 29: (Devam) GİTAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2008			2009			2010		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Anadolu Efes ...	0.329669183	0.466596159	15.38223746	0.324520665	0.410951806	13.33623532	0.324828772	0.381047724	12.37752643
Banvit ...	0.059106588	0.01650442	0.097551996	0.067917353	0.019317479	0.131199205	0.078831001	0.029113279	0.229502894
Coca-Cola ...	0.203860433	0.213061398	4.343478893	0.203855279	0.190873902	3.891065264	0.214782984	0.194250746	4.172175479
Dardanel ...	0.011314057	-0.054326722	-0.061465562	0.005600996	-0.028209491	-0.015800125	0.003590474	-0.02740293	-0.00983895
Kent ...	0.046747197	0.042322251	0.19784466	0.045194002	0.053625689	0.242355949	0.037786355	0.044633181	0.168652521
Kereviş ...	0.011664795	-0.00548509	-0.006398245	0.013647842	-0.001837872	-0.002508299	0.014077255	-0.00084763	-0.00119322
Konfrut ...	0.005960947	0.002979865	0.001776282	0.006000521	0.003063186	0.001838071	0.005055654	0.003176332	0.001605844
Kristal Kola ...	0.002653921	0.007115239	0.001888328	0.002361673	0.005971544	0.001410283	0.001776542	0.008711206	0.001547583
Merko ...	0.009687561	0.000400133	0.000387631	0.008597438	0.001403235	0.001206423	0.006053396	0.001152529	0.000697671
Mert ...	0.001410204	0.000515054	7.26332E-05	0.000664647	0.000338248	2.24815E-05	0.000384407	0.000735916	2.82892E-05
Pınar Entegre Et ...	0.027477956	0.045391892	0.124727639	0.026010593	0.040639164	0.105704873	0.027632076	0.038067066	0.105187205
Pınar Su ...	0.005426688	0.01177131	0.006387923	0.004589349	0.010554202	0.004843692	0.005294543	0.009844372	0.005212144
Pınar Süt ...	0.043525602	0.054199422	0.235906245	0.040863125	0.052635486	0.215085043	0.045200811	0.052088499	0.235444239
Şeker Piliç ...	0.018295429	0.002699165	0.004938237	0.022728245	0.003933942	0.00894116	0.022938079	0.002189267	0.005021758
T.Tuborg ...	0.01489285	0.014896076	0.022184503	0.015556376	0.017098964	0.026599792	0.014878512	0.01462213	0.021755553
Tat Konserve ...	0.063546826	0.030451931	0.193512357	0.065619571	0.029887957	0.196123494	0.067384268	0.031567366	0.212714387
Tukaş ...	0.017512282	0.005538928	0.009699927	0.014306065	0.011328001	0.016205912	0.010989921	0.010323408	0.011345343
Ülker ...	0.127247481	0.145368569	1.849778424	0.131966262	0.178424557	2.354602192	0.118514951	0.206727533	2.45003035

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 30: TKDAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2006			2007		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Akın Tekstil A.Ş.	0.109446694	0.109473991	1.198156638	0.09780788	0.10396743	1.0168834
Altınıyıldız Mensucat ve Konfeksiyon A.Ş.	0.156816268	0.126591794	1.985165261	0.15894024	0.13683799	2.17490632
Bişaş Tekstil Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.029939478	0.001893974	0.00567046	0.01529024	0.00157467	0.00240771
Bossa Ticaret Ve Sanayi İşletmeleri T.A.Ş.	0.192975288	0.256171571	4.943478274	0.21001897	0.26348707	5.53372838
Desa Deri Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.06785054	0.05221135	0.354256828	0.07722868	0.0576603	0.44530288
Gimsan Gediz İplik Ve Mensucat Sanayii A.Ş.	0.004078492	0.007361992	0.003002583	0.00398732	0.0226432	0.00902857
Karsu Tekstil Sanayii Ve Ticaret A.Ş.	0.060904882	0.056268835	0.34270468	0.06076417	0.06752086	0.41028495
Menderes Tekstil Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.172819724	0.191585426	3.31097404	0.18764247	0.19007678	3.56664753
Söktaş Tekstil Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.061484789	0.085662692	0.526695253	0.07747396	0.09256003	0.71709925
Yünsa Yünlü Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.08839798	0.065875986	0.58233041	0.11084607	0.06367166	0.70577538
OBİ Toplam	0.944714136	0.953097611	90.04047855			
Kİ Toplam	0.055285864	0.046902389	0.259303913			

EK 30: (Devam) TKDAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2008			2009			2010		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Akın ...	0.091487411	0.090249159	0.825666194	0.100405073	0.0870354	0.873879567	0.084991439	0.142714144	1.212948044
Altınıyıldız...	0.178292711	0.174712186	3.114990936	0.201017364	0.199183015	4.003924478	0.229669741	0.230100828	5.284719752
Bisaş ...	0.005727235	0.002195338	0.001257321	0.003726119	-0.002788958	-0.001039199	0.004222968	-0.001421386	-0.000600247
Bossa...	0.187068298	0.259388376	4.852334205	0.166377574	0.241952643	4.025549373	0.182967993	0.211301138	3.866134524
Desa ...	0.079959151	0.055421687	0.443147105	0.082177547	0.049460129	0.406451205	0.081672479	0.042519584	0.347267985
Gimsan ...	0.00175073	0.021029224	0.003681649	0.002401186	0.017568933	0.004218628	0.000468986	0.014282999	0.000669853
Karsu ...	0.064649206	0.065051713	0.420554161	0.070421718	0.064501991	0.454234103	0.06511825	0.056375243	0.367105719
Menderes ...	0.184458019	0.189376774	3.493206463	0.196630268	0.202552953	3.982804157	0.170266232	0.172008252	2.928719695
Söktaş ...	0.087641476	0.098012748	0.858998189	0.083146752	0.101372721	0.842881247	0.088084034	0.094522887	0.83259572
Yünsa ...	0.118965764	0.044562793	0.530144674	0.093696399	0.039161173	0.366926087	0.092537878	0.03759631	0.347908279

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

EK 31: AKYAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2006			2007		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Alkim Kağıt Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.084006665	0.08204112	0.689200087	0.074408969	0.088577777	0.659098102
Hürriyet Gazetecilik Ve Matbaacılık A.Ş.	0.675454573	0.696008813	47.01223357	0.739395872	0.739202221	54.65630707
Kartonsan Karton Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.13813965	0.195584925	2.701803299	0.109917728	0.148372224	1.630873777
Viking Kağıt Ve Selüloz A.Ş.	0.101152544	0.02344315	0.237133427	0.076277432	0.023847778	0.181904725
OBİ Toplam	0.998753432	0.997078008	99.58350821			
Kİ Toplam	0.001246568	0.002921992	0.000364246			

EK 31: (Devam) AKYAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2008			2009			2010		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Alkim ...	0.06944826	0.08589233	0.59650733	0.084359753	0.085506585	0.721331436	0.090517165	0.092770408	0.839731434
Hürriyet ...	0.74644651	0.7776031	58.0439123	0.696083267	0.762707717	53.09080795	0.672408513	0.731388073	49.17915662
Kartonsan ...	0.11009955	0.13008391	1.43221808	0.132160189	0.129766419	1.714995447	0.15497255	0.159421731	2.470599212
Viking ...	0.07400567	0.00642065	0.04751646	0.087396791	0.02201928	0.192441436	0.082101772	0.016419789	0.134809375

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır

EK 32: PKPAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2006			2007		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Aksa Akrilik Kimya Sanayii A.Ş.	0.030316957	0.05205335	0.157809918	0.018641389	0.04207237	0.07842874
Alarko Carrier Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.005565743	0.01322007	0.007357951	0.005745793	0.012508929	0.007187372
Aygaz A.Ş.	0.055660764	0.10107433	0.562587441	0.064550688	0.095417897	0.615929087
Bagfaş Bandırma Gübre Fabrikaları A.Ş.	0.004525021	0.006872601	0.003109867	0.005065879	0.007766691	0.003934512
Bak Ambalaj Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.001884333	0.003776627	0.000711642	0.001771228	0.003458803	0.000612633
Brisa Bridgestone Sabancı Lastik San. A.Ş.	0.01575084	0.031941571	0.050310658	0.015827585	0.029414444	0.046555962
Dentaş Ambalaj Ve Kağıt Sanayi A.Ş.	0.002385101	0.006220852	0.001483736	0.002173907	0.00596324	0.001296353
Deva Holding A.Ş.	0.004234859	0.014664442	0.006210185	0.006039782	0.018027026	0.010887931
Duran-Doğan Basım Ve Ambalaj Sanayi A.Ş.	0.001109843	0.000789664	8.76403E-05	0.00113681	0.000460824	5.2387E-05
Dyo Boya Fabrikaları Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.004961786	0.003004424	0.001490731	0.005180744	0.005410269	0.002802922
Ege Gübre Sanayii A.Ş.	0.0029036	0.00768016	0.002230011	0.002476363	0.00724867	0.001795034
Ege Profil Ticaret Ve Sanayi A.Ş.	0.003861077	0.006490803	0.002506149	0.004155445	0.006009532	0.002497228
Egeplast Ege Plastik Ticaret Ve Sanayi A.Ş.	0.002227931	-0.00068387	-0.00015236	0.002049216	-0.000498174	-0.000102087
Eis Eczacıbaşı İlaç, San. A.Ş.	0.021734528	0.092947788	0.202017633	0.018135474	0.111619832	0.202427851
Eminiş Ambalaj Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.00056462	0.001343779	7.58725E-05	0.000460071	0.001106423	5.09033E-05
Goodyear Lastikleri T.A.Ş.	0.015453789	0.018664541	0.028843788	0.016601529	0.017228605	0.028602119
Gübre Fabrikaları T.A.Ş.	0.010475314	0.005177654	0.005423755	0.012395728	0.012823457	0.015895609
Hektaş Ticaret T.A.Ş.	0.00170079	0.005531796	0.000940842	0.001534512	0.005145749	0.000789621
Kaplamin Ambalaj Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.001010617	0.00248051	0.000250685	0.001076995	0.00218775	0.000235619
Marshall Boya Ve Vernik Sanayii A.Ş.	0.004753196	0.008264924	0.003928481	0.004051935	0.007545749	0.003057489
Mondi Tire Kutsan Kağıt ve Ambalaj San A.Ş.	0.00480483	0.00637796	0.003064501	0.005999263	0.005340128	0.003203683
Omluksa Paper Sabancı Ambalaj San. A.Ş.	0.004702143	0.011727144	0.005514271	0.004692928	0.011522693	0.005407517
Omv Petrol Ofisi A.Ş.	0.294018029	0.181317649	5.331065793	0.2715352	0.178042906	4.834491608
Petkim Petrokimya Holding A.Ş.	0.048316529	0.1145333	0.553385155	0.045220827	0.104391277	0.472065989
Pimaş Plastik İnşaat Malzemeleri A.Ş.	0.002775881	0.002467554	0.000684964	0.002753783	0.004693341	0.001292444
Soda Sanayii A.Ş.	0.009355346	0.033568805	0.031404778	0.009797593	0.028403213	0.027828311
Tüpraş-Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.	0.444284094	0.267945074	11.90437346	0.470929333	0.276688356	13.0300663
OBİ Toplam	0.999337563	0.999453505	99.87914304			
Kİ Toplam	0.000662437	0.000546495	3.62018E-05			

EK 32: (Devam) PKPAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2008			2009			2010		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Aksa ...	0.014927802	0.047775587	0.071318452	0.020012877	0.046491607	0.093043081	0.022508546	0.046005002	0.103550572
Alarko ...	0.004614904	0.013336446	0.006154642	0.005059533	0.012486278	0.006317474	0.004269763	0.012683816	0.005415689
Aygaz ...	0.057204163	0.098717947	0.564707748	0.077645299	0.106987843	0.830710304	0.077439871	0.119430294	0.924866654
Bagfaş ...	0.006781793	0.012231317	0.008295026	0.005731753	0.008460829	0.004849538	0.004670138	0.011027431	0.005149963
Bak ...	0.00174496	0.003596695	0.000627609	0.002472465	0.003935401	0.000973014	0.002139626	0.004362141	0.000933335
Brisa ...	0.01338395	0.027954184	0.037413739	0.016474472	0.026025199	0.04287514	0.016812964	0.026625289	0.044765003
Dentaş ...	0.002118166	0.003693931	0.000782436	0.00319299	0.003554424	0.001134924	0.003254653	0.004429623	0.001441688
Deva ...	0.00405579	0.017117918	0.006942669	0.007437584	0.018578275	0.013817749	0.007464913	0.020152478	0.01504365
Duran-Doğan ...	0.00084225	0.00024029	2.02384E-05	0.001156629	0.000638394	7.38385E-05	0.001097972	0.000653986	7.18058E-05
Dyo ...	0.003760527	0.003271606	0.001230296	0.0045792	0.004227939	0.001936058	0.005204566	0.004155712	0.002162868
Ege Gübre ...	0.003787333	0.007240799	0.002742332	0.00388837	0.00515749	0.002005423	0.002982722	0.00604414	0.001802799
Ege Profil ...	0.003393404	0.005883936	0.001996657	0.004002723	0.00592982	0.002373543	0.003875623	0.006707319	0.002599504
Egeplast ...	0.001680414	-0.00190732	-0.000320509	0.001735281	-0.001264725	-0.000219465	0.001793926	-0.00126468	-0.00022687
Eis ...	0.013055726	0.115982964	0.151424175	0.018116222	0.133346082	0.241572724	0.015342083	0.141574121	0.21720419
Eminiş ...	0.000416489	0.000636947	2.65282E-05	0.000568796	0.000993799	5.65269E-05	0.000671387	0.000611793	4.1075E-05
Goodyear ...	0.013164799	0.017412473	0.022923171	0.013283654	0.015805785	0.020995858	0.014328657	0.01621315	0.023231266
Gübre Fabrikaları	0.023311898	0.048894933	0.113983369	0.021755033	0.035309128	0.076815125	0.023513621	0.048467887	0.113965552
Hektaş ...	0.001227138	0.005309758	0.00065158	0.001733347	0.005133496	0.000889813	0.001551512	0.005543743	0.000860118
Kaplamin ...	0.000831779	0.002085826	0.000173495	0.001059453	0.001839336	0.000194869	0.001189572	0.001819926	0.000216493
Marshall ...	0.003248984	0.00720738	0.002341666	0.003890901	0.006482756	0.002522376	0.003835884	0.006882593	0.002640083
Mondi ...	0.004074216	0.00098653	0.000401934	0.005573071	0.009244175	0.005151845	0.005416045	0.008700186	0.00471206
Omluksa ...	0.003572231	0.011141631	0.003980048	0.004462397	0.010493613	0.004682667	0.004612866	0.012232232	0.005642564
Omv Petrol Ofisi...	0.274817456	0.184443302	5.068823914	0.289227077	0.18354609	5.308649921	0.268448869	0.12996471	3.488887954
Petkim ...	0.038411359	0.090873649	0.349058034	0.044053027	0.089513063	0.394332136	0.049629133	0.094905014	0.471005352
Pimaş ...	0.002135605	0.004450279	0.000950404	0.002283874	0.004039253	0.000922514	0.002301296	0.00422651	0.000972645
Soda ...	0.010996004	0.033198644	0.036505243	0.013463633	0.032937183	0.044345415	0.011359709	0.036496283	0.041458716
Tüpraş...	0.492440859	0.23822235	11.73104186	0.427140339	0.230107464	9.828817988	0.444284082	0.231349301	10.27848119

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 33: MÜAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2006			2007		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Adana Çimento Sanayii T.A.Ş.	0.049816106	0.090865798	0.452658017	0.05263253	0.092858628	0.488738453
Mardin Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.028519438	0.035881142	0.102331	0.02893521	0.033725484	0.097585396
Bolu Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.031398021	0.035534411	0.111571017	0.025554516	0.030451822	0.077818157
Ünye Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.036806441	0.041826056	0.153946825	0.032174519	0.039150338	0.12596433
Lafarge Aslan Çimento San Ve Tic. A.Ş.	0.04658634	0.028087872	0.130851117	0.040712621	0.025272813	0.102892247
Afyon Çimento Sanayi T.A.Ş.	0.008518853	0.007317358	0.00623355	0.008483067	0.007887412	0.006690945
Akçansa Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.114772976	0.129116116	1.481904086	0.115737428	0.123771703	1.432501855
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.	0.1415234	0.103515611	1.464988127	0.158274353	0.096110375	1.521180747
Batisöke Söke Çimento Sanayii T.A.Ş.	0.019499906	0.03205887	0.062514496	0.016198667	0.027997564	0.045352322
Çimsa Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.0939911	0.114887622	1.079841394	0.096613115	0.136251055	1.31636388
Göлтаş Göller Bölgesi Çimento San. A.Ş.	0.032011316	0.044683449	0.143037599	0.032026394	0.036867732	0.118074052
Haznedar Refrakter Sanayii A.Ş.	0.008638153	0.002091148	0.001806365	0.009067511	0.002018592	0.00183036
İzocam Ticaret Ve Sanayi A.Ş.	0.04656312	0.026010575	0.121113352	0.042983359	0.024378005	0.104784852
Konya Çimento Sanayii A.Ş.	0.038997456	0.04429239	0.172729051	0.031719169	0.044362993	0.140715729
Kütahya Porselen Sanayii A.Ş.	0.036296049	0.013901438	0.050456728	0.029535486	0.012537914	0.037031337
Nuh Çimento Sanayi A.Ş.	0.11347505	0.087573768	0.99374377	0.121099203	0.102931578	1.24649321
Trakya Cam Sanayii A.Ş.	0.15165003	0.161991784	2.456605884	0.158252851	0.163425993	2.586262934
Obi Toplam Özsermaye	0.999063754	0.999635406	99.86995013			
Kİ Toplam Sermaye	0.000936246	0.000364594	3.4135E-05			

EK 33: (Devam) MÜAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2008			2009			2010		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Adana...	0.04571114	0.0770734	0.35231128	0.049999017	0.0829526	0.414754844	0.046148497	0.082299007	0.379797549
Mardin ...	0.03143031	0.03282775	0.10317865	0.040236834	0.035115597	0.141294045	0.035518404	0.032586505	0.115742064
Bolu ...	0.02549195	0.03064905	0.07813039	0.020200544	0.026468939	0.053468696	0.020960919	0.025066047	0.052540739
Ünye ...	0.03014379	0.03851825	0.1161086	0.028730086	0.035278519	0.101355488	0.029044164	0.032903315	0.095564928
Lafarge ...	0.03431728	0.02295339	0.07876977	0.026239325	0.016233504	0.042595618	0.019151759	0.02447953	0.046882607
Afyon ...	0.00614141	0.00818523	0.00502688	0.005612631	0.007434119	0.004172497	0.006814864	0.006957261	0.004741279
Akçansa ...	0.12269668	0.11380693	1.39637324	0.120671002	0.11375954	1.372747767	0.122994269	0.109671455	1.348896043
Anadolu ...	0.17684994	0.10315008	1.82420849	0.166732793	0.102321963	1.70604267	0.182647879	0.117165864	2.14000965
Batisöke ...	0.01285532	0.02765699	0.03555394	0.010906383	0.026033767	0.028393424	0.010495958	0.025096201	0.026340867
Çimsa ...	0.09388486	0.1139427	1.06974951	0.105465836	0.12943349	1.365081115	0.108218978	0.114713611	1.241418971
Göлтаş ...	0.02561366	0.04226306	0.10825116	0.031691842	0.03965105	0.12566148	0.027767002	0.037585955	0.104364929
Haznedar ...	0.00842477	0.00190118	0.0016017	0.007934945	0.001763787	0.001399555	0.00833456	0.001587256	0.001322908
İzocam ...	0.03821132	0.0227811	0.08704962	0.035937614	0.020093356	0.072210727	0.038322903	0.019334209	0.074094301
Konya ...	0.0279579	0.04836925	0.13523025	0.030551439	0.047318551	0.144564984	0.032466472	0.048515972	0.157514246
Kütahya ...	0.02559851	0.01290421	0.03303286	0.027188702	0.015607131	0.042433764	0.022473387	0.014969093	0.033640622
Nuh ...	0.12862697	0.11260285	1.4483764	0.128541484	0.110732623	1.42337357	0.116024435	0.104915656	1.217277981
Trakya ...	0.1660442	0.19041458	3.16172356	0.163359524	0.189801463	3.10058767	0.172615547	0.202153062	3.489476156

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 34: AMSAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2006			2007		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Borusan Mannesmann Boru San. Ve Tic. A.Ş.	0.086981386	0.03823595	0.332581595	0.088815132	0.030736297	0.27298483
Burçelik Vana Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.000986306	0.001125908	0.000111049	0.00102757	0.000797185	8.19164E-05
Çelik Halat Ve Tel Sanayii A.Ş.	0.007865122	0.004136433	0.003253355	0.007049922	0.003845055	0.002710734
Çemtaş Çelik Makina Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.015987338	0.016342746	0.0261277	0.017625834	0.018003092	0.031731952
Demisaş Döküm Emaye Mamülleri San. A.Ş.	0.012409211	0.010325384	0.012812986	0.011579951	0.009320528	0.010793126
Ereğli Demir Ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş.	0.557115129	0.79191576	44.11882505	0.550196582	0.800464625	44.04129004
İzmir Demir Çelik Sanayi A.Ş.	0.090062464	0.036263155	0.326594909	0.080991406	0.040004353	0.324000879
Kardemir Karabük Demir Çelik San A.Ş.	0.075756388	0.062853778	0.476157514	0.075524095	0.068022279	0.513732105
Sarkuysan Elektrolitik Bakır San. Ve Tic. A.Ş.	0.145159792	0.03062233	0.444513099	0.167189509	0.028806585	0.481615873
OBİ Toplam	0.992323136	0.991821442	98.42073643			
Kİ Toplam	0.007676864	0.008178558	0.006278567			

EK 34: (Devam) AMSAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2008			2009			2010		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Borusan ...	0.092531993	0.027927984	0.258423199	0.088417711	0.061411791	0.542988993	0.085729724	0.05508485	0.472240899
Burçelik ...	0.000632206	0.000612652	3.87322E-05	0.00061955	0.000515618	3.19451E-05	0.000865561	0.000475069	4.11201E-05
Çelik ...	0.007699438	0.004245503	0.003268799	0.008381872	0.003817448	0.003199736	0.008364475	0.003658418	0.003060074
Çemtaş ...	0.014384181	0.018631501	0.026799888	0.013301063	0.017824259	0.023708159	0.015471703	0.014630179	0.022635378
Demisaş ...	0.011535987	0.008758277	0.010103537	0.012784031	0.008944476	0.011434645	0.011088239	0.008217044	0.009111255
Ereğli ...	0.554622387	0.758270833	42.05539796	0.586556982	0.731539276	42.90894699	0.582931453	0.752731002	43.87905771
İzmir ...	0.103698005	0.048794971	0.505994116	0.08257825	0.046398969	0.38315457	0.080722605	0.044040687	0.355507894
Kardemir ...	0.08409635	0.107034947	0.900124836	0.094784319	0.097554624	0.924664854	0.090389877	0.091170454	0.824088612
Sarkuysan ...	0.130799453	0.025723333	0.336459788	0.112576223	0.03199354	0.360171189	0.124436363	0.029992298	0.373213243

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 35: MEMTAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2006			2007		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Anadolu Isuzu Otomotiv San. ve Tic. A.Ş.	0.016025146	0.024307211	0.038952661	0.0172197	0.024434214	0.042074983
Arçelik A.Ş.	0.256136734	0.27004664	6.91688643	0.240816756	0.262628663	6.324538254
Bsh Ev Aletleri Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.062512684	0.060044707	0.37535558	0.065016321	0.061542638	0.400127591
Ditaş Doğan Yedek Parça İmalat A.Ş.	0.001217992	0.003548224	0.000432171	0.001168793	0.003318337	0.000387845
Ege Endüstri Ve Ticaret A.Ş.	0.003463003	0.004879816	0.001689882	0.002851489	0.00447209	0.001275211
Emek Elektrik Endüstrisi A.Ş.	0.000447703	-0.000252674	-1.13123E-05	0.000688606	-0.000243746	-1.67845E-05
Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	0.235211449	0.209425612	4.925930156	0.254750965	0.210009127	5.350002771
İhlas Ev Aletleri İmalat Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.002567885	0.004361613	0.001120012	0.002519734	0.009881517	0.002489879
Karsan Otomotiv Sanayii Ve Ticaret A.Ş.	0.010080026	0.006018773	0.006066939	0.008854377	0.013243064	0.011725908
Klimasan Klima Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.003733064	0.004093764	0.001528228	0.00364975	0.003805548	0.00138893
Koza Anadolu Metal Madencilik İşlet. A.Ş.	0.006806814	0.010893754	0.007415176	0.006560076	0.022554405	0.014795862
Makina Takım Endüstrisi A.Ş.	0.001046314	0.00260772	0.000272849	0.001089013	-0.00779612	-0.000849007
Otokar Otomotiv Ve Savunma Sanayi A.Ş.	0.012944449	0.017321467	0.022421686	0.015652885	0.017442172	0.02730203
Parsan Makina Parçaları Sanayii A.Ş.	0.004763329	0.018401701	0.008765336	0.004948649	0.024365275	0.01205752
T.Demir Döküm Fabrikaları A.Ş.	0.028935241	0.024697238	0.071462053	0.022647858	0.014748796	0.033402864
Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.	0.109454847	0.13068086	1.430365352	0.126440738	0.142110266	1.796852699
Türk Prysmian Kablo Ve Sistemleri A.Ş.	0.018975963	0.014784245	0.02805453	0.022997673	0.015900311	0.036567016
Türk Traktör Ve Ziraat Makineleri A.Ş.	0.018050292	0.037671875	0.067998835	0.023428602	0.037078154	0.086868932
Vestel Beyaz Eşya Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.205075818	0.145648499	2.986898496	0.178698016	0.140505288	2.510801627
OBİ Toplam	0.997448753	0.989181046	98.66574006	0.0172197	0.024434214	0.042074983
Kİ Toplam	0.002551247	0.010818954	0.002760182	0.240816756	0.262628663	6.324538254

EK 35: (Devam) MEMTAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2008			2009			2010		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
Anadolu...	0.01901652	0.023466139	0.044624429	0.010868449	0.017404609	0.01891611	0.011253705	0.014135145	0.015907275
Arçelik ...	0.230731687	0.253205257	5.842247609	0.242055217	0.287038813	6.947924226	0.212611125	0.297719075	6.329838724
Bsh ...	0.067010964	0.067587197	0.452908323	0.079236756	0.076571284	0.606726017	0.070721214	0.070059047	0.495466088
Ditaş ...	0.001204054	0.003307058	0.000398188	0.00106364	0.002320638	0.000246832	0.001191386	0.001718006	0.000204681
Ege ...	0.003801885	0.004995131	0.001899091	0.001699013	0.003766657	0.00063996	0.002442649	0.003489481	0.000852358
Emek ...	0.000931853	-0.000414429	-3.86187E-05	0.001646298	0.001318804	0.000217114	0.00094595	0.001741029	0.000164693
Ford ...	0.235052099	0.216569464	5.090510694	0.195970909	0.172593852	3.3823374	0.223868901	0.153330655	3.432596512
İhlas ...	0.002591073	0.013526433	0.003504797	0.003184942	0.023454059	0.007469982	0.002976969	0.020224079	0.006020645
Karsan ...	0.010089701	0.008199951	0.008273505	0.011143487	0.012002955	0.013375477	0.016425642	0.009683568	0.015905883
Klimasan ...	0.003500254	0.003292967	0.001152622	0.003736856	0.003568692	0.001333569	0.004909038	0.003476807	0.001706778
Koza ...	0.007741044	0.043159857	0.033410236	0.013782778	0.044063888	0.060732281	0.015924122	0.08524454	0.135744448
Makina ...	0.000866531	-0.002751607	-0.000238435	0.000815275	-0.004747685	-0.000387067	0.001010316	-0.001897691	-0.000191727
Otokar ...	0.016551559	0.01871179	0.03097093	0.018704165	0.018112978	0.033878814	0.015953816	0.015158061	0.024182892
Parsan ...	0.005199258	0.029599477	0.015389531	0.002233622	0.022317022	0.004984778	0.003089416	0.019835023	0.006127864
T.Demir Döküm...	0.022835338	0.012330185	0.028156394	0.018616066	0.008757342	0.016302726	0.013937337	0.005400297	0.007526575
Tofaş ...	0.158383507	0.14163259	2.243226631	0.179142662	0.148801553	2.665670638	0.188140216	0.149034968	2.803947104
Türk Prysmian ...	0.021697599	0.017719067	0.038446122	0.015762786	0.013741775	0.021660866	0.015017155	0.010973236	0.016478679
Türk Traktör ...	0.027220649	0.036127729	0.098342022	0.023820738	0.031460815	0.074941981	0.035213691	0.040902081	0.144031322
Vestel ...	0.165574427	0.109735744	1.816943288	0.176516341	0.117451948	2.073218817	0.164367352	0.099772593	1.639935699

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.

EK 36: MDÜAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2006			2007		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
İdaş İstanbul Döşeme Sanayii A.Ş.	0.432718	1.015705	43.95138	0.582588	0.67984538	39.6069762
Kelebek Mobilya Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	0.292377	-0.15251	-4.45895	0.417412	0.32015462	13.3636379
OBİ Toplam	0.725095	0.863199	62.59011			
Kİ Toplam	0.274905	0.136801	3.760737			

EK 36: (Devam)MDÜAS'ta Firmaların Ağırlıklandırılmış Üretim Payları

Firma	2008			2009			2010		
	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim	Üretim Payı	Özsermaye Payı	Ağırlıklı Üretim
İdaş ...	0.50860624	0.41309978	21.0105128	0.43034542	0.61476251	26.456023	0.37761122	0.5383252	20.3277636
Kelebek ...	0.49139376	0.58690022	28.8399104	0.56965458	0.38523749	21.9452302	0.62238878	0.4616748	28.7341216

Kaynak: Tarafımızdan Hesaplanmıştır.