

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
FİNANSAL İKTİSAT VE BANKACILIK PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN DOĞAL GAZ DAĞITIM
FİRMALARININ ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA VE STOKASTİK
SINIR ANALİZİ YAKLAŞIMLARINA GÖRE ÖLÇÜLMESİ**

Ömür Cem HÜNERLİ

Danışman

Doç. Dr. Üzeyir AYDIN

İZMİR - 2019

Tezli Yüksek Lisans İçin Tez Onay Sayfası



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Türkiye’deki Doğal Gaz Dağıtım Firmalarının Etkinlik ve Verimliliklerinin Veri Zarflama Analizi ve Stokastik Sınır Analizine Göre Ölçülmesi ve Karşılaştırılması” adlı çalışmamın, 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

Ömür Cem HÜNERLİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**Türkiye’de Faaliyet Gösteren Doğal Gaz Dağıtım Firmalarının Etkinliklerinin
Veri Zarflama ve Stokastik Sınır Analizi Yaklaşımlarına Göre Ölçülmesi**

Ömür Cem HÜNERLİ

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İktisat Anabilim Dalı

Finansal İktisat ve Bankacılık Programı

Ülkemizin genel anlamda ithalata bağımlı olan başlıca enerji kaynağı doğal gazın ülke içinde paylaşımının ne derece etkin olduğu ülke ekonomisi önemi için tartışılmaz bir gerçektir. Bu gazın ülke içindeki dağılımının ne derece etkili yapıldığı ülkemiz için zaten görece oldukça kıt olan bu kaynağın maliyetini belirleyen başlıca unsur durumundadır. Mikro anlamda firmalarca dağıtımın etkili yapılması durumu firma davranışlarının ana hedefi olan kar maksimizasyonuna işaret ederken makro anlamda ise iktisadi büyüme ve refah kavramlarının maksimizasyonunu meydana getirmektedir.

Küreselleşen ekonomiler sonucu doğal kaynakların da mallar gibi bir ülkeden diğerine aktarımının kolaylaşması sonucu ülkeler daha modern ve daha çevre dostu doğal kaynakları ithal etmeye başlamışlardır. Ancak her ithal edilen malın ya da hizmetin olduğu gibi ithal edilen doğal kaynağın da bir maliyeti mevcuttur. Üretimini oldukça zor oluşu nedeniyle yerküre üzerinde son derece arzı kısıtlı olan bu kaynaklardan biri olan doğal gazın ülkemiz içinde

dağıtımının ve kullanımının da en dengeli (optimal) şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Gerek firmalar gerek hane halkları için gelir esnekliği düşük bir ara mal durumundaki doğal gazın bu ekonomik birimlerce kullanımının en etkin şekilde dağıtılması da aslında bir bölüşüm durumudur. Böylesine ekonomik birimler için gerekliliği yüksek olan bu doğal kaynağın bölüşümün en etkili halde oluşu firmalar için maliyetlerini azaltıp üretime devam edebilmek için bir teşvik unsuru yaratacakken, hane halkları için de birçok temel gereksinimlerini karşılamalarını sağlayacaktır. Veyahut bütçeleri içinden bu mal için ayrılan yüzdeler kısmını azaltabilecek ve diğer ihtiyaçlarını da giderebileceklerdir.

İktisat literatürünün en temel savı durumunda olan kıt olan kaynakların sonsuz ihtiyaçları karşılaması durumu doğal gazın da piyasada nasıl, ne kadar ve ne için tüketildiği gibi soruların cevabında da karşımıza çıkmaktadır.

Ülkemizde daha önce gerek ısınmakta gerekse ara mal olarak kullanılan ve çevre dostu olmayan kaynaklardan sonra kullanılmaya başlanan doğal gazın artık neredeyse tüm şehirlerimizde kullanılmaya başlanması ile kendine has bir piyasası oluşmuştur. İlgili ekonomik birimlere bu kaynağın ulaştırılmasında sorumluluğu üstlenen dağıtım firmalarının ne kadar etkin (ya da etkinsiz) çalıştığını ölçmeyi deneyen bu çalışmamız, Veri Zarflama Analizi (DEA/VZA) ve Stokastik Sınır Analizi (SFA/SSA) yaklaşımlarını baz alarak bu hedefini gerçekleştirmeye çalışmaktadır. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan derlenen 63 doğal gaz dağıtım firması verilerinin 2013-2016 yılları arasındaki ortalama etkinlik skorlarını ölçmeyi amaçlayan çalışmamız öncelikle her iki yöntemle göre de bu elde ettiği skorları hesaplama daha sonra bu etkinlik skorlarını birbiri ile karşılaştırma yaparak analizi derinleştirmek gayesinde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mikro İktisat, Monopol, Etkinlik ve Verimlilik, Dağıtım, Doğal Gaz Piyasası, Enerji Piyasaları, Piyasa Etkinliği, Endüstri İktisadı, Veri Zarflama Analizi, Stokastik Sınır Analizi, Toplam Faktör Verimliliği, Doğal Monopol, Ağ Dışsallıkları.



ABSTRACT

Master's Thesis

Measuring The Turkish Natural Gas Distribution Firms' Effectiveness by Data Envelopment and Stochastic Frontier Analysis

Ömür Cem HÜNERLİ

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Economics

Financial Economics and Banking Program

The fact that the share of natural gas in the country is the main source of energy depend on imports in general is an indisputable fact for the importance of the country's economy. The effectiveness of the distribution of this gas in the country is the main factor determining the cost of this resource which is already relatively scarce for our country. In the micro sense, effective distribution of firms is the main target of firm behavior, while in macro sense, it creates the maximization of economic growth and prosperity concepts.

As a result of the globalization economies, the transfer of natural resources from one country to another such as goods has started to import more modern and more environmentally friendly natural resources. However, the imported natural resource, as well as the imported goods or services, also has a cost. Due to the fact that its production is quite difficult, the distribution and use of natural gas, which is one of these sources, which has extremely limited supply on the earth, must be realized in the most balanced way.

In fact, the distribution of the use of natural gas in the case of a low income elasticity for firms and households by these economic units is also a distribution case. The most effective state of this natural resource, which is necessary for such economic units, will provide an incentive for companies to reduce their costs and to continue production, while ensuring that they meet many basic requirements for households. They will be able to reduce the percentage allocated for this goods from their budgets and meet their other needs.

The fact that the scarce resources in the literature of economics meet the endless needs are also seen in the answer to the questions about how and how much natural gas is consumed in the market.

In our country, the natural gas, which has been used both as heat and intermediate goods before and after the sources that are not environmentally friendly, has started to be used in almost all of our cities and a unique market has been formed. This study, which tries to measure the efficiency (or ineffectiveness) of the distribution companies that are responsible for the delivery of this resource to the related economic units, tries to achieve this goal based on the Data Envelopment Analysis (DEA / DEA) and Stochastic Frontier Analysis (SFA / SSA) approaches. Our study, which aims to measure the average activity scores of the data of 63 natural gas distribution companies compiled from the Energy Market Regulatory Authority between the years of 2013-2016, was primarily aimed at calculating the scores obtained from both methods and then to deepen the analysis by comparing these activity scores with each other.

Keywords: Microeconomics, Monopoly, Efficiency and Efficiency, Distribution, Natural Gas Market, Energy Markets, Market Efficiency, Industrial Economics, Data Envelopment Analysis, Stochastic Frontier Analysis, Total Factor Productivity, Natural Monopoly, Network Externalities.

**TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN DOĞAL GAZ DAĞITIM
FİRMALARININ ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA VE STOKASTİK
SINIR ANALİZİ YAKLAŞIMLARINA GÖRE ÖLÇÜLMESİ**

İÇİNDEKİLER

TEZ/PROJE ONAY SAYFASI.....	ii
YEMİN METNİ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xv
TABLolar LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xix
EKLER LİSTESİ.....	xxi
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

DOĞAL MONOPOL TEORİSİ

1.1. Doğal Monopolün Tarihsel Gelişimi	3
1.2. Doğal Monopol Teorileri	5
1.2.1. Geleneksel Doğal Monopol Teorisi	5
1.2.2. Modern Doğal Monopol Teorisi.....	9

1.2.2.1. Modern Teoriye Göre Doğal Monopollerin Genel Durumu ve Özellikleri	13
1.2.3. Doğal Monopollerin Varoluş Sebepleri	17
1.2.3.1. Teknik Sebepler	18
1.2.3.1.1. Toplamaltılık (Subadditivity)	18
1.2.3.1.2. Sürdürülebilirlik (Sustainability)	19
1.2.3.1.3. Ölçek Ekonomileri (Economies of Scale)	21
1.2.3.2. Politik ve Sosyal Sebepler.....	22
1.3. Ağ Dışsallıkları	23
1.3.1. Ağ Dışsallığının Oluşumu	24
1.3.2. Firma Davranışları ve Ağ Dışsallıkları Arasındaki İlişki.....	26
1.3.2.1. Ürün Geliştiren (Yenilikçi) Firma.....	26
1.3.2.2. Ürün Geliştirmeyen (Anti-Yenilikçi) Firma.....	27
1.4. Sürü Psikolojisi ve Züppe (Snob) Etkisi	27

İKİNCİ BÖLÜM

DÜNYA VE TÜRKİYE DOĞAL GAZ TEORİSİ

2.1. Dünya Doğal Gaz Piyasası.....	28
2.2. Türkiye Doğal Gaz Piyasası	33
2.2.1. Türkiye Doğal Gaz Piyasasının Tarihi	33
2.2.1.1. 2001 Öncesi Dönem.....	33
2.2.1.2. 2001 Sonrası Dönem	34
2.2.1.3. Mevcut Durum (Son 10 yıl).....	36
2.2.2. Doğal Gaz Piyasasının Talep Yapısı	37
2.2.3. Doğal Gaz Piyasası Altyapısının Durumu	43

2.2.3.1. İletim Hatları.....	43
2.2.3.2. LNG Terminalleri	44
2.2.3.3. Depolama Faaliyetleri.....	44
2.2.3.3.1. Yer Altı Doğal Gaz Depolama.....	47
2.2.3.3.2. LNG Depolama.....	47
2.2.3.4. Dağıtım Faaliyetleri	48
2.2.4. Toptan Satış Piyasası.....	48
2.2.4.1. Boru Hatları Aracılığıyla Toptan Satış.....	49
2.2.4.2. LNG Toptan Satışı.....	50
2.2.4.3. Doğal Gaz Piyasasında Faaliyet Gösteren Lisans Sahibi Şirketlerin Arasındaki Doğal Gaz Ticareti.....	51
2.2.4.4. Doğal Gaz Toptan Satış Piyasasının Genel Görünümü	53
2.2.5. Türkiye Doğal Gaz Piyasası'nın Dört Aşamalı Evrim Modeli.....	56
2.2.5.1. Doğuş Dönemi	57
2.2.5.2. Büyüme Dönemi.....	57
2.2.5.3. Gelişme Dönemi	57
2.2.5.4. Olgunluk Dönemi.....	58
2.2.6. Doğal Gaz Piyasasında Fiyatlar	58
3.1. Etkinlik ve Verimlilik	62

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ETKİNLİK - VERİMLİLİK VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ TEORİSİ

3.2. Veri Zarflama Analizi.....	64
3.2.1. Veri Zarflama Analizinde Serbestlik Sorunu	70
3.2.2. Veri Zarflama Analizi Modelleri	71

3.3.2.1. CCR Modeli.....	71
3.2.2.2. BCC Modeli	74
3.2.2.3. Toplamsal Model.....	76
3.2.3. VZA’da Referans Kümesinin Seçimi ve Geometrik Yorumu	76
3.2.4. VZA Algoritması ve İşlem Fazları	78
3.3. Malmquist TFV Endeksi	79

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

STOKASTİK SINIR ANALİZİ TEORİSİ

4.1. Stokastik Sınır Analizi.....	83
4.1.1. Stokastik Sınır Analizi Özellikleri	85
4.1.2. Hipotez Testleri.....	88
4.1.3. Stokastik Sınır Analizi Tarihi ve Kronolojisi	88
4.1.4. Stokastik Sınır Analizinin Özellikleri ve Veri Zarflama Analizi ile kıyaslanması.....	90
4.1.5. Stokastik Sınır Analizinde Kullanılan Bazı Özel Üretim Fonksiyonları	91
4.1.5.1. Cobb-Douglas (C-D) Üretim Fonksiyonu	91
4.1.5.2. Translog Üretim Fonksiyonu	92
4.1.6. Stokastik Sınır Analizinde Cebirsel ve Ekonometrik Yaklaşımlar	93
4.1.7. Diğer Konular; Uygun Veri Seti Sorunsalı ve Parametrelerde (Girdi-Çıktı) Negatiflik	96
4.2. SFA ve İktisat Bilimi İlişkisi	97
4.3. Ampirik Literatür Taraması.....	97
4.4. Uygulama Verileri.....	101

4.4.1. Girdiler	102
4.4.1.1. Kadrolu Personel Sayısı	102
4.4.1.2. Polietilen Boru Hattı Uzunluğu	102
4.4.1.3. Çelik Boru Hattı Uzunluğu	102
4.4.2. Çıktılar	102
4.4.2.1. Konut Abone Sayısı	102
4.4.3. Karar Verici Birimler (Firmalar)	103
4.5. Çalışmanın Amacı	105

BEŞİNCİ BÖLÜM

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK - VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜNE YÖNELİK UYGULAMA

5.1. VZA (DEA) Uygulama Sonuçları	108
5.1.1. Etkinlik Skorları	108
5.1.2. Çıktı Aylaklıkları	113
5.1.3. Girdi Aylaklıkları	113
5.1.4. Referans Kabul Edilen Firmalar, Referans Kabul Edilme Yoğunlukları ve Referans Olma Frekansları	114
5.1.5. Hedef Girdi ve Çıktı Miktarları	119
5.2. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği ve Analiz Sonuçları	119
5.2.1. Yıllar Bazında Toplam Faktör Verimliliği Değişimleri	120
5.2.2. Firma Bazında Toplam Faktör Verimliliği Değişimleri	126

ALTINCI BÖLÜM

STOKASTİK SINIR ANALİZİ İLE ETKİNLİK - VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜNE YÖNELİK UYGULAMA

6.1. SFA Analiz Sonuçları.....	130
6.1.1. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonuna Göre Sonuçlar	131
6.1.2. Translog Üretim Fonksiyonuna Göre Sonuçlar	136
6.2. VZA ve SFA Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması	144
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	149
KAYNAKÇA.....	152

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ARGE	Araştırma ve Geliştirme
BCC	Ölçeğe Göre Değişken Getirili Model
BDT	Bağımsız Devletler Topluluğu
BOTAŞ	Boru Hatları ile Petrol Taşıma Sistemi
BP	British Petroleum
CBH	Çelik Boru Hattı
CCR	Ölçeğe Göre Sabit Getirili Model
C-D	Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu
CRS	Ölçeğe Göre Sabit Getiri
EKK	En Küçük Kareler Yöntemi
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
FSRU	Depolama ve Gazlaştırma Tesisi
İHR	İhracat
İTH	İthalat
KDV	Katma Değer Vergisi
KHK	Kanun Hükmünde Kararname
KİT	Kamu İktisadi Teşekkülü
KPS	Kadro lu Personel Sayısı
KVB (DMU)	Karar Verici Birim
LAC	Uzun Dönem Ortalama Maliyet
LNG	Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
LMC	Uzun Dönem Marjinal Maliyet
LR	En Çok Olabilirlik

LRAC	Uzun Dönem Ortalama Maliyet
MC	Marjinal Maliyet
Mmk	Milyar Metre Küp
ODM (AVC)	Ortalama Değişken Maliyet
OM (AC)	Ortalama Maliyet
OPEC	Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
OSM (AFC)	Ortalama Sabit Maliyet
ÖTV	Özel Tüketim Vergisi
PBH	Polietilen Boru Hattı
SFA (SSA)	Stokastik Sınır Analizi Yöntemi
SKB	Sistem Kullanım Bedeli
SRAC	Kısa Dönem Ortalama Maliyet
SSCB	Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TDM (TVC)	Toplam Değişken Maliyet
TFV	Toplam Faktör Verimliliği
TM (TC)	Toplam Maliyet
TSM (TFC)	Toplam Sabit Maliyet
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
Vd.	Ve Diğerleri
VRS	Ölçeğe Göre Değişken Getiri
VZA (DEA)	Veri Zarflama Analizi

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2-1: Dünya Doğal Gaz Tüketimi (mmk)	s.30
Tablo 2-2: 2015 ve 2016 yıllarındaki Doğal Gaz Ticareti (mmk)	s.31
Tablo 2-3: Dünya Doğal Gaz Üretimi (mmk)	s.32
Tablo 2-4: Yıllara Göre Elektrik Üretimini Birincil Kaynakları 2014-2016	s.42
Tablo 2-5: Lisans Sahibi Firmalarca İletilen LNG Miktarlarının Son 4 Yılda Durumu (Milyon Sm ³)	s.44
Tablo 2-6: Türkiye’de Doğal Gaz Depolama Kapasiteleri	s.45
Tablo 2-7: 2016 yılında LNG depolama tesislerinden aktarılan gaz miktarı (Milyon Sm ³)	s.47
Tablo 2-8: Lisans Türüne Göre Faaliyet Gösteren Şirketlerin Boru Hatları Aracılığıyla Yaptıkları Satış Miktarları (Milyon Sm ³)	s.50
Tablo 2-9: Lisans Türüne Göre Faaliyet Gösteren Şirketlerin LNG Toptan Satış Miktarları (Milyon Sm ³)	s.51
Tablo 2-10: 2016 Yılında Doğal Gaz Piyasasında Faaliyet Gösteren Lisans Sahibi Şirketlerin Aralarında Yaptıkları Doğal Gaz Satış Miktarları (Milyon Sm ³)	s.51
Tablo 2-11: 2016 Yılında Lisans Sahibi Şirketlere En Çok Satış Yapan 10 Şirket (Milyon Sm ³)	s.52
Tablo 2-12: 2016 Yılında Lisans Sahibi Şirketlerin Satın Aldıkları Doğal Gaz Miktarları (Milyon Sm ³)	s.52
Tablo 2-13: 2016 Yılında En Çok Doğal Gaz Satın Alan 10 Lisans Sahibi Şirket (Milyon Sm ³)	s.53
Tablo 4-1: Literatür Araştırması	s.97
Tablo 4-2: Sıklıkla Kullanılan Değişkenler	s.99
Tablo 4-3: Uygulama Değişkenleri	s.100

Tablo 4-4: Karar Verici Birimler	s.102
Tablo 5-1: Firma Etkinlik Skorları	s.108
Tablo 5-2: Referans Alınan Karar Birimleri	s.113
Tablo 5-3: Referans Olarak Gösterilen Firmaların Ağırlıkları	s.115
Tablo 5-4: Malmquist Toplam Faktör Verimliliğinin Yıllar Bazındaki Değişimi (2014 Yılı İçin)	s.119
Tablo 5-5: Yıllar Bazında Değişim Parametrelerinin Değişimi	s.124
Tablo 5-6: Firma Bazında Faktör Değişimleri (2013-2016)	s.125
Tablo 6-1: 2013-2016 Yılları C-D Üretim Fonksiyonu Analiz Sonuçları	s.131
Tablo 6-2: 2013-2016 Yılları C-D Üretim Fonksiyonuna Göre Firma Etkinlik Skorları	s.132
Tablo 6-3: 2013-2016 Yılları Translog Üretim Fonksiyonu Analizi Sonuçları	s.136
Tablo 6-4: 2013-2016 Yılları Translog Üretim Fonksiyonuna Göre Firma Etkinlik Skorları	s.139
Tablo 6-5: Üretim Fonksiyonları Arası Kıyaslama Sonuçları	s.142
Tablo 6-6: SFA ve VZA (DEA) Etkinlik Sonuçlarının Karşılaştırılması	s.143

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1-1: Zarf Eğrisi	s.5
Şekil 1-2: Ortalama Maliyetler	s.7
Şekil 1-3: Doğal Monopol Piyasa Dengesi	s.10
Şekil 1-4: Amerika'da Zamana Göre Büyüklüğü Ve Maliyetleri Düşen Elektrik Dağıtım Şirketleri	s.12
Şekil 1-5: Modern Doğal Monopol Firma Dengesi	s.17
Şekil 1-6: Toplamaltılık Maliyet Eğrisi	s.20
Şekil 1-7: Ağ Büyüklüğü Ve Ağ Değeri Arasındaki İlişkiler	s.24
Şekil 1-8: Ağ Büyüklüğü Ve Ağ Toplam Değeri Arasındaki İlişki	s.25
Şekil 2-1: Türkiye'de Doğal Gaz Piyasasının Tarihsel Gelişimi	s.36
Şekil 2-2: Türkiye Ve Bazı AB Ülkelerinin Doğal Gaz Tüketimlerinin Karşılaştırılması	s.38
Şekil 2-3: Türkiye'de Doğal Gaz Sektörü Talep Yapısının Sektörel Dağılımı	s.39
Şekil 2-4: Ortalama Aylık Doğal Gaz Tüketiminin Sektörel Dağılımı	s.39
Şekil 2-5: 2016 Yılı Aylık Bazda Sektörel Doğal Gaz Kullanımı (Milyon Sm ³)	s.40
Şekil 2-6: İllere Göre Doğal Gaz Tüketim Oranları (%)	s.41
Şekil 2-7: Elektrik Üretiminin Birincil Kaynaklarına Göre Dağılımı (GWh)	s.41
Şekil 2-8: Yıllar İtibariyle Doğal Gaz İletim Hattı Uzunlukları (km)	s.43
Şekil 2-9: Bazı Avrupa Ülkelerinde Doğal Gaz Depolama Kapasitesi (%)	s.45
Şekil 2-10: Türkiye Yıllık Doğal Gaz Stok Miktarları (milyon Sm ³)	s.46
Şekil 2-11: İthalat ve Üretim Şirketlerinin 2016 Yılındaki Doğal Gaz Arzı Payı	s.48
Şekil 2-12: Yurtiçi Doğal Gaz Üretimi ve İthalatı	s.54

Şekil 2-13: Ülkemiz Doğal Gaz Boru Hatları	s.56
Şekil 2-14: BOTAŞ'ın Doğal Gaz İthalat Fiyatları (USD/Bin m ³)	s.59
Şekil 2-15: Doğal Gaz Piyasasında Fiyatlar	s.60
Şekil 2-16: Doğal Gaz Perakende Fiyat Bileşimleri	s.61
Şekil 3-1: Verimlilik ve Teknik Etkinlik	s.62
Şekil 3-2: Etkinlik Türlerinin Cebirsel ve Geometrik Gösterimi	s.68
Şekil 3-3: Üretim Olanakları Kümesinden Hareketle Referans KVB Belirlen.	s.77
Şekil 5-1: Üretimin Bölgeleri	s.111
Şekil 6-1: Firmaların Etkinlik Skorlarının Yöntemlere Göre Karşılaştırılması	s.146

EKLER LİSTESİ

Ek Tablo 1: Yıllar İtibariyle EPDK'dan Toplanan Veriler (Girdiler-Çıktılar)	s.159
Ek Tablo 2: Çıktı Aylaklıkları	s.161
Ek Tablo 3: Girdi Aylaklıkları	s.163
Ek Tablo 4: Toplamda Referans Alınma Sayısı	s.165
Ek Tablo 5: Hedeflenen Girdi – Çıktı Miktarları	s.167
Ek Tablo 6: Malmquist Toplam Faktör Verimliliğinin Yıllar Bazındaki Değişimi (2015 Yılı İçin)	s.169
Ek Tablo 7: Malmquist Toplam Faktör Verimliliğinin Yıllar Bazındaki Değişimi (2016 Yılı İçin)	s.171
Ek Tablo 8: Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu Analiz Sonuçları	s.173
Ek Tablo 9: Translog Üretim Fonksiyonu Analiz Sonuçları	s.175
Ek Tablo 10: Girdi-Çıktı İlişkisi	s.177
Ek Tablo 11: C-D ve Translog Üretim Fonksiyonlarına Göre Etkinlik Kıyaslamaları	s.179

GİRİŞ

Günümüzde gerek hane halkları gerekse de firmalar açısından hayati öneme sahip olan başlıca doğal kaynaklardan olan doğal gaz'ın geçmişi ülkemiz için çokta eskiye dayanmamaktadır. Ülkemizde oldukça az miktarda bulunan bu doğal kaynak arzı iç talebi karşılayamadığından ne yazık ki Türkiye bu enerji kaynağında dışarıya bağlıdır. İthalat kanalı ile ekonomik birimlerin edinebildiği doğal gaz gerek kendi piyasalarının kendi dinamiğindeki, gerek uluslararası ekonomik, gerekse de politik risklerden kaynaklanan en küçük bir etki ithalatçı durumdaki ülkeyi fazlasıyla olumsuz etkileyebilmektedir.

Yurtdışından ithal edilen bu doğal kaynak ülkemizde de neredeyse her ekonomik birim tarafından kullanılmaktadır. Hane halkları için yoğunluklu olarak ısınma ve çeşitli temel gereksinimlerini karşılamak amacıyla kullanılan doğal gaz firmalar için ise üretimlerini gerçekleştirebilmek için gerekli bir ara mal niteliği taşımaktadır. Yani nasıl ki hane halkları için yaşamlarını idame ettirebilme olanağı sunması kadar hayati bir öneme sahipse doğal gaz aynı şekilde firmaların da hayati amacı olan üretim maksimizasyonu dolayısıyla kar maksimizasyonunu gerçekleştirebilmesi için de son derece gereklilik arz etmektedir.

Son derece kıt bir şekilde ülkemiz coğrafyasında bulunan bu doğal kaynağın ikamesi durumunda kullanılacak başka bir kaynağın bulunmaması da ülkemizi bu konuda yoksul kılan bir başka etmendir. Kullanım yerinin bu denli fazla oluşu ve giderdiği ihtiyaçların hayati bir nitelik taşıması da doğal gazı gelir ve fiyat esnekliği düşük bir mal durumuna getirmektedir. Bu denli zaruri bir nitelik taşıyan malın ya da hizmetin fiyatında meydana gelen değişmelere karşı koyabilmek pek mümkün olmadığından mikro anlamda ekonomik birimler makro anlamda ise ülke kırılğan bir niteliğe sahip olacaktır. Doğal gaz kaynağına karşı böylesine savunmasız kalan ülkemiz bu kaynağı da kendi dinamiklerinde oldukça tasarruflu ve etkin bir şekilde kullanması gerekmektedir. Böyle bir durumda kıt olan doğal gazın atıl ya da aşırı anlamda niteliksiz kullanımının ekonomiyeye yaratacağı yük oldukça fazla olacaktır.

Bu derece arzı az olan malın kullanımının rasyonel nitelik kazanabilmesi için kullanım etkinliğini ya da etkinsizliğini bilmemiz gerekmektedir. Hane halklarının kullanımının yanında çok daha yoğun olarak bu malı kullanan firmaların da bu etkinliğin bilincinde olması bir gerekliliktir. Pek tabii ithal edilen bu gazın ülke içine nasıl dağıtıldığı birincil anlamda etkinliğinin (etkinsizliğinin) başladığı ilk noktadır.

Doğal gazı ülke içinde dağıtım sorumluluğunu üstlenen firmaların kullandığı ya da yaptığı çeşitli yatırımları ne kadar optimal ve dengeli bir şekilde nihai tüketicilerine ulaştırdığı, bu dağıtım firmalarının girdilerini ne derecede başarılı bir şekilde çıktıya dönüştürdüğü ile ilişkilidir. Çalışmada ülkemizde faaliyet gösteren dağıtım firmalarının ne derecede çeşitli kullandığı üretim girdilerini, ne kadar rasyonel şekilde konut (hane) birimine ulaştırdığı analiz edilmek istenmiştir. Buradan hareketle 2013-2016 yılları için bu piyasanın düzenleyici kurumu olan EPDK resmi sitesindeki sektör faaliyet raporlarından elde edilen verilerle 63 firma için yöneylem (matematiksel programlama) tabanlı VZA ve etkinsizliği teknik ve hatasız anlamda ayırtıran ekonometri tabanlı SFA ile etkinlik-verimlilik analizi yapılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın amacı sadece iki farklı etkinlik-verimlilik analizi yöntemi kullanmak ve karşılaştırma yapmak dışında aynı zamanda bu firmaların ayrı ayrı zaman kesitinde etkinlik iç dinamiklerinin de ayırtılarak açıklandığı analiz olan toplam faktör verimliliği analizi de gerçekleştirilmiştir.

Monopolistik bir özellik taşıyan bu dağıtım sektörünün alt bileşimlerini oluşturan bu firmaların dağıtımları ne kadar kaliteli ve dengeli şekilde yaptıklarını hesaplayarak gerek mikro iktisat gerekse de enerji iktisadı dallarına faydalı olmak amacıyla tüm hesaplamaların sonunda genel bir sonuç ve politika önerileri yapılarak etkinlik teşviki örneği yaratma durumu hedeflenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

DOĞAL MONOPOL TEORİSİ

Çalışmamızda ele aldığımız doğalgaz dağıtım sektörü birçok diğer dağıtım sektörü gibi doğal monopol özelliği gösterdiğinden bu bölümde doğal monopol teorisi konusu ayrıntılı olarak irdelenecektir. İlerleyen bölümlerde ise konu ile ilgili ağ dışsallıkları, sürü davranışı ve züppe etkisi konularına değinilecektir.

1.1. Doğal Monopolün Tarihsel Gelişimi

Doğal monopollerle ilgili tartışmalar yaklaşık 19. Yüzyılın ortalarından beri süre gelmektedir. Bu denli uzun bir geçmişe sahip olan konunun kökenleri yine aynı yüzyıl içine tekabül eden sanayi devrimi ve akabinde bu görüşe paralel olarak ortaya çıkan sanayi kapitalizmine dayanmaktadır. 1848 yılında Mill ile başlayan görüşleri 1875’de Walras, 1886’da Ely ve 1887 Adams takip etmiştir (Duran ve Akyol, 2015: 46).

Klasik iktisadın kurucusu Adam Smith’e göre Devletin ekonomideki tek görevi bazı yapı ve tesislerin inşa edilmesi ve işletilmesidir. Çünkü özel sektörün kısa sürede sağlayacağı kar başlangıç maliyetlerini karşılamaya yetmeyeceğinden bu görevi devletin kendisine atfetmektedir (Smith, 1776: 29-30). Smith’e göre devletin ekonomide yapması gereken bu yapılar tesis, yol, liman, köprü ve su dağıtımını gibi tesislerdir. Ancak burada ivedilikle belirtilmesi gereken konu ise Smith bu yapıları doğal monopol olarak isimlendirmemiştir.

Doğal monopol kavramı ilk olarak John Stuart Mill’in 1848 yılında yayınladığı “Politik İktisadın İlkeleri” isimli eserinde karşımıza çıkmaktadır. Mill’e göre Londra’daki su ve gaz dağıtımını işleminin tek bir firmaca yapılmasının etkinliği artıracağını belirtmiştir. Çünkü ancak dağıtım işlemleri tek bir firma tarafından yapıldığı takdirde firma karını koruyabilecek, işgücünden tasarruf sağlayabilecek ve düşük fiyatlar uygulayabilecektir (Lowry, 1973; 1-18). Tarihte monopol terimini ilk

defa kullanan Mill'e göre azalan ortalama maliyetle üretim yapan bir endüstrinin monopol olarak piyasada var olmasının ekonominin bütünü için daha iyi olacağını savunmuştur. Neticede bu sav refah iktisadında da önemli reformların oluşmasına geniş etkiler yapmıştır.

Klasik iktisatçılara göre daha çok mikro iktisadi konularla ilgilenmiş olan Walras, Ely, Adams gibi Neo-Klasik iktisatçılar doğal monopol kavramını daha çok gündemlerinde tutmuş ve yine bu konuda ilk kapsamlı araştırmaları yapmışlardır. Leon Walras'a göre doğal monopollerin oluşmasının temelinde iki gerekçesi vardır (Duran ve Akyol, 2015: 46).

1. Tam rekabet durumu geçerli olduğunda ortaya çıkabilecek çok sayıda ağın neden olacağı karmaşanın ortadan kaldırılması.
2. Kuruluş (inisyal) maliyetlerin katlanmasının önüne geçilebilmesi.

Walras'a göre monopol firma kar maksimizasyonunu hedeflemektedir, bu nedenle satış fiyatını marjinal maliyetinin üzerinde belirler ve üretimini kısar. Bununla birlikte kendisi tam rekabet piyasasının kaynak dağılımında optimumu sağladığını belirtmiş olsa da; altyapı sektörünün oluşturulması ve düşük fiyatlı hizmet sunulması için devlet müdahalesini de önermektedir. Yani bu düşünceden hareketle firma hem monopol gücü elde edecek hem de devletin desteği ile piyasada yarattığı daraya kaybını azaltabilecektir.

Akabinde Ely doğal monopollerini daha farklı bir yaklaşımla üç grupta toplamıştır. Bunları sınırlı doğal zenginliklerin miktarına dayalı doğal monopoller, özel ticari ayrıcalıklı haklara dayanan doğal monopoller ve dağıtım endüstrisinde var olan (su, demiryolu, elektrik, doğal gaz, telekominükasyon) doğal monopoller olarak sınıflandırmıştır (Lowry, 1973: 19).

Son olarak H.C. Adams 1887 yılında yayınlanan makalesinde eğer artan getiri durumu geçerli ise, tam rekabet piyasasının oluşmayacağını iddia eder. Adams ve Ely'nin ortak noktaları çalışmalarında Marshall'ın iktisat literatürüne kazandırdığı ölçek etkisi terimine dayanmakta olup, devamındaki çalışmalara temel oluşturmuştur (Duran ve Akyol, 2015: 47).

1.2. Doğal Monopol Teorileri

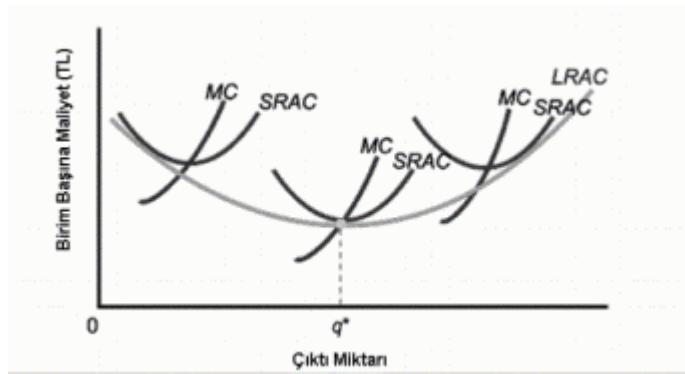
Doğal monopollerin açıklamasına yönelik olan Gelenekselci ve Modern yaklaşımlara göre doğal monopolün oluşumu ve bu oluşumu sağlayan faktörlerin neler olduğu üzerinde detaylı olarak durulacak, daha sonra da bu faktörler açıklanacaktır.

1.2.1. Geleneksel Doğal Monopol Teorisi

Bu bölümde öncelikle doğal monopolün tanımını yapmakta fayda vardır. Doğal monopolü kısaca bir piyasada toplam çıktı miktarının birden çok firmanın üretmesi yerine tek firma tarafından üretilmesi daha karlı ya da daha az maliyetli bir duruma neden oluyorsa bu firmanın doğal monopol olduğunu söyleyebiliriz. Yukarıda bahsettiğimiz daha az maliyetle üretme kavramı literatürde karşımıza Toplamaltılık (Subadditivity) ya da mutlak maliyet avantajı olarak çıkabilmektedir (Çetin ve Ölmezoğulları, 2005: 37).

Geleneksel Monopol teorisine göre bir firmanın doğal monopol olabilmesi için ölçek ekonomisinden yararlanması gerekmektedir. Ölçek ekonomisi bize, artan üretim ölçeği karşısında üretim maliyetlerinin düşmesini yani azalan maliyet koşullarının oluşmasını ifade etmektedir.

Şekil 1-1: Zarf Eğrisi



Kaynak: Yıldırım vd., 2013; 102

Zarf eğrisi yardımı ile ölçek ekonomilerini daha iyi ifade edebilmekteyiz. Uzun dönem ortalama maliyetlerin negatif eğime sahip olduğu kısımdan aşağı yönlü hareket bize pozitif ölçek ekonomilerini göstermektedir. Yani eğrinin negatif eğimli

olduğu bölgede çalışmakta olan firma üretimini artırdıkça ortalama maliyetlerini de azaltmaktadır. Uzun dönem ortalama maliyet eğrisinin minimum olduğu yer de bize sabit ölçek ekonomilerinin geçerli olduğu noktayı ifade etmektedir. Ayrıca bu noktadaki üretim optimum ölçeğe de işaret etmektedir (Yıldırım vd. 2013; 102). Yani en düşük maliyetle maksimum üretim bu noktada gerçekleştirilmektedir. Bu noktada uzun dönem ortalama maliyet eğrisinin eğimi sıfır olmaktadır. Bu eğrinin pozitif eğimli olduğu bölge de pozitif ölçek ekonomilerinin geçerli olduğunu bize göstermektedir. Yine bu bölgede üretim arttıkça maliyetler de artmakta olduğunu yani faaliyetin aşırı kapasite ile gerçekleştirildiğini göstermektedir (Case vd, 2012; 230-232).

Üretim leği arttıkça verimlilikte de eşanlı artış olacağını üstü kapalı biçimde ilk olarak ortaya koyan iktisatçı Adam Smith olmuştur. Smith'e göre ölçek ekonomilerinde ortaya çıkan avantajlar iş bölümü ve uzmanlaşmadan kaynaklanmaktadır. Ancak Alfred Marshall 1890'da daha net biçimde, iş bölümünden sağlanan avantajların direkt olarak büyük ölçekli üretimle alakalı olduğunu açıklamış ve literatürde ilk kez ölçek ekonomileri kavramını kullanmıştır (Duran ve Akyol, 2015: 47).

Geleneksel Monopol teorisinin içinde yukarıda bahsettiğimiz ölçek ekonomilerinin oluşmasının altında yatan konu, toplam maliyetler içinde sabit maliyetlerin büyüklüğünün fazla olmasıdır. Yani toplam maliyetler içinde sabit maliyetlerin fazla oluşu sektörde azalan maliyet koşullarını sağlayabilecektir. Özellikle enerji dağıtım, demiryolu ulaşım, elektrik üretimi ve telekomünikasyon sektörleri bu duruma örnek olarak gösterilebilmektedir. Bu saydığımız sektörlerde ayrıca fiziki sermayelerin bölünmezliği de sabit maliyetlerin fazlalaşmasında etkili olabilmektedir. Çünkü blnmezliğin var olduğu sektörlerde rekabet edilebilir maliyetlerle üretim yapabilmek için veri teknoloji ile belirli büyüklükte bir üretim tesisi kurmak ya da üretim aracı kullanma zorunluluğu mevcuttur (Düzgün, 2011; 11-13).

Ölçek ekonomilerinden yararlanmak için öncelikli şartın toplam maliyetler içinde sabit maliyetlerin fazla olması gerektiğini daha önce ifade etmiştik. şimdi bu

durumu daha detaylandırmak yerinde olacaktır. Toplam maliyetler toplam sabit ve toplam değişken maliyetlerin toplamından oluşmaktadır.

$$TM = TDM + TSM \quad (1)$$

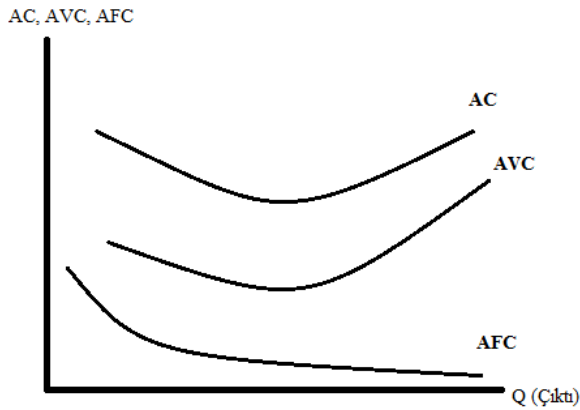
Ulaşmak istediğimiz ortalama maliyetler ise toplam maliyetlerin üretim miktarına bölünmüş halidir. Yine toplam değişken (sabit) maliyetleri üretim miktarına bölerek ortalama değişken (sabit) maliyetlere ulaşabilmekteyiz.

$$TM/Q = TDM/Q + TSM/Q$$

$$OM = ODM + OSM \quad (2)$$

Değişken maliyetler üretim miktarına bizzat bağlı maliyetler iken sabit maliyetler üretim miktarından bağımsız maliyetlerdir. Yani değişken maliyetler Q değişkenine (miktar) göre türevlenebilirken sabit maliyetlerin ise Q değişkenine göre türevi sıfırdır. Çünkü sabit maliyetler üretim olsa da olmasa da belli bir miktarda bulunmaktadır. Yani yukarıda toplam sabit maliyetleri üretim miktarına bölerek bulduğumuz ortalama sabit maliyet sürekli olarak küçülmektedir. Bu eşitlikte henüz optimal ölçekte üretim yapamayan firmanın üretim miktarını artırması sonucu Q (miktar) değişkeni hızla atmakta ve payda değer çok hızlı bir şekilde yükselmekte iken toplam değişken maliyetlerin miktarı görece anlamda toplam sabit maliyetlerin miktarından az olduğu için payın artışı da paydanın artış miktarının altında kaldığından ortalama maliyetler azalmaktadır.

Şekil 1-2: Ortalama Maliyetler



Kaynak: Yıldırım vd., 2013; 91

Şekil 1-2’de de görüldüğü gibi ortalama sabit maliyetler üretim arttıkça sürekli olarak azalmaktadırlar. Çünkü toplam sabit maliyetler üretim miktarından bağımsız olarak belli bir büyüklükte dirler ve bu büyüklük ortalama sabit maliyet hesaplamasında kesrin payında yer almaktadır. Kesrin paydasında yer alan büyüklük olan üretim miktarı ise sürekli artmaktayken pay sabit kalmaktadır. İşte bu nedenden ötürü üretim arttıkça ortalama sabit maliyet eğrisi azalmaktadır. Sonuç olarak sabit maliyetlerin payının yüksek ve bölünmezliklerin önemli olduğu sektörlerde azalan maliyet (ölçek ekonomisi) koşulları ortaya çıkar (Duran ve Akyol, 2015: 48).

Bunların dışında doğal monopol üreteceği malların niteliği temel ihtiyaç maddelerinden oluşması ve dönüşü olmayan yüksek maliyetleri gerektirmesi geleneksel teoriye göre doğal monopollerin taşıması gereken özelliklerden bazılarıdır (Çetin ve Ölmezoğulları, 2005: 38). Bunlara ek olarak literatürdeki en önemli iki koşul toplamaltılık (subadditivity) ve sürdürülebilirlik (sustainability) özelliklerine sahip olunmasıdır. Yani ölçek ekonomileri en önemli etken olsa da tek başına doğal monopolü açıklamaya yeterli değildir. Ancak bu durumların daha detaylı irdelenmesi modern teoriler döneminde daha sıklıkla karşımıza çıkmaktadır (Mosca, 2006: 3-4).

Ölçek ekonomileri ana hatları ile iki gruba ayrılmaktadır: Reel ölçek ekonomileri ve ihtiyari ölçek ekonomileri. Reel ölçek ekonomileri yukarıda bahsettiğimiz gibi ölçek artırıldıkça üretimde kullanılan sabit sermayede ve girdilerde gerçekleşen fiziki azalma ve girdilerin daha etkin kullanılması durumunu sağlar. Kısacası reel ölçek ekonomileri verimlilik artışlarından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte reel ölçek ekonomileri genel olarak kapasite artışının yatırım giderlerinden daha fazla artması sonucunu doğurur ki bu durum her firmanın gerçekleştirmeyi istediği bir amaçtır. Bunun sonucunda maliyetler daha çok artmadan kapasitenin büyütülmesi ile ölçek ekonomileri sağlanır.

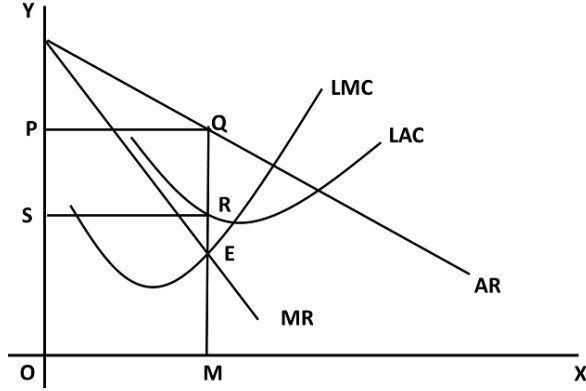
İhtiyari ölçek ekonomileri ise üretim ölçeği arttıkça üretimde kullanılan girdilerden daha avantajlı koşullarda yararlanılmasıdır. Kaliteli girdi kullanımı ile pazarlama, reklam, finansman ve AR-GE faaliyetlerinin daha etkin yapılmasını sağlar ve bu da işletmeye çeşitli avantajlar getirir. Tüm yukarıda saydığımız durumlardan özetle bir firmanın pozitif ölçek ekonomisine sahip olmasının nedenleri; kullandığı girdilerin (emeğin, sermayenin) verimliliğinin yükselmesi ve sermayenin

bölünmezliği durumlarına bağlıdır. Negatif ölçek ekonomilerinin meydana gelmesi ise belli bir ölçek büyüklüğünden sonra firma yönetiminde etkinliğin artması durumuna bağlıdır. Sonuç olarak eğer bir firma ölçek ekonomisi avantajı elde ederse monopolleşme eğilimine girecektir. Çünkü bu firma rakiplerine oranla daha düşük maliyetle üretim yapıp daha düşük fiyattan malını satabilecektir. Ancak eğer ölçek ekonomilerinin geçerli olduğu bir piyasada birden çok firma faaliyet gösterirse ise ekonominin geneli için sosyal refahta bir azalma olacaktır (Duran ve Akyol, 2015: 49-50). Fakat eğer tek firma optimal dengede optimal üretim miktarını sağlarken piyasada bu mallara olan talebin artışı sonucu daha fazla üretim gerekmekte ise bu kez tek bir firma tarafından tüm üretimin yapılması bu kez refah kaybına yol açacaktır. Sonuç olarak artan talep sonucu doğal monopol çözülme evresine girmiş olacaktır. Ve yine sonuç olarak optimal dengenin çok hassas bir denge niteliği taşıdığını söylemek yerine olmaktadır (Case vd, 2012; 311).

1.2.2. Modern Doğal Monopol Teorisi

Genel teoriye yapılan eleştiriler doğal monopol teorisi hakkında yeni görüşlerin ortaya atılmasına neden olmuştur. Bu ortaya atılan yeni fikirler doğal monopol teorisinin modern tarafını oluşturmaktadır. Temel anlamda modern doğal monopol teorisine göre tek bir firma üretimi iki ya da daha çok firmanın gerçekleştirebileceğinden birim başına daha az maliyetle üretiyorsa ve piyasaya girişler doğal olarak cazip değil ve rekabet için başka firmaların piyasa içinde var olabilmesi olasılığı yoksa bu firma doğal monopol özelliği kazanabilmektedir. Burada iki teori arasındaki farka değinmek yerinde olacaktır. Geleneksel teoride maliyet avantajı (toplamaltılık) piyasada tek bir firmaya doğal monopol özelliğini kazandırırken modern teoride maliyet avantajı kuramını tek başına bir firmaya doğal monopol niteliği kazandıramamaktadır. Bununla birlikte piyasaya girişlerin doğal olarak cazip olmaması ve birden fazla firmanın varlığını bu piyasada sürdürebilmesinin mümkün olmaması gibi faktörler de doğal monopol niteliği kazanmak için gereklidir (Çetin ve Ölmezoğulları: 2005).

Şekil 1-3: Doğal Monopol Piyasa Dengesi



Kaynak: Nallasivam, 2015: 1

Şekil 1-3'den görüldüğü gibi marjinal hasılanın marjinal maliyete eşitlendiği noktada M çıktı iken P kadar bir fiyat tekabül etmektedir. Böyle bir dengede ortalama maliyetler azalmakta ve LAC eğrisi negatif bir eğime sabit olduğundan monopol firma eksik kapasite ile çalışmaktadır (Sääskilahti, 2015; 429-430). Eğer bu M kadarlık çıktının birden çok firma tarafından üretildiğini düşünürsek doğal olarak her bir firma için üretim M kadarlık miktardan düşük olmakta bunun nedeniyle de üretim her firma için LAC eğrisinin daha sol bölgelerinde gerçekleşmekte olduğundan bu küçük firmalar daha çok maliyete katlanacaklardır. Böyle bir durum pek tabii firma teorisinde rasyonel değildir. Doğal monopolün oluşmasında gerekli olan durumlardan bir diğeri de dengede LMC eğrisinin LAC eğrisinin altında kalmasıdır. Çünkü ancak bu şekilde firma optimal dengeye ulaşmak için üretimini artırmak isteyecektir. Bir diğere gereklilik de LMC eğrisinin LAC eğrisini azalırken yani negatif eğimli iken kesmesi gerektiğidir (Begg vd, 2013; 191-192). Ancak yukarıda bahsettiğimiz gibi doğal monopol durumundaki bir firmanın karşılaştığı talep miktarı optimum üretim dengesinden sonra artmaya başlarsa, (örneğin nüfus artışı ya da malın cazip hale gelmesi sonucu gibi nedenlerle) tek bir firmanın nüfusun ihtiyaçlarını karşılaması pek mümkün olmayacak ve böyle bir durumda yeni firmalar piyasaya girecektir. Bunun sonucunda ise doğal monopol yerini rekabetçi bir piyasaya bırakmak durumunda kalacaktır (Mankiw ve Taylor, 2012; 293-294).

Elektrik, doğal gaz ve su dağıtım sektörleri gibi endüstrilerde, belirli bir şebekeden hizmet alan kullanıcı sayısı arttıkça bunun sonucu olarak tüketici başına

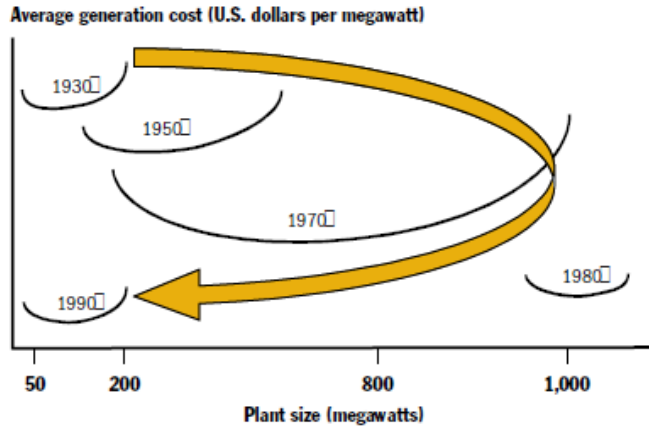
sabit maliyetler ve dolayısıyla da ortalama maliyetler azalmaktadır. Böyle bir durumda piyasada monopolün varlığı bariz olarak birçok firmanın varlığından ekonomi geneli için faydalıdır (Düzgün, 2011: -12-13).

Modern Doğal Monopol teorisinde ayrıca üzerinde durulan bir başka faktör de teknolojik yeniliklerdir. Modern teoriye göre teknolojik yeniliklerin varoluşu monopol yapıyı tehdit etmektedir. Çünkü teknolojik yenilikler doğal monopollerin maliyet ve ölçek yapılarını değiştirirken bununla birlikte bazı sektörlerin tamamen doğal monopol olmasını engelleyerek rekabetçi bir duruma getirebilmektedir. Çünkü teknolojik yenilikler var oldukça monopol niteliği taşıyan ürünlerin karşısında ikame mallar meydana gelmekte ve bunun sonucu olarak monopol yapısı kaybedilmektedir. Fakat geçmişi A.B.D.'de yaklaşık 100 yıl kadar öncesine dayanan bu yapılanmanın belli teknoloji üretme kapasitesi yüksek olan sektörlerde anti-tröst anlaşmalarının uygulanması rafa kaldırılmasına neden olmuştur. Bunun nedeni teknoloji ve eşsiz iş gücü üretecek olan bu sektörlerin doğal monopol olarak var olması küresel ekonomik entegrasyonu bu denli savunan bir ülkede dahi mevcut olagelmıştır (Joskow, 2006; 1-2).

Geleneksel Doğal Monopol teorisinde ölçek ekonomisinin maliyetler üzerindeki etkisi teknoloji veri iken incelenmektedir. Hâlbuki gerçekte durum pekte öyle değildir. Çünkü zaman içerisinde teknolojide büyük değişimler meydana gelmekte ve bu değişimler de monopolün maliyet yapısını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu bahsedilen gelişen teknoloji ile firmaların minimum etkin ölçekleri küçülmekte, yatırım ve hatta inisyel maliyetlerini azaltmakta ve yatırımların gerçekleşme süresini kısaltmaktadır. Bu durum tarihte çeşitli sektörlerde gerçekleşmiş ve var olmaya da devam etmektedir. Örneğin daha önce monopol özelliği taşıyan mobil telefon sektöründe gelişen teknoloji ile 1996 ve 2000'li yıllarda piyasaya yeni giren firmaların pazar payını genişleterek piyasanın doğal monopol yapısını oldukça aşındırmıştır. Akabinde cep telefonu sektöründe ikame malların çeşitliliği sonucu sektör monopol yapısını oldukça kaybetmiş ve rekabetçi bir duruma gelmeye başlamıştır. Hatta bu teknolojik gelişme sadece cep telefonu sektörünün monopol yapısını değil kablolu telefonların dahi sektörel yapısını tehdit eder duruma gelmiştir. Bir başka monopol bariyerlerinin yıkıldığı sektör de elektrik

dağıtım sektörü olmuştur. Bu sektördeki teknolojik gelişmeler santrallerin minimum etkin ölçeğini düşürmüş ve yatırım maliyetlerini azaltmıştır. Bunun sonucunda da sektör birçok gelişmekte olan ekonomiler ve geçiş ekonomilerinde rekabetçi duruma gelmiştir. Benzer etki daha sonra doğal gaz dağıtım sektöründe de görülmeye başlanmıştır. Akabinde dağıtım daha küçük firmalarca yapılmaya başlanmıştır. Şekil 1-4'den de görüldüğü üzere Amerika'da elektrik dağıtım şirketlerinin yıllar itibariyle büyüklükleri ve yatırım maliyetlerinin düşüşü gösterilmektedir (Kessides, 2004: 38-40).

Şekil 1-4: Amerika'da Zamana Göre Büyüklüğü Ve Maliyetleri Düşen Elektrik Dağıtım Şirketleri



Kaynak: Kessides, 2004: 39

Modern Doğal Monopol teorisine göre; tek ürünlü firma çerçevesinde azalan maliyetlerin var olması kuralı için zorunluluk yoktur. Yani piyasada artan maliyetler varken de doğal monopoller oluşabilmektedir. Çok ürünlü firma modelinde de ölçek ekonomilerine bağlı kalmadan maliyet avantajlarına bağlı olarak doğal monopoller oluşabilir. Bu avantajlar da alan ekonomilerinin varlığı ile ilişkilidir.

Doğal monopolün varlığına normal hayatımızdan bir örnek vermek istersek; su, elektrik ve doğal gaz dağıtım piyasaları başı çekecektir. Şimdi bir su dağıtım şebekelerinden oluşan bir firma düşünelim. Piyasada tek başına var olan ve tüm talebi tek başına sağlayan bu firmanın bulunduğu piyasaya girmek isteyen başka firmalar da bulunsun. Bu firmalar daha önce yüklü sabit maliyetleri tek başına üstlenerek boru hatlarının şehir planlamasına uygun bir şekilde alt yapısını inşa eden

bu firma gibi yoğun bir sabit maliyetleri üstlenecektir. Ardından ise piyasadan belli bir pay almaya çalışarak giren ve zaten daha önce tek başına tüm talebi karşılayan firmanın elde ettiği hasılatı bombardımana tutan bu yeni firmalar karşılayabilecekleri bölünmüş miktarlı talep ile ne optimal ölçekte çalışacak, ne de piyasada en uygun maliyetli üretimi yapacak firmalar olacaktır. Sonuç olarak maliyet artışları ile fiyatlar da yükselecek ve bunun sonucunda eksik kapasiteli ve toplam refahı bozucu garip bir rekabet piyasada var olacaktır (Mankiw, 2008; 314).

1.2.2.1. Modern Teoriye Göre Doğal Monopollerin Genel Durumu ve Özellikleri

Modern teoriye göre doğal monopollerin oluşumu ve varlığı, geleneksel teorideki gibi sadece maliyet koşullarına dayanmamaktadır. Piyasanın talep koşulları ve teknolojik yenilikler ile de büyük bir ilişki bulunmaktadır. Modern teoride doğal monopolün var olabilmesi için toplamaltılık (subadditive) koşulu ön planda yer alan kistas olmaktadır. Yani bir firma piyasadaki tüm talebi en düşük maliyetle karşılayabiliyorsa bu durum ekonominin geneli için etkinliğe neden olacak ve bu durumda firma doğal monopol olarak piyasada var olacaktır. Yine bizi aynı noktada buluşturan kavram geleneksel teorilerde olduğu gibi firmanın tek başına toplumsal refahı artırdığıdır. Ancak burada ciddi anlamda dikkat çekilmesi gereken bir nokta ise modern teorinin geleneksel teori gibi monopol firmaya pozitif ölçek ekonomilerinde çalışma zorunluluğunu şart koşmamasıdır. Bu da yine iki teorinin ciddi anlamda birbirinden farklılaştığı bir diğer noktadır. Yani örnek verirsek eğer bir firma negatif ölçek ekonomilerinde de faaliyet gösteriyor ve bununla birlikte maliyet yapısı ilave olarak firmaya katkı sağlıyor, onu tek firma olarak üretmesine olanak veriyor yani toplamaltılık prensibi bu firma için var olmaya devam ediyor ise firma doğal monopol olarak piyasada yer alacaktır. Kısacası negatif ölçek ekonomiler kısmında faaliyet gösteren firma piyasadaki talebi karşılarken üretim düzeyini iki ya da daha çok firmaya oranla etkin bir biçimde (daha düşük maliyetle) yapıyorsa bu firma doğal monopol olacaktır. Şimdi yukarıda bahsettiğimiz bu durumu bir de geleneksel yaklaşım yönünden irdeleyelim. Geleneksel yaklaşıma göre negatif ölçek ekonomilerine geçen firma toplamaltılık özelliği taşısa dahi ortalama maliyetleri artış gösterecek ve bir süre sonra toplamaltı olarak çalışma durumunu kaybedecektir. Nihayetinde de yerini daha küçük ölçekte çalışmakta olan birden çok firmaya

bırakarak doğal monopol varlığı sona erecektir. Sonuç olarak monopolün ortadan kalkması negatif ölçek ekonomilerinin oluşmasından kaynaklanmaktadır.

Burada bize modern yaklaşımın sunduğu bakış açısı ölçek ekonomilerinin oluşumu sadece arz cephesinden değil talep cephesinden de irdelenmesi gerektiğini göstermektedir. Yani modern doğal monopol teorisi içerisinde bahsedilen ölçek ekonomilerinin ortaya çıkışı hem arz teknolojisi hem de piyasada var olan talep ilişkisi göz önünde bulundurularak değerlendirilmesidir. Arz cephesine ek olarak talep cephesinin teorideki varlığı firmanın çok sayıda müşteri ve bölgeye hizmet verebileceği şekilde üretim yapabilme kabiliyeti kazandırır. Bunun sonucu olarak da bu tek firmanın piyasa talebini karşılaması birden çok firmanın piyasa talebini karşılamasına oranla daha çok ekonomide etkinlik yaratır (Parkin, 2010; 298).

Modern Monopol teorisine göre ölçek ekonomilerini varlığı doğal monopol niteliği kazanmanın yanı sıra aynı zamanda firmanın monopol gücünü de belirleyebilmektedir. Bundan hareketle eğer firma sadece azalan maliyetlerle faaliyette buluyor ise bu doğal monopol zayıf bir durumdur. Yani sadece pozitif ölçek ekonomilerinde faaliyet göstermek burada monopolü zayıf nitelikli yapmaktadır. Ancak azalan maliyetler ilave maliyet yapısı ile birlikte gerçekleşiyorsa bu monopol güçlü doğal monopol niteliği gösterecektir. Yani bir firmanın hem pozitif ölçek ekonomilerinde faaliyet gösterip hep de toplamaltılık prensibini sağlaması durumu o firmaya güçlü doğal monopol niteliği kazandırmaktadır. Daha önce birçok kez de önemini vurguladığımız gibi modern teoride ölçek ekonomilerinin varlığı tek başına doğal monopollerin oluşumunu açıklamakta yeterli değildir. Bununla birlikte sektörün maliyet yapısının ilave katkılı yani toplamaltı nitelikli oluşu doğal monopollerin oluşumunda asıl belirleyici faktör olmaktadır (Duran ve Akyol, 2015: 52-54).

Modern teoriye göre ölçek ekonomilerinin var olmadığı iki durumda doğal monopollerin meydana gelebileceğini ileri sürmektedir. Bunlar tek ve çok ürünlü modellerde farklılaşabilmektedir.

İlk durumda Tek ürünlü modelde artan maliyetler yani negatif ölçek ekonomileri varken, maliyette (arzda) ya da talepteki bir kayma sonucu sektörün

maliyet yapısı ilave katkılı (toplamaltılı) duruma gelirse doğal monopol oluşumundan bahsedebiliriz. Yani tek ürünlü modelde negatif ölçek ekonomileri geçerliiyken eğer bu malları tek firmanın üretmesi birden çok firmanın üretmesinden daha az maliyetli bir şekilde gerçekleştirilebiliyorsa bu durumda üretici tek firma doğal monopol niteliği kazanacaktır. Yani modern teorinin buradaki savı eğer firma artan maliyetlerde çalışıyorsa yine de doğal monopol olabilecektir. Bunun gerçekleşmesi de firmanın toplamaltılık prensibini gerçekleştirebilmesine bağlıdır. Bu durum geleneksel teorinin şiddetle karşı çıktığı bir düşünce olmasına rağmen modern anlamda modeli sınavan iktisatçıların çalışmaları sonucunda böylesine bir noksan durumda dahi monopol özeliğinin olacak olması düşüncesi mikro iktisat teorisinin önemli ölçüde değişikliklere uğramasına da neden olmuştur.

İkinci durumda söz konusu çok ürünlü bir modelde doğal monopolün oluşup oluşmayacağıdır. Burada karşımıza kapsam (alan) ekonomilerinin varlığı çıkmaktadır. Modern teoride çok ürünlü modelde pozitif ölçek ekonomilerinin varlığı doğal monopolün oluşumunu açıklamada yetersiz olmaktadır. Bu bölümde kapsam ekonomilerini de açıklamakta fayda vardır. Kapsam ekonomisi kavramı tek bir firmanın ürünleri tek tek üretmesinin bu ürünleri birlikte üretmesi sonucu katlandığı maliyetten fazla olması durumudur. Yani firmanın ürünleri tek tek değil de hepsini birden üretmesi firmaya tek tek üretmesi durumuna göre maliyet avantajı sağlaması olgusudur. Bu bahsettiğimiz durum pozitif kapsam ekonomisidir. Ancak eğer firmanın ürünleri tek tek üretmesi bu ürünleri birlikte üretmesinden daha az maliyetli oluyor ise bu sefer de negatif kapsam ekonomileri firma için geçerlidir. Yani negatif kapsam ekonomilerinde firmanın ürünleri tek tek üretmesi daha rasyonel bir harekettir (Bilgili, 2015; 439-440). Yukarıda bahsettiğimiz ve kapsam ekonomisi dediğimiz bu durum sonucu eğer sektörün maliyet yapısı ilave katkılı bir diğer değişle toplamaltılı hale geliyor ise çok ürünlü model içinde firma doğal monopol özeliği kazanacaktır. Yani çok ürünlü modelde ilave maliyet yapısı doğal monopoller için hem gerekli hem de yeterli koşuldur. Buradan hareketle modern teoride hem tek ürünlü hem de çok ürünlü modelde doğal monopolün oluşması için gerekli ana koşul ilave katkılı maliyet yapısıdır. Ancak tek ve çok ürünlü modelde bu toplamaltılık koşulunun gerçekleşmesi farklı durumların var olmasına bağlıdır. Tek ürünlü modelde ilave katkılı maliyet durumunun oluşması pozitif ölçek

ekonomilerinin oluşmasına bağlı iken çok ürünlü modelde ilave katkılı maliyet yapısının oluşması pozitif kapsam ekonomilerinin oluşmasına bağlı olmaktadır (Duran ve Akyol, 2015: 50).

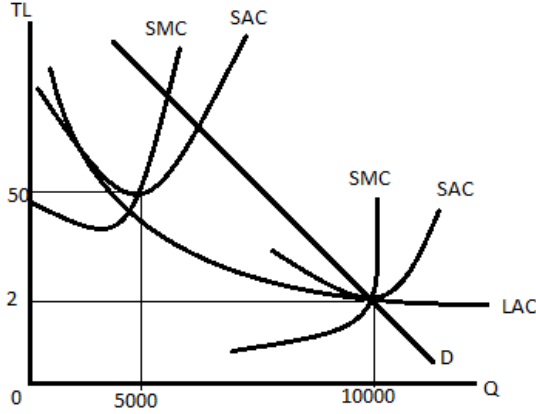
Doğal Monopolün oluşması için gerekli şartları sıralayacak olursak;

1. LAC eğrisinin devamlı olarak azalması ve optimal üretim seviyesine ve LAC'ın dönüm noktasına ulaşamaması. Yani bahsedilen doğrultuda $(LAC)' \neq 0$ şartının olması. (LAC'nin miktara göre türevinin sıfırlanamaması durumu)
2. Piyasa talep eğrisinin LAC eğrisini azalan olduğu kısımda kesmesi.
3. Tek başına firmanın piyasadaki tüm talebi karşılayana kadar üretimini artırırken LAC eğrisinin azalmaya devam etmesi.

Doğal Monopolün bir piyasada gerçekleşmesi ancak piyasaya devlet müdahalesinin olmaması durumunda görülebilmektedir. Böyle bir durumda ise tek başına firma ürettiği mala çok yüksek fiyat biçerken oldukça düşük bir üretim miktarı belirlemektedir. Devlet böyle bir durumda piyasaya firma girişlerini teşvik etse de birden çok firmaca üretim gerçekleşeceğinden üretim maliyetleri şekil 1-5'den de görüleceği üzere yükselecek bu kez de piyasada ciddi refah kayıpları meydana gelecektir.

Doğal Monopol şartları piyasada mevcutken hiçbir firma fiyat kabullenici olmayacaktır. Piyasada en küçük etkin ölçek oluşursa ve bahsettiğimiz diğer doğal monopol şartları da oluşursa $P \geq LAC_{\min}$ durumu oluşacak ve monopol gücü oldukça şiddetlenecektir. Eğer bahsettiğimiz bu firma fiyatlamasını $P=LAC_{\min}$ olarak yapmak istediğinde firma zaten fiyatları etkileyebileceğinin farkına varacaktır.

Şekil 1-5: Modern Doğal Monopol Firma Dengesi



Kaynak: Akal, 2015; 441

Şekil 1-5’den de anlaşılacağı üzere firmanın 50 tl’den 5000 birim sattığı ürünü 2 tl’den satarak 10000 birim üretmekte satması mümkündür. O nedenle zaten böylesi durum piyasaya firma girişlerini engellemektedir.

Yukarıda da daha önce bahsettiğimiz üzere doğal monopolün oluşması birden çok faktöre bağlıdır. Hepsini birden son olarak toparlayacak olursak; tek ürün üretirken ölçek ekonomisinin varlığı ve toplamaltılık ve birden çok ürün üretiminde bunlara ek olarak kapsam ekonomilerinin varlığını da eklemek gerekmektedir. Ancak günümüzde küreselleşen dünya ekonomisi sonucunda doğal monopolün varlığı da oldukça sınırlanmakta ve uluslararası rekabetin varlığı ile devlet özelleştirmeleri sonucu oldukça azalmaktadır. Ayrıca hükümetlerce yine uygulanan tavan fiyatı gibi tüketici yanlı politikalar da bu yapının oluşmasını engelleyen bir diğer faktörlerdendir. Doğal Monopolün son örnekleri de bahsettiğimiz gibi hizmet sektörlerindedir. Yani doğal monopol günümüz şartlarında daha çok hizmet iktisadı dalında yoğunluk gösteren bir yapılanma olarak karşımıza çıkmaktadır (Akal, 2015; 440-442).

1.2.3. Doğal Monopollerin Varoluş Sebepleri

Bu bölümde doğal monopollerin oluşma nedenleri olan teknik ve sosyal nitelikli faktörlere değinilecektir.

1.2.3.1. Teknik Sebepler

Bu kısımda bahsedilecek teknik özellikler firmanın maliyet yapısı ile ilişkilendirdiğimiz özelliklerden oluşmaktadır. Bu teknik nedenler ise sırasıyla toplamaltılık, sürdürülebilirlik ve ölçek ekonomilerinden oluşmaktadır.

1.2.3.1.1. Toplamaltılık (Subadditivity)

Toplamaltılık faktörü belirli sayıda bir üretimin tek bir firma tarafından yapılmasının birden çok firma tarafından yapılmasından daha az maliyet ortaya çıkarması durumunu ifade etmektedir. Yani toplamaltılık durumu varsa tek bir firma mutlak maliyet avantajına sahiptir ve tek başına bu firmanın üretimi üstlenmesi ekonominin bütünü için faydalı olacaktır (Salvanes ve Tjøtta, 1998: 675). Toplamaltılık kavramını biraz daha açmakta bu bölümde fayda vardır. Cebirsel bir gösterimle mekanizmanın işleyişi daha detaylandırılabilir. Örneğin Y_3 gibi bir çıktı üreten firmanın azalan ortalama maliyetlere sahip olduğunu düşünelim. Çıktı seviyesi $Y_1 + Y_2 = Y_3$ olarak ifade edilebilmektedir. Burada Y_1 indisi ilk firmanın ürettiği toplam çıktıyı Y_2 indisi ise ikinci firmanın ürettiği toplam çıktıyı ifade etmektedir. Bu iki firmanın birlikte ürettiklerinin toplamı ürün miktarı ise Y_3 'e eşittir. Yani Y_3 miktarı eğer piyasada tek bir firma olacaksa da üreteceği toplam çıktıyı göstermektedir. Şimdi tüm bunları matematiksel bir şekilde ifade edelim.

Çıktının tamamı üretilirken firma azalan maliyetlere sahip olduğundan,

$$C(Y_1)/Y_1 > C(Y_3)/Y_3 \quad (1)$$

ve

$$C(Y_2)/Y_2 > C(Y_3)/Y_3 \quad (2)$$

Olarak ifade edilebilmektedir. Eşitliği her iki tarafını (1) no'lu denklemde Y_1 ve (2) nolu denklemde Y_2 ile çarparsak;

$$C(Y_1) > [Y_1 \cdot C(Y_3)]/Y_3 \quad (3)$$

ve

$$C(Y_2) > [Y_2 \cdot C(Y_3)]/Y_3 \quad (4)$$

olacaktır. (3) ve (4) no'lu iki denklemi toplarsak;

$$C(Y_1) + C(Y_2) > [(Y_1 + Y_2) \cdot C(Y_3)] / Y_3 \quad (5)$$

ifadesinden $Y_3 = Y_1 + Y_2$ olduğundan

$$C(Y_1) + C(Y_2) > C(Y_3) \quad (6)$$

ifadesi elde edilecektir.

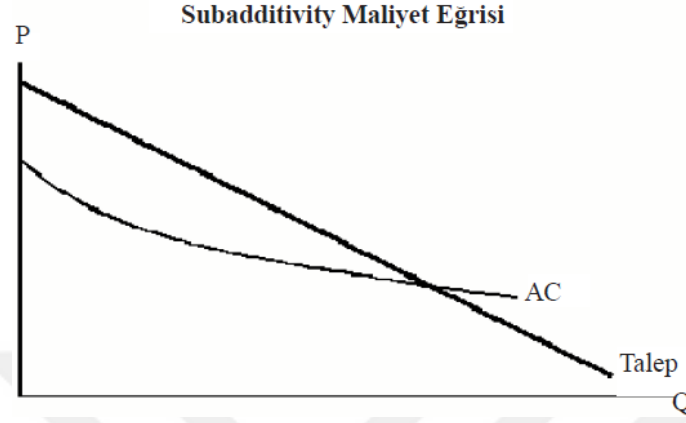
(6) nolu eşitsizlik bize toplamaltılık ifadesini matematiksel olarak göstermektedir. Bu eşitsizlik doğal monopol için gerekli olan önemli koşulu ifade etmektedir. Tüm bunlardan hareketle, Y_3 seviyesindeki çıktıyı üreten firmanın hem ortalama maliyeti hem de toplam maliyeti Y_1 ve Y_2 çıktı seviyelerini üreten firmaların ilgili maliyetleri toplamından daha düşüktür. Yani bu çıktıları ayrı ayrı üretmenin maliyeti birlikte üretmenin maliyetinden fazladır. Tabi ki bu durum ekonominin geneli için refah artırıcı bir sonucu ifade etmemektedir. O nedenle rasyonel anlamda üretim tek bir firmaca yapılmakta ve bu firma piyasada doğal monopol niteliği kazanmaktadır (Çetin ve Ölmezoğulları, 2005: 39-41).

1.2.3.1.2. Sürdürülebilirlik (Sustainability)

Sürdürülebilirlik, Monopol durumundaki bir firmanın uyguladığı fiyatı korumayı devam ederken, potansiyel rekabetçi bir firmanın piyasaya girmek ve kar edebilmek konularında umudunun olmamasını ifade etmek üzere kullanılan bir terimdir. Yani potansiyel olarak piyasaya girmek isteyen bir firmanın uygulamak istediği fiyat-çıktı bileşimi monopol firmanın uyguladığı fiyat-çıktı bileşiminin varlığı nedeniyle potansiyel rekabetçi bu firmanın piyasaya girmesini engelliyor ise bu durumu sürdürülebilirlik olarak ifade edebiliriz. Yani burada monopolcü firmanın uyguladığı fiyat-çıktı bileşimi potansiyel rekabetçi firmanın piyasaya giriş umudunu kırmakta ve bu firmayı piyasa dışında tutmaya neden olmaktadır. Kısaca ifade etmek gerekirse monopol süreci piyasada devam etmekte ve zarar görmemektedir. Zaten böyle bir yapılanma piyasada mevcutken piyasaya firmaların girmesi oldukça verimsiz bir işleyişe sebep olacak ve nihayetinde firma iflası ve birleşmeleri ile sonuçlanacaktır. Böylesine rekabetçi yapıyı kabullenemeyen ve kendiliğinden kargaşaya sebebiyet verecek bu yapı doğal olarak bir monopol olmaya devam

edecektir. Aksi halde makro anlamda tüketilmiş aşırı kaynak ve yıpranmış bir sermaye olgusunu ortaya çıkacaktır (Posner, 1968; 548-549).

Şekil 1-6: Toplamaltılık Maliyet Eğrisi



Kaynak: Çetin ve Ölmezoğulları, 2005: 39

Burada üstünde durulması gereken bir başka konu da toplamaltılık ve sürdürülebilirlik fonksiyonlarının birbiri ile girift bir ilişki içinde olduğudur. Bununla ilgili çeşitli tanımlamalar literatürde mevcuttur. Bu tanımlardan ilki bir endüstrideki belirli bir çıktıyı tek bir firma birden çok firmaya göre daha az maliyetle üretebildiğinde bu firmanın maliyet eğrisi toplamaltı bir özellikte olacaktır. Ancak bu durum tek başına bir monopolün gücünü ifade etmekte yeterli değildir. İkinci olarak bir endüstride tek bir firma üretimi yaparken diğer potansiyel rakiplerin piyasaya girişini engelliyorsa bu kez toplamaltılık şartıyla beraber sürdürülebilirlik şartı da sağlanacak ve doğal monopolün niteliği daha zenginleşmiş ve kuvvetli olacaktır. Yani tek başına toplamaltılık şartı firmaya sadece zayıf bir doğal monopol niteliği kazandırırken, sürdürülebilirlik şartı sağlandığında firmanın doğal monopol niteliği güçlenecektir. Tüm bunlardan hareketle sürdürülebilirlik şartını toplamaltılık şartının bir nevi tamamlayıcısı olarak düşünebiliriz. Ayrıca burada dikkat etmemiz gereken bir başka noktada da sabit maliyetlerin büyüklüğüdür. Bir firmanın sürdürülebilirlik şartını içselleştirerek doğal monopol durumuna gelebilmesi için büyük oranda sabit maliyetlere sahip olması gerekmektedir. Çünkü çok yüksek sabit maliyetlerin varlığı potansiyel rakip firmaların piyasaya girişini engelleyecektir. Şekil 1-6'dan da görüleceği üzere böyle bir ortalama maliyet yapısına sahip bir firma, faaliyette

olduğu piyasada tüm talep düzeylerinde gittikçe azalan maliyetlere sahiptir ve piyasada doğal monopol durumunda yer almaktadır (etin ve Ölmezoğulları, 2005: 40).

1.2.3.1.3. Ölçek Ekonomileri (Economies of Scale)

Bu konuya daha önce detaylı olarak değinildiği için bu bölümde daha zet olarak değinilecek ve modern monopollerin oluşması için gerekli diğer şartlarla olan ilişkisi üzerinde durulacaktır. Ölçek ekonomileri özetle ortalama maliyetlerin çıktı miktarı artarken azalması durumudur. Böyle bir pozitif ölçek ekonomisi avantajını elinde bulunduran firma doğal monopol niteliği kazanacaktır. Fakat çıktının herhangi bir bölgesinde ortalama maliyetler azalmıyorken dahi buna rağmen doğal monopollerin oluşabileceği durumlar da mevcuttur. Ancak bu bölgede ölçek ekonomilerinin gücünde pek tabii bir azalma meydana gelmektedir. Burada lek ekonomileri ve toplamaltılık faktörleri arasındaki ilişkiyi göstermek farklarını anlamak adına bir gereklilik arz etmektedir. Bu iki faktörün farklarına baktığımızda ölçek ekonomilerinde firma yalnızca talep eğrisinin belirli bir kısmındaki çıktı seviyesinde diğer firmalara oranla görece maliyet avantajına sahipken, toplamaltılık şartının sağlanması durumunda ise bu firma tüm üretim düzeylerinde bir maliyet avantajına sahip olmaktadır. Yani lek ekonomileri belli bir durumda firmaya maliyet avantajı sağlarken toplamaltılık şartı her durumda firmaya maliyet avantajı sağlamaktadır. Buradan hareketle toplamaltılık şartının gerçekleşmesi firmanın doğal monopol olmasına neden olurken, ölçek ekonomilerinin varlığı firmaya potansiyel rakipler karşısında piyasada tek monopol olma fırsatı sağlamaktadır. Daha önce modern monopol teorisinde de bahsettiğimiz üzere ölçek ekonomilerinin varlığı tek başına doğal monopol oluşumu için yeterli koşul olmamakta başlıca gereklilik toplamaltılık koşulunun sağlanması olmaktadır. Daha nce Das'ın 2000 yılında elektrik, doğal gaz, telekomünikasyon gibi doğal monopol niteliği olduğu düşünülen bazı sektörler üzerinde yaptığı araştırmalar sonucunda yukarıda bahsettiğimiz savı destekler kanıtlar elde etmiş o da toplamaltılık koşulunun doğal monopolün var olması için ana şart olduğuna kanaat getirmiştir. Yine telekomünikasyon piyasasında araştırma yapan Wilson ve Zhou da piyasada mutlak maliyet avantajının sağlamaması durumunda toplamaltılık koşulu sağlanamayacağından piyasada doğal monopol oluşmayacağını ne sürmüşlerdir (etin ve Ölmezoğulları, 2005: 42).

1.2.3.2. Politik ve Sosyal Sebepler

Piyasa düzenleyicisinin piyasada var olan belirli bir firmaya sağladığı özel hak ve ayrıcalıklar monopolün oluşmasına neden olan politik ya da sosyal sebepler olarak karşımıza çıkmaktadır. Piyasayı düzenleyen bu birimin firmaya verdiği bu özel hak ve ayrıcalıklarla potansiyel rakiplerin piyasaya girişi baştan engellenmekte ve bu şekilde bu firma da piyasada monopol olarak faaliyet gösterebilmektedir. Burada piyasa düzenleyicisinin öncelikli düşüncesi kamunun refahıdır. Yani hak ve ayrıcalıklarla özel bir firmanın monopol duruma gelirken kamuya sağladığı yarar onun piyasada doğal monopol olarak var olma gerekliliğini de belirlemektedir. Burada önemli olan durumlardan diğerleri de piyasada üretilecek mal ve hizmetlerin ne kadar müdahaleye gereksinim duyduğudur.

Politik yollarla oluşturulacak bu doğal monopol yapılandırmasının altında yatan Kamu Yararı Teorisinde amacını aksak rekabet, eksik piyasalar ve istenilmeyen piyasa sonuçları ve dengesiz piyasa faaliyetlerinin varlığını bertaraf etme düşüncesi oluşturmaktadır. Doğal Monopol durumuna getirilmek istenen firmaya sağlanacak ayrıcalıklar bizzat düzenlemelerle yapılacağı gibi uzun dönemli satım sözleşmeleri gibi anlaşma ve uzlaşmalarla da sağlanabilmektedir. Ancak bu durumun oluşması için bazı şartlar gerekmektedir. Bu şartlar da firmanın talep hacmi ve üretim kapasitesi ile de yakından ilişkilidir. Belirli bir talep hacminde toplam ortalama maliyetler, üretim ancak tek bir firma tarafından yapıldığında minimum duruma getirilebiliyorsa bunun sonucunda piyasada doğal monopol oluşacaktır. Bunun dışında üretimin gerçekleştirilmesi ciddi miktarlarda sermaye gerektiriyorsa ortalama sabit maliyetler üretim arttıkça azalmaya devam edecektir. Bu nedenle bu durumda da toplamaltı durumda olan bir firmanın tek başına piyasada doğal monopol olarak yer alması rasyonel bir sonuç sağlayacaktır. Tüm bunlara rağmen her monopol doğası gereği kar maksimizasyonunu sağlamaya çalışırken uyguladığı fiyat marjinal maliyetinden farklılaşacaktır. Bu durumdan kaynaklanacak dara (refah) kaybını önlemek için monopol ya devlet kontrolüne sokulacak ya da özel düzenlemelere tabi hale getirilecektir. Burada düzenlemelerden kastedilenin fiyat düzenlemesi olduğunu da belirtmekte fayda vardır. Bu şekilde doğal monopol var iken toplumsal refah kaybının önüne geçilebilecektir.

Bu tip düzenlemeler tarihte oldukça eski dönemlere dayanmaktadır. Başlarda normatif görüşün egemen olduğu süreçte daha önce bahsettiğimiz kamu yararı teorisi perspektifinde görüşler şekillenmiştir. Nasıl ve niçin devletin müdahalesi gereklidir? sorusuna cevap aranarak piyasanın etkinliğe erişebileceği düşünülmektedir. Piyasadaki tek firmanın üretimi daha az maliyetle gerçekleştirmesi kamu yararı teorisine göre piyasada bu firmanın doğal monopol olmasına olanak sağlamaktadır. Tabi ki burada monopolün özellikleri de önem arz etmektedir. Tek malın üretildiği bir model oluşu ve üretimin artmasıyla sürekli uzun dönemli ortalama maliyet eğrisinin azalması gibi durumla atfedilmektedir. İşte tüm bu varsayımlardan hareketle piyasada tek bir firmanın varlığı gerekmekte ve bu monopol varlığında yasal girişimlerle korunması gerekmektedir. Ancak daha önce de söylediğimiz gibi monopolün gücünü gösteren fiyat ve marjinal fiyat farklılığının yaratacağı refah kaybının da düzenlenmeye gereksinim bulunmaktadır. Çünkü ancak bu şekilde etkinliğin yanında makro anlamda bir sosyal refah sağlanabilecektir. Bununla birlikte monopol durumundaki firmalara devlet tarafından yatırımlarının üzerinden makul bir getiri oranının güvence edilmesi de firmanın faaliyeti ve etkinliği açısından oldukça önemlidir (Çetin ve Ölmezoğulları, 2005: 42-43).

1.3. Ağ Dışsallıkları

Literatürde birbiri yerine kullanılan ağ dışsallığı ve ağ etkisi kavramı, kullanılacak bir mal veya hizmetin kullanım varyasyonları veya kullanacak tüketici sayısının artması sonucu o malın tekil tüketicisine sağladığı faydanın artmasını ifade etmektedir. Yani bir ürünün kullanıcı sayısının artması sonucu o mal ya da hizmetin kullanımından elde edilecek faydanın da artması ağ dışsallığında söz konusudur.

Tüketici sayısının bireylerin davranışları üzerindeki etkisi Marshallyan talep kanunu görüşünde kendine yer bulmamaktadır. Liebenstein ise 1950’de yaptığı araştırmalarda ağ dışsallıklarının varlığını ve ağ etkisini tüketici davranışlarına eklemiştir (Çelebi, 2016: 1).

Katz ve Shapironun 1985’de yaptığı çalışmalar sonucunda ağ dışsallıklarının doğrudan ve dolaylı etkileri olduğu saptanmıştır. Burada doğrudan etki malın kendi fiziksel özelliklerinden kaynaklandığı düşünülen etkidir. Örneğin geçmişte telefon,

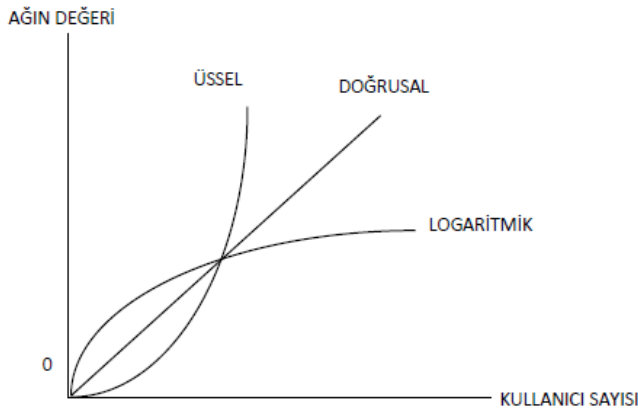
teleks ve benzeri cihazları almak telefon ağına sahip olmayı da gerektirmekteydi. Yani telefon satışı telefon ağına abone olmayı da gerektirmekte ve bunun da satışını sağlamaktaydı. Günümüzden bu duruma bir örnek verecek olursak akıllı telefonların varlığı ile internet kullanımının artması olarak gösterebiliriz. Diğer etki ise dolaylı etkidir. Burada talep dışsallığı devreye girmektedir. Yani kullanan tüketici sayısının artmasıyla ortaya çıkan türetilmiş bir fayda söz konusudur. Örnek olarak bilgisayar satın alındığında buna çeşitli yazılım programları ve uygulamaların da eşlik etmesi olarak gösterebiliriz (Katz ve Shapiro, 1985: 424).

1.3.1. Ağ Dışsallığının Oluşumu

Ağın oluşumunda rol alacak her üretici kendi ürününü piyasada pazarlama olanağına erişmesinin yanı sıra ağda yer alan diğer tüketicileri tüketim diğer üreticileri de üretim yönünde teşvik etmektedir.

Gottinger'e göre ağın değeri ve ağın büyüklüğü arasında doğrusal, logaritmik ve üssel olmak üzere üç farklı ilişki bulunmaktadır. Doğrusal ilişkide ağ büyüdükçe ağın değeri de doğrusal olarak artmaktadır. Yani ağa dahil olan faktörlerin marjinal değeri sabittir ve değişmemektedir. Logaritmik ilişkide ağ büyüdükçe ağın marjinal değerinde bir azalma meydana gelmektedir. Bu durum sonucunda da ağın etkisinde bir azalma meydana gelmektedir. Üssel ilişkide ise ağın büyümesi sonucu marjinal değerlerin artması söz konusudur. Yani ağ sürekli olarak güçlenme eğilimindedir.

Şekil 1-7: Ağ Büyüklüğü Ve Ağ Değeri Arasındaki İlişkiler

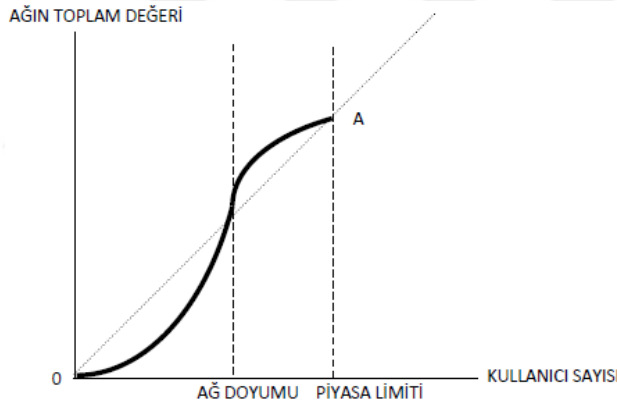


Kaynak: Çelebi, 2016: 3

Gerçek hayatta yukarıda saydığımız ilişkilerin tek başına geçerlilikleri bulunmamaktadır. Bunun yerine tüm ilişkileri tek bir varsayım altında tutan “S” eğrili model daha çok kabul görmektedir. Bu bahsettiğimiz güncel modeli biraz daha açıklamak yerinde olacaktır.

Öncelikle başlarda ağa katılım sonucunda ağ değeri üssel bir nitelik taşımaktadır. Yani her katılımcı ağın marjinal değerini artırmaktadır. Bu bahsedilen durum pozitif bir dışsallığa neden olmaktadır. Bu bahsettiğimiz ağı büyüten durum eninde sonunda belli bir doyuma ulaşmaktadır. Akabinde ağdaki toplam değerdeki artışta bir yavaşlama meydana gelecektir. İşte bu kısımda da ilişki logaritmik bir faza geçmekte ve her katılan faktör nedeniyle ağın marjinal değeri azalmaktadır. Bu durum biraz daha devam etmekte ve piyasa limitine ulaşıldığında ise pozitif ağ dışsallığı ortadan kalmaktadır. Bu durum şekil 1-8’de gösterilmektedir.

Şekil 1-8: Ağ Büyüklüğü ve Ağ Toplam Değeri Arasındaki İlişki



Kaynak: Çelebi, 2016: 3

Burada dikkatin çekilmesi gereken bir başka nokta da ürettikleri ürünlerin ağ niteliği etkisi olan firmaların dengeye gelecekleri konudur. Böyle bir durumda firmalar için iki istikrarlı dengeden bahsedebilmekteyiz. Birincisi eşik değer denilen ağ doyumu noktasına ulaşamayan ve ağların başlangıç maliyetlerini karşılayamayan firmalar için istikrarlı denge sıfır olacaktır. Bir diğer muhtemel denge ise ağ doyumu eşliğinin aşılması ve akabinde piyasa limitine ulaşacak olan firmanın monopol niteliği kazanmasıdır. Önemli olan bir başka konuda firmaların sahip olduğu kapasitenin durumudur. Eğer bir firma hem kapasite kullanımında

limitine ulaşmış ve aynı zamanda da piyasa limitine de ulaşmışsa artık bu firma satış hacmini büyütmek yerine ağı genişletmeye çabalaması yerinde olacaktır. Bu görevi de dolaylı etki sonucu ortaya çıkabilecek bir ürün geliştirme stratejisi ile gerçekleştirebilecektir. Aksi durumda belirli bir ağ doyumunu geçmiş olmasına rağmen bu bahsettiğimiz ürün geliştirme stratejisini ortaya koyamayan firmalar büyük pazar kayıpları ile karşı karşıya kalacaklardır (Çelebi, 2016: 4).

1.3.2. Firma Davranışları ve Ağ Dışsallıkları Arasındaki İlişki

Bu bahsettiğimiz ilişki iki farklı varyasyona göre değişebilmektedir. Burada bahsedilen varyasyonlar da firmanın ürün geliştirip (yenilikçi olup) ürün geliştirmediği (yenilikçi olmadığı) ile ilgilidir.

1.3.2.1. Ürün Geliştiren (Yenilikçi) Firma

Bir firmanın yaptığı Ar-ge harcamalarının ağ dışsallığı kavramına göre firmanın maliyetlerini düşürmekten ziyade hasıla artırıcı bir etkisi bulunmaktadır. Yani ağ etkisine sahip olan firmaların Ar-ge harcamaları onların maliyetlerini azalmayı değil de hasıllarını artırıcı yönde teşvik etmektedir. Belirli bir piyasada faaliyet gösteren birden çok firmanın ayrı ayrı da olsa yenilik yapması sonucu ortaya bir ağ etkisi çıkacaktır. Bu ortaya çıkacak faydalı dışsallıktan da sadece yeniliği gerçekleştiren firmalar yararlanırken arge harcamasında bulunmayan yani yenilik yapmayan firmalar bu durumdan faydalanamayacaktır.

Her yapılan yeniliğin belirli bir başlangıç maliyeti bulunmaktadır. Genelde de bu başlangıç maliyetleri yüksek olurken daha sonra üretim maliyetleri ise görece daha düşük olmaktadır. O nedenle başlangıç maliyetinin neden olduğu bu zararı absorbe edebilmek için sunulan mal ya da hizmetin geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşması gerekmektedir. Bu bahsettiğimiz durumda monopolün gücü niteliği taşıyan fiyat ve marjinal maliyet arasındaki ilişkide değişiklikler meydana gelecektir. Çünkü böyle bir durumda monopolün amacı hasıla maksimizasyonunu sağlamak için fiyatı düşürmekte ve ürünün satış miktarını artırabilmektir. Tabi ki böyle bir durumda firmaların pazarlama birimine de ayrı birtakım sorumluluklar yüklenmektedir (Çelebi, 2016: 4-5). Yukarıda bahsettiğimiz gibi bir politika pekala monopol dengesi için anlamlı bir sonuç verecektir. Çünkü monopol her zaman talebin esnek kısmında denge durumunda olduğundan örneğin %m kadarlık yapılacak bir fiyat düşüşünde

talebin tepkisi $\%m+n$ artışı kadar olacaktır ki bu iki yüzdeler ifadenin çarpımı bize toplam hasıladaki durumu verecek ve fiyattaki küçük düşüğe büyük talep artışının eşlik vermesiyle toplam hasılat genel anlamda artmış olacaktır. Yani monopolün katlandığı inisyel maliyetin kendisini telafisi fiyatın düşürüşü karşısında daha şiddetli artan talep miktarının cevabıyla gerçekleşmiş olabilecektir (Yiğitbaşı ve Atabey, 2001; 300-301).

1.3.2.2. Ürün Geliştirmeyen (Anti-Yenilikçi) Firma

Yenilikçi olmayan bir firmanın uygulayacağı ilk strateji, yenilikçi firmalardan teknoloji ithal edebilmektir. Bunun sonucunda yenilikçi olmayan firma piyasadaki payını belli bir miktar koruyabilirken, yenilik yapan firma hem başlangıç maliyetlerine katlanmakta ham de yenilik yapmayan firmanın var olan ağına erişebilmektedir. Yenilik yapmayan firmanın bir başka izleyebileceği yol da satın alma ve birleşmelerdir (Çelebi, 2016: 5).

1.4. Sürü Psikolojisi ve Züppe (Snob) Etkisi

Belirli bir mal için olan istek malın diğer kullanıcı sayısı arttıkça, bahsedilen bu mala olan talebi artırmaktadır. Bu duruma neden olan faktör sürü psikolojisidir. Yani sürü psikolojisi bir çeşit pozitif ağ dışsallığı yaratan bir faktördür. Örnek olarak Apple ürünlerine olan güçlü talebin altında bu markanın ürünlerinin güvenilir ve sağlam olduğuna dair inanç artması ve bunun sonucu her geçen gün artan tüketici sayısı ile firma pazar payını ve marka değerinin artırması olmasını gösterebiliriz. Züppe etkisi ise bu durumun tam olarak tersidir. Belirli bir mala olan istek o malın kullanıcı sayısı arttıkça azalmaktadır. Yani züppe etkisi negatif bir ağ etkisi ortaya çıkarmaktadır. Bu duruma da eşi benzeri hayli az olduğu düşünülen antika eşyalara sahip olma duygusu ve koleksiyonculuk gösterilebilir (Browning ve Zupan, 2014: 109-111).

İKİNCİ BÖLÜM

DÜNYA VE TÜRKİYE DOĞAL GAZ PİYASASI

Bu bölümde Dünya ve Türkiye doğal gaz piyasalarının genel durumu hakkında bilgi verme gayesi güdülmektedir. Piyasanın güncel durumunun önce küresel daha sonra ülkemiz bazında incelemesi yapılacaktır.

2.1. Dünya Doğal Gaz Piyasası

İçinde bulunduğumuz dünyada 1974’de yaşanan petrol krizinden bu yana enerji ihtiyacında kesintisiz bir artış söz konusudur. En son 2008 yılında yaşanan kriz akabinde enerji kaynaklarının tüketiminde istisnalar ortaya çıkmış olsa da 2010 yılında global çapta enerji tüketimi en yüksek artışı gerçekleştirerek %5.6’lık bir yükseliş gerçekleştirmiştir. Devamındaki yıllarda ise bu artış durağan bir seyir izlemiştir. Global çapta enerji tüketiminde 2014, 2015 ve 2016’da yaklaşık %1’lik bir artış gerçekleşmiştir. Enerji tüketiminde ise en büyük paya sahip olan bölgeler Avrupa ve Avrasya olarak başı çekmektedir.

Genel olarak Doğal Gaz piyasasının dünya çapındaki değişimine göz atacak olursak; 2016 yılında dünya doğal gaz tüketimi 63 milyar metreküp (mmk) artmıştır. Bu artışta önceki yıla göre %1.5’lik bir artışa tekabül etmektedir. Bu duruma rağmen bu artış miktarı son on yılda sektördeki artıştan %2.3 daha düşük bir durumdadır. Bununla birlikte Avrupa Birliğinin gaz tüketiminde 30 mmk bir yükseliş meydana gelmiştir. Bu yükselişte bir önceki yıla göre %7.1’lik bir artışa denk gelmektedir. Küresel anlamda doğal gaz tüketiminde en büyük düşüşü gösteren ülke ise 12 mmk bir düşüşle Rusya olmuştur.

Doğal Gaz üretimine baktığımızda ise küresel çapta doğal gaz üretiminde 21 mmk bir artış gerçekleşmiştir. Bu oran 2015 yılında göre üretimde %0.3’lük bir artış olduğunu ortaya koymaktadır. Doğal gaz üretimi Kuzey Amerika’daki 21 mmk’lık

düşüş Avustralyadaki 19 ve İrandaki 13 mmk'lık güçlü bir artışla dengelenip yükseliş trendine sokulmuştur.

Gaz ticaretinde ise 2016 yılında küresel çapta %4.8'lik bir büyüme gerçekleşmiştir. Bu artışa ise en büyük katkı Sıvı Doğal Gaz (LNG) sektöründeki ithalat ve ihracattan gelmiştir. Aynı yılda LNG sektöründeki büyüme %6.2 olmuştur. Ayrıca LNG sektöründeki ihracatta büyümede de en büyük artışı kaydeden ülke Avustralya olurken ABD'nin LNG ihracatı ise 4.4 mmk olmuştur.

Daha önce de yukarıda bahsettiğimiz üzere küresel anlamda doğal gaz tüketim miktarında bir artış olmasına rağmen bu artış son on yıllık artış trendinin altında kalmıştır. Bu durumun sonucunda da bu süreçte global anlamda gaz fiyatlarında bir düşüş meydana gelmiştir. 2015 yılı içinde Henry Hub fiyatları %5 ve Avrupa ve Asyada ise gaz fiyatlarında %20-30 aralığında düşüş yaşanmıştır.

Tüm bu yetersizliğin çoğu aslında aynı dönem içinde ABD'de olan duruma dayanmaktadır. Özellikle fiyatlardaki bu düşüş sonucunda ülkedeki üretim miktarı 17 mmk diğer bir deyişle %2.5 azalmıştır. Bu düşüş 2000 yılı ortalarında patlak veren Şeyl Gazı devriminden bu yana ortaya çıkan en büyük düşüş olarak nitelendirilmektedir. ABD'de işler gaz piyasası yönünden tatsız gitmekteyken Avrupada ise durum aksine iyi bir performans göstermektedir. Aynı dönemde kıtada gaz tüketiminde 28 mmk gibi güçlü bir yükseliş gerçekleşmekteydi. Bu iyimser tablonun arkasında ise gaz ve kömür endüstrisindeki rekabetteki artış, kıtadaki birçok ülkenin nükleer güçten vazgeçiş ve yenilenebilir enerji bulma faaliyetleri yatmaktadır.

Dünyanın bir diğer tarafı Orta Doğu ve Çin'de de tüketim cephesinde durumlar iyimser bir çizgidedir. %3.5'lik bir artışla 19 mmk artan Orta Doğu ve %7.7'lik bir artışla 16 mmk artan Çin doğal gaz tüketimi dikkat çekmektedir. Yine Avrupa'daki duruma benzer olarak gelişen alt yapı ve mevcut gazların çoğalmasıyla böylesine gelişme yaşanan bir yıl olmuştur. Küresel tablodaki bu talep artışına rağmen Rusya ve Brezilyada da sırasıyla gaz tüketimi 12 mmk ve 5 mmk azalmıştır. Bu azalmanın nedeni ise iki ülke için de hidroelektrik sektöründeki güçlenmedir.

Tablo 2-1: Dünya Doğal Gaz Tüketimi (mmk)

Ülke/Yıl	2013	2014	2015	2016	2017
Kuzey Amerika	883.6	905.6	924.5	951.6	942.8
Güney ve Orta Amerika	168.7	172.2	178.6	175.1	173.4
Avrupa	506.2	458.9	475.8	505.6	531.7
BDT	583.1	582.7	568.4	572.9	574.6
Orta Doğu	429	455	487.2	508.9	536.5
Afrika	116.6	122.1	129.6	133.2	141.8
Asya - Pasifik	684.3	702.2	710.1	727	769.6
Toplam	3371.5	3398.7	3474.2	3574.2	3670.4

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy 2018: 29

Talep cephesinde durum böyle iken arz cephesinde de doğal gaz piyasasında büyük gelişmeler görülmektedir. Bu konuda en dikkat çekici gelişmeyi 13 mmk'lik artışla Çin göstermektedir. Bu artışta ülkenin kurduğu yeni LNG fabrikalarının payı oldukça büyüktür.

Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG) piyasasındaki gelişmeler bizim doğal gaz sektörü için anahtar göstergeler olmaktadır. O nedenle bu piyasanın çalışmadaki varlığı bizim için son derecede önemlidir. LNG piyasasında Çinin varlığı şüphesiz en büyük kaynak olmasına rağmen yer küre üzerinde bulunan yeni kaynaklar piyasaya Mısır, Pakistan ve Polonya gibi ülkelerin de girmesine izin vermektedir. Piyasaya yeni giren bu ülkelerin faaliyetlerine en büyük katkıyı yüzen depolama ve yeniden düzenleme birimleri (FSRU) sağlamaktadır.

2016 yılı LNG piyasası için gerçekleştirilmesi beklenen hamlelerin en çok artırıldığı yıl olmuştur. Buradan hareketle küresel çapta arzın 2020 yılına kadar %30'dan daha fazla artması beklenmektedir. Bu durum önümüzdeki yıl boyunca her iki ila üç ayda bir arz edilen LNG miktarına eşdeğerdir. Ve bu durumun ciddi bir etkinlik artışına neden olduğu tartışılmaz bir gerçektir.

LNG ticareti önemi arttıkça, global gaz piyasaları maddi anlamda evrileceklerdir. Bununla birlikte piyasa entegrasyonunun yanında daha derin, daha rekabetçi bir piyasa yapısı ile desteklenen daha esnek bir ticaret yapısına doğru bir değişimin olduğu da aşikârdır. Ve bu değişim daha küçük ve daha kısa süreli sözleşmelere doğru bir hareketle sözleşmeli olmayan ve serbest bir şekilde ticareti yürütülen LNG ticaretinin oranındaki artışla daha çok belirgin bir hal almaktadır.

Tablo 2-2: 2015 ve 2016 yıllarındaki Doğal Gaz Ticareti (mmk)

mmk	2015				2016			
	Boru İth.	LNG İth.	Boru İhr.	LNG İhr.	Boru İth.	LNG İth.	Boru İhr.	LNG İhr.
A.B.D.	74.4	2.6	49.1	0.7	82.5	2.5	60.3	4.4
Kanada	19.2	0.6	74.3	† ¹	21.9	0.3	82.4	†
Meksika	29.9	7.3	†	-	38.4	5.9	†	-
Tri. & Tob.	-	-	-	16.9	-	-	-	14.3
Diğ. Amerika.	19.9	19.8	19.9	5.1	16.8	15.5	16.8	6.1
Fransa	31.8	6.8	-	0.6	32.3	9.7	-	1.5
Almanya	102.3	-	32.7	-	99.3	-	19.3	-
İtalya	55.7	5.4	0.2	-	59.4	5.7	-	-
Hollanda	33.6	2.1	47.1	1.3	38.0	1.5	52.3	0.7
Norveç	†	-	109.6	5.9	†	-	109.8	6.3
İspanya	15.2	13.1	0.5	1.8	15.0	13.2	0.6	0.2
Türkiye	38.4	7.7	0.6	-	37.4	7.7	0.6	-
Birleşik K.	29.0	13.1	13.4	0.3	34.1	10.5	10.0	0.5
Diğ. Avrupa	94.7	6.9	13.8	1.5	100.2	8.2	15.0	1.3
Rusya	21.8	-	179.1	14.0	21.7	-	190.8	14.3
Ukrayna	17.3	-	-	-	11.1	-	-	-
Diğ. BDT	27.0	-	72.3	-	27.9	-	74.0	-
Katar	-	-	20.0	101.8	-	-	20.0	104.4
Diğ. Ort. Doğu	29.6	10.2	8.4	18.8	26.9	14.2	8.4	18.1
Cezayir	-	-	26.3	16.6	-	-	37.1	1.59
Diğ. Afrika	9.0	3.7	11.0	30.0	8.8	10.2	8.5	29.6
Avustralya	6.4	-	-	38.1	8.3	0.1	-	56.8
Çin	33.6	25.8	-	-	38.0	34.3	-	-
Japonya	-	110.7	-	-	-	108.5	-	-
Endonezya	-	-	9.3	20.7	-	-	8.8	21.2
Güney Kore	-	43.8	-	0.2	-	43.9	-	0.1
Diğ. Asya/Pas.	20.3	46.0	21.4	51.4	19.3	54.8	22.7	51.1
Dünya	709.0	325.5	709.0	325.5	737.5	346.6	737.5	346.6

¹ Geçmişte gerçekleştirilen fakat artık gerçekleştirilmeyen ekonomik aktivite.

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy 2017: 35

Bir diğ er yandan Avrupa'nın büyük ve artan miktarda ithal gaza olan ihtiyacı, bazı büyük LNG tedarikçileri arasında nispeten büyük ve önemli bir konuma sahip olmakla birlikte, Avrupa'nın genellikle LNG için doğal bir büyüme pazarı olarak belirtildiği görülmektedir. Ancak bir diğ er yandan Avrupa'nın Rusya'dan boru hattı ile gaz tedarikine erişebilme olanağı, LNG ithalatının sert bir rekabet ile karşı karşıya kalacağı anlamına gelmektedir. Burada önemlilik arz eden bir durum da Avrupa'nın doğal gaz piyasasındaki güncel durumu ile ilgilidir. Avrupa'nın kendi yerli üretiminin ihtiyacını karşılayamaması ve artan güçlü doğal gaz talebi Avrupa'yı bu piyasada önemli bir ithalatçı konumuna düşürmektedir. Ve ayrıca bu büyük miktardaki talep artışının büyük kısmının Rusya ve Cezayir'deki boru hatlarından karşılanması artan talebin önüne zar zor geçebilmektedir.

Tablo 2-3: Dünya Doğal Gaz Üretimi (mmk)

Ülke/Yıl	2013	2014	2015	2016	2017
Kuzey Amerika	739.6	786.9	816.2	812.2	818.2
Güney ve Orta Amerika	152.1	154	155.5	153.7	153.9
Avrupa	223	212	207.8	205.1	208
BDT	681.7	667.3	663.5	661.9	701.2
Orta Doğu	489.4	507.2	523.1	542.4	567.4
Afrika	170.5	172.5	175.1	178	193.5
Asya - Pasifik	446.8	463.8	485	498.9	522.4
Toplam	2903	2963.8	3025.2	3052.3	3164.6

Kaynak: BP Statistical Review Of World Energy 2018: 31

Değ inilmesi gereken bir başka noktada da bu konudaki teşviklerin varlığıdır. Nasıl ki OPEC ABD'deki sıkı petrol talebine cevap vermek için çalışıyorsa, Rusya da doğal gaz piyasasındaki üstün pazar payını koruyabilmek ve LNG arzındaki rekabette öne geçebilmek için ciddi teşvikler uygulamaktadır.

Ancak bu rekabetçi süreç Avrupa'nın tek bir üretici kaynağa aşırı derecede bağımlı olması ve bunun sonucunda ortaya çıkabilecek enerji güvenliği ile ilgili sorunlar nedeniyle endişe verici bir hal alarak karmaşıklaşmaktadır.

Buradaki ilginç soru ise; küresel LNG ticaretinin büyümesinin, küresel ölçekte daha entegre bir gaz piyasasını teşvik ederek, ihtiyaç duyulması halinde LNG'ye dönüşme seçeneğine sahip olmasının, bu endişeleri azaltabileceğidir.

2.2. Türkiye Doğal Gaz Piyasası

Bu bölümde ülkemiz doğal gaz piyasası hakkında daha detaylı bir piyasa araştırması yapılacak ve sırasıyla doğal gaz piyasasının tarihi, talep yapısı, altyapı durumu, toptan satışı üzerinde durulacak ve daha sonra piyasanın dört aşamalı verim modeline göre aşamaları incelenecek ve son olarak fiyat oluşumu açıklanacaktır.

2.2.1. Türkiye Doğal Gaz Piyasasının Tarihi

İlk olarak 1970 yılında Kırklareli’nde tespit edilen doğal gaz bundan altı yıl sonra Pınarhisar Çimento Fabrikası tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Devamında 1974 yılında Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından Boru Hatları ile Petrol Taşıma Şirketi (BOTAS) kurularak faaliyete geçirilmiştir. Bundan bir sene sonra 1975’de Mardin’de bulunan doğal gazın kullanımı da Mardin Çimento Fabrikasında verilmiştir. Bununla birlikte 1985 yılında Hamitabat Doğal Gaz Çevrim Santralinde doğal gaz kullanılarak ilk kez elektrik üretilmeye başlanmıştır. Bu sürecin devamında 1986’ya kadar toplam üretim 750 milyon metreküp dolaylarında gerçekleşmiş ve o dönemdeki talebin tamamını karşılayabilmiştir.

Türkiye’nin 1986 yılından sonraki doğal gaz tüketiminde ciddi bir artış trendi gerçekleşmeye başlamıştır. Pek tabii bu durumun oluşmasında yine aynı dönem yapılan doğal gaz alım ve satım sözleşmelerinin varlığı oldukça etkili olmuştur. Liberal piyasa yaklaşımının ön plana alındığı bu dönemde birçok önemli gelişme meydana gelmiştir.

2.2.1.1. 2001 Öncesi Dönem

Piyasadaki önemli dönüm noktalarından birini teşkil eden ve 1984 yılında S.S.C.B. ile Türkiye arasında imzalanan 25 yıl süreli ve değeri 6 mmk olan doğal gaz sevkiyatı anlaşması sonrası doğal gaz yaygın olarak şehir ve sanayi şebekelerinde kullanılmaya başlanmıştır.

Akabinde Ankara’da 1988 yılında konutsal ve ticari amaçlı olarak doğal gaz kullanılmaya başlanmıştır. Bir diğer doğal gaz kullanılarak elektrik üretimi de 1989 yılında Ambarlı Doğal Gaz Çevrim santralinde başlamıştır.

1984 yılında S.S.C.B. ile imzalanan doğal gaz sevkiyatı anlaşması akabinde tedarikçinin çeşitlenebilmesi adına komşu ülkelerle yapılan boru gazı anlaşmaları ve Cezayir ve Nijerya ile yapılan Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG) anlaşmaları takip etmiştir. Pazarın güçsüz ve lokal durumu İstanbul, Bursa, Eskişehir ve İzmit’i de içerecek şekilde 1992 yılında genişlemeye başlamıştır. TPAO’nun bağlı ortaklıkları statüsünden çıkarılarak BOTAS 1995 senesinde yeni bir Kamu İktisadi Teşekkülü haline getirilmiştir.

İçinde bulunulan yıllarda doğal gaz piyasasında birleşme daha çok dikey birleşme şeklinde ve devlet desteği ile gerçekleştirilmiştir. BOTAS yerli doğal gazın satışını, satış fiyatının belirlenmesini ve ülke içindeki dağıtım yetkilerini 02 Ocak 1990 tarihli 397 sayılı kanun hükmünde kararname (KHK) elinde tutmaktadır. Şehir ve bölgeler içinde ise ithal edilen doğal gazın dağıtım yetkisini BOTAS veya bu amaçla kurulmuş sermaye şirketlerine aittir. Bununla birlikte bir de BOTAS’ın 1 milyon metreküpten daha çok doğal gaz kullanan organize sanayi bölgelerine ve sanayi kuruluşlarına doğal gaz satış yetkisi bulunmaktadır.

2.2.1.2. 2001 Sonrası Dönem

1980 sonrası dönemde liberal ekonomiye geçiş politikaları ile birlikte monopol nitelikli piyasalar rekabete açılmaya başlanmış akabinde bu gelişmeler hız kazanmıştır. monopol niteliği olan işletmelerin enerji piyasalarında da yarattığı monopolcü yapılarından kaynaklanan refah kaybını bertaraf etmek için Anglo-Sakson ve Batı ekonomilerinde uygulanan ticari, hukuki ve idari düzenlemelere gidilmiştir. Bu gelişmeler neticesinde 2001 yılında Doğal Gaz Piyasası Kanunu yürürlüğe girmiştir. Kanunun içeriğindeki amaç; serbestleştirilen doğal gaz piyasasının finansal açıdan güçlü, şeffaf ve istikrarlı bir şekilde denetleme ve düzenleme işlevinin sağlanmasıdır. Bu işlev yerine getirilirken de kalite, nitelik, ekonomik, rekabetçi ve sürekli olma gibi esaslar da göz önünde bulundurulması amacı güdülmüştür. Yine kanun denetleme ve denetleme yetkisini de Enerji Piyasası Düzenleme Kuruluna (EPDK) vermiştir.

Kanunca yapılması planlanan düzenlemeler ise şöyledir;

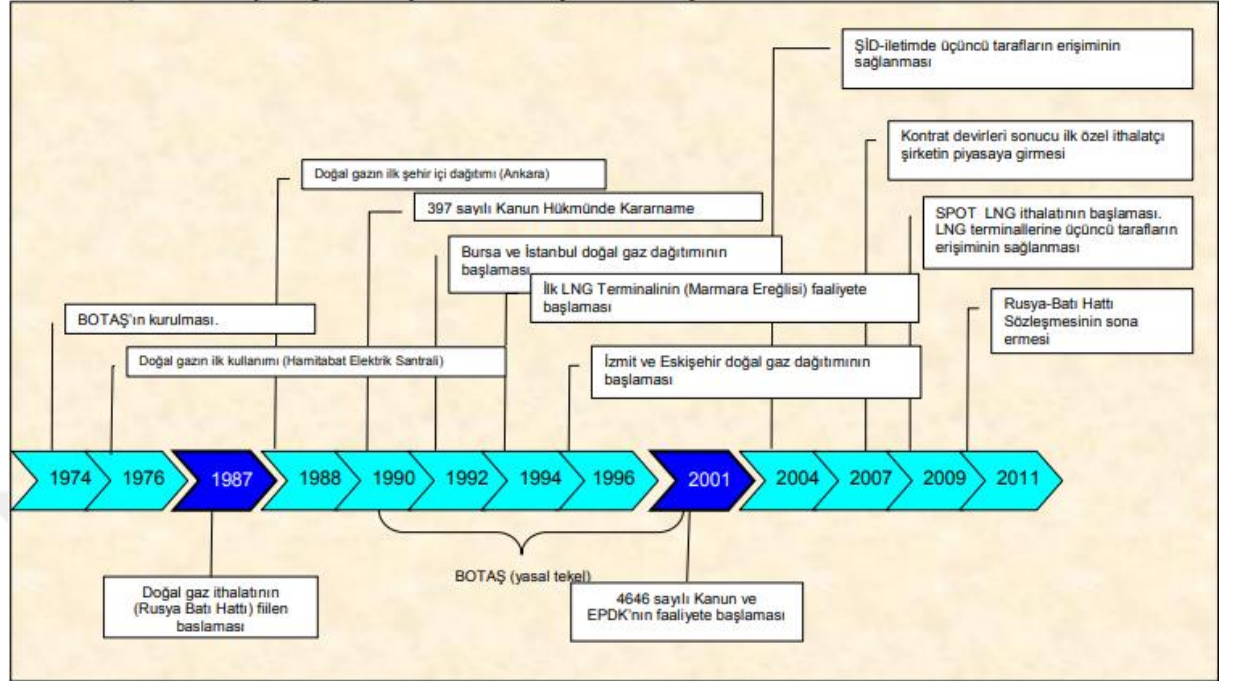
- Piyasada faaliyet gösteren şirketlerin EPDK tarafından lisanslandırılması.
- BOTAŞ'ın elinde bulunan faaliyetlerin regülasyona tabi tutulup yeniden yapılandırılması.
- Alım satım anlaşmalarını devretme yetkisi bulunan BOTAŞ'ın ithalat oranını ulusal tüketimin %20'sine düşürünceye kadar bu yetkiyi kullanabilmesi.
- Depolama ve Ticaret faaliyeti olan BOTAŞ'ın bu faaliyetleri özelleştirmesi.
- Piyasada faaliyet gösteren dağıtım şirketlerinin özelleştirilmesi. Bunun sonucunda da yeniden düzenlenecek olan dağıtım bölgelerinde faaliyet yetkisini ihale usulüne göre özel firmalara bırakmak.
- Serbest tüketici limitlerinin aşağıya çekilmesi.
- EPDK müdahalelerinin rekabetin oluşturulamadığı alanlara uygulanması.

Şeklinde sıralayabiliriz.

Bugün gelinen durumda ise;

- EPDK tekelinde olan lisanslama faaliyetlerinde istenen sonuçlar alınmıştır.
- BOTAŞ faaliyetlerinin regülasyonundan istenilen düzeyde verimlilik alınamamıştır.
- Özelleştirme sürecinde de BOTAŞ'ın hedeflediği miktarda devri gerçekleştiremediğinden etkinlik sağlanamamıştır. Yine depolama ve ticaret faaliyetlerinde de özelleştirmeler gerçekleştirilememiştir.
- Birçok bölgede ihaleler tamamlanmış ve doğal gaz tüketimi gerçekleşmeye başlamıştır.
- Piyasanın rekabete açıklık oranı yaklaşık %80 olarak gerçekleşmiştir.
- Şeffaflık ve adiliyet ilkesi altında tarife regülasyonu sonucu oluşturulan marjın piyasa fiyatı üzerindeki etkisi düşük olarak gerçekleşmiştir.

Şekil 2-1: Türkiye’de Doğal Gaz Piyasasının Tarihsel Gelişimi



Kaynak: Rekabet Kurumu – Doğal Gaz Sektör Araştırması, 2011: 31

2.2.1.3. Mevcut Durum (Son 10 yıl)

İçinde bulunduğumuz dönem ve bu dönemle ilgili faaliyetler aşağıdaki gibidir. Burada bahsedeceğimiz ilk konu doğal gazın keşfi ve aranması ile ilgilidir. Günümüzde doğal gazın Türkiye’de keşfi için çalışma yapan kurum ve kuruluşlar şu şekildedir; TPAO, Thrace Basin Natural Gas Cooperation ve TWL gösterilebilir.

İlk aşama olan doğal gazın keşfinden sonra kaynakların yeryüzüne çıkarılması ve işletilmesi fazına geçilmektedir. Bu bölümde doğal gazın ticari hale getirilmesi amacı güdülmektedir. Bu konu için uzun dönemli kontratlarla ülkemize doğal gazın taşınmasını sağlayan kuruluşlar ise; Azerbaycan Socar, Rusya Gazprom ve İran NIGC sayılabilir. Bunun yanı sıra ülkemizdeki lokal kaynaklardan üretimi gerçekleştirerek satış lisansı olan firmalar; TPAO, Thrace Basin ve TWL iken LNG sağlayan firmalar ise Cezayir ENS ve Nijerya NLGN’dir.

Üçüncü aşamada doğal gazın nakli hizmetinin gerçekleştirilmesidir. Bu hizmetten tek başına BOTAŞ sorumlu durumdadır.

Dördüncü aşama da doğal gazın toptan satış faaliyetini içermektedir. Uzun dönemli kontratlar aracılığı ile ülkemize LNG ya da boru hatları ile doğal gaz temin eden firmalar; BOTAŞ, Avrasya, Shell, Enerco ve Bosphorus sayılabilirken yerli kaynaklardan bu hizmeti sağlayan firmalar ise TPAO, Thrace Basin ve TWL olarak sıralanabilmektedir. Ve ayrıca bazı spot LNG ithalatı yapan firmalar da bulunmaktadır. Bunlar da BOTAŞ ve Ege Gaz A.Ş.den oluşmaktadır.

Beşinci aşama olan depolama hizmetini de tek elden TPAO elde etmiştir. Kuruluşun bu konu ile ilgili hizmetleri; tüketiciler kaynaklı talebe karşı oluşacak volatiliteleri karşılamak ve doğal gaz temininde oluşabilecek problem ve aksaklıkları önlemeye çalışmak olarak sıralanabilmektedir.

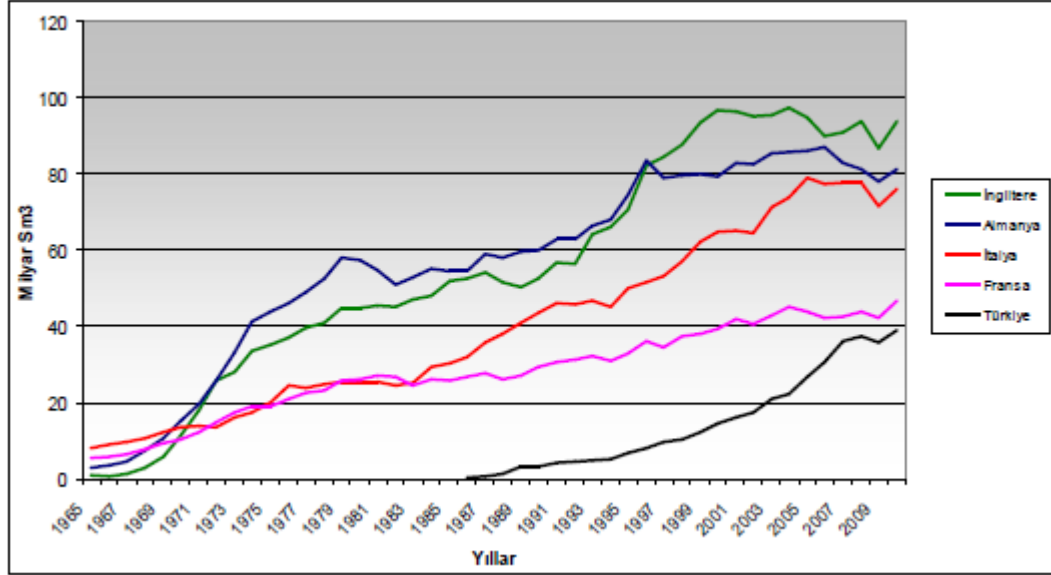
Son aşama olan dağıtım hizmeti de temin edilen doğal gazın nihai tüketicilere aktarılması ile ilgili işlevi içermektedir. Bu bölümde hizmeti sağlayacak kuruluş gazı tüketime sunmak için şehir içindeki şebekelere naklini yapmakta ve perakende satışını gerçekleştirmektedir. Burada her dağıtıcı firma almaya hak kazandığı dağıtım lisansı ile belirli bir bölgede bu hizmeti sunmaktadır. Doğal gaz dağıtım faaliyetini 2001 yılı öncesi süreçte İGDAŞ ve Başkentgaz yürütmekteyken bu dönemde sonraki süreçte EPDK tarafında yapılan ihaleler sonucunda çeşitli il ve bölgelerde bu faaliyeti sürdürebilmek için çeşitli işletmeler dağıtım lisans elde etmiştir. Günümüzde lisanslı dağıtım hakkı olan şirketlerin sayısı 60'ın üstüne çıkmıştır (Soysal ve Diğerleri, 2012: 31-32).

2.2.2. Doğal Gaz Piyasasının Talep Yapısı

1987 yılında Rusya'dan ithal edilene kadar çok düşük miktarlarda tüketilen doğal gaz için 1987 yılı bir dönüm noktası teşkil etmektedir. İlk olarak ithal edilen bu doğal gazın miktarı 747 milyon m³ olarak gerçekleşmişti ve bu miktar ciddi anlamda Türkiye'nin üretebildiği kapasitenin de üzerindedir. Ancak milenyum sonrası dönemde nüfusun ve üretimin artması sonucu doğal gaz ihtiyacında da artışlar gerçekleşmiştir. Doğal gaz tüketimi 2000 yılı için 14,6 mmk, 2008 yılı için 37,5 mmk, 2009 yılı için 35,7 mmk, 2010 yılı için 39 mmk, 2011 yılı için de 40,9 mmk, 2012 yılı için 41,04 mmk, 2013 yılı için 42 mmk, 2014 44,6 mmk, 2015 yılı için de 43,6 ve 2016 yılı için 42.1 mmk olmuştur. Küresel kriz (2008) içindeki daralmayı göz

önünde bulundurmazsak doğal gaz talebi genel olarak bir artış trendi içinde görünmektedir.

Şekil 2-2: Türkiye ve Bazı AB Ülkelerinin Doğal Gaz Tüketimlerinin Karşılaştırılması

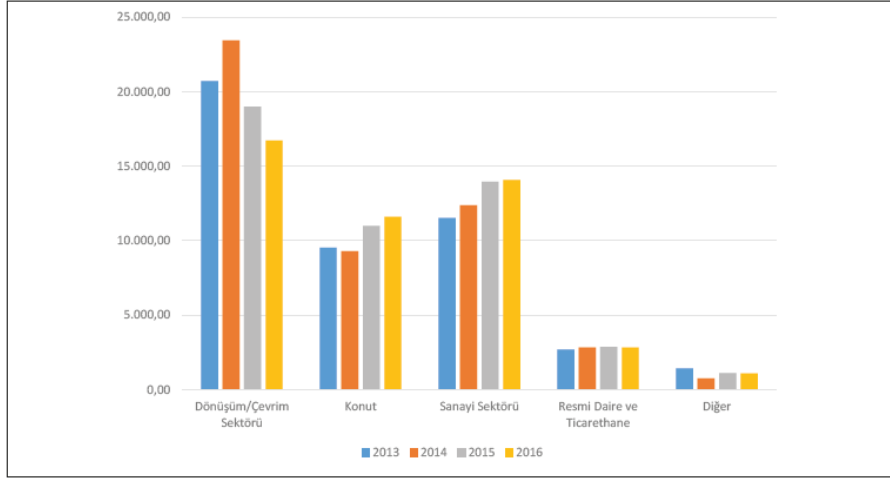


Kaynak: BP Statistical Review of World Energy Statistics, 2011: 24

Şekil 2-2'den de görüleceği üzere Türkiye'de doğal gaz kullanımı karşılaştırılan ülkelere göre oldukça geç başlamıştır. Bir yıl içinde doğal gaz tüketimi ısınma amacıyla kış aylarında artarken, ilkbahar ve sonbahar aylarında düşmekte, yazın ise elektrik tüketimine paralel bir şekilde artmaktadır.

Doğal gaz talebini oluşturan alt gruplara bakacak olursak; 2013-2016 yılları arasında dönüşüm/çevirim sektörü başı çekmektedir. Özellikle buradaki dönüşüm doğal gaz enerjisinden elde edilen elektrik enerjisidir. Talepte ikinci sırayı sanayi ve üçüncüsü sırayı da konut tüketimi almaktadır.

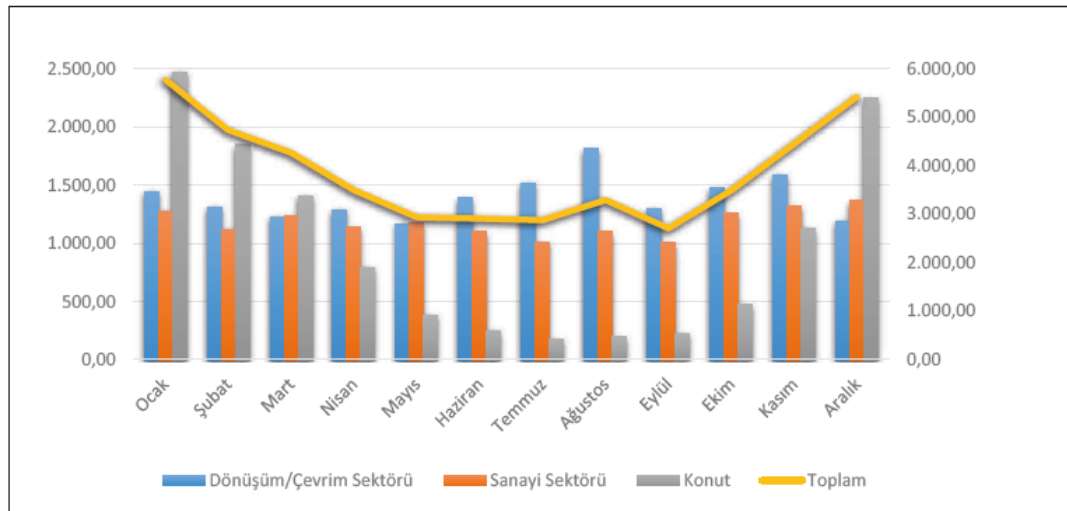
Şekil 2-3: Türkiye’de Doğal Gaz Sektörü Talep Yapısının Sektörel Dağılımı



Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 58

Türkiye’de ortalama tüketilen doğal gaz miktarlarına bakacak olursak; 2016 yılındaki ortalama aylık tüketim 3.866,26 milyon Sm³ olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık aylarında ortalama aylık tüketim ortalama miktarın üstünde gerçekleşirken diğer aylarda ise altında gerçekleşmiştir.

Şekil 2-4: Ortalama Aylık Doğal Gaz Tüketiminin Sektörel Dağılımı



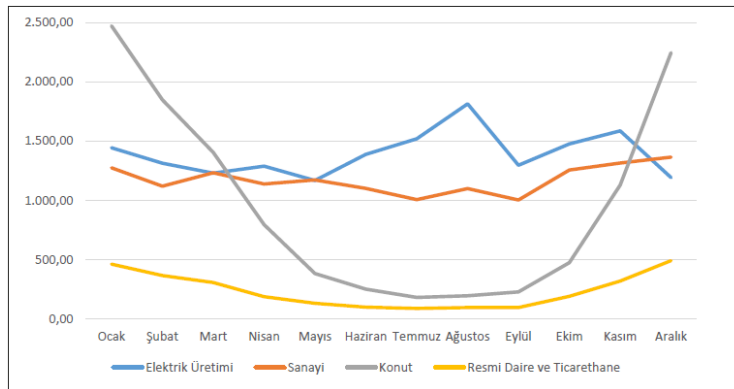
Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 59

Şekil 2-4'den de görüleceği üzere Doğal Gaz tüketiminde ortalama aylık olarak en yüksek aylık tüketim 5.779,12 milyon Sm³ olarak Ocak ayında gerçekleşirken, en düşük miktar 2.710,61 milyon Sm³ olarak Eylül ayında gerçekleşmiştir.

Temmuz ve Ağustos aylarında Elektrik enerjisi üretmek amacıyla kullanılan doğal gazın toplam aylık tüketimi ortalamanın %50 üzerinde gerçekleşmiştir. Sanayi sektöründe aylık tüketilen doğal gazın toplamsal aylık tüketim içindeki oranı 2016 yılı boyunca %22,07 ve %39,93 aralığında gerçekleşmiştir. Tüm yıl boyunca toplam aylık doğal gaz tüketiminde sanayi sektörünün payının en çok olduğu ay mayıs ayı olmuştur. Konut tüketiminde ise aylık tüketilen doğal gazın toplam aylık tüketim içindeki oranı Ocak, Şubat, Mart ve Aralık aylarında %30'dan çok gerçekleşmiştir. Bununla birlikte konut sektörünün aylık tüketim miktarları içindeki payının en yüksek olduğu ay %42,78 ile Ocak ayı olmuştur.

Şekil 2-5'te 2016 yılı için sektörel olarak doğal gaz tüketimlerinin aylık olarak miktarsal değişimleri gösterilmektedir. Bu duruma göre aylık olarak en çok volatilitesi yüksek olan sektör konut sektörü olmuştur. Ekim ve Aralık döneminde belirgin bir artış trendine giren konut tüketimi Mayıs ve Eylül döneminde ise belirgin bir düşüş trendine girmiştir. Genel olarak durağan bir seyir izleyen aylık bazda sanayi tüketimi daha çok Eylül-Aralık döneminde bir artış eğilimine girmiştir. Elektrik tüketimi için tüketilen doğal gaz miktarında ise yaz aylarında bir artış seyri görülmektedir.

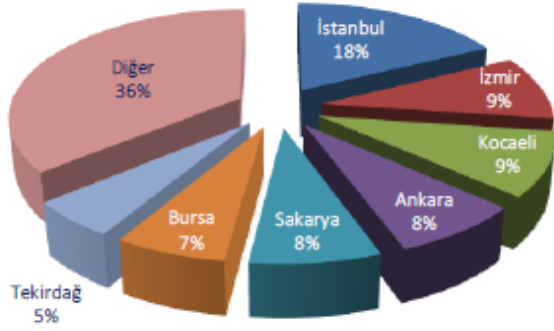
Şekil 2-5: 2016 Yılı Aylık Bazda Sektörel Doğal Gaz Kullanımı (Milyon Sm³)



Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 60

İllere göre doğal gaz tüketiminin durumuna bakacak olursak; Şekil 2-6'dan da anlaşılacağı üzere yoğun nüfuslu ve konut sayısının fazla olduğu illerde tüketim daha çok artmaktadır.

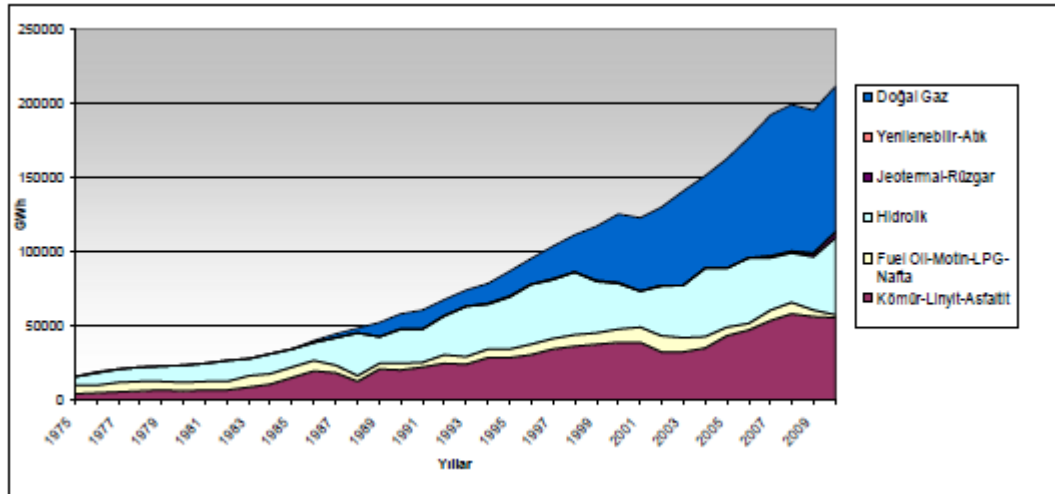
Şekil 2-6: İllere Göre Doğal Gaz Tüketim Oranları (%)



Kaynak: Türkiye İş Bankası Doğal Gaz Sektörü İktisadi Araştırmalar Bölümü, 2017: 27

Son olarak bir diğer değinilmesi gereken konu da elektrik üretiminde kullanılan doğal gazın mevcudiyetidir. Özellikle son 20 yılda elektrik santrallerine yapılan yatırımlar sonucu doğal gaz talebinde de büyük bir artış görülmüştür.

Şekil 2-7: Elektrik Üretiminin Birincil Kaynaklarına Göre Dağılımı (GWh)



Kaynak: Rekabet Kurumu, Doğal Gaz Sektör Araştırması, 2012: 35

Şekil 2-7’den de görüleceği üzere elektrik üretiminde kullanılan kaynaklardan doğal gazın payı diğer kaynaklara göre oldukça hızlı bir şekilde artmaktadır. Doğal gazın kullanılmaya başlandığı 80’li yıllardan bu yana artış yönündeki bu trend 2010 yılından bu yana durağan bir seyir içerisine girmiştir.

Tablo 2-4’den de son yıllardaki elektrik üretiminde kullanılan kaynakların durumunu görebiliriz. 2014 yılında doğal gaz üretiminde kullanılan doğal gaz ve LNG miktarı toplam üretimin yaklaşık %47,9’unu oluştururken 2015’de bu oran %37,9’a ve 2016 Eylül sonunda ise %32,4’e gerilemiştir.

Tablo 2-4: Yıllara Göre Elektrik Üretiminin Birincil Kaynakları 2014-2016

		2014		2015		2016 sonu	
Birincil Enerji Kaynakları		Elektrik Üretimi (GWh)	Toplam Üretim İçindeki Payı	Elektrik Üretimi (GWh)	Toplam Üretim İçindeki Payı	Elektrik Üretimi (GWh)	Toplam Üretim İçindeki Payı
		Kömür	Taş K. + İthal K. + Asfaltit	39.647	15,7%	44.830	17,12%
Sıvı Yakıtlar	Linyit	36.615	14,5%	31.336	11,97%	27.594	13,56%
	Fuel-Oil	1.663	0,66%	980	0,37%	1.305	0,64%
	Motorin	482	0,19%	1.244	0,48%	-	0,00%
	LPG	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
	Nafta	-	0,00%	-	0,00%	20	0,01%
Doğalgaz + LNG		120.576	47,9%	99.219	37,9%	65.929	32,4%
Yenilenebilir + Atık		1.433	0,57%	1.758	0,67%	1.505	0,74%
Termik		200.417	79,5%	179.366	68,52%	134.773	66,23%
Hidrolik		40.645	16,1%	67.146	25,6%	53.305	26,2%
Rüzgâr		8.520	3,4%	11.652	4,45%	11.318	5,56%
Jeotermal		2.364	0,9%	3.424	1,31%	3.506	1,72%
Güneş		174	0,01%	194	0,07%	589	0,29%
Genel Toplam		251.963	100%	261.783	100%	203.491	100%

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı “Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü, 2016: 18

2.2.3. Doğal Gaz Piyasası Altyapısının Durumu

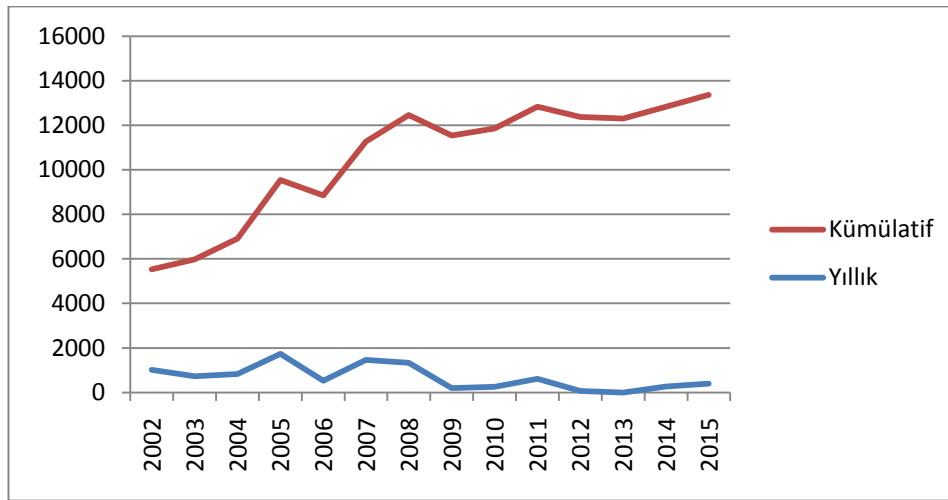
İletim hatları, LNG terminalleri, depolama tesisleri ve dağıtım şebekeleri tarafından oluşturulan doğal gaz altyapısı bu altyapılar tarafından hizmetlerini sürdürebilmektedir.

2.2.3.1. İletim Hatları

845 km’lik uzunluğa 1990’lı yıllarda ulaşan iletim hattı uzunluğu 2001’de 2.000 km’ye ve 2011 yılında ise 12.440 km uzunluğa ulaşmıştır.

Ayrıca iletim şebekesine doğal gaz piyasasında faaliyet gösteren toptan satış ve ithalat şirketlerince 10 farklı giriş noktalarından 48,68 milyar Sm³ fiziki doğal gaz girişinde bulunulmuştur. Bu noktalar; Malkoçlar, M. Ereğlisi LNG terminali, Doğubeyazıt-Gürbulak, Durusu, Azerbaycan-Türkgözü, TPAO Silivri, TPAO Akçakoca, Egegaz, Etki LNG ve TEMİ’den oluşmaktadır. Ayrıca 2016 yılında girişlerin %81.01’i ve %18.99’u da sırasıyla BOTAŞ ve özel sektör kuruluşlarınca gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte aynı yıl içinde doğal gaz çıkışı 48,18 milyar Sm³ olarak iletim şebekelerinden gerçekleştirilmiştir. Ocak ayı özellikle giriş ve çıkış miktarlarının en yüksek olduğu ay olarak tespit edilmiştir.

Şekil 2-8: Yıllar İtibariyle Doğal Gaz İletim Hattı Uzunlukları (km)



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Kümülatif	4510	5245	6078	7809	8333	9798	11130	11332	11593	12215	12290	12292	12561	12963
Yıllık	1020	735	833	1731	524	1465	1332	202	261	622	75	2	270	402

Kaynak: BOTAŞ Sektör Raporu 2015, 2016: 28

BOTAŞ tarafından işletilen iletim sistemi 2016 yılı itibariyle 13.443 km uzunluğa ulaşmıştır. Bu uzunlukla birlikte tam 78 ile doğal gaz aktarımı yapabilecek durumda bu ağ genişlemiştir.

2.2.3.2. LNG Terminalleri

Biri BOTAŞ mülkiyetinde Marmara Ereğlisi diğeri EGEGAZ mülkiyetinde İzmir Aliğa'da bulunan ve ülkemize LNG taşıma işlevini yerine getiren iki adet terminal bulunmaktadır. Marmara Ereğli'sindeki terminalin depolama kapasitesi 255.000 m³ iken İzmir Aliğa'daki terminalin depolama kapasitesi ise 280.000 m³ olmaktadır. Bu iki terminalin yıllık gazlaştırma kapasiteleri ise Marmara Ereğlisi için 6,2 milyar m³ ve İzmir Aliğa için 6 milyar m³'tür.

Bununla birlikte 2016 yılında 10 adet LNG iletim lisansı sahibi firma bulunmaktadır. Bu firmalar tarafından 2016 yılında toplam 702,56 Sm³ LNG ülkemize taşınmıştır.

Tablo 2-5: Lisans Sahibi Firmalarca İletilen LNG Miktarlarının Son 4 Yıldaki Durumu (Milyon Sm³)

	Ocak	Şub	Mart	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eylül	Ekim	Kas	Ara	Toplam
2013	52,2	44,3	51,3	55,7	76	73,4	82,7	70,9	86,8	80,3	77,7	62,8	814,00
2014	50,09	45,5	51,05	49,26	55,73	53,86	55,96	63,35	66,11	61,74	62,16	51,97	666,78
2015	48,01	40,74	46,15	52,46	58,31	61,06	59,3	67,08	57,05	71,8	66,31	62,96	691,23
2016	49,14	44,27	48,57	50,17	59,64	62,01	55,76	69,44	57,61	73,41	70	62,55	702,66

Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 34

2.2.3.3. Depolama Faaliyetleri

Eski doğal gaz yataklarının depolama amaçlı kullanımı 1993 yılında TPAO ve BOTAŞ arasında imzalanan anlaşma ile gerçekleştirilmiştir. Depolama kapasitesi 2,661 m³ ve maksimum enjeksiyon kapasitesi 16 milyon m³ olan Kuzey Marmara Değirmenköy'ün maksimum geri üretim kapasitesi de 20 milyon m³/gün'e

ulaşmaktadır. Bunun yanı sıra BOTAŞ'a ayrılan 2,1 milyar m³'lük kapasiteden arta kalan kapasite miktarı olan 561 milyon m³'lük 2012 yılından itibaren ithalat ve toptan satış firmalarına kullanılmaktadır. Bununla birlikte bir diğer depolama faaliyetine sahip olan kuruluş Ege Gaz A.Ş.'dir.

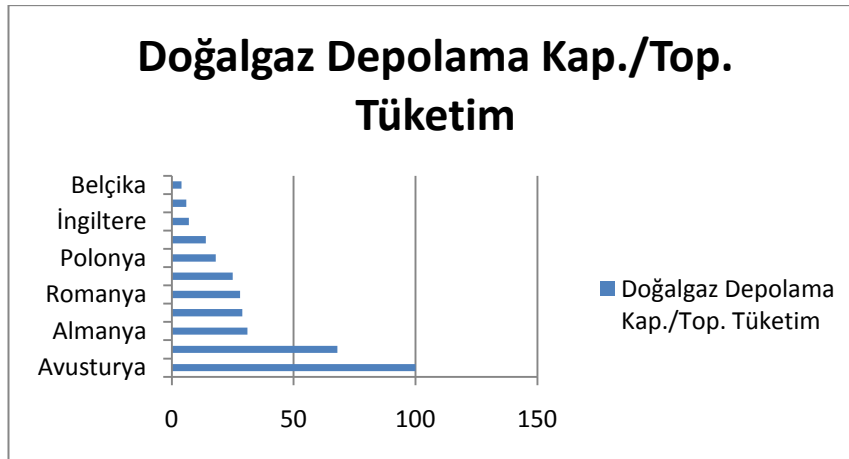
Tablo 2-6: Türkiye'de Doğal Gaz Depolama Kapasiteleri

Şirket	Tesis Türü	Tesis Yeri	Depolama Kapasitesi
BOTAŞ	LNG	Marmara Ereğli/Tekirdağ	255 bin m ³
Ege Gaz A.Ş.	LNG	Aliağa/İzmir	280 bin m ³
Etki Liman İşlet. A.Ş.	Yüzer LNG	Aliağa/İzmir	145 bin m ³
BOTAŞ	Yer Altı	Silivri/İstanbul	2,7 milyar m ³
BOTAŞ	Yer Altı	Tuz Gölü / Aksaray	1 milyar m ³

Kaynak: Türkiye İş Bankası Doğal Gaz Sektörü İktisadi Araştırmalar Bölümü, 2017: 33

Depolama faaliyetinin ana amacı mevsimsel ve diğer konjonktürel etkilerden kaynaklanan talep dalgalanmalarının önüne geçebilmek ve arzın istikrarını sağlamaktır. Doğal gazın geri üretimi talebin yüksek olmadığı dönemlerde depolayıp tüketimin arttığı dönemde bu gazın arzının edilmesini ifade etmektedir.

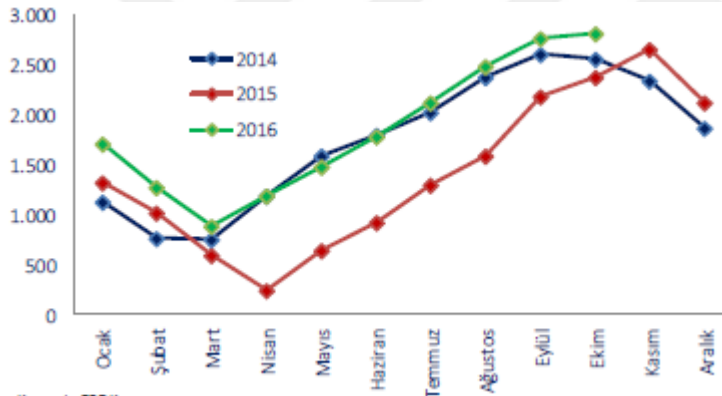
Şekil 2-9: Bazı Avrupa Ülkelerinde Doğal Gaz Depolama Kapasitesi (%)



Kaynak: Türkiye İş Bankası Doğal Gaz Sektörü İktisadi Araştırmalar Bölümü, 2017: 33

Şekil 2-9'dan da görüleceği üzere Türkiye'nin doğal gaz depolama kapasitenin Avrupa ülkelerinden geride olduğunu gözler önüne sermektedir. Şu anki duruma göre Türkiye'nin depolama kapasitesi ülkenin 13-14 günlük tüketimini karşılayacak kapasitededir. O nedenle ülkemizde depolama yatırımlarına son yıllarda oldukça ağırlık verilmektedir. Bunun içinde Marmara Ereğli'sindeki LNG depolama tesisinin kapasitesinin artırılması Aliağa, Çandarlı ve Yumurtalık gibi bölgelere yeni tesislerin yapılması gibi adımlar atılmaktadır. Ayrıca bir diğer yandan depolama faaliyetlerini desteklemek için toptan satış firmaları ve ithalat ve spot LNG lisansı sahibi firmalara 2016 yılı sonrası depolama zorunluluğu getirilmiştir.

Şekil 2-10: Türkiye Yıllık Doğal Gaz Stok Miktarları (milyon Sm³)



Kaynak: Türkiye İş Bankası Doğal Gaz Sektörü İktisadi Araştırmalar Bölümü, 2017: 34

Ülkemizdeki güncel doğal gaz stoklarından bahsedecek olursak; Şekil 2-10'dan da anlaşılacağı üzere stok miktarları kış aylarında düşerken yaz aylarında artmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar sonucu günlük tüketim miktarının %10'u kadar bir stoklamaya ihtiyaç duyulduğudur.

Bu konudaki önemli bir diğer sorun da stoklamadaki yetersizlik ve basınçtaki değişimler nedeniyle doğal gaz arzında yaşanan sıkıntılardır. Özellikle kış aylarında ihraççı ülkenin kullanımının artması nedeniyle meydana gelen bu sıkıntı da depolamanın önemini bir kez daha bize göstermektedir.

2.2.3.3.1. Yer Altı Doğal Gaz Depolama

Yer altında doğal gaz depolama lisansına sahip 5 şirket bulunmaktadır. BOTAŞA devredilen ve İstanbul Silivri’de bulunmakta olan ve daha önce TPAO tarafından işletilen depolama tesisinin devri 01.09.2016 tarihinde gerçekleşmiştir. Bu depolama tesisi dışında BOTAŞ’ın faaliyette olan başka bir tesisi henüz bulunmamaktadır.

Toplam 8 adet tedarikçiye hizmet veren BOTAŞ’ın Silivri’deki bu depolama tesisinden 1 toptan satış lisansı ve 7 ithalat lisansı sahibi olan firma faydalanmaktadır.

2.2.3.3.2. LNG Depolama

LNG’nin depolanması ve ithal edilen LNG’nin ana iletim hattına sevki, LNG gemilerinin boşaltımı ve Doğal gazın en fazla tüketildiği dönemde talep dengesizliklerinin düzenlenmesi için 2 kuruluş bulunmaktadır. Bunlar BOTAŞ mülkiyetinde olan Marmara Ereğlisi terminali ve Ege Gaz A.Ş. LNG terminalleridir.

Tablo 2-7’de 2016 yılı içerisinde LNG depolama lisansına sahip firmalar tarafından gerçekleştirilen karar tankerlerine ve iletim şebekelerine aktarılan miktarlar gösterilmektedir.

Tablo 2-7: 2016 yılında LNG depolama tesislerinden aktarılan gaz miktarı (Milyon Sm³)

	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Top.
İletim Şebeke	1.100,12	930,33	809,87	394,77	298,30	283,53	369,01	392,06	384,11	338,33	539,83	1.099,52	6.939,79
Kara Tanker	38,89	34,31	38,32	41,28	47,39	49,15	45,20	57,40	46,17	60,00	57,64	50,76	566,5
Top	1.139,00	964,64	848,19	436,05	345,69	332,68	414,2	449,46	430,28	398,33	597,47	1.150,28	7.506,29

Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 22

2.2.3.4. Dağıtım Faaliyetleri

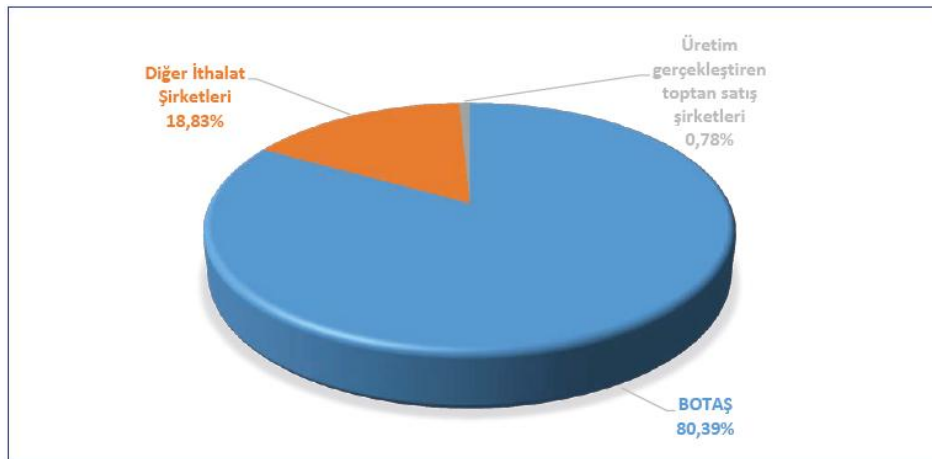
2016 yılı için dağıtım lisansı olan şirket sayısı ve dağıtım bölgesi 68 iken dağıtım şebekesinde gaz arzı sağlanan toplam 76 il bulunmaktadır. 2015 yılına oranla dağıtım lisansı olan şirket sayısı birleşme nedeniyle 1 azalırken gaz arz edilen şehir sayısı ise 71'den 76'ya yükselmiştir.

2016 yılında toplam 13,2 milyar TL (KDV hariç) miktarında yatırım bu 68 dağıtım bölgesine yapılmıştır. Yine 2016 yılı sonu itibariyle dağıtım lisansı olan şirketler tarafından inşa edilen çelik boru hattı uzunluğu 11.075 km, polietilen boru hattı uzunluğu 74.632 km, servis hattı uzunluğu 29.797 km ve servis hattı sayısı ise 3.054.060 km olmuştur. Aynı yıl doğal gaz hizmeti gören abone sayısı 12.496.511, konut sayısı 12.495.259 ve serbest tüketici sayısı da 504.300 olmuştur.

2.2.4. Toptan Satış Piyasası

İthal edilen ya da yurt içinde üretilen tüm doğal gazların ithalat, ihracat ve diğer tüm satış işlerinden sorumlu olabilmek için BOTAŞ'tan satış lisansı alınması gerekmektedir. Bu lisansı elde edecek firmalar toptan satış faaliyetinde bulunabileceklerdir. Bununla birlikte ithalat lisansı sahibi kuruluşlar toptan satış lisansına sahip olmadan da bu faaliyeti gerçekleştirebilmektedirler.

Şekil 2-11: İthalat ve Üretim Şirketlerinin 2016 Yılındaki Doğal Gaz Arzı Payı (%)



Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 23

Şekil 2-11'den de görüleceği gibi 2016 yılında ülke içindeki toplam doğal gaz miktarı olan 46.719,45 milyon Sm³'ün %80,90'u BOTAŞ ve %18,83'ü de BOTAŞ'tan satış lisansı alan ithalat şirketleri tarafından gerçekleştirilirken 0,78'i de bizzat üretimi gerçekleştiren firmalarca karşılanmıştır.

İçinde bulunduğumuz süreçte piyasasının daha çok rekabete açık hale getirilmesi amacı güdülmektedir. Bu nedenle toptan satış piyasasındaki firma sayısının artırılması piyasa geneli için büyük bir önem teşkil etmektedir. Bununla birlikte 2016 yılında toptan satış lisansına sahip olan toplamda 47 firma piyasada yer almaktadır. Bu firmalardan 9'u kendi üretimini gerçekleştirirken 17 şirket ise lisansı olmasına rağmen faaliyette bulunmamıştır.

Daha önce bahsedildiği gibi ithalat lisansına sahip olan şirketler aynı zamanda toptan satış faaliyetinde de bulunabilmektedirler. O nedenle bu bölümde ithalat lisansı olan firmalar hakkında bilgiler vermekte yerinde olacaktır. 2016 yılı sonunda toplam 42 firmanın spot LNG ithalatı yapabilme lisansı bulunmaktadır. Bunlardan 28'i lisansları olmasına rağmen faaliyette bulunmazken, 12 tanesi sadece yurtdışından arz olunan gazların toptan satışını gerçekleştirmişlerdir. Bu 42 şirketten sadece 2 tanesi ise (BOTAŞ ve Ege Gaz) spot LNG ithalatını sürdürebilmişlerdir.

İthal ettikleri ve yurt içinde ürettikleri gazın toplam satışını gerçekleştiren ve bu faaliyeti uzun dönemli ithalat sözleşmeleri ile sağlayan BOTAŞ dışındaki Enerco, Shell, Avrasya Gaz, Batı Hattı, Kibar, Bosphorus ve Akfel de piyasada 2016 yılında yer alan diğer satıcılardır.

2.2.4.1. Boru Hatları Aracılığıyla Toptan Satış

2016 yılında boru hatları aracılığıyla satış yapan, bizzat doğal gaz üretimi gerçekleştiren, doğal gaz ithal eden ve üretim ya da ithalat yapmayan ancak doğal gaz arzı yapan şirketlerden doğal gaz alarak doğal gaz satışı yapan şirketlerden oluşmak üzere toplamda 45 firma faaliyet göstermiştir. Tablo 2-8'de de faaliyet gösterdiği lisans türüne göre satış yapan şirketler ve satış miktarları gösterilmektedir.

Tablo 2-8: Lisans Türüne Göre Faaliyet Gösteren Şirketlerin Boru Hatları Aracılığıyla Yaptıkları Satış Miktarları (Milyon Sm³)

Lisans Türü	Lisanslı şirketlere satış yapan şirket sayısı	Lisanslı şirketlere yapılan satış miktarı
Uzun Dönemli İthalat Lisansı	8	27.416,41
Toptan Satış Lisansı (Üretim Hariç)	15	8.964,42
Spot (LNG) İthalat Lisansı	13	5.987,85
Toptan Satış Lisansı (Üretim)	9	164,16
Toplam	45	42.532,83

Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 24

Tablo 2-8'deki miktarlardan da anlaşılacağı üzere lisanslı dağıtım şirketlerine en çok satış miktarını yapan kuruluşların lisans türü uzun dönemli ithalat lisansı sahibi firmalarken en az toptan satışı yapan ise üretim yapan ve toptan satış lisansına sahip olan firmalar olmuştur.

2.2.4.2. LNG Toptan Satışı

Daha çok fiziksel şartlardan ötürü boru hatları ile toptan satışın yapılamadığı bölgelere toptan satışlar LNG satışı ile mümkün kılınabilmektedir. Bu bölgelere LNG'nin aktarımı ise kara tankerleri ile sağlanabilmektedir.

LNG formunda Marmara Ereğlisi ve İzmir Aliğa'daki terminallerden elde edilen gazlar ithalatçı şirketlere arz edilmektedir. 2016 yılında toptan satış ve ithalat lisansı olan şirketlerin bu şekilde yaptığı satış miktarı 572,62 milyon Sm³ olarak gerçekleşmiştir. Bu formda toptan satışı 2016 yılında 7 şirket gerçekleştirmiştir. Tablo 2-9'da LNG Toptan Satışını gerçekleştiren firmaların lisans türleri ve yaptıkları satışın miktarları gösterilmektedir.

Tablo 2-9: Lisans Türüne Göre Faaliyet Gösteren Şirketlerin LNG Toptan Satış Miktarları (Milyon Sm³)

Lisans Türü	Lisanslı şirketlere satış yapan şirket sayısı	Lisanslı şirketlere yapılan satış miktarı
Spot LNG İthalat Lisansı	1	3338,38
Uzun Dönemli İthalat Lisansı	1	228,12
Toptan Satış Lisansı	5	6,11
Toplam	7	572,62

Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 25

2.2.4.3. Doğal Gaz Piyasasında Faaliyet Gösteren Lisans Sahibi Şirketlerin Arasındaki Doğal Gaz Ticareti

Tablo 2-10'da 2016 yılında doğal gaz piyasasında bilfiil faaliyet gösteren ve lisans sahibi olan firmaların kendi aralarında yaptıkları gaz satışı miktarları gösterilmektedir.

Tablo 2-10: 2016 Yılında Doğal Gaz Piyasasında Faaliyet Gösteren Lisans Sahibi Şirketlerin Aralarında Yaptıkları Doğal Gaz Satışı Miktarları (Milyon Sm³)

Lisans Türü	Miktar	Yüzde
İthalat Lisansı	33.970,76	78,67
Toptan Satış Lisansı	9.134,69	21,15
Dağıtım Lisansı	47,81	0,11
Sıkıştırılmış Doğal gaz Lisansı	27,66	0,06
Toplam	43.180,93	100,00

Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 25

Toplamda 2016 yılında İthalat ve Toptan Satış lisansı olan şirketler lisans sahibi şirketlere yapılan doğal gaz satışının yaklaşık %99,82'sini gerçekleştirmişlerdir. Sadece İthalat lisansı olan şirketlerin gerçekleştirdiği toptan satış miktarı ise 2016 yılı için yaklaşık %78,67 olmuştur. Tablo 2-8'de gösterilen

43.180,93 milyon Sm³ toplam satış miktarını yapan en büyük paya sahip 10 firma Tablo 2-11’de detaylı olarak gösterilmektedir.

Tablo 2-11: 2016 Yılında Lisans Sahibi Şirketlere En Çok Satışı Yapan 10 Şirket (Milyon Sm³)

Şirket Ünvanı	Satış Miktarı	Pay (%)
BOTAŞ (Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş.)	17.653,18	40,88
ENERCO Enerji Sanayi ve Ticaret A.Ş.	2.715,86	6,29
AKFEL Enerji Ticaret A.Ş.	2.513,43	5,82
EWE Enerji A.Ş.	2.507,58	5,81
AKFEL Gaz Sanayi ve Ticaret A.Ş.	2.398,79	5,56
BOPSHORUS Gaz Corporation A.Ş.	1.912,97	4,43
SOCAR Turkey Petrokimya A.Ş.	1.458,23	3,38
ZORLU Doğal Gaz İthalat İhracat ve Toptan Tic. A.Ş.	1.273,83	2,95
DOĞAL Enerji İthalat A.Ş.	1.197,58	2,77
BATI HATTI Doğalgaz Ticaret A.Ş.	920,35	2,13

Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 25

Tablo 2-12’de de 2016 yılında lisans sahibi şirketlerin satın aldıkları gaz miktarları gösterilmektedir.

Tablo 2-12: 2016 Yılında Lisans Sahibi Şirketlerin Satın Aldıkları Doğal Gaz Miktarları (Milyon Sm³)

Lisans Türü	Miktar	Yüzde
Dağıtım Lisansı	18.663,96	44,16
Toptan Satış Lisansı	13.597,65	32,17
İthalat Lisansı	9.781,36	23,14
Sıkıştırılmış Doğal gaz Lisansı	220,06	0,52
Toplam	42.263,03	100

Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 26

Toplamda 2016 yılında Dağıtım Lisansı olan şirketler toplam satın alma miktarının %44,16'sını gerçekleştirmişlerdir. İkinci sırada ise en çok satın almayı yapan grup %32,17 ile Toptan Satış Lisansı olan şirketler olmuştur. Ülke içinde arz edilen doğal gazı satın alan 129 şirket içerisindeki en büyük paya sahip olan 10 tanesi tablo 2-13'de gösterilmektedir.

Tablo 2-13: 2016 Yılında En Çok Doğal Gaz Satın Alan 10 Lisans Sahibi Şirket (Milyon Sm³)

Şirket Ünvanı	Satış Miktarı	Pay (%)
İGDAŞ İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş.	5.794,18	13,71
EWE Enerji A.Ş.	3.123,48	7,39
AKFEL Enerji Ticaret A.Ş.	2.513,43	5,95
BAŞKENT Doğalgaz Dağıtım Gayrimenkul Yatırım Ort. A.Ş.	2.465,37	5,83
SOCAR Turkey Petrokimya A.Ş.	1.458,23	3,45
DOĞAL Enerji İthalat A.Ş.	1.314,45	3,11
ZORLU Doğal Gaz İthalat İhracat ve Toptan Ticaret A.Ş.	1.278,97	3,03
SOCAR Gaz Ticareti A.Ş.	1.248,05	2,95
BOTAŞ	1.151,85	2,73
AYGAZ Doğal Gaz Toptan Satış A.Ş.	1.055,71	2,50

Kaynak: EPDK 2016 Doğal Gaz Piyasası Raporu, 2017: 28

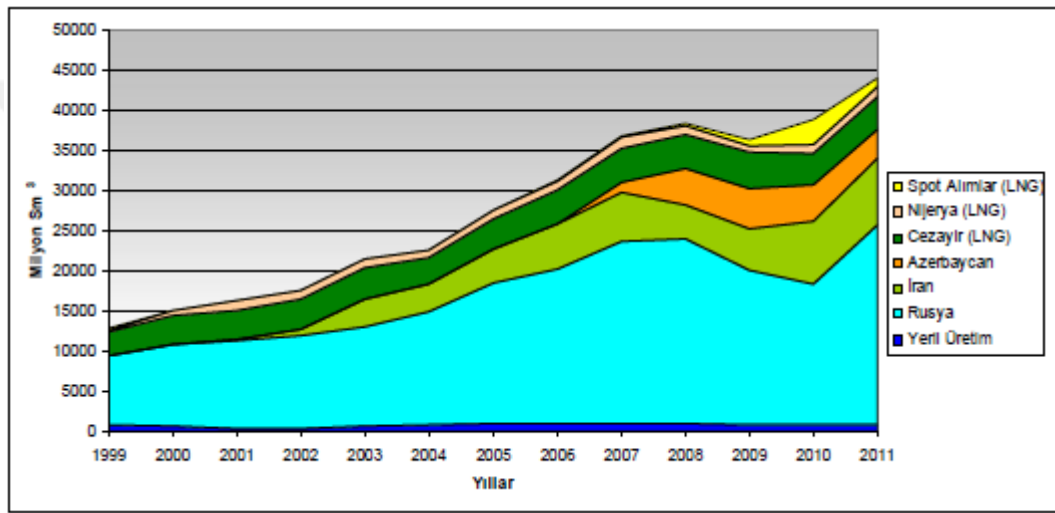
2.2.4.4. Doğal Gaz Toptan Satış Piyasasının Genel Görünümü

Türkiye’de doğal gaz talebi iç kaynaklardaki yetersizliklerden dolayı daha çok ithalat ile karşılanmaktadır. 2011 yılı için yerli üretim toplam talebin sadece %2 gibi oldukça küçük bir kısmını karşılayabilmektedir. Bu %2 gibi küçük bir miktarın üretimini de daha çok tek başına Thrace Basın ve TPAO gerçekleştirmektedir. Bunun dışında sayabileceğimiz diğer üreticiler de; Petrogas, Petrol Ofisi, Tiway, Foinavon, Transatlantic Exploration ve Amity Oil olarak sayılabilmektedir.

Daha önce de değinildiği gibi ülkemizdeki doğal gaz üretimi toplam talebi karşılamak için yetersizdir. Bu nedenden ötürü doğal gaz talebinin büyük bir bölümü

ithalat ile karşılanmakta ve bu ithalat gerçekleştirilirken de daha çok uzun dönemli ithalat anlaşmaları buna aracı olmaktadır. İthalatın yapıldığı ülkeler ise İran, Rusya ve Azerbaycan'dan boru hatları ile Cezayir ve Nijerya'dan LNG ile gerçekleştirilmektedir. Şekil 2-12 ülkemizin doğal gaz üretimi ve ithalat miktarlarının 1999 ve 2011 arasındaki durumunu bize göstermektedir. Küresel kriz sonrası bir miktar düşen ithalata rağmen üretim hala oldukça az gerçekleşmekte ve yurtiçi talebi karşılayamamaktadır.

Şekil 2-12: Yurtiçi Doğal Gaz Üretimi ve İthalatı



Kaynak: Rekabet Kurumu, Doğal Gaz Sektör Araştırması, 2012: 39

Bu grafikten de anlaşıldığı üzere ülkemiz doğal gaz piyasasında net ithalatçı bir durumdadır. Çünkü yerli üretim yurtiçi talebi karşılamakta oldukça yetersiz ve durağan bir seyir izlemektedir.

Piyasanın durumunu değerlendirirken göz önünde bulundurulması gereken bir başka faktör de hareket oranıdır. Türkiye doğal gaz piyasası için hareket oranı 1,08 dolaylarındadır. Bu gösterge bize piyasada yeniden satışa konu olan ticaret hacmine ilişkin bir bilgi vermektedir. Bu 1,08 rakamı Türkiye doğal gaz piyasasında lisans sahibi ve faaliyette yeterli firma bulunmasına rağmen likit bir toptan satış piyasasına ulaşmak için yetersiz olduğuna işaret etmektedir.

Piyasanın Herfindahl-Hirschman indeksi ve CR₄ indeksi yönünden de piyasanın zaman içerisinde monopol yapıdan rekabete açık bir yapıya evrildiği görülmektedir.²

Ülkemizin sahip olduğu doğal gaz boru hatlarına bakacak olursak bunlar; Rusya ile Batı Hattı (LNG) ve Mavi akım, Azerbaycan ile Bakü-Tiflis-Erzurum ve İran ile olan doğu hatlarıdır.

Batı Hattı; SoyuzGazExport ve BOTAŞ arasında 1984 yılında yapılan ve taşıma miktarı yıllar itibariyle sürekli değiştirilmiş bir hattır. Güncel taşıma miktarı 14 mmk kapasiteye sahiptir. En son 1988 yılında ek hat uzunluğu ile Ankarada konut ve ticari ihtiyaç karşılamak için uzatılmıştır.

Mavi Akım Gaz Boru Hattı; Rusya ve ülkemiz arasında 1997 yılında yapılmış olan alım-satım anlaşması kapsamında karadeniz üzerinden 16 mmk gazın Türkiye'ye taşınmasına karar verilen 25 yıllık ömrü olan hattır.

Bakü-Tiflis-Erzurum Boru Hattı; SOCAR ve BOTAŞ arasında 2001 yılında yapılan anlaşma sonucu 6,6 mmk gazın ülkemize taşınmasına karar verilmiştir. Hat 2007 yılında ise bizzat faaliyetine başlamıştır.

Doğru Hattı; İran ile yapılan anlaşma sonucu 1996 yılında yapılan anlaşma sonucu 10 mmk gazın ülkemize naklinin yapılması kararına varılmıştır. Gazın nakli ise 2001 yılında bizzat başlamıştır (Çatalbaş vd, 2019; 170).

Saydığımız bu hatlar dışında gelecekte hayata geçirilmesi planlanan Bakü-Tiflis-Erzurum, Trans Anadolu (TANAP) ve Türk Akımı projeleri bulunmaktadır. Bununla birlikte içinde bulunduğumuz dönemde doğu akdeniz bölgesinde yapılan araştırma çalışmaları sonucu ortaya çıkan uluslararası nitelikli politik kriz bir kez daha bu enerji kaynağının sadece ülkemiz için değil küresel anlamda ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sermektedir. Özellikle son zamanlarda trilyon metre küp miktarları üzerinden bölgedeki olası rezervlere değinilirken çevre ülkeler bu konuda detaylı incelemelere başlamışlardır. İsrail'in 2009 ve 2010 yıllarında keşfettiği

² Accenture Divid Petform Türkiye Doğalgaz Ticareti Üssünün / Borsasının Geliştirilmesi

Tamar ve Leviathan, Kıbrıs Rum Kesimi'nin 2011 yılında keşfettiği Aphrodite ve Mısır'ın 2015 yılında keşfettiği Zohr gaz sahaları bölgenin bu kaynak açısından potansiyel ne kadar zengin olduğunu göstermektedir. Ancak başta İsrail olmak üzere kaynaktan kendi talebinin bir kısmını karşılayabilmesi dışında sonuç alınmaması bölgedeki doğal gaz çalışmalarının popüleritesini bir anda azaltmaya yetmiştir. Bu konunun yegane istisnası ise Mısır'ın Zohr havzasından bizzat üretime başlamasıdır. Ülkenin piyasa koşulları neredeyse birbirinin aynısı durumunda olan Türkiye ve İsrail piyasalarından oldukça farklı bir durumda olması özellikle bu başarılı sonucun alınmasında etkili olmuştur. Özellikle Türkiye ve İsrail'in üretim ve sonrası ihraç konularında altyapılarındaki kronik hale gelmiş sorunlar iki ülkenin de bu doğal kaynak konusundaki yönetimsel açıklarını gözler önüne sermektedir.

Şekil 2-13: Ülkemiz Doğal Gaz Boru Hatları



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bak. Doğal Gaz Boru Hatları ve Projeleri

2.2.5. Türkiye Doğal Gaz Piyasası'nın Dört Aşamalı Evrim Modeli

İktisat ve İşletme literatüründe Doğuş, Büyüme, Gelişme ve Olgunluk fazlarından oluşan dört aşamalı evrim modeline ile Türkiye'nin doğal gaz piyasasının niteliğini, değişimini ve geleceğini daha etkili bir şekilde görebilmek adına çalışmada yer verilmiştir.

2.2.5.1. Doğuş Dönemi

Doğuş dönemi 0 ile 15 yıl arasındaki bir süreci kapsamaktadır. Bu bölüm daha çok piyasa ile ilgili alt yapının oluşturulmaya başlandığı bir bölümdür. Ülkemizin doğal gaz piyasası da bu dönemde henüz yapılandırılma aşamasındadır. Ayrıca bu süreç 1980 yıllarını kapsamaktadır. Bu dönemde piyasa hareket oranı oldukça düşüktür (yaklaşık 1,2 seviyelerinde).

2.2.5.2. Büyüme Dönemi

Büyüme dönemi 15 ile 20 yıl arasındaki süreci kapsamaktadır. Bu bölümde piyasa hareketlenmeye başlamakta ve çok güçlü olmasa da bir talep artışı görülmektedir. Türkiye doğal gaz piyasasında da ivmeli bir talep artışı görülmüştür. Müşteri sayısı ve çeşitliliği arttığından talep esnekliği de artmıştır. Altyapı çalışmalarında da bu dönemde ciddi bir artış görülmüştür. Proje sayısı artmış iletim ve coğrafik dağıtım konularında yayılım hızlanmıştır. Monopol konumundaki firma iletim faaliyetini tek elden elinde tutarken bu faaliyetlere tüketicilerin ulaşımı da gerçekleştirmeye başlamıştır. Toptan satış konusunda piyasada faaliyet gösteren birim sayısı ve rekabeti artmıştır. Bu faaliyeti yerine getirebilmek için firmalar daha çok uzun dönemli anlaşmalar imzalamışlardır. Toptan satış piyasasının yeni yeni kurulmaya başlandığı bu ortamda hareket oranı 1,2 ila 3,0 değerleri arasında bir seyir izlemiştir.

2.2.5.3. Gelişme Dönemi

Gelişme dönemi piyasa ile ilgili henüz gelişmemiş indikatörlerdeki ciddi değişimleri (artışları) ve daha önce büyüme döneminde düzene girmiş indikatörler için ise durağanlık ya da azalış hareketlerini içeren bir dönem özelliği göstermektedir.

Türkiye doğal gaz piyasasında da talepteki büyüme yavaşlamaya başlamıştır. Fiyat bizzat pazarın koşullarına göre belirlenmekte ve kesintili müşteriler piyasada kendine yer bulmaya başlamışlardır.

Aynı dönemde doğal gaz piyasası altyapısı ile ilgili olarak; oldukça hareketli bir taşıma ve ikinci kapasite piyasası oluşmuştur. Bununla birlikte bu süreçte iletim şirketlerinin altyapı konusundaki önceliği gaz akışının optimize edilmesidir. Taşıma

ve dağıtım kanallarının sağlıklı işleyebilmesi için altyapının sağlamlığı hayati bir önem taşımaktadır.

Tedarikçi seçme hakkını elde eden tüketiciler ve serbest tüketici miktarındaki düşüş gelişme dönemindeki toptan satış piyasası için dikkat çeken bir nitelik durumundadır. Bu piyasadaki katılımcı sayısı 20'nin üzerine çıkmıştır. Bununla birlikte fiyat ikame ürünlerin fiyatından fazlasıyla etkilenmekte, hareket oranı 5.0 ve üzerinde bir orana yükselmekte ve finansal piyasa oyuncularının bu piyasaya olan ilgileri artmaktadır.

2.2.5.4. Olgunluk Dönemi

Olgunluk döneminde piyasa birçok alt katmanlarında doyumluğa ulaşmakta ve piyasa ile ilgili durumlar makro göstergelerden artık daha az etkilenmektedir.

Türkiye doğal gaz piyasasında talep bu dönemde doyumluğa ulaşmıştır. Piyasadaki tüm tüketiciler kendi tedarikçisini seçebilmektedir. Piyasadan toplanan bilgiler şeffaf bir nitelik taşımaktadır.

Altyapı durumuna gelecek olursak bu süreçte altyapı düzeni tam olarak sağlanmış, depolama merkezleri ve birincil ve ikincil taşıma pazarları gelişmiştir. Bununla birlikte maliyetlerle maruz kalmamak için şebeke kullanıcıları gelişmiş sistem dengesini bozmaktan kaçınmaktadırlar.

Toptan satış piyasasında ise kullanıcı sayısı maksimum kapasitelerine ulaşmış, tedarik zinciri hukuki ve finansal olarak ayrılmış, marjlar düşmüş, hareketlilik oranı 5.0'i aşmış, tüketici mobilitesi yükselmiş, gazın gazla rekabeti başlamış, perakende piyasada rekabet başlamış, son kaynak tedarik rejimi ve kısa süreli sözleşmeler ve spot piyasalar oturmuş, türev araçlar ortaya çıkmış ve ciddi anlamda likidite oluşmaya başlamıştır.

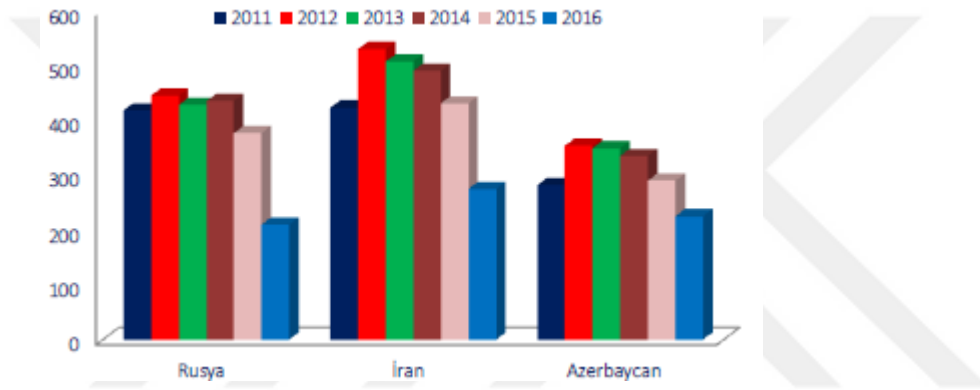
2.2.6. Doğal Gaz Piyasasında Fiyatlar

Bu bölümde son olarak değinilecek konu doğal gaz piyasasındaki fiyatların durumu ve bileşenleri olmaktadır.

Türkiye doğal gaz piyasasında fiyatlar belirli fiyatlara ve döviz kurundaki hareketlere göre belirlenmektedir. Bu fiyat ve döviz kuru hareketleri de BOTAS'ın uzun dönemli sözleşmeleri ile düzenlenmektedir.

Yapılan uzun dönemli doğal gaz anlaşmaların da fiyatların petrol fiyatlarına endekslenmesi durumunda da petrol fiyatlarındaki değişimin etkisi yaklaşık 9 ay sonra doğal gaz fiyatlarında da görülmektedir. Şekil 2-14'den de görüldüğü üzere 2014 sonrası düşen petrol fiyatları BOTAS'ın yaptığı doğal gaz ithalat fiyatlarını da aşağıya çekmiştir.

Şekil 2-14: BOTAS'ın Doğal Gaz İthalat Fiyatları (USD/Bin m³)

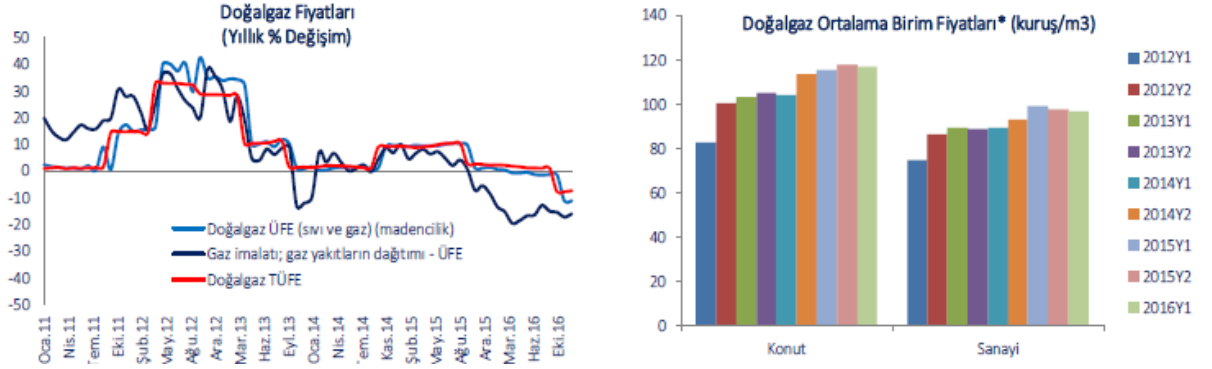


Kaynak: Türkiye İş Bankası Doğal Gaz Sektörü İktisadi Araştırmalar Bölümü, 2017: 30

Toptan satış aşında referans fiyat olarak değerlendirilen BOTAS'ın serbest tüketici ve dağıtım firmalarına uyguladığı tarifelerin gerekçesi ülkemizde henüz serbest bir doğal gaz piyasasının oluşmamasıdır. Bunun yanı sıra BOTAS'ın sağladığı çapraz sübvansiyonlar aracılığı ile sağladığı fiyatların tedarikçiler tarafından oluşturulamaması durumunda doğal gaz piyasasında rekabet bozulmaktadır.

2014 sonrası düşen petrol fiyatlarına rağmen artan USD/TL kurunun etkisinden dolayı BOTAS'ın maliyetlerini minimize etmesini engellemektedir. Bu nedenden dolayı da yükselen maliyetlerini uyguladığı tarifelerine aktaramayan BOTAS zarar etmektedir. Bu zararın telafisi için de kurum devlet tekelinde elektrik üretim kurumlarına daha yüksek fiyattan gaz satmaktadır.

Şekil 2-15: Doğal Gaz Piyasasında Fiyatlar



Kaynak: Türkiye İş Bankası Doğal Gaz Sektörü İktisadi Araştırmalar Bölümü, 2017:

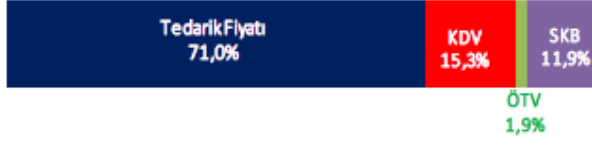
31

Yurt içi doğal gaz piyasasında rekabet sonucu görülen düşen maliyetler ve 2014 senesi sonrası küresel piyasada düşen petrol fiyatları nedeniyle dağıtım firmaları da nispeten arz ettikleri fiyatı önemli miktarda etkilemiştir.

2016 yılı doğal gaz fiyatları için indirimlere konu olan bir yıl olmuştur. İran ile yapılan tahkim sürecinin kazanılması bu indirimin gerçekleşmesinde başrolde olmuştur. Bu durumun nihayetinde içinde bulunulan dönemde vergiler dahil Türkiye Avrupa'da en uygun perakende fiyatlarını sunan ülke durumuna gelmiştir. Aynı dönem de Rusya ile de bir indirim üzerinde mütabakata varılmaya çalışılmaktadır. Mikro anlamda incelediğimizde asgari ücret ile geçinen bir ailenin gelirinin %11'ini doğal gaz tüketimine ayırdığını düşündüğümüzde bu indirimler makro anlamda ülke geneli için hayati bir önem taşımaktadır.

Son olarak doğal gaz fiyatlarının bileşenlerine göz atacak olursak şekil 2-13'ten de görüleceği üzere perakende birim fiyat; gaz tedarik fiyat, ÖTV, KDV ve SKB'den (Sistem Kullanım Bedeli) oluşmaktadır.

Şekil 2-16: Doğal Gaz Perakende Fiyat Bileşimleri



Kaynak: Türkiye İş Bankası Doğal Gaz Sektörü İktisadi Araştırmalar Bölümü, 2017: 32

Bileşenlerden biri olan SKB bir kWh doğal gazın nakli karşılığında dağıtım şirketleri tarafından alınacak bir ücrettir. Ve bu ücret tüketicinin maliyetine göre dağıtım bölgeleri bazında farklılaşmaktadır.

Yukarıda da gösterildiği gibi fiyat oluşturulurken vergilerin oluşturduğu baskı ciddi anlamda kar marjını daraltmaktadır. Kar marjındaki bu daralmalarda da yatırım iştahını köreltmekte ve kaliteli mal ve hizmet sunumunu engellemektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ETKİNLİK – VERİMLİLİK VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ TEORİSİ

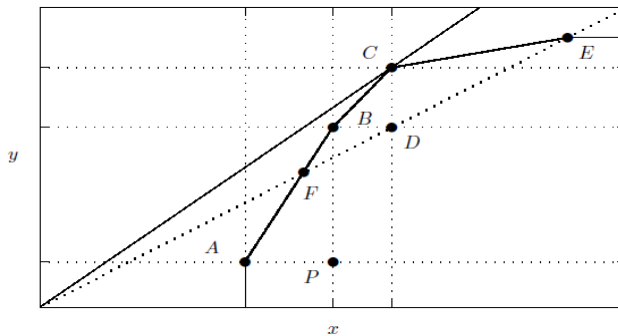
Bu bölümde etkinlik ve verimlilik kavramlarının açıklamasıyla birlikte bazı teorik detaylar hakkında da bilgi verilecek ve ardından parametrik bir yöntem olmayan Veri Zarflama Analizinin gelişimine, çeşitlerine ve matematiksel alt yapısına inildikten sonra Malmquist Toplam Faktör Verimliliği kavramı ile ilgili gerekli bilgiler verilecektir.

3.1. Etkinlik ve Verimlilik

Performans ölçüm tekniklerinden ve yaygın olarak kullanılan, verimlilik kavramının çoğu kez etkinlik kavramından farkı anlaşılmeden, yanlış kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenden ötürü, verimlilik ve etkinlik kavramlarının taşıdıkları anlamların farklarını ortaya koyma gereksinimi hissedilmektedir.

Verimlilik ya da diğer adıyla üretkenlik veya produktivite kavramı, en basit anlamda çıktının girdiye oranı olarak ifade edilmektedir. Buradan hareketle görülmektedir ki verimlilik kavramı göreceli bir kavram değildir. Bu nedenle incelenen karar verici birimlerin verimliliklerini birbirinden bağımsız ölçme imkanı vardır (Tarım, 2001: 11). Burada produktivite sadece reel sektör ile sınırlamakta doğru olmayacaktır. Hem reel sektörü, hem finans sektörünü hem de enerji sektörünü kapsayabilmektedir. Ancak bu sektörlerdeki etkinlikler ikameci değil tamamlayıcı niteliklidir (Aydın ve Kök, 2013; 9).

Şekil 3-1: Verimlilik ve Teknik Etkinlik



Kaynak: Tarım, 2001: 16

Şekil 3-1’de tek girdi x ve tek çıktı y durumu için gözlenen çeşitli karar birimleri gösterilmektedir. Ve bu şekil yardımı ile etkinlik ve verimlilik arasındaki farkı daha iyi görebilmekteyiz. Gösterilen bu karar birimleri arasında en yüksek verimliliğe sahip olan karar biriminin C ve en düşük verimliliğe sahip karar biriminin ise P olduğu görülmektedir. Bununla birlikte F, D ve E gözlemleri birbirinden farklı ölçeklerde faaliyette bulunmalarına rağmen aynı verimlilik düzeyinde bulunmaktadır. Çünkü bu üç karar biriminin çıktısının girdisine oranı benzerken faaliyette buldukları ölçekler birbirinden farklı durumdadır.

Burada bir başka dikkat çekilmesi gereken taraf C karar biriminin ölçek büyüklüğüdür. Üretim sürecine giren girdilerini israf etmeden en iyi biçimde çıktılarına dönüştüren bu karar biriminin faaliyet gösterdiği ölçek Banker tarafından aynı zamanda en verimli ölçek olarak tanımlanmaktadır. Optimum ölçek olarak da nitelendirilen bu miktardan herhangi bir sapma olduğundan karar birimlerinin verimlilikleri düşmektedir.

Üretim girdilerin çıktılarına dönüştürülme sürecidir. Bu sürecin etkin olabilmesi zaman boyutu dikkate alınmadığında mevcut teknoloji çerçevesinde, belli bir girdi bileşimin kullanılarak maksimum çıktının elde edilmesine veya belli bir çıktı bileşiminin en az girdi kullanılarak üretilmesine bağlıdır. Teknik etkinlik, karar biriminin girdi bileşiminin en verimli şekilde kullanarak mümkün olan maksimum çıktıyı üretme başarısıdır. Yani teknik etkin olan karar birimleri üretim sınırı üzerinde yer alması gerekmektedir. Üretim sınırının altında kalan karar birimlerinin görel olarak kaynaklarını israf ettikleri söylenebilir (Tarım, 2001: 15-16).

Şekil 3-1’de de görüldüğü üzere A, F, B, C ve E karar birimleri etkin üretim sınırı üzerinde yer almaktadır yukarıda da bahsettiğimiz bu nedenden ötürü bu karar birimleri teknik etkin karar birimleridir. Ancak P ve D karar birimleri bahsedilen bu etkin üretim sınırı üzerinde yer almadıklarından dolayı kaynaklarını israf etmektedirler. Yani bu karar birimleri etkin olmayan karar birimleridir. Dikkat edilecek olursa P ve B karar birimleri aynı miktarda girdi kullanmasına rağmen P karar birimi daha az çıktı üretmektedir. Bu durumdan hareketle P karar birimi atıl

girdiye sahiptir. Yani teknik etkinsiz bir durumdadır. Yine P karar birimi A karar birimi ile aynı miktarda y girdisi kullanırken daha fazla miktarda x girdisi kullanmaktadır. Yine bu durum da A karar birimi için etkinsizliğe tekabül etmektedir.

3.2. Veri Zarflama Analizi

Veri zarflama analizi, benzer girdiler kullanarak benzer çıktılar üreten karar birimlerinin (üretim birimlerinin) etkinliklerini ölçmeye yarayan parametrik olmayan bir yöntemdir. Kısaca VZA istatistiksel değil deterministik bir yöntemdir. Çünkü girdi ve çıktı arasındaki herhangi bir fonksiyonel ilişki bulunmamaktadır (Dinçer, 2011; 37). VZA’da karar birimleri, istatistiksel yöntemlerde olduğu gibi ortalama verimlilikle değil, en verimli birime göre kıyaslama yapılarak gerçekleştirilmektedir. Bu özelliğinden hareketle VZA bir uç sınır tekniği olarak adlandırılabilir.

VZA durağan (statik) bir yöntemdir. Yani analizde hesaplanan etkinlik skorları karar birimlerinin sadece ele alınan dönemdeki geçerli etkinlik skorlarıdır (Yücel, 2017: 1). VZA’da amaç, söz konusu sınırı “referans” kabul edip etkin olmayan karar birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını (veya etkinlik düzeylerini) ölçmek ve bu etkinlik sınırını kullanarak etkin olmayan karar birimlerine model almaları gereken karar birimleri önererek etkin hale gelmeleri için yapmaları gereken değişiklikleri göstermektedir. Ayrıca çoklu girdi ve çıktılı analize uygun bu yöntemde baştan belirli bir fonksiyon kalıbı şart koşulmamaktadır (Aydın, 2010; 239-240).

VZA’nın çıkış noktası, Farrell’in ağırlıklı çıktıları ağırlıklı girdilere oranlayarak performans ölçümü yapan “toplam faktör verimliliği” yaklaşımıdır. VZA’nın ortaya konulan bu ilk modeli kesirli bir yapıya sahiptir. Ancak daha sonra doğrusal programlama yöntemlerinin çalışmalara dâhil edilmesiyle VZA modelleri doğrusal programlamaya konu olmaya başlamıştır. (Yücel, 2017: 1-2)

Farrel’in teknik etkinlik üzerine yaptığı bu çalışmadan sonra Edwardo Rhodes 1978’de Cornegie Mellon Üniversitesinde çalışmalarına başlamıştır. Bu çalışmada Rhodes örgün eğitim programına dâhil olan ve dâhil olmayan okul gruplarının performanslarını incelemeye başlamıştır. Çalışmada 70 karar biriminin

fiyatları yok sayarak çoklu girdi ve çıktılı modelle tahmin etme isteği CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) VZA modelini ortaya çıkarmıştır. Ve bu çalışma ilk olarak Journal of Operations Research dergisinde 1978'de yayımlanmıştır. (Charnes ve diğerleri 1994) Bu model ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında uygulanmaktadır (Kurtlar ve Kartal, 2004: 52-53).

CCR yöntemi olarak ortaya atılan bu model ölçeğe göre sabit getiriye esas almaktadır. Daha sonra ise ölçeğe göre değişken getiriye ana plana koyan ve Banker, Charnes, Cooper tarafından geliştirilen BCC modeli geliştirilmiştir. Bu model CCR modeline konvekslik kısıtının eklenmesi ile türetilen bir yöntemdir. Her iki yöntemin de girdi ve çıktı yönelimli iki farklı opsiyonu bulunmaktadır. Girdi yönelimli (input oriented) modelde var olan belli bir çıktıyı elimizdeki girdileri minimum hale getirirken üretmeyi, çıktı yönelimli (output oriented) model ise girdilerimizi değiştirmeden üreteceğimiz çıktıları nasıl maksimum hale getireceğimizi hedeflemektedir. Ayrıca bir de burada CCR ve BCC modellerinin farkına değinmekte fayda vardır. BCC modeli, CCR modeline göre konvekslik kısıtı içermektedir. Yani CCR modelin en kuzeybatıdaki birim ile birleştiren etkin sınırının orijinden geçme zorunluluğunu azaltarak BCC etkin sınırının karar birimlerini CCR etkin sınırlara oranla daha sıkı zarflamasına neden olmaktadır. İşte bu nedenden ötürü BCC etkin sınırı CCR etkin sınırına oranla karar birimlerine daha yakın bir konumda olduğundan herhangi bir karar biriminin BCC etkin olması CCR etkin olmasından kolaydır. Çünkü CCR modelindeki konveks üretim olanakları kümesi BCC modelindeki üretim olanakları kümesini kapsamaktadır. Yani BCC üretim olanakları kümesi CCR'ninkilerin birer alt kümesidir (Oruç 2008; 20-32). Bununla birlikte ölçeğe göre değişken getiriye göre çalışan BCC yöntemi ölçek etkinliği olma şartını ön koşul olarak gerektirmezken CCR'ye göre ise bir KVB etkin olabilmek için ölçek etkinliği (Scale efficient) ön şartını da sağlaması gerekmektedir. İlerleyen bölümlerde bu ön şartın matematiksel alt yapısına da değinilecektir (Yücel, 2017: 2).

Bu bölümde biraz da VZA'nın temellerinden bahsetmekte fayda vardır. VZA yöntemi, başta kar amacı olmayan kamuya ait işletmelerin etkinliğinin ölçülmesini hedeflemektedir ancak daha sonraları kar amaçlı üretim ve hizmet sağlayan firmalar arası görece etkinliğin ölçülmesinde yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu

yöntem ile artık karar verici birim olarak nitelendirilen bu işletmelerin birden fazla girdi kullanılarak birden fazla çıktı üretildiği durumlarda önceki yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş bir üretim fonksiyonunun varlığına gerek duyulmadan etkinliklerinin ölçümü yapılabilir duruma gelmiştir (Karahan ve Özgür, 2011: 99-100).

VZA girdi ve çıktı birimlerinin rassal olarak var olmadığını yani deterministik olduğunu kabul etmektedir. Tam olarak yukarıda saydığımız durumdan ötürü parametrik olmayan ve belirli fonksiyonel kalıplara uyma gibi varsayımları taşımayan bir analiz karşımıza çıkmaktadır. (Aydemir, 2002)

Veri zarflama analizinin bazı güçlü yanlarına değinecek olursak; (Karahan ve Özgür, 2011: 120-122)

- VZA birden çok girdiyi ve çıktıyı kullanabilecek niteliğe sahiptir.
- Girdi ve çıktılar farklı birimlerde olabilirler.
- Parametrik yöntemlerdeki belli bir üretim sistematığı gereksinimine VZA'da ihtiyaç yoktur.
- VZA'da karar birimleri görel olarak tam etkinliğe sahip olanlarla kıyaslanır.
- Homojen nitelikteki karar birimlerinin etkinliklerini birbirleri ile kıyaslama yapmasını sağlar.

Bunun yanında veri zarflama analizinin bazı zayıf yönleri de mevcuttur.

- Ölçüm hatalarına karşı duyarlılık yüksektir.
- İstatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur.
- Büyük boyutlu problemlerin VZA ile çözümü zaman alıcı olabilmektedir.
- VZA'da rassal hatalara yer olmadığından, ölçme yöntemleri ve verilerde var olan gürültü ayıklanamaz bundan dolayı da verilerle ilgili problemler sonuçlara oldukça yansiyabilmektedir.
- VZA genel olarak fiziksel girdi ve çıktı ölçütleri ile test edildiğinden sadece teknik anlamda girdi ve çıktı verimliliğini verebilmektedir.
- Yapılan modellemelerde dışsallıklara da yer verilmesi daha gerçekçi sonuçların alınmasını sağlayacaktır.

- Gözlemci karar birimlerini seçerken benzer niteliklere sahip karar birimlerini ele almalıdır. Aksi takdirde sonuçlar gerçekçi olamamaktadır.

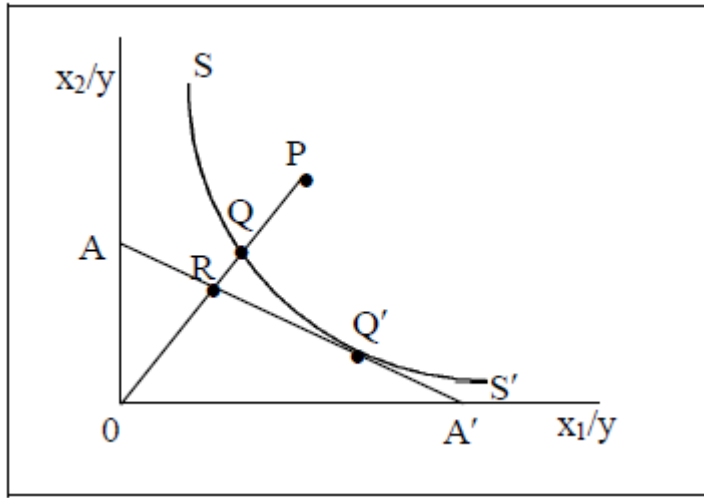
VZA ile gerçekleştirebileceğimiz amaçlara bakacak olursak (Andersen ve Petersen, 1993; 1262):

- Karar birimlerinin girdi-çıkıtı eğilime göre yapılan analizi sonucunda görece etkinsizliğinin ve kaynaklarının belirlenmesi,
- Politika önerisi bazında firmalara yönetsel ve süreçsel etkinsizliklerinin açıklanarak etkin hale gelen KVB'lere dönüşmesi,
- Atıl ya da eksik kaynakları daha etkin kullanmak için önerilerde bulunulması,
- KVB'lere etkin girdi ve çıkıtı kullanma bileşimleri sunabilme,
- Etkin olmayan KVB'lere rol model olarak en etkin KVB'leri ağırlıkları ile sunabilme,
- Firmalara maliyet avantajı ve çıkıtı maksimizasyonu hakkında öneriler sunup karşılaştırabilme,

VZA modelleri hakkında daha ayrıntılı bilgi vermeden önce son olarak etkinlik türlerine bakmakta yarar vardır. Şekil 3-1'e dikkat edecek olursak P karar birimi B'ye erişebilirse, hem teknik etkinliği sağlayacak, hem de verimliliğini artırmış olacaktır. Bir başka bakış açısı ise; P karar birimi aynı miktardaki çıkıtıyı daha az girdi kullanarak gerçekleştirir ve A karar birimine benzerse yine hem etkin olacak hem de verimliliğini artıracaktır. Ancak buradaki verimlilik artışı P karar biriminin B'yi model aldığındaki kadar fazla olmayacaktır. Çünkü B ölçek etkin olmaya daha yakın iken A ölçek etkin olamaya daha az yakın bir durumdadır. Diğer yandan E karar biriminin C'ye doğru kayması demek teknik etkinliğinin değişmezken verimliliğini artırması için ölçeğini küçültmesi gerektiğine işaret etmektedir. Çünkü bölümün en başında da dediğimiz gibi C karar birimi optimal ölçekte çalışmakta idi. D karar birimine bakacak olursak, bu karar birimi optimum ölçeğe sahip C karar biriminden daha az çıkıtı üretmektedir. Yani D karar birimi optimum ölçekte faaliyet göstermesine karşın kaynaklarını israf etmektedir. Yine E ve F karar birimleri teknik etkin olmalarına rağmen ölçeksel anlamda etkin değildirler. Burada bu iki karar birimine önerimiz C'ye benzemeleri için (ölçeğe göre artan getiride) E'nin ölçeğini azaltması F'in ise ölçeğini artırmasıdır.

Ayrıca dikkat edilmesi gereken bir nokta da karar birimlerinin ölçeğe göre durumlarının girdi yönelimli veya çıktı yönelimli durumlara göre etkinlik skorlarının değişip değişmeyeceğidir. Eğer ölçeğe göre sabit getiri mevcutsa etkinlik skoru değişmezken ölçeğe göre değişken getiri mevcutsa etkinlik skorları farklı bulunacaktır. (Yücel, 2011; 11)

Şekil 3-2: Etkinlik Türlerinin Cebirsel ve Geometrik Gösterimi (Girdi Yönelimli)



Kaynak: Coelli, 1996; 4

Bu kısımda biraz da etkinlik türlerinin cebirsel olarak açılımlarını tanıtmakta fayda vardır. Çünkü uygulama kısmında hem etkinlik skorlarının ölçümünde hem de toplam faktör verimliliği analizi yaparken bu matematiksel ifadelerden sıkça yararlanılacaktır. Öncelikle bir karar biriminin teknik etkinliğini genellikle aşağıdaki gibi ifade edebilmekteyiz: (Coelli, 1996; 4)

$$TE(vrs) = OQ/OP = 1 - QP/OP \quad (1)$$

Teknik etkinlik değeri 1 ve 0 arasında bir değer almaktadır. Ve aynı zamanda bu değer yine bize bir karar biriminin teknik olarak ne kadar etkisiz çalıştığını görebilmemize de olanak sağlayacaktır. Etkinlik skorunun maksimum alacağı değer olan 1'den karar biriminin etkinliğini çıkardığımızda da bu kez o karar biriminin ne kadar oranda etkisiz çalışmakta olduğunu görebileceğiz. Şekil 3-2'den de anlayacağımız üzere girdi yönelimli (input oriented) modelde Q karar birimi teknik

olarak etkin durumdadır. Ancak bu etkinlik bize ölçeğe göre değişken getiri yani VRS varsayımı altında etkinliği gösterebilecektir. Tabi ki ölçeğe göre sabit getiri altında etkinliğin cebirsel gösterimi de farklılaşacaktır. Ölçeğe göre sabit getiri yani CRS varsayımı altında teknik etkinlik skoru ise şu şekilde ifade edilebilir;

$$TE(crs)=OR/OP = 1 - PR/OP \quad (2)$$

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımında da yine etkinlik değerleri 1 ve 0 arasında değer alacaktır. Yine karar biriminin var olan etkinlik skorunu 1'den çıkardığımızda etkinsizlik değerine ulaşabiliriz. Bununla birlikte bir de karar birimlerinin ölçek etkinliklerine göz atmakta fayda vardır. Daha önce de belirttiğimiz üzere bir karar birimi ancak ölçeğe sabit getiriye göre etkin olduğunda ölçek etkinliğini sağladığından ölçeğe göre sabit getirideki etkinlik skorunu ölçeğe göre değişken getiri durumundaki etkinlik skoruna böldüğümüzde ölçeğe göre etkinliğin skoruna ulaşabileceğiz;

$$SE= TE(crs)/TE(vrs) = (OR/OP)/(OQ/OP) = OR/OQ \quad (3)$$

Ayrıca girdi yönelimli modelde ölçeğe göre sabit getiri altında teknik etkinlik skoruna şu şekilde de ulaşabilmekteyiz;

$$TE(crs) = SE \times TE(vrs) \quad (4)$$

$$TE(crs) = (OR/OQ) \times (OQ/OP) = OR/OP \quad (5)$$

5 numaralı çarpımsal eşitlikte yer alan ilk terim olan (OR/OQ) ölçek etkinliğini temsil ederken, ikinci terim olan (OQ/OP) saf teknik etkinliği ifade etmektedir.

Tahsis etkinliğinden (AE) bahsederseniz; eğer fiyat bilgilerine ulaşabiliyorsak P karar biriminin tahsis etkinliğine ulaşabiliriz. (Yücel, 2017; 14)

$$AE = OR/OQ \quad (6)$$

Çünkü burada RQ uzaklığı üretim maliyetlerindeki düşürülebilmeyi ifade etmektedir. Çünkü ancak o zaman karar birimi hem ölçek hem de teknik etkinliğe ulaşabilecek ve Q' karar birimi gibi olabilecektir. Ancak Q karar birimi teknik olarak etkin olsa da

dağıtım etkinliğine sahip değildir. (Coelli, 1996; 5) Son olarak da ekonomik etkinlikten bahsedebiliriz.

$$EE = OR/OP \quad (7)$$

RP uzaklığını da maliyet düşürmeyi ifade eden bir uzaklık olarak ifade edebiliriz. Nihayetinde teknik ve dağıtım açısından etkin olan bir karar birimi ekonomik etkinliğe sahip olacaktır. (Coelli, 1996; 5)

$$EE = TE(vrs) \times AE = (OQ/OP) \times (OR/OQ) = OR/OP \quad (8)$$

3.2.1. Veri Zarflama Analizinde Serbestlik Sorunu

VZA modellemelerinde en önemli sorunlardan biri de karar birimi, girdi ve çıktılarının miktarıdır. Pek tabii analizin gerçekçi ve doğru sonuçları verebilmesi için bu değişkenlerin sayısının da doğru tespit edilmesi gerekmektedir.

VZA'da bir karar biriminin girdisini minimum düzeye getirme ve çıktısını maksimum seviyeye getirme amacı bulunmakta ve bu miktarlar ile girdi ve çıktılarını ağırlıklandırmaktadır. Fakat çalışmada karar birimi sayısı değişmezken girdi ve çıktının artırılması modellerde serbestlik problemine neden olabilmektedir. Bunun nedeni ise karar birimi sayısı düşük bir miktarda iken girdisini minimum, çıktısını ise maksimum seviyede tutma eylemini sürdürmek isteyen karar biriminin kullandığı ve ürettiği bu değişkenlerin miktarına bağlı başka karar birimi bulunamadığından (başta KVB'yi sabit kabul etmiştik) eskiye nazaran birçok KVB kendiliğinden etkin hale gelecektir. Bu nedenden ötürü bu problemi baştan bertaraf edebilmek için örneklem miktarının girdi ve çıktı sayısından en az üç kat fazla olması gerektiği kısıtı oluşturulmuştur. Ancak mega büyüklükte bir örnekleme çalışırken de seçilecek iki girdili, tek çıktılı bir yöntem de çalışmanın ayrıştırma gücünü olumsuz etkileyecektir (Demirci, 2018; 60-61).

3.2.2. Veri Zarflama Analizi Modelleri

Veri zarflama analizi ile ilgili literatürde birçok model geliştirilmiştir. Ancak bu bölümde sadece CCR ve BCC modeli ile toplamsal model üzerinde durulacaktır.

3.3.2.1. CCR Modeli

Charnes, Cooper ve Rhodes birden çok girdi ve birden çok çıktı verilerini kullanarak karar birimlerini göreceli etkinliklerini ölçmeye yarayan CCR modelini geliştirmiştir. CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımında çalışmaktadır. Bu varsayım karar birimlerinin ölçek etkinliğini de sağladığını kabul etmektedir. Yani CCR modele göre tam etkin olan bir karar birimi optimal ölçek durumunda faaliyet göstermektedir. Charnes ve diğerlerinin Farrell'in başta yaptığı tanımdan yola çıkarak kurdukları kesirli programlama modeli ve bunun eş doğrusal programlama modeli aşağıda gösterilmektedir. Kesirli doğrusal programlama modelinin amaç fonksiyonu, k karar birimi için toplamda ağırlıklandırılmış çıktıların toplam ağırlıklandırılmış girdilere olan oranının maksimize edilmesidir (Cingi ve Tarım, 2000; 6).

$$\max h_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}} \quad (9)$$

Yukarıdaki modelde kullanılan indisler aşağıda açıklanmıştır;

h_k : k karar biriminin etkinliği

s : çıktı sayısı

m : girdi sayısı

r : r'inci çıktı sayısı

i : i'inci girdi sayısı

u_{rk} : k karar biriminin r çıktı için vereceği ağırlık

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen y çıktı miktarı

u_{rk} : k karar biriminin r girdi için vereceği ağırlık

X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i girdi miktarı

Karar birimi k ağırlıklarını diğer karar birimleri de seçilen ağırlıkları kullandığı zaman etkinliklerinin 1.0 dan daha fazla çıkmayacak biçimde seçmelidir. Çünkü aksi durumda karar birimi k etkinlik skoru 1.0 olurken diğer karar birimleri 1.0 üstünde bir etkinlik skoru elde edilebilmektedir. Ancak bu durum VZA'nın doğasında ters düşmektedir. Bu kısıtı şu şekilde gösterebiliriz (Coelli 1996; 9-10);

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1, \dots, n$$

(10)

j : karar birimi

n : karar birimi sayısı

Y_{rj} : j karar birimi tarafından üretilen r çıktı miktarı

X_{ij} : j karar birimi tarafından kullanılan i girdi miktarı

Bununla birlikte k tarafından kullanılacak girdi ve çıktı ağırlıkları negatif olamaz (Coelli, 1996; 10).

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

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

(11)

Yukarıda bahsettiğimiz kesirli programlama modeli doğrusal programlama modeline dönüştürülebilir ve simplex algoritması ile çözülebilir. Dönüştürme sonucu ortaya çıkan modele CCR ismi verilmiştir. CCR modelinin dual modeli aşağıdaki gibidir (Cingi ve Tarım, 2000; 6).

model CCR

$$\max h_k = \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}$$

st

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

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

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

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

(12)

Dikkat edilecek olursa ilk kısıt tüm modellerde bulunmaktadır ve aynıdır. Parametrelerde yapılacak değişiklikler sadece amaç fonksiyonunu ve ikinci kısıtlamayı düzenleme amacı gütmektedir. CCR modelinin dual modeline bakalım olursak;

model Dual CCR

$$\min w_k = q_k$$

st

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} Y_{rj} \geq Y_{rk} \quad ; \quad r = 1, \dots, s$$

$$-\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} X_{ij} + q_k X_{ik} \geq 0 \quad ; \quad i = 1, \dots, m$$

$$\lambda_{kj} \geq 0 \quad ; \quad j = 1, \dots, n$$

$$-\infty \leq q_k \leq +\infty$$

(13)

Dual modelde q değişkeni ve her bir karar birimine karşılık gelen λ değişkeni tanımlanmıştır. Tanımlanan bu değişken her iki değişken için yönetsel açıdan farklı ve kritik bilgiler barındırmaktadır. Bu iki model arasında var olan dualiteden dolayı q_k ve h_k indislerinin eşit değerler alması gerekmektedir. Yukarıda da bahsettiğimiz bu iki indisin aynı değeri alması sonucu; h_k indisi primal model için k karar biriminin etkinliğini gösterdiğinden, q_k 'da yine k karar biriminin etkinliğini gösterecektir.

Tümleyici Aylaklık Teorisine göre λ_{kj} yalnızca karar birimi k'nın primal modelde karşılık geldiği eşitsizliğin eşitlik olarak sağlanması halinde pozitif bir değer alabilecektir. Bu durumda da j karar birimi etkin bir skor elde edebilecektir (Cingi ve Tarım, 2000; 7-8).

CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri durumundaki etkinlik skorunu ölçmektedir. K karar birimi için kurulan CCR modelinin optimal çözümündeki dual değişkenlerinin toplam değeri k karar birimi için ölçeğe göre getirinin yönünü göstermektedir.

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^n \lambda_{ki} = 1 &\Rightarrow CRS \\ \sum_{i=1}^n \lambda_{ki} < 1 &\Rightarrow IRS \\ \sum_{i=1}^n \lambda_{ki} > 1 &\Rightarrow DRS\end{aligned}$$

(14)

CRS : Ölçeğe Göre Sabit Getiri

IRS : Ölçeğe Göre Artan Getiri

DRS : Ölçeğe Göre Azalan Getiri

3.2.2.2. BCC Modeli

Banker ve diğerleri Charnes Cooper Rhodes (CCR) modelini ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımına uyarlamak amacıyla bir konvekslik kısıtı eklemiştir. CCR ve BCC modellerinin her ikisi de birer VZA modeli olmasına rağmen içerikleri ve varsayımları birbirinden farklılaşmaktadır. İlk model olan CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında çalışmaktayken BCC modeli ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında benzer ölçekteki karar birimlerinin teknik etkinliğini ölçmektedir (Cingi ve Tarım, 2000; 8) Daha önce de belirttiğimiz üzere CCR varsayımında karar birimlerinin ölçeğe göre etkinlikleri de hesaba katılırken BCC modelinde böyle bir etkinlik skoruna gerek kalmamaktadır. Bir karar biriminin CCR modeline göre etkin olabilmesi için, öncelikle hem ölçeğe göre değişken getirili duruma göre (VRS) yani BCC modeline göre etkin olmalı. Diğer yandan da ölçek etkin olmalıdır. Ancak bir karar birimi bu iki şartı sağladığında CCR modeline göre

etkin olabilecektir. Özetle bu iki model arasındaki ilişkiyi göstermek gerekirse;
 $E_{CCR} = E_{ölçek} \times E_{BCC}$.

Şimdi BCC modelinin primal modeline göz atabiliriz. Girdi odaklı BCC modelin CCR modelinde olduğu gibi dual ve primal yapıları bulunmaktadır (Coelli, 1996; 17).

model BCC

$$\begin{aligned}
 \max h_k &= \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk} - u_0 \\
 \text{st} \\
 \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - u_0 - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} &\leq 0 \quad ; \quad j = 1, \dots, n \\
 \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} &= 1 \\
 u_{rk} &\geq 0 \quad ; \quad r = 1, \dots, s \\
 v_{ik} &\geq 0 \quad ; \quad i = 1, \dots, m \\
 u_0 &\text{ ur } s
 \end{aligned} \tag{15}$$

BCC modelinin optimal çözümünde u_0 indisinin pozitif değer alması karar biriminin ölçüğe göre azalan, negatif değer alması ölçüğe göre artan ve negatif değer alması da ölçüğe göre sabit getiride faaliyette bulunduğuna işaret etmektedir (Cingi ve Tarım 2001; 9).

Dual BCC modeline ise bakacak olursak;

model Dual BCC

$$\begin{aligned}
 \min w_k &= q_k \\
 \text{st} \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_{kj} Y_{rj} &\geq Y_{rk} \quad r = 1, \dots, s \\
 - \sum_{j=1}^n \lambda_{kj} X_{ij} + q_k X_{ik} &\geq 0 \quad i = 1, \dots, m \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_{kj} &= 1 \\
 \lambda_{kj} &\geq 0 \quad j = 1, \dots, n \\
 -\infty &\leq q_k \leq +\infty
 \end{aligned} \tag{16}$$

Yukarıdaki modeller girdi odaklı CCR modellerine oldukça benzemektedirler. Burada primal modelin farkı λ 'ların toplamının 1'e eşit olmasıdır. Dual modele ise girdi odaklı CCR modelinden ayrı olarak yeni bir indis olan u_0 indisi eklenmiştir.

3.2.2.3. Toplamsal Model

Bu model Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından geliştirilmiştir. Aşağıdaki model toplamsal modellerin en temel versiyonlarından birini göstermektedir (Cooper ve diğerleri, 2001; 224).

$$\begin{aligned}
 & \max \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \\
 & \text{subject to} \\
 & y_{ro} = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+, \quad r = 1, 2, \dots, s; \\
 & x_{io} = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^-, \quad i = 1, 2, \dots, m; \\
 & 1 = \sum_{j=1}^n \lambda_j \\
 & 0 \leq \lambda_j, s_i^-, s_r^+; \quad \forall i, j, r.
 \end{aligned} \tag{17}$$

Bu modelin içeriğinde girdi ve çıktı olarak bir ayırım yapılmamakta, iki durumda birlikte ifade edilmektedir. Modeldeki aylak değişken olan s^+ (girdi fazlalığı vektörü), s^- (çıkıtı noksanlığı vektörü) indislerine bakarak karar biriminin etkinliği değerlendirilmektedir. Yani aylak kalan girdi ve çıktı durumları birlikte dikkate alınmaktadır. Eğer yukarıda bahsedilen aylak değişkenlerin ikisi de 0 değeri alıyorsa o karar birimi etkin karar birimi olmaktadır. Aksi halde o karar birimi etkin olamayacaktır (Savaş, 2015; 217).

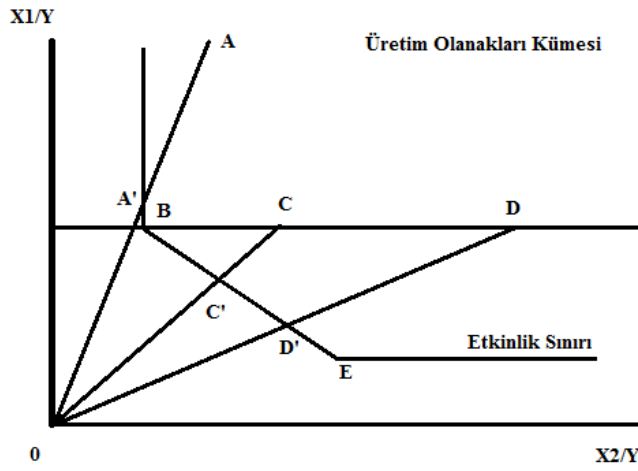
3.2.3. VZA'da Referans Kümesinin Seçimi ve Geometrik Yorumu

VZA terminolojisinde bahsederken yöntemin etkin olmayan KVB'lere etkin olan KVB'ler setinden oluşan çeşitli önermelerle etkin hale gelebilme şansı verdiğini belirtmiştik. Bu bölümde hangi kıstaslara dayanarak böyle bir önermenin yapılacağını açıklamasını yapmamız uygun olacaktır.

Daha önce de bahsettiğimiz üzere VZA'da KVB'nin göreceli etkinliğinin, etkinlik sınırına olan uzaklığına göre ölçtüğümüzü belirtmiştik. İşte bu etkinlik sınırında bulunan KVB'ler etkisiz olan KVB'ler için rol model olma adayları

durumundadırlar. Bununla birlikte eğer bir KVB'nin etkinsizliği, etkin olan iki KVB'nin kombinasyonları tarafından elde edilebiliyor ve giderilebiliyorsa bu etkin KVB'ler etkinsiz olanlar için referans kabul edilecektir. Yani bu kıstas içerisinde önemli olan etkinsiz KVB'lerin etkin olanların kombinasyonları cinsinden ifade edilebilmesi ile alakalıdır. Şimdi bir şekil yardımı ile durumu daha iyi açıklayalım.

Şekil 3-3: Üretim Olanakları Kümesinden Hareketle Referans KVB Belirlenmesi



Kaynak: Dinçer, 2011; 62

Etkin sınır içinde ya da üzerindeki bir bölgede bulunan küme seri *üretim olanakları (production possibility set) kümesi* olarak adlandırılmaktadır. Şekil 3-3'den de görüldüğü üzere A, C ve D karar birimleri etkin değildir. Fakat B ve E karar birimleri ise tam etkin durumdadır. Diğer karar birimleri ile kıyas yapmak gerekirken C ve D karar birimleri B kadar X_1 girdisini kullanırken B'den daha fazla X_2 girdisini kullanmaktadır. Yani iki karar birimin de X_2 girdi kullanımında bir atıllık söz konusudur. A ise her iki girdiyi de aşırı kullanmakta ve bu nedenle her ikisi için de atıllık söz konusu olmaktadır. D'yi ele aldığımızda yukarıda da açıklandığı üzere etkin olmayan bu KVB'nin etkinlik sınırına olan radyal uzaklığı etkinliğini (ya da etkinsizliğini) bize göstermektedir. Böyle bir etkinsiz KVB'nin etkin hale gelmesi için gerekli olan rol modeller girdi ve çıktılarındaki ayarlamalar neticesinde belirlenebilmektedir. D karar biriminin etkinlik sınırına olan radyal uzaklığı OD'/OD olarak ifade edilmektedir. Böyle bir etkinsiz karar biriminin etkin hale gelebilmesi B

ve E karar birimlerinin bir bileşimi ile bulunabilecektir. Bu nokta da iki etkin karar birimini en yakın mesafeden ve komşu olarak birleştiren dolayısıyla tam da etkinlik sınırı üzerinde bulunan D' noktasıdır. Böyle bir durumda bu iki KVB etkinsiz D için bir referans kümesi olacaktır. Hangi referans KVB'nin D için daha yüksek bir ağırlık alacağı (yani ona benzemesi gerekeceği) da bu etkinsiz karar birimini etkin hale getirecek olan radyal uzaklığın referans olarak kabul edilen KVB'lere olan iki nokta arasındaki uzaklığın minimum olanının tespit edilmesi ile gerçekleştirilebilecektir (Dinçer, 2011; 62-63)

3.2.4. VZA Algoritması ve İşlem Fazları

Veri zarflama analizinin içeriğindeki algoritma özetle dört faz üzerinden çalışmaktadır.

1. Faz: İlk gözleme ulaşana kadar, yatay eksene paralel olarak bulunan doğru yukarı doğru kaydırılmaktadır.
2. Faz: İlk gözlemden sonra ulaşılan yeni bir gözlem olan ikincil parametre pivot (odak) nokta halini alır ve birinci fazda yukarı doğru kaydırılan doğru parçası saat yönünde döndürülür.
3. Faz: İkinci fazda saat yönüne döndürüldükten sonra bu doğru yeni bir gözlem noktasına ulaşıyor ya da aynı doğru parçasının sol yanı düşey eksene paralel hale gelene kadar daha önce yapılan saat yönünde döndürme işlemi durdurulur.
4. Faz: Son durumda eğer doğru parçasının herhangi bir yeni gözlem noktasına ulaşamaması durumunda işlem faz 2'ye geçiş yaparken eğer yeni bir gözlem noktası tespit edilmiş ya da doğrunun sol yanı düşey eksene paralel hale gelmişse işlem tamamlanmış olur.

İşlem sonucunda tüm gözlem noktalarına ulaşıldığından ve doğrunun ulaşamadığı herhangi bir gözlem noktası bulunmayacağından tüm gözlem noktaları içerilmiş yani zarf edilmiş olarak kabul edilir (Dinçer, 2011: 49-50).

3.3. Malmquist TFV Endeksi

Öncelikle toplam faktör verimliliğinin bir tanımını yapmak gerekirse elde edilen çıktılardan derneşik hale getirilmiş (aggregated) girdilere olan oranı olarak ifade edebiliriz. Mikro iktisadi bir tanım olarak gelse de esasında sermaye birikiminin dolayısıyla iktisadi büyümenin önemli bir kaynağı olduğunu da söylememiz gerekmektedir (Dinçer, 2011; 45) Malmquist Toplam Faktör Verimliliği endeksi var olan iki gözlemin toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ortak bir teknolojiye olan uzaklıkların oranı olarak ölçmektedir. Caves ve diğerleri tarafından 1982’de ortaya çıkarılan bu endekse, uzaklık fonksiyonlarının yardımı ile endeks kurma fikrini ilk ortaya atan Sten Malmquist’e ithafen Malmquist ismi verilmiştir. Yukarıda da bahsedildiği gibi endeks “Uzaklık Fonksiyonları” ile çalışmaktadır. Bu bölümde biraz da uzaklık fonksiyonlarından bahsetmekte fayda vardır. Uzaklık fonksiyonları birden çok girdi ve çıktıdan oluşan üretim teknolojilerini maliyet minimizasyonu ve kar maksimizasyonu gibi hedefleri tanımlamaksızın açıklamaktadır. Uzaklık fonksiyonu $d(x, y) = \min\{\delta : (y/\delta) \in S\}$ olarak tanımlanır. Uzaklık fonksiyonu $d(x, y)$ 'nin alacağı değerler, y vektörü S sınırı (üretim sınırı) üzerinde ise 1.0; y vektörü S içindeki teknik etkin olmayan bir noktayı tanımlıyorsa >1.0 ; ve y vektörü S dışındaki mümkün olmayan bir noktayı tanımlıyorsa <1.0 'dir. (Cingi ve Tarım, 2001; 10)

Malmquist Toplam Faktör Verimliliği değişim endeksi, uzaklık fonksiyonu aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$m(Y_s, X_s, Y_t, X_t) = \sqrt{\left[\frac{d^s(Y_t, X_t)}{d^s(Y_s, X_s)} \times \frac{d^t(Y_t, X_t)}{d^t(Y_s, X_s)} \right]} \quad (18)$$

Yukarıdaki eşitlikte $d^s(X_t, Y_t)$, t dönemi gözleminin s dönemi teknolojisinden olan uzaklığını belirtmektedir. m fonksiyonunun değerinin 1.0'dan büyük olması s döneminden t dönemine Toplam faktör verimliliğinde büyüme olduğunu, 1.0'dan az olması ise aynı dönemler baz alındığında Toplam faktör verimliliğinde azalma olduğunu göstermektedir (Karahan ve Özgür 2011; 107). Ayrıca yukarıdaki eşitliği aşağıdaki gibi de ifade edebiliriz.

$$m(Y_s, X_s, Y_t, X_t) = \frac{d^t(Y_t, X_t)}{d^s(Y_s, X_s)} \sqrt{\left[\frac{d^s(Y_t, X_t)}{d^t(Y_t, X_t)} \times \frac{d^s(Y_s, X_s)}{d^t(Y_s, X_s)} \right]}$$

(19)

Yukarıdaki yeni yazdığımız eşitlikte sağ taraftaki ilk terim olan s ve dönem t arasındaki Farrell'in toplam teknik etkinlik skorundaki değişimin ölçütüdür. Parantez içindeki ifade ise bizzat teknik değişimin kendisini ifade etmektedir.

Şimdi de CRS varsayımı altında tek girdili ve tek çıktılı bir modele bakmakta fayda vardır. S . dönemde teknoloji l_1 altında A gözlemi yapılmışken, t döneminde teknoloji l_2 altında B gözlemi yapılmıştır (Cingi ve Tarım, 2001; 10).

$$\text{etkinlik değişimi} = \frac{y_B / y_{B'}}{y_A / y_{A'}} \quad (20)$$

$$\text{teknik değişme} = \left[\frac{y_B / y_{B'}}{y_B / y_{B'}} \times \frac{y_A / y_{A'}}{y_A / y_{A'}} \right]^{1/2} \quad (21)$$

Malmquist TFV endeksinin hesaplanmasında ve yukarıda bahsettiğimiz uzaklık fonksiyonlarının tahminlenmesinde en yaygın kullanılan yöntem veri zarflama analizidir. Örnek verecek olursak herhangi bir i 'inci karar birimi için iki dönem arasındaki Toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ölçmek istiyorsak dört tane uzaklık fonksiyonu hesaplamamız gerekmektedir. Bu dört uzaklık fonksiyonunun hesaplanması dört ayrı doğrusal programlama probleminin çözümüne işaret etmektedir. Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) durumunda gerekli olacak bu dört doğrusal programlama aşağıdaki gibidir (Karahan ve Özgür, 2011; 108).

$$\begin{aligned} \left[d^t(y_t, x_t) \right]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi & \left[d^s(y_s, x_s) \right]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\ \text{st} & & \text{st} & \\ -\phi y_{it} + Y_t \lambda &\geq 0 & -\phi y_{is} + Y_s \lambda &\geq 0 \\ x_{it} - X_t \lambda &\geq 0 & x_{is} - X_s \lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 & \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned}
[d^t(y_s, x_s)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi & [d^s(y_t, x_t)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
st & & st & \\
-\phi y_{is} + Y_t \lambda &\geq 0 & -\phi y_{it} + Y_s \lambda &\geq 0 \\
x_{is} - X_t \lambda &\geq 0 & x_{it} - X_s \lambda &\geq 0 \\
\lambda &\geq 0 & \lambda &\geq 0
\end{aligned}$$

Yukarıda tanımladığımız uzaklık fonksiyonlarının tüm dönemler ve gözlemler için hesaplanırken;

N: Gözlem sayısı

T: Dönem Sayısı göstermek üzere;

N x (3t - 2) tane doğrusal programlama modelinin çözülmesi gerekmektedir.

Tüm yukarıda bahsettiğimiz durumlardan hareketle Toplam Faktör Verimliliği (TFV) endeksi karar birimlerinin üretkenliğini zaman boyutunu da dikkate alarak ölçmektedir. Bu endeksteği değer karar birimi için toplam faktör verimliliğindeki değişme olarak yorumlanmakta ve eğer bu değer 1'den yüksekse toplam faktör verimliliğinde bir artışa 1'den düşük ise bir azalışa işaret etmektedir. Toplam faktör verimliliğinin teknik etkinlikteki değişme ve teknolojideki değişme olarak iki farklı alt bileşeni bulunmaktadır. Bu iki alt bileşen ile toplam faktör verimliliğinin etkileşimi büyük bir önem taşımakta ve uygulama bölümünde de bu duruma sık sık atıfta bulunmaktadır. Bunun dışında ayrıca teknik etkinliğin de iki alt bileşeni bulunmaktadır. Bunlar pür ekonomik etkinlik ve ölçek etkinliğidir. Tüm bu yorumlardan hareketle;

$$TFP = \Delta(\text{Teknik Etkinlik}) \times \Delta(\text{Teknoloji})$$

$$\Delta \text{Teknik Etkinlik} = \Delta(\text{Pür Ekonomik Etkinlik}) \times \Delta(\text{Ölçek Etkinliği})$$

Pür Ekonomik Etkinlik yönetimsel anlamdaki değişimi, ölçek etkinliği ise karar birimlerinin optimal ölçekte çalışıp çalışmadığını göstermektedir. Teknolojideki değişim ise aynı girdi ile çıktı miktarındaki değişimin yönünü göstermektedir (Karahan ve Özgür, 2011; 108). Buradan hareketle öz olarak çıktı birden çok girdi ile ilişkili ise toplam faktör verimliliği olarak adlandırabilmek mümkünken çıktı tek girdi ile ilişkili olduğunda kısmi faktör verimliliği olarak

isimlendirilmektedir (Öncel ve Şimşek, 2011; 89). Bu ilişkilerden hareketle pür ekonomik etkinlik BCC'ye göre etkinlik değişimi tanımı ile teknik etkinliği ise (pür ekonomik etkinliğin ölçek etkinliği ile genişletilmiş bir varyasyonu) CCR etkinlik değişimi tanımı ile bir anlamda uyuşmaktadır

Malmquist toplam faktör verimliliğinin bir diğer özelliği de endeksin panel veri setine uygunluluğudur. Çünkü ancak böyle bir durumda üretkenliğin zaman boyutu ile paralel olarak gelişimini hesaplamak ve alt bileşenlerine inerek nedenlerini saptamak mümkündür (Benli, 2012; 371).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

STOKASTİK SINIR ANALİZİ TEORİSİ

Bu bölümde etkinlik ve verimlilik ölçümünde kullanılan ve parametrik bir yöntem olan Stokastik Sınır Analizinin tanıtımı, teorik alt yapısını tanıtmaya, matematiksel ve ekonometrik varsayımlarının açıklanması ve irdelenmesi amacı bulunmaktadır. Bölümün son kısmında gerçekleştirilen literatür araştırmalarına değinilecek ve dikkat çekici bazı çalışmalar daha detaylı olarak açıklanarak EPDK'dan toplanan verilerin tanıtımı gerçekleştirilecektir.

4.1. Stokastik Sınır Analizi

Keşfi 50 yıldan önceye dayanan Stokastik Sınır Analizi tahmin edilebilen en uygun uygulama sınırı ile karar verici birimin gerçekleştirdiği performansı arasındaki uzaklığın ölçülmesi istenmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Parametrik bir yöntem olan Stokastik Sınır Analizi 1977 yılında Aigner, Lovell, Schmidt tarafından ve daha sonra yine aynı yıl Van Den Broeck ve Mousen tarafından kullanılmıştır (Kök ve Deliktaş 2003; 19).

Stokastik Sınır Analizinin yükselişi diğer bir anlamda Sıradan En Küçük Kareler - SEK (Ordinary Least Squares – OLS) regresyon yönteminin gözden düşmesine borçludur. SEK yönteminde etkinlik ve verimlilik ölçümünde ortalamalar ile çalışıldığından modellerde bilgi yok olması sorunu ortaya çıkmaktaydı. Daha sonra non-parametrik yöntemlerle yapılan çalışmalar sonucunda SEK yönteminin girdi ve çıktı ilişkilendirmesinde doğru tahminlemeyi yapamadığı Levin tarafından ispatlanmıştır. Levin yönteminin eksikliği olarak SEK yönteminin sadece ortalama olarak ilişkileri ortaya koymasını göstermiştir. Yani kısaca SEK yöntemi sadece bulguları var olan ortalama ile kıyaslarken SSA'da etkinsizlik karar biriminin performansı ve en iyi uygulama sınırının performansı arasındaki mesafe olarak gösterilmektedir (Öztürk ve Yıldız, 2016; 4).

Etkinlik ve verimlilik hesaplamada parametrik yöntemlerden biri olan SSA dışında Regresyon analizi, Serbest Dağılım Yaklaşımı ve Kalın Sınır Yaklaşımı gibi diğer yöntemler de bulunmaktadır. Bu ekonometrik yöntemlerden biri olan SSA'nın temel özelliği ise konvansiyonel bir fonksiyonun tahminlenmesi ve her karar biriminin bu fonksiyon tarafından oluşturulan eğriye uzaklığının hesaplanarak etkinlik ya da etkinsizlik tespitinin yapılmasıdır. Ayrıca bu yöntemin en ayırt edici özelliği ise daha önce vurguladığımız VZA yönteminin ölçüm hatalarına karşı olan duyarlılığı problemini ortadan kaldırabilmesidir (Öztürk ve Yıldız, 2016; 5). VZA yönteminde tam etkin karar biriminden geçen etkinlik sınırının referans alınarak etkin olmayan diğer karar birimlerinin bu sınıra uzaklığı etkinsizlik olarak adlandırılmaktaydı. SSA'da ise sadece girdi ve çıktı belirleyerek etkinliği ölçmek mümkün olmamaktadır. SSA'da girdi ve çıktının beraberinde önceden bir üretim fonksiyonu belirlenmektedir. Aslında yöntemin adı bile bize içeriğine dair bir takım ipuçları verebilmektedir. *Frontier* üretim sınırını, *Stochastic* ise hata terimini vurgulamaktadır.

SSA yöntemi ile etkinlik ve verimlilik ölçümünde dikkat edilmesi gereken ve diğer yöntemlerden ayrılan önemli özelliği üretim sürecinde öngörülemeyen rastlantısal durumların da etkisini dikkate alarak etkinlik hakkında yorum yapılabilmesidir. Yani bir nevi içselleştirilmiş bir *Beyaz Gürültü (White Noise)* sürecinden bahsedebilmekteyiz. SSA hatalardan meydana gelebilecek etkinsizliğin olabildiğince minimum düzeye getirilmesini sağlayan bir yöntemdir. SSA'da etki edilebilen ve etki edilemeyen iki farkı hata teriminin varlığından bahsedebilmekteyiz (Avcı ve Çağlar, 2016; 22).

Bu hata terimlerini İktisat ve İşletme terminolojisinde ifade etmek istersek bizzat etkinsizlikten kaynaklanan sınır sapması işletme kontrolündeki etkinsizlik olarak adlandırabilirken ölçüm hatalarından kaynaklanan sınır sapmasını ise işletme kontrolünde olmayan etkinsizlik olarak adlandırabilmek mümkündür (Akalin vd, 2017; 1311).

Şimdi yukarıda bahsettiğimiz durumu bir örnekle açıklamaya çalışalım;

$$\ln Q = \ln A + \alpha \ln L + \beta \ln K \quad (1)$$

Şeklinde bir cobb-douglas üretim fonksiyonunu ele alalım. Böyle bir model doğrusal olmayan bir model olduğundan modeli SEK yöntemi ile tahminlemek olanaksızdır. Modeli hata terimini de içerecek bir hale dönüştürürsek;

$$\ln Q = \alpha_0 \ln A + \alpha_1 \ln L + \alpha_2 \ln K + U_t \quad (2)$$

Şeklinde de ifade edebiliriz. Örneğin teknoloji parametresinin U_t parametresi içinde olduğu aşıkadır. O nedenle teknolojik değişimin sınırı etkileyip etkilemeyeceği U_t değişkeninden gözlenebilmektedir. Bununla birlikte modeli girdilerin karesini alarak *Translog* bir üretim fonksiyonuna dönüştürmekte mümkündür. Hata terimini biraz daha yakından inceleyecek olursak;

$$U_t = V_t + U_t \quad (3)$$

Hata teriminin ayrıştırıldığı yukarıdaki eşitlikte V_t istatistiki hata terimini göstermektedir. Ölçüm hatası olarak adlandırılan bu değişken yanlış veri okumadan, yanlış veri seçiminden ve yanlış üretim fonksiyonu kullanımından oluşan hatayı kapsamaktadır. Yani *gürültü (noisy)* etkisi bulunmaktadır. U_t ise bizzat etkinsizlikten meydana gelen hata terimini ifade etmektedir. Ancak bu durum VZA için geçerli olmamaktadır. VZA yönteminde sapmanın tamamı etkinsizlikten kaynaklanmakta, Stokastik modelde ise istatistiksel hata teriminden kaynaklanmaktadır. İlerleyen bölümlerde SSA'daki hata teriminin daha çok derinine inilecektir.

4.1.1. Stokastik Sınır Analizi Özellikleri

Aigner, Lovell ve Schmidt 1977 yılında çalışmalının başlangıcında bu yöntemde üretim fonksiyonunu iki farklı biçimde tanımlamışlardır. Bunlar deterministik ve stokastik sınır fonksiyonundan oluşmaktadır. Daha sonra Broeck ve Meeusen'in katkılarıyla da yeni bir stokastik üretim fonksiyonu ortaya koymuşlardır. Bu çalışma sonucunda ortaya çıkan stokastik üretim sınırı fonksiyonu;

$$y_i = f(x_i, \beta_i) + v_i - u_i = f(x_i, \beta_i) + \varepsilon_i \quad (1)$$

y_i : i. KVB'nin ürettiği çıktı miktarını gösteren vektörel büyüklük

x_i : i. KVB'nin kullandığı girdilerini gösteren vektörel büyüklük

β_i : Bilinmeyen parametrenin vektörel büyüklüğü

v_i : Bağımsız ve $N(0, \delta_i^2)$ dağılımını gösteren rassal değişken

u_i : Teknik Etkinsizliği gösteren ve daima pozitif olan rassal değişken

Yukarıda gösterilen eşitlikte ifade edildiği üzere ε_i 'nin v_i ve u_i ile ifade edilen iki bağımsız parametreden meydana gelen bir birleşik hata parametresi olduğu kabul edilmektedir. v_i parametresi beyaz gürültü (white noisy) ve üretim fonksiyonunun belirlenmesinde oluşan hataların yanı sıra, x bağımsız değişkeninden kaynaklanan ihmalleri de bünyesinde bulundurmaktadır. u_i parametresinin daima pozitif olma koşulunun yanı sıra v_i parametresi hem pozitif hem de negatif değerler alabilmektedir.

Şimdi SSA yönteminde stokastik üretim sınırı fonksiyonundan yola çıkarak Teknik Etkinliği bulmaya çalışırsak;

$$Y_i = f(x_i, \beta_i) * TE \quad (2)$$

$$TE = y_i / f(x_i, \beta_i) = e^{-u_i} \quad (3)$$

Şeklinde ifade edebiliriz. Eğer KVB tam etkinlik altında üretim yapıyorsa teknik etkinlik “1” olmaktadırken optimal kapasitenin altında bir üretim gerçekleştiriyorsa $KVB < 1$ olmaktadır. Dikkat edilmesi gereken bir başka nokta ise etkinliğin ne şekilde hesaplandığıdır. Eğer etkinlik çalışması çıktı maksimizasyonu (Üretim Maksimizasyonu) ise yukarıdaki bileşik hata terimi hesaplaması geçerlidir ve $\varepsilon_i = v_i - u_i$ şeklindedir. Eğer etkinlik çalışması girdi minimizasyonu (Maliyet Fonksiyonu) ise $\varepsilon_i = v_i + u_i$ eşitliği geçerli olmaktadır (Avcı ve Çağlar, 2016; 20-21).

SSA’da teknik etkinsizliğin incelenmesinde çalışmanın başında kullanılacak üretim fonksiyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Uygulamalarda en çok çalışılan fonksiyonlar ise (Tutulmaz, 2012; 51)

- Doğrusal üretim fonksiyonu (Ağırlıklı regresyon)
- Logaritmik doğrusal üretim fonksiyonu
- Cobb-Douglas üretim fonksiyonu
- Translog üretim fonksiyonu

- CES tipi (Sabit İkame Esnekliğine sahip) üretim fonksiyonu
- Zellner-Revenar genel üretim fonksiyonu

Şeklinde sıralanabilmektedir. Ancak en yoğun olarak çalışmalarda Cobb-Douglas ve Translog üretim fonksiyonları tercih edilmektedir.

İstatistiki hataların varlığını da hesaba kattığından KVB etkinliklerinin hesaplanmasında SSA yöntemi yoğun olarak tercih edilmektedir. Çünkü bu yöntem tüm etkinsizliği teknik etkinsizliğe atfetmemektedir. Ölçüm hatalarının da varlığını hesaba katmaktadır (Demir ve Bilik, 2018; 32). Bununla birlikte yöntem KVB'lerin üretim olanakları eğrisi üzerinde bir diğer deyişle etkin sınırdaki üretim yapamamasında iki problem yer almaktadır. Bu faktörler operasyonel faktörler yani girdi ve çıktı kalitesindeki değişimler ile KVB'nin bizzat etkin çalışmamasıdır (Akan ve Çalmaşur, 2011; 15).

SSA yönteminde özel olarak tanımlanmış Cobb-Douglas üretim fonksiyonu;

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum \beta_j \ln(x_{it}) + v_i - u_i \quad (4)$$

İndisleri açıklayacak olursak;

y_{it} : i. Firma ve t. Zamanda üretimin logaritmik hali

x_{it} : i. Firma ve t. Zamanda girdi miktarının vektörel büyüklüğü

β_j : Parametreler ($i = 1, \dots, n$)

v_i : Rassal hata değişkeni

u_i : Teknik etkinsizlik hata değişkeni

N: Girdi sayısı

Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda yukarıda tanımlanan eşitlikte bulunan hata değişkenlerinin kendine has bazı özellikleri bulunmaktadır. v_i ölçüm hatalarından kaynaklanan bir beyaz gürültüye sahip değişkendir. Bu parametrenin ortalaması sıfır, varyansı sabit, kovaryansı sıfırdır. Yani hatalar arasında ilişki bulunmamaktadır. Aigner, Lovell ve Schmidt de çalışmalarında v_i için σ_v^2 varyansa

sahip özdeş ve bağımsız dağılan normal rassal parametreler olduklarını belirtmişlerdir. Yine aynı bilim adamları aynı değişken yarı normal ve üstel rassal parametreler olarak kabul edilen u_i değişkeni ile de ilişki içinde olmadığını kabul etmişlerdir (Aigner, Lovell, Schmidt, 1977; 20-37).

4.1.2. Hipotez Testleri

Stokastik Sınır Analizi yönteminde teknik etkinsizliği belirlemeye çalışırken en çok kullanılan istatistik *En çok olabilirlik (LR)* istatistiği olmaktadır. LR istatistiğinin oranına bakarak aşağıdaki hipotezler yardımıyla teknik etkinsizliğin olup olmadığına karar verebiliriz.

$H_0 : \lambda = 0$ (Yokluk hipotezi, yani teknik etkinsizlik yoktur.)

$H_1 : \lambda > 0$ (Alternatif hipotez, yani teknik etkinsizlik vardır.)

Bu hipotezleri test etmek amacıyla analiz sonucunda elde edilen LR değeri Kodde-Palm tablo değerinden büyük ise H_0 hipotezi red edilir. Bunun sonucunda da KVB(ler) için modelde teknik etkinsizliğin olduğu sonucuna ulaşılır. Genel olarak bu katsayının değeri de 0.05 anlamlılık düzeyinde yaklaşık 2.706 (o örneklem için) olarak hesaplanmaktadır (Kodde ve Palm, 1986; 1246).

Hipotez testinde bir diğer yöntem olarak Wald istatistiğinin X^2 (Chi-Square) dağılım değeri ile kıyaslanmasıdır. Bu yöntemde de eğer Wald X^2 parametresi için bulunan olasılık değeri X^2 'den büyük ise yine H_0 hipotezi red edilecek ve yine KVB(ler) için modelde teknik etkinsizliğin olduğu sonucuna ulaşılabacaktır (Kurtlar ve Salamov, 2018; 62).

4.1.3. Stokastik Sınır Analizi Tarihi ve Kronolojisi

Farrell 1957 yılında doğrusal programlama yöntemi ile parametrik olmayan yöntemler ile teknik etkinliğin ölçümünde çığır açan çalışmalarla daha sonra ortaya çıkacak parametrik yöntemlere de öncülük etmiştir. Farrell'in bu çalışmasından sonra 1968 yılında Aigner ve Chu teknik etkinliği parametrik yöntem kapsamında $Y = f(x).e^{-u}$ gibi bir fonksiyonla kısıtlamışlardır.

Aigner ve Chu'nun parametrik bir fonksiyon olarak teknik etkinliği ölçmesinden sonra, 1972'de Afriat ve 1974'de Richmond üretim fonksiyon sınırını y_f

= $f(x)$ şeklinde deterministik (belirlenebilir) bir hale getirerek doğrusal programlama ile sınıma çalışmışlardır. Daha sonra 1971 yılında Timmer ve 1974 yılında Dugger matematiksel bir yöntem olan doğrusal programlama yanına ek olarak istatistiksel nitelikleri çalışmalarına ekleyerek *olasılıklı sınır (probabilistic frontier)* çalışmalarında ilk kez yer almıştır. 1976 yılına gelindiğinde ise Schmidt ilk kez hata terimini çalışmasına ekleyerek SSA analizinin dönüm noktasını başlatmıştır.

SSA terminolojisindeki asıl sıçramayı yaşatanlar ise stokastik sınır fonksiyonunun varlığını keşfederek ve bunu maksimum olabilirlik (maximum likelihood) yöntemi ile içsel hale getirerek ilk ekonometrik tahminlemeyi yapan Aigner, Lovell ve Schmidt olmuştur. Bu süreçten sonra yapılan çalışmalar ise SSA yöntemi için bir yama özelliği taşımış ve modelin sürekli değişimi ve gelişmesine katkı sağlamıştır. Bunlardan bazıları ise; aynı yıl Battese ve Cora'nın literatüre kazandırdığı γ parametresidir. Bu parametre yardımı ile üretim sınırı fonksiyonundan olan sapmaların ne kadarlık kısmının teknik etkinsizlikten kaynaklandığının hesaplanmasının önü açılmıştır. Yıl 1982 olduğunda ise Jondrow, Materov, Lovell ve Schmidt maksimum olabilirlik tahmini sonuçlarını kullanarak KVB'ler için teknik etkinlik değerini hesaplamışlardır. Bu zamana kadar yatay kesit nitelikli veriler ile yapılan çalışma 1984 yılından sonra Battese, Coelli, Schmidt ve Sickles ardından Kumbhakar ile ekonometrik tahminler artık panel veri seti ile de yapılmaya başlanmıştır (Tutulmaz, 2012; 120).

Tüm bunları bir yana bırakırsak SSA'daki teknik etkinsizliğin ölçümünün literatürde en iyi açıklaması 1981'de Kalirajan, Pitt ve Lee ile başlamıştır. Üç bilim insanı makalelerinde teknik etkinsizliğin hesaplanabilmesi için iki aşamalı bir yaklaşım önermişlerdir. İlk aşamada SSA üretim sınırı fonksiyonu belirlenip akabinde de etkinsizlikten kaynaklanan etkilerin özdeş dağıldığı varsayılarak etkinsizliğin niçin meydana geldiği ve altında yatan sebepler tahminlenir. İkinci aşamada ise teknik etkinsizliğe neden olan faktörler regresyon denklemi ile tahminlenmektedir. Bu aşamadaki önemli olan varsayım ise hata teriminin normal dağıldığının belirtilmesidir. Daha sonra Pitt ve Lee KVB'lerin etkinlik durumlarının kendi operasyonel ve yönetsel özelliklerinden ötürü değişeceğini ve etkinsizlik

sebeplerinin altında yatan faktörlerin farklı nedenlerden meydana geldiğini de sabit ancak farklı katsayılar ile açıklamaktadır (Taşdoğan, 2014; 11).

4.1.4. Stokastik Sınır Analizinin Özellikleri ve Veri Zarflama Analizi ile Kıyaslanması

SSA yöntemi üretimde meydana gelen hataların ekonometrik modellerle tahmin edilmesini sağlamaya çalışmaktadır. Burada temel amaç teknik etkinsizlikten kaynaklanacak tüm hataların minimize edilmesidir. Bununla birlikte SSA yöntemi analize başlamadan önce teorik çerçevesi belirlenmiş bir üretim fonksiyonuna oturtulması gerekmektedir (Avcı ve Çağlar, 2016; 20).

VZA yönteminin avantajlarından olan çoklu girdi ve çıktılara eş zamanlı uygulanabilmesi özelliğine rağmen aynı yöntemin sahip olduğu değişken seçimi ve verisel hatalara karşı olan kırılabilirliği problemi SSA yöntemi aracılığı ile ortadan kaldırılabilmektedir (Çalmaşur, 2011; 17). SSA yönteminin en büyük avantajı olan istatistiksel hataları etkinsizlikten kaynaklanan hatalardan ayırabilmesi hususu yöntemi VZA karşısında güçlü kılmaktadır. Ayrıca yöntemin büyük örneklerle çalışırken serbestlik sorununu absorbe etmesi yine kendisini güçlü kılan ana etmenlerdendir (Turgutlu vd, 2007; 92). Ölçüm hatalarını da hesaba katan bu yaklaşımda hatalar gelişigüzel (random) bir nitelik göstermektedir. Bu hatalar aynı zamanda çalışmaya etki eden şoklar olarak da adlandırılmaktadır (Kınacı, Najjari ve Alp, 2015; 169).

Yukarıda sayılan avantajlarına rağmen yöntemin ölçüm hatalarına oldukça duyarlı olması SSA'yı kullanılması ve yorumlanması güç hale de getirebilmektedir. Örnek verirsek ekonomik kriz yıllarında ele alınacak firmaların etkinlik ölçümlerinde firma verileri oldukça dikkatli seçilmelidir. Çünkü böyle bir veri setinde muhtemelen değişkenler üzerindeki çok sayıda şok bulunacak akabinde ölçüm hatalarına sebep olacak ve politika önerilerinin ve iyileştirmelerin gerçek dışı olması problemini beraberinde getirecektir. VZA ise ölçüm hatalarını içselleştirmediğinden çalışmada bu nedenden kaynaklı bir problem meydana gelmeyecektir. SSA ile teknik etkinlik çalışmalarında çok ürünün bulunduğu endüstrilerde çeşitli ve farklı çıktılarının tek sonuç ölçüğüne dönüştürülmesi gerekliliği önemli veri ve bilgi kayıplarına neden olmaktadır (Lovell ve Kumbhakar, 2000; 10). Bu bahsedilen durum da yine SSA'nın olumsuz özelliklerinden sayılmaktadır.

SSA'nın çalışmanın başından getirdiği güçlü ve yoğun kısıtlar gerektirmesi gibi bir durum VZA söz konusu değildir. VZA'da az olan kısıt miktarı çalışmayı daha hızlı sonlandırmasına olanak sağlarken daha sağlamacı ve kısıtlayıcı yöntem olan SSA'da ise sonuçlara ulaşmak ve önerme yapabilmek daha çok zaman alacaktır. SSA'nın bu özelliği de Neoklasik yapıya olan uygunluğundan ileri gelmektedir (Katharakis ve Katostaras, 2012; 2).

4.1.5. Stokastik Sınır Analizinde Kullanılan Bazı Özel Üretim Fonksiyonları

Bu bölümde SSA'da kullanılan üretim fonksiyonlarından olan Cobb-Douglas ve Translog üretim fonksiyonları ve özelliklerine değinelecektir.

4.1.5.1. Cobb-Douglas (C-D) Üretim Fonksiyonu

Ekonometri, İktisat ve İşletme alanlarında yoğun olarak tercih edilen Cobb-Douglas üretim fonksiyonu Neoklasik iktisadi akımın temsilcilerinden olan bilim insanları Cobb ve Douglas tarafından oluşturulmuştur. Üretim fonksiyonunun genelleştirilmiş formu;

$$Q = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (1)$$

Olarak ifade edilebilmektedir. Üretim fonksiyonunda yer alan A indisi bir boyut parametresi olup, bazı durumlarda teknoloji ya da etkinlik katsayısı olarakta nitelendirilebilmektedir. Bunun yanı sıra α indisi sermayenin β 'da emeğin marjinal esnekliğini ifade etmektedir. Üretim fonksiyonunun bazı temel özelliklerine göz atacak olursak (Işık ve Acar, 2005; 95);

- 1) Cobb-Douglas üretim fonksiyonu $\alpha + \beta$ dereceden homojendir. Yani fonksiyonda sermaye ve emek girdileri k gibi bir sabit sayı ile çarpılırsa fonksiyon değeri de k^f gibi bir oranda artacaktır.
- 2) Çiftsel Logaritmik bir eşitlik olan Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda esnekliklerini veren α ve β değişkenleri aynı zamanda fonksiyon için ölçeğe göre getiri kavramını da belirtmektedir. Örneğin $\alpha + \beta = 1$ ise ölçeğe göre sabit getiri, $\alpha + \beta < 1$ ise ölçeğe göre azalan getiri ve $\alpha + \beta > 1$ ise ölçeğe göre artan getiri durumu söz konusudur. Bu üretim fonksiyonunun yine tüm fazlarında ölçeğe göre getiri durumu aynıdır, değişmemektedir.

3) İkame esnekliği bu üretim fonksiyonunda dikkati çeken bir başka özelliktir. İkame esnekliği, faktör bileşimindeki oransal değişimin, faktörlerin marjinal ürünleri arasındaki oransal değişime oranı olarak ifade edilmektedir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu için ikame esnekliği 1'e eşittir. Bu durumu matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edebiliriz.

$$\Sigma \sigma = [d \ln (K/L)] / [d \ln (MP_L/MP_K)] \quad (2)$$

$$MRTS_{K,L} = MP_L/MP_K = - \Delta K / \Delta L = - P_L/P_K \quad (3)$$

$$\Sigma \sigma = [d \ln (K/L)] / [d \ln (K/L)] = 1 \quad (4)$$

Ya da;

$$e_{L/K} = \frac{\Delta (\frac{L}{K})}{\Delta (MP_L/MP_K)} = \frac{\Delta (\frac{L}{K})}{MRTS_{L/K}} = \frac{\partial (\frac{L}{K})}{\partial (\frac{Q}{L}) / \partial (\frac{Q}{K})} = \frac{\partial L}{\partial K} \cdot \frac{\partial Q / \partial K}{\partial Q / \partial L} = \frac{\partial L / \partial K}{\partial L / \partial K} = 1 \quad (5)$$

MRTS = Marjinal Teknik İkame Oranı

Q = Toplam Üretim

L = Emek faktörü miktarı

K = Sermaye faktörü miktarı

MP_L = Emegin Marjinal Ürünü

MP_K = Sermayenin Marjinal Ürünü

4) Eş ürün eğrileri negatif eğimli ve dışbükeylerdir.

4.1.5.2. Translog Üretim Fonksiyonu

Bu üretim fonksiyonu Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun geliştirilmiş bir çeşididir. 1973 yılında D.Jorgenson, L.Christensen ve L.Lau tarafından Cobb-Douglas üretim fonksiyonu baz alınarak oluşturulmuştur. Bu üretim fonksiyonunun cebirsel özelliğine bir göze atarsak (Işık ve Acar, 2005);

Örnek olarak Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu;

$\ln Q = \ln L + \ln K$ olarak ele alırsak

Translog üretim fonksiyonunu aşağıdaki gibi ifade edebiliriz.

$\ln Q = \ln L + \ln K + \ln L^2 + \ln L \cdot \ln K + \ln K^2$ şeklinde gösterebiliriz. Yani Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna eklenen logaritmik kareler ve iki değişkenin etkileşim parametresini bu fonksiyonda görebilmemiz mümkündür. Kısacası Translog üretim fonksiyonu değişkenlerin doğrusal olmayan kısımlarını da göz önünde bulundurması yani eğrisel kısımlı verileri de dikkate alması nedeniyle bu üretim fonksiyonuna daha genelleştirilmiş bir fonksiyon olarak karşımıza çıkmaktadır. Tam olarak da bu nedenden ötürü bu fonksiyon Cobb-Douglasa göre daha esnek bir nitelikte çalışmalarda yer almaktadır. Translog üretim fonksiyonunun genel formu (Intriligator, 1996; 198);

$$Q = AK^\alpha L^\beta e^{\alpha'K + \beta'L} \quad A > 0, \alpha' + \beta' \leq 0 \quad (1)$$

Olarak ifade edebiliriz. Daha sonra eşitliğin her iki tarafının da logaritması alınırsa;

$$\text{Log}Q = a + \alpha \log K + \beta \log L + \gamma \log K \log L + u \quad (2)$$

Bu Translog üretim fonksiyonunun genelleştirilmiş halinde γ parametresinin varlığını yok sayarsak. Bu fonksiyon bildiğimiz Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna dönüşecektir. Bu fonksiyonda γ parametresi daha önce de gösterdiğimiz üzere iki üretim faktörünün etkileşim parametresi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu farklılığın dışında ikame esnekliği 1 olan Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun aksine bu fonksiyonun ikame esnekliği sabit değildir (Parasız, 1997; 21). Bir diğer yandan özellikle VZA'da karşılaştığımız Serbestlik derecesi problemi Translog üretim fonksiyonunda da karşımıza çıkmaktadır. KVB sayısı sabitken, girdi ve çıktı sayısında yapılan artış sonucu KVB'lerin birdenbire etkin çıkması sonucu Serbestlik derecesi problemi ile karşılaşılacaktır. O nedenle Translog Üretim Fonksiyonunun bu dezavantajı KVB sayısının Translog üretim fonksiyonu ile çalışılırken artırılması ile elimine edilebilmektedir (Demirci, 2018; 60-61).

4.1.6. Stokastik Sınır Analizinde Cebirsel ve Ekonometrik Yaklaşımlar

1977 yılında Aigner Schmidt Lovell tarafından ilk kez ortaya konan SSA yaklaşımı için teknik etkinlik ölçümü için tanımlanan bazı eşitlikler aşağıdaki gibidir.

Üretim Sınırı Fonksiyonu;

$$Y_f = e^{X_i\beta} \cdot e^{v_i} \quad (1)$$

Eşitliği aynı zamanda KVB'ler için potansiyel üretimi ifade etmektedir. Fiili üretim fonksiyonu ise;

$$Y = e^{X_i\beta} \cdot e^{(V_i - U_i)} \quad (2)$$

Teknik Etkinlik = (Fiili Üretim) / (Potansiyel Üretim) = $(e^{X_i\beta} \cdot e^{(V_i - U_i)}) / (e^{X_i\beta} \cdot e^{V_i})$
eşitliğinden Teknik Etkinlik = e^{-U_i} elde edilecektir.

1992 yılında Battesi ve Coelli SSA yöntemini panel veri kullanımına uygun hale getirmiştir.

$$Y_{it} = X_{it} \cdot \beta + (V_{it} - U_{it}) \quad (3)$$

$i = 1, 2, \dots, N$ ve $t = 1, 2, \dots, T$

$$V_{it} \sim N(0, \sigma_v)$$

Yukarıda da görüldüğü gibi rassal hata teriminin Varyansı sabit ve Ortalaması sıfır olduğu anlaşılabilmektedir. Bununla birlikte daha önce de bahsettiğimiz gibi SSA terminolojisinde ayrıştırılan hata terimleri V_{it} ve U_{it} birbirinden bağımsız durumdadır.

$$U_{it} = (U_i \exp(\eta(t - T)))$$

Teknik etkinsizlikten kaynaklanan U_{it} rassal değişkeni U_i rassal değişkeninin bir fonksiyonu durumundadır.

U_i rassal değişkeni ise $N(\mu, \sigma_u)$ durumundadır.

Yani etkinlikten kaynaklanan hata teriminin ortalaması ve varyansı sabit durumdadır. Yukarıda bahsedilen son modelde indisler hem zamansal hem de kesitsel parametrelere sahip olduğundan panel veri setleri ile çalışmak daha anlamlı sonuçlar ortaya koyacaktır. 1992'de Battese ve Coelli tarafından panel veri setlerine uygun hale getirilen SSA yöntemine eklenen kısıtlar modelin farklı varyasyonlarını da ortaya koymaktadır.

Eğer $T=1$ ve $\mu=0$ ise Aigner Schmidt ve Lovell'in 1977'de ortaya koyduğu ilk model elde edilecektir. $\mu=0$ ve dengeli panel veri kullanılıyorsa model Pitt ve

Lee'nin 1981'de tanımladıkları eşitlik elde edilecektir. Eğer modeli panel veriye uygun olmayan bir duruma getirmek istiyorsak $\eta=0$ kısıtı eklememiz yeterlidir.

1995 yılına gelindiğinde ise Battese ve Coelli modern anlamdaki SSA modelini tanıtmışlardır.

$$Y_{it} = X_{it}\beta + (V_{it} - U_{it})$$

$$i = 1, 2, \dots, N \text{ ve } t = 1, 2, \dots, T$$

$$V_{it} \sim N(0, \sigma_v)$$

U_{it} bu modelde de V_{it} 'den bağımsız ancak $N(m_{it}, \sigma_u)$ durumundadır. Bununla birlikte $m_{it} = Z_{it}\delta$ durumundadır. Z_{it} indisi burada teknik etkinsizlikten oluşan hata terimini etkileyen diğer değişkenleri içeren bir matristir. δ indisi ise etkinsizlikten oluşan hata terimini etkileyen diğer değişkenleri içeren matris ile uyumlu tahminlenecek parametreleri içeren bir vektördür. Bunun yanı sıra $\eta=0$ ise modelde teknolojik değişimin (büyüme) içsel hale gelmesi anlamına gelirken $\eta \neq 0$ durumu ise modelde teknolojik değişimin yer almaması anlamına gelmektedir

Temelde modeldeki değişkenleri kısaca açıklayarak cebirsel indislerin niteliklerini de gösterebiliriz. 1992 yılında ortaya atılan model ile artık panel veri kullanımı için uygun hale getirilmiş olan yöntemin eşitliğini oluşturan parametreleri artık açıklayabiliriz. Üretim fonksiyonunda yer alan V_i indisi aslında regresyon analizinde karşımıza çıkan tüm diğer rassal değişkenlerin etkisinin gözlemlendiği klasik bir hata terimidir. Bu değişken duruma göre negatif ya da pozitif değerler alabilmektedir. U_i ise negatif değer almayan özel bir hata terimidir. Bu parametrenin pozitif bir değer alması üretimin potansiyel miktarının altında olduğuna işaret etmektedir. Yani böyle bir durum KVB için bir etkinsizliğe işaret etmektedir. Bununla birlikte biz bu özel hata terimini modelden çıkardığımızda bu modeli EKK ile tahminleyebilme yetisine sahipken deterministik bir modelin varlığından bahsedebilirken klasik hata teriminin yanına eklenen özel hata terimi modeli stokastik hale getirmekte ve EKK ile tahminleme yapabilme yetisini ortadan kaldırmaktadır. Böyle bir durumda Max Likelihood tahmincileri kullanılmaktadır (Şahin, 2002; 4-6).

4.1.7. Diğer Konular; Uygun Veri Seti Sorunsalı ve Parametrelerde (Girdi-Çıktı) Negatiflik

SSA yönteminde tahminleme yaparken yatay kesit verilerinin kuadratik ve doğrusal matematiksel yöntemlerle hesaplarırken KVB'lerin denetimi dışında meydana gelen ve üretim esnasında meydana gelen rassal durumların model içinde anlamlı bir şekilde var olmasını engellemektedir. Bu nedenle birkaç bağımsız parametreyi çalışmaya alarak çıktı maksimizasyonunu sağlamaya çalışmak KVB etkinlik değerlerinin gerçekçi bir sonuç almasını engellemektedir. Yani az miktarda bulunan bağımsız değişken ile rassal şokların (tipik regresyon hata teriminin) etkisini gözden kaçırabilmekteyiz. Ancak SSA yönteminde üretim fonksiyonunu tahminlerken panel veri setinin kullanımı, yatay kesit analizine oranla daha fazla sayıda veri bulundurmasından dolayı rassal şokların etkisi modelde var olmakta ve KVB'lerin etkinlik değerlerinin daha çok gerçeği yansıtmalarını sağlamaktadır. Bunun yanı sıra panel veri kullanarak SSA modellerinde KVB etkinliklerinin hesaplanmasında rassal şoklardan etkisizlikten kaynaklanan etkileri ayrıştırarak serbestlik derecesinin artmasını sağlamakta bunun sonucu olarakta etkinlik değerlerinin daha gerçekçi sonuçlar vermesini sağlamaktadır (Taşdoğan, 2014; 10)

SSA yönteminde üretim fonksiyonları ile çalışırken bir diğer problem ise girdi ve çıktıların negatif olabilme durumudur. Hem Cobb-Douglas hem de Translog üretim fonksiyonlarında negatif parametreler ile çalışmak olanaksızdır. O nedenle bu parametrelerin pozitif hale getirilmesi gerekmektedir. Örnek verirsek Bilanço ya da Gelir Tablosundan çekilebilen değerlerin bazıları pekala negatif olabilmektedir. Böyle bir durumda değerler içindeki en küçük negatif değerın mutlak değerinin bir fazlasının alınması tüm değerleri minimum 1 değeri alacağından üretim fonksiyonlarında kullanılabilir hale dönüşebilmektedir. Ancak parametrelerin pozitif hale geldiğinde teknik etkinlik değerlerinin anlamlı sonuçlar vermesine dikkat edilmelidir. Eğer parametrelerin bu şekilde pozitif hale getirilmesi anlamlı bir sonuç vermiyorsa alternatif bir yöntem olarak her KVB'ye sabit bir değer eklenmesi yerine ölçüğü ile alakalı oransal bir değerin eklenmesi uygulanabilmektedir (Avcı ve Çağlar, 2016; 10-20).

4.2. SFA ve İktisat Bilimi İlişkisi

İktisat terminolojisinin en temel savlarından biri olan kıt kaynakları sınırsız ihtiyaçları gidermek için kullanmak anlayışı SFA modeli içerisinde de yer almaktadır. Ancak VZA'dan farkla bu kıt kaynakların neden sınırsız ihtiyaçları gideremediğini daha çeşitli sebeplere ayıştırmaktadır.

Ele alınacak bir ülke, firma, tüketici, finansal enstrüman diğer bir deyişle girdi ve çıktıları olan KVB'lerin iktisadi anlamda etkinliğinin tamamlayıcısı olan teknik etkinlik ve teknolojiye yükselme meydana geldiğinde girdi o kadar optimal ve dengeli kullanılmış olup çıktı maksimize edilir ve bu sürecin sürdürülebilirliği de makro anlamda iktisadi büyüme, kalkınma ve refaha katkı sağlar. Kısaca mikro iktisadi faktör olan karar vericiler makro anlamda ülke ekonomisini etkilemektedir.

SFA yöntemi de bu mikro karar vericilerin girdilerini minimum çıktıları ise maksimum yapamama durumlarının altında yatan en temel iki faktörü bize göstermektedir. Bunlar belli bir zaman aralığı içinde üretim yapısındaki teknik etkinsizlik, girdideki esneklik ve teknolojiye değişimlerden kaynaklı olan iktisadi birimlerin sorunu ve ölçüm hatalarının muhtemel etkilerinden kaynaklı olan araştırmacı sorunudur. Araştırmacı bu ölçüm hata riskini ne kadar azaltırsa elde ettiği sonuçlar makro anlamda o kadar yol gösterici olacaktır (Kök ve Yeşilyurt, 2000; 1-2).

4.3. Ampirik Literatür Taraması

Dağıtım şirketlerinin etkinliklerinin ölçümü ile ilgili çalışmalar daha çok Elektrik ve su dağıtım sektöründe gerçekleşmiş son yıllarda doğalgaz dağıtım sektöründe de benzer çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Özellikle enerji sektöründe dışa bağımlı (net enerji ithalatçısı) olan ülkelerde bu çalışmalar doğalgaz dağıtım sektörüne daha çok uygulanmaya başlanmış ve bu şekilde ülkelere hem kendi içlerinde firmaların daha optimum faaliyette çalışmasını sağlayacak politika önerileri sunulmuş hem de enerji ithalatının azaltılması için yol gösterici olmuştur. Tablo 3-1'de yapılan çalışmaların kimlerce yapıldığı, çalışmanın uygulama alanı ve karar birimi sayısı ile elde edilen bazı sonuçlar yer almaktadır.

Tablo 4-1: Literatür Araştırması

Çalışma	Ülke	KVB	Temel Sonuçlar
Hollas ve diğerleri (2002)	ABD	33	Uygulanan Federal Politika ve regülasyon ölçek ekonomilerini azaltmaktadır.
Carrington ve diğerleri (2002)	Avustralya	24	Benchmark sonucu teknik etkinlikler; %73 (CRS), %82 (VRS)
Marques ve diğerleri (2013)	Portekiz	11	Çoğu karar birimi ölçeğe göre artan getiride çalışıyor.
Storto (2014)	İtalya	32	CRS'de 7 ve VRS'de 16 karar birimi etkin.
Erbetta ve Rappuoli (2003)	İtalya	46	Kategorisel girdi kullanımı modelin teknik etkinliğini artırmıştır
Kim ve Lee (1995)	Güney Kore	25	Neredeyse tüm karar birimleri ölçeğe göre artan getiride faaliyette.
Žorić ve diğerleri (2009)	Slovenya	42	Sloven gaz dağıtım şirketleri Birleşik Krallık ve Hollanda'dakilerden daha az etkindir.
Haney ve Pollitt (2009)	Uluslararası	40 (Ülke)	Uygulanan benchmark tekniği doğalgaz sektöründe düşükken elektrik sektöründe yüksek çıkmıştır.
Yanes, Etechells, Lenton, O'Donnel	Avustralya	66	Avustralya gaz dağıtım firmaları Amerika firmaları ile benchmark edilmek istenmiş. Sonuç olarak iki ülke firmalarının etkinlik skorları yakınsamıştır.
Hawdon (2003)	Uluslararası	33 (Ülke)	Sadece sekiz ülke teknik etkinliği sağlayabilmiştir.

Burada yukarıda özet şeklinde verilen tablodaki çalışmalarının bazılarını hakkında daha detaylı bilgi vermek faydalı olacaktır. Marques, Almeida, Cunha, Paço, Rocha ve Trindadenin yaptığı çalışmada frontier metodu ile 2008-2009 yılları

arasında farklı coğrafyada faaliyet gösteren 11 Portekiz doğalgaz dağıtım şirketlerinin ölçeğe göre değişken getiride etkinlikleri ölçülmüştür. Çalışmada tüketici sayısı, gaz dağıtım miktarı ve network uzunluğu çıktı olarak seçilirken fiyat tabanı düzenlemesi olan OPEX değişkeni girdi olarak seçilmiştir. Yani uygulanan regülasyonun çıktı üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Çalışmadaki karar birimleri arasında boyutsal farklılıklar bulunduğundan çalışma VRS-DEA baz alınarak yapılmıştır. Oluşturulan dört farklı modele göre etkinlikler fazlaca değişirken genel olarak neredeyse tüm karar optimum ölçeğin altında çalışıyor olarak bulunmuştur ki bu da sektörün henüz doyumluğa erişmediğine işaret olarak gösterilmektedir (Marques vd, 2011; 17-25).

Bir başka çalışmada ise İtalya'da faaliyet gösteren 32 firmanın etkinlikleri ölçülmektedir. Storto çalışmasında çalışan maliyetleri ve indirekt faaliyet maliyetlerini girdi olarak seçerken, ağ uzunluğu, belediye sayısı, tüketici sayısı, doğalgaz hacmi ve mali devir hızı çıktı olarak belirlemiştir. Tanımlayıcı istatistik sonuçlarına göre CRS yerine VRS metodunun kullanılmasını daha uygun bulunmuş ve bunun sonucunda da İtalya'daki doğalgaz dağıtım şirketlerinin geniş ölçekli olmasının etkinsizliğe neden olduğunu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada firmaların çoğunun (20 karar biriminin) ölçeğe göre azalan ölçekte çalıştığı tespit edilmiştir (Storto, 2014; 1972-1978)

Yine İtalya'daki doğalgaz dağıtım şirketleri üzerinde yapılan bir başka araştırmaya göre; İtalya'da faaliyet gösteren doğalgaz dağıtım şirketlerinin etkinlikleri ölçülmüş. Firmaların büyüklüklerinin birbirinden çok farklı olduğuna ve sektörün daha çok monopolleştiği sonuçlarına varılmıştır. Böyle bir faktördeki büyüklük farklılaşması neticesinde BCC yönteminin daha çok tercih edilesi olduğunu da göstermektedir. Çalışmada ortalama faaliyet ve sermaye harcamaları yani maliyetler girdi olarak kullanılırken çıktılar ise abone sayısı, paylaşılan hacim ve hat uzunluğu olarak seçilmiştir (Erbetta ve Rappuoli; 2003; 2-19).

Slovenya'da Zorić, Hrovatin ve Scarsi tarafından yapılan bir başka çalışmada ise Sloven gaz dağıtım şirketleri ile Birleşik Krallık ve Hollanda'daki gaz dağıtım şirketleri arasında etkinlik kıyaslamaları yapılmıştır. 42 karar birimini kapsayan çalışmada girdi ve çıktılar aralarında değişmekle birlikte faaliyet harcamaları, abone

sayısı, satış miktarı, maksimum talep ve ağ uzunluğu değişkenleri kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada doğalgaz dağıtım firmalarının etkinliklerini ölçerken kullanılabilir kılavuz niteliği taşıyan girdi ve çıktı değişkenleri gösterilmiştir.

Tablo 4-2: Sıklıkla Kullanılan Değişkenler

Değişkenler		
Girdi	Çıktı	Ek/Çevresel değişken
Çalışan sayısı	Abone sayısı (Konut)	Ağ uzunluğu
Hat uzunluğu (km)	Toplam Paylaşılan Hacim (m ³)	Hizmet alanı
Taşıma kapasitesi	Konut satış hacmi (m ³)	Maksimum talep
Faaliyet harcamaları	Yerleşik olmayan satış hacmi (m ³)	Taşıma kapasitesi
Toplam harcamalar	Hizmet alanı (km ²)	Konut satış hacmi
Kontrol edilebilir faaliyet harcamaları	Maksimum talep	Yerleşik olmayan satış hacmi
	Ağ uzunluğu	Konut satış hacmi payları
		Km ² 'ye düşen abone
		Ağ uzunluğu karması
		Abone karması
		Dağıtım kayıpları
		Kişi başına düşen gelir

Kaynak: Zorić vd , 2009; 120

Yapılan bu analizler sonucunda Sloven doğalgaz dağıtım şirketlerinin Birleşik Krallık ve Hollanda'daki dağıtım şirketlerine göre verimlilikleri düşük bulunmuştur. Bu durumun arkasında yatan gerekçe Sloven doğalgaz endüstrisindeki düzensizliklerdir. Birleşik Krallıkta faaliyet gösteren dağıtım şirketleri ölçeğe göre azalan getiride çalışırken, Hollanda'dakiler optimal ölçeğe yakın çalışmakta olmasına rağmen Slovenya'daki türdeşlerin ölçeğe göre artan getiride çalışmakta olduğu tespit edilmiştir. Ve ayrıca Sloven şirketlerin etkinliği de diğer iki ülkedekilere oranla oldukça düşüktür. Uygulanan bazı fiyat düzenlemeleri (fiyat tavanı) tarafından bu etkinsizliğin düşürülmeye çalışıldığı da çalışmada belirtilmiştir (Zorić vd, 2009; 113-123).

4.4. Uygulama Verileri

Kendi çalışmamızın başında toplanan verilerden bazı firmaların 2013 yıllarına göre bazı veriler toplanamadığı için bu firmalar çalışma dışı bırakılmak durumunda kalmıştır. Yapılan ayıklamalar sonucu olarak hedeflenen verilere 2013-2016 yılları arasında ulaşılan 63 adet doğal gaz dağıtım firmasının verileri çalışmaya dâhil edilmiştir. Daha sonra verileri değişim yönünden daha iyi ifade edebilmek için tümünün logaritması alınmıştır. Tüm değişkenler logaritmik olarak ifade edilmektedir.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu yıllık Doğal gaz piyasası raporlarından elde edilen bir çok veri arasından üçer girdi ve tek çıktı baz alınarak doğal gaz dağıtım firmalarının etkinlik ve verimlilik analizi önce Veri Zarflama Analizi yöntemi adı altında önce ölçeğe göre sabit getirili model olan CCR, daha sonra da ölçeğe göre değişken getirili model olan BCC kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra VZA yöntemine göre firmaların farklı fazlardaki nitelik değişimleri sonucu Malmquist Toplam Faktör Verimliliği değerlerine ulaşılmıştır. Çalışmanın altıncı bölümünde ise aynı değişkenler bu kez Stokastik Sınır Analizi yöntemi adı altında önce Cobb-Douglas üretim fonksiyonu bazında ardından daha kompleks ve esnek yapıdaki üretim fonksiyonu olan Translog üretim fonksiyonu ile test edilmiştir. Çalışmamızda kullanılan girdi ve çıktı parametreleri Tablo 4-2 referans olarak oluşturulmuştur. Çalışmanın değişkenleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 4-3: Uygulama Değişkenleri

Girdi	Çıktı
Kadrolu personel sayısı	Konut abone sayısı
Polietilen boru hattı uzunluğu (m)	
Çelik boru hattı uzunluğu (m)	

Ek Tablo 1’de EPDK sitesindeki yıllara göre sıralanmış faaliyet raporundan toplanan veriler gösterilmektedir.

4.4.1. Girdiler

4.4.1.1. Kadrolu Personel Sayısı

EPDK verilerinden 2013-2016 yılları arasında derlenen veriler sonucu elde edilen kadrolu personel sayısı kişi (birey) bazında ifade edilen bir değişkendir. Çalışmaya personel sayısı değişkeni alınırken Mütahhit elemanı ve taşeron fima işçi sayısı arızilik teşkil edebileceğinden ötürü çalışma dışı bırakılmıştır.

4.4.1.2. Polietilen Boru Hattı Uzunluğu

Ülkemizin bulunduğu coğrafik konumundan ötürü deprem kuşağında oluşu hat için polietilen boru tipi daha uygundur. Darbelere dayanıklı ve esneme payı yüksek olan bu madde aynı zamanda deniz altı döşemeye uygun oluşu, kimyasal tepkimelere dayanıklı, suyun kalitesini bozmayışı ve ultraviyole ışınlarla olan dayanıklılığından ötürü örneklemedeki yaklaşık tüm firmalarca çelik boru tipine göre daha çok tercih edilmiştir. Yine EPDK verilerinden 2013-2016 yılları arası için derlenen verilerde değişken metre cinsinden ifade edilmektedir. Herhangi bir derneşikleştirme ve ayrıştırmaya gerek kalmaksızın firma bazında elde edilen veriler kullanılmıştır.

4.4.1.3. Çelik Boru Hattı Uzunluğu

Örneklemedeki firmalarca Polietilen boru hattına kıyasla genel olarak daha az tercih edildiğinden metresel uzunluk miktarı toplamda daha az olan girdi parametresidir. İnisyel maliyetlerinin yüksek oluşu, ekstra özel koruyucu kaplama önlemleri gerektirmesi gibi dezavantajlarının yanı sıra, hafif ve yüksek dayanımlı gibi özelliklere de sahiptir (Karadoğan, 2010, 6). Bu verinin de çalışmaya alımında herhangi bir derneşikleştirme ve ayrıştırma işlemi yapılmamıştır. Polietilen boru hattı gibi uzunluğu metre cinsinden ifade edilen bir parametredir.

4.4.2. Çıktılar

4.4.2.1. Konut Abone Sayısı

Çalışmamızın tek çıktısı olan konut abone sayısı olan değişkenin birtakım derneşikleştirme işlemine tabii tutulması gerekmiştir. Bu değişken için önemli nokta aynı doğal gaz dağıtım şirketinin birden çok şehirde faaliyet göstermesinden dolayı raporda şehirler bazında açıklanan konut abone sayısı derneşik hale getirilerek tek bir firma olarak ifade edilmiş ve çalışmaya bu şekilde dâhil edilmiştir. Bir örnekle

durumu açıklamak gerekirse; 2015 yılı verilerinde Kargaz doğal gaz dağıtım şirketinin Bolu'daki konut abone sayısı 4,413 hane Çankırı'daki konut abone sayısı 19,975 hane, Karabük'teki konut abone sayısı 42,160 hane ve Kastamonu ilindeki konut abone sayısı 28,528 hane olarak bulunmuştur. Aynı firma tarafından farklı şehirlerdeki konut abone sayısı toplanarak firma bazında konut abone sayısına ulaşılmıştır. Bu örnekten hareketle Kargaz Doğal gaz A.Ş'nin toplam konut abone sayısı 95,076 olarak bulunmuştur. Bu derneşikleştirme işlemi sadece çıktı verisi olarak kullanılacak olan Konut abone sayısı değişkeni için gerçekleştirilmiştir. Bu değişken konut sayısı (hane, adet) bazında çalışmaya alınmıştır.

4.4.3. Karar Verici Birimler (Firmalar)

Toplamda ülkemizin yedi coğrafik bölgesinde faaliyet gösteren 63 doğal gaz dağıtım firmasından oluşturulan örnekleme 2013-2016 yılları arasındaki üç girdisi ve tek çıktısı ile toplamda 252 gözlem ile çalışma yapılmıştır. Karar verici birim olan firmalar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

Tablo 4-4: Karar Verici Birimler

	Karar Birimi (KVB/DMU)
1	AGDAŞ ADAPAZARI GAZ DAĞITIM
2	AKMERCAN BATIKAR DOĞAL GAZ
3	AKMERCAN DELTA DOĞALGAZ
4	AKMERCAN GEPA DOĞAL GAZ
5	AKMERCANGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM
6	AKSA AFYON DOĞAL GAZ DAĞITIM
7	AKSA BALIKESİR DOĞAL GAZ DAĞITIM
8	AKSA BANDIRMA DOĞAL GAZ DAĞITIM
9	AKSA BİLECİK BOLU DOĞALGAZ DAĞITIM
10	AKSA ÇANAKKALE DOĞAL GAZ
11	AKSA DÜZCE EREĞLİ DOĞAL GAZ
12	AKSA ELAZIĞ DOĞALGAZ DAĞITIM
13	AKSA GAZ DAĞITIM A.Ş.
14	AKSA GEMLİK DOĞAL GAZ DAĞITIM
15	AKSA GÜMÜŞHANE BAYBURT DOĞAL GAZ
16	AKSA KARADENİZ DOĞAL GAZ
17	AKSA MALATYA DOĞAL GAZ DAĞITIM
18	AKSA MANİSA DOĞAL GAZ DAĞITIM
19	AKSA MUSTAFAKEMALPAŞA SUSURLUK KARACABEY
20	AKSA ORDU GİRESUN DOĞAL GAZ
21	AKSA SİVAS DOĞAL GAZ DAĞITIM
22	AKSA ŞANLIURFA DOĞAL GAZ DAĞITIM

23	AKSA TOKAT AMASYA DOĞAL GAZ
24	AKSA VAN DOĞAL GAZ DAĞITIM
25	ARMADAŞ ARSAN MARAŞ DOĞAL GAZ
26	ARMAGAZ ARSAN MARMARA
27	BAHÇEŞEHİR GAZ DAĞITIM
28	BAŞKENT DOĞALGAZ DAĞITIM
29	BURSA ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ DAĞITIM
30	ÇİNİGAZ DOĞAL GAZ DAĞITI
31	ÇORDAŞ ÇORLU DOĞALGAZ DAĞITIM
32	ÇORUM DOĞAL GAZ DAĞITIM SAN
33	DİYARBAKIR DOĞAL GAZ DAĞITIM
34	ENERYA AKSARAY DOĞALGAZ DAĞITIM
35	ENERYA ANTALYA DOĞAL GAZ DAĞITIM
36	ENERYA AYDIN DOĞAL GAZ DAĞITIM
37	ENERYA DENİZLİ DOĞALGAZ DAĞITIM
38	ENERYA EREĞLİ DOĞAL GAZ DAĞITIM
39	ENERYA ERZİNCAN DOĞAL GAZ DAĞITIM
40	ENERYA KAPADOKYA DOĞAL GAZ DAĞITIM
41	ENERYA KARAMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM
42	ENERYA KONYA DOĞAL GAZ DAĞITIM
43	ESGAZ ESKİŞEHİR ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ
44	GAZDAŞ GAZİANTEP DOĞAL GAZ
45	İGDAŞ İSTANBUL GAZ DAĞITIM SAN.
46	İNEGÖL GAZ DAĞITIM SAN.
47	İZGAZ İZMİT GAZ DAĞITIM
48	İZMİRGAZ ŞEHİR İÇİ DOĞALGAZ
49	KARGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM
50	KARGAZ KARS ARDAHAN DOĞAL
51	KAYSERİGAZ KAYSERİ DOĞALGAZ
52	KIRGAZ KIRIKKALE-KIRŞEHİR DOĞAL
53	KIZILCAHAMAM DOĞALGAZ DAĞITIM
54	PALEN ENERJİ DOĞAL GAZ DAĞITIM
55	PALGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM
56	POLGAZ POLATLI DOĞAL GAZ
57	SAMGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM
58	SELÇUK DOĞAL GAZ DAĞITIM
59	SİİRT BATMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM
60	SÜRMEİ DOĞAL GAZ DAĞITIM
61	TOROSGAZ ISPARTA BURDUR
62	TRAKYA BÖLGESİ DOĞAL GAZ
63	UDAŞ UŞAK DOĞALGAZ DAĞITIM

Çalışma öncesinde toplanan verilerde toplamda 69 olan firma sayısı belirtilen yıllar içerisinde bazı verilerine ulaşamayan beş ve devrolan bir firmanın analizden

çıkartılmasıyla 63'e gerilemiştir. Uygulama dışı bırakılan firmalar ise aşağıdaki gibidir;

- Akmercan Mardin doğal gaz dağıtım A.Ş.
- Akmercan Muğla doğal gaz dağıtım A.Ş.
- Akmercan Sinop doğal gaz dağıtım A.Ş.
- Doğugaz Bitlis Bingöl Muş doğalgaz dağıtım A.Ş.
- Serhat doğal gaz dağıtım A.Ş.

Bununla birlikte Aksa Trakya doğal gaz dağıtım A.Ş. 2016 yılı itibarıyla İgdaş İstanbulgaz dağıtım A.Ş.'ye devrolmuştur. Böyle bir birleşme iktisat ve işletme literatüründe yatay bileşme türü olarak adlandırılmaktadır. Aynı sektörde faaliyet gösteren bu iki firmadan biri diğerini bünyesine katarak bu işlemi gerçekleştirmiştir. Böyle bir bileşme kararının altında hâkim firmanın piyasa gücü elde etmek istemesi, ele geçirilen firmanın ise maliyet tasarrufuna gitmek istemesi ve rekabeti azaltma gibi gerekçelere dayandırılabilir (Açıkalın vd, 2012; 45-48).

4.5. Çalışmanın Amacı

Çalışmada amaç genel anlamda enerji ithalatçısı olan ülkemizin doğal kaynak açısından bol olan ülkelere satın aldığı kaynaklardan biri olan doğal gazın ülke içi dağıtımının ne kadar etkin olduğunun belirlenmesidir. İktisat teorisinde kıt kaynakların en etkin nasıl dağıtıldığı ve ne derecede etkin olduğu ana gaye olmasından hareketle ülkemiz için kıt olan bu kaynağın en optimal şekilde nasıl dağıtıldığı ve dağıtılması gerektiği çalışmamızın öncelikli hedeflerindedir. Bu kapsamda hem mikro iktisat hem işletme iktisadı hem de enerji iktisadı literatürüne faydalı olmak amacı bir diğer hedeftir.

İktisat ve İşletme literatüründeki optimalizite nosyonundan hareketle doğal gaz sektöründe faaliyet gösteren firmalara görece olarak seçilen örneklem içindeki durumunu göstermek ve nasıl daha iyi olabilecekleri amacı da güdülmektedir. Bu amaçların tümünden hareketle hem yönelem literatüründe yer alan Veri zarflama analizi hem de ekonometri literatüründe yer alan Stokastik sınır analizi gibi görece farklı teoriler üzerine kurulmuş ancak aynı amaç doğrultusunda yer alan iki farklı yöntemle göre karar birimlerinin cari anlamda ne derece etkin çalıştıkları ve girdi ve

çıktılarını ne kadar efektif kullandığını ölçmek hedeflenmiştir. Genel olarak literatürde enerji piyasalarında tek bir yöntem üzerine oturtulan etkinlik ve verimlilik çalışmalarından farklı olarak iki yöntem arasındaki farklar gösterilerek ne derece paralel ve ne derece alternatif sonuçlar alındığı göstermek istenmiştir.

VZA ve SFA teknikleri arasındaki ana farklardan biri olan ölçüm hataları (beyaz gürültü) faktörünü de uygulamanın içerisine alınarak ne gibi farklılıklar ne gibi değişimler olacağı iki farklı üretim fonksiyonuna göre ifade edilmek istenmiştir. Bununla birlikte VZA'ya göre daha yeni bir teknik olan SFA'nın mikro iktisat terminolojisindeki yerine katkı yapmak amacı da sayılabilecek amaçlarımızdan bir diğeridir. Çünkü etkisiz olarak teoride ifade edilen monopolistik bir yapı altında faaliyet gösteren dağıtım firmalarının bu piyasa altında ne durumda çalıştığı gözlemlemek, ülkemiz ekonomisine yapacağı katkı ya da hantallığı belirlemek uygulamamız için büyük önem teşkil etmektedir.

Daha dar kapsamlı bir üretim fonksiyonu olan Cobb-Douglas tipinden müteakip görece esnek translog üretim fonksiyonuna ne gibi etkinlik farklılıkların ortaya çıktığını da göstermek de ön planda tuttuğumuz faktörlerimizdendir.

Sıklıkla etkinlik ve verimlilik hesaplamasında kullanılan VZA'nın güçlü ve zayıf yönlerini vurgulamak ve eksik kalan bu yönlerin nasıl ve ne derecede anlamlı bir şekilde SFA tarafından tamamlandığı da ana hedeflerimizden biri olmuştur. Bu amaçtan hareketle farklı iki tekniğin birbirinin ikamesinden çok tamamlayıcı olarak hedeflendiği de çalışmada sıkça vurgulanan konulardan biridir.

İktisat disiplininin dallarından biri olan İşletme yönetimi, İşletme İktisadı, Endüstri ve Enerji İktisadı, Yönetim İktisadı gibi bilim dalları arasındaki entegrasyona hizmet etmek ve disiplinler arası girift etkileşimleri sunmayı da yine amaçlarımızın başlıcalarıdır.

Politika oluşturmada birbirini tamamlayan iki tekniği harmanlayarak seçenek sunmak ve alternatif oluşturmak da üstünde durulan bir başka noktadır. Çünkü birçok çalışmalarda SFA modelinin doğal gaz piyasasındaki regülasyonların etkinlik üzerindeki anlamlılık ve önemlilik etkisini ölçmek adına aynı zamanda benchmark oluşturmak amacıyla güvenilir bir teknik olmasından ötürü hem teorik hem de

uygulama konusunda bilgi vermek amacı da önceliklerimizden biri durumundadır (Yanes, 2013; 14).

Son olarak çalışmamızdaki örneklem boyutunun yeterliliğine dikkat çekebiliriz. Girdi ve çıktı miktarının üç katı fazlasında büyük olan örneklem büyüklüğü bizim için yeterli bir skala olarak değerlendirilebilir. Ancak böyle bir miktardan sonra yapılacak örneklem artırımını serbestlik sorununa neden olmaya başlayacaktır.



BEŞİNCİ BÖLÜM

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK - VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜNE YÖNELİK UYGULAMA

Bu bölümde 2013-2016 yılları için EPDK'dan elde ettiğimiz verilerle örneklemedeki firmaların non-parametrik bir yöntem olan VZA'ya göre önce CCR daha sonra BCC modellerine göre etkinlik skorlarını elde edip, etkin olmayanların etkin olması için girdi çıktı ayarlamalarını nasıl yapacağını gösterip, yine etkinsiz olan firmalara referans firma atadıktan sonra Malmquist TFV'leri hesaplanacaktır.

5.1. VZA (DEA) Uygulama Sonuçları

Bu bölümde gerçekleştirilen uygulama sonucunda önce etkinlik skorları ölçülmüş, sonra hedef girdi ve çıktı miktarı gösterilmiş daha sonra referans ve ağırlıkları hesaplanmış en son ise Toplam Faktör Verimliliği yıllar ve firma bazında karşılaştırılmıştır.

5.1.1. Etkinlik Skorları

Bu bölümde 2013-2016 dönemine ait 63 karar birimi firmanın üç girdi ve tek çıktı verileri EPDK'nın yıllık faaliyet raporlarından elde edilen veriler *winfordeap* isimli uygulama kullanılarak önce etkinlik skorları elde edilmiş, daha sonra girdi ve çıktı ayarlamaları tespit edilmiş akabinde referans olan firmalar ve ağırlıkları tespit edilmiş son kısımda ise toplam faktör verimliliği değerlerine ulaşılmıştır. Uygulamada dağıtım şirketlerinin çıktıları üzerinde kontrol gücünün de yüksek olmayışından analiz girdi yönelimli (input oriented) olarak tasarlanmış ve hem ölçeğe göre sabit getirili CRS modeli ardından ölçeğe göre değişken getirili BCC modeli ve ölçek etkinliğine göre etkinlik skorları elde edilmiştir. Skorlar tablo 5-1'deki gibidir.

Tablo 5-1: Firma Etkinlik Skorları

Firma	CRS	BCC	Ölçek	
1. Ağdaş Adapazarı gaz dağıtım	0.098	0.608	0.161	Irs
2. Akmercan Batıkar doğal gaz	0.007	0.700	0.010	Irs
3. Akmercan Delta doğal gaz	0.935	0.968	0.966	Irs
4. Akmercan Gepa doğal gaz	0.866	0.942	0.919	Irs
5. Akmercangaz doğal gaz	0.097	0.651	0.149	Irs
6. Aksa Afyon doğal gaz	0.099	0.661	0.150	Irs
7. Aksa Balıkesir doğal gaz	0.104	0.668	0.155	Irs
8. Aksa Bandırma doğal gaz	0.103	0.597	0.172	Irs
9. Aksa Bilecik Bolu doğal gaz	0.979	0.982	0.996	Irs
10. Aksa Çanakkale doğal gaz	0.996	1.000	0.996	Irs
11. Aksa Düzce Ereğli doğal gaz	0.099	0.620	0.160	Irs
12. Aksa Elazığ doğal gaz	0.106	0.681	0.155	Irs
13. Aksa gaz dağıtım	0.099	0.550	0.179	Irs
14. Aksa Gemlik doğal gaz	1.000	1.000	1.000	-
15. Aksa Gümüşhane Bayburt doğal gaz	0.954	0.984	0.969	Irs
16. Aksa Karadeniz doğal gaz	0.995	1.000	0.995	Irs
17. Aksa Malatya doğal gaz	0.954	0.996	0.957	Irs
18. Aksa Manisa doğal gaz	0.102	0.634	0.161	Irs
19. Aksa Mustafakemalpaşa Susurluk Karacabey	0.101	0.670	0.151	Irs
20. Aksa Ordu Giresun doğal gaz	0.483	0.982	0.492	Irs
21. Aksa Sivas doğal gaz	0.105	0.646	0.162	Irs
22. Aksa Şanlıurfa doğal gaz	0.964	1.000	0.964	Irs
23. Aksa Tokat Amasya doğal gaz	0.104	0.625	0.166	Irs
24. Aksa Van doğal gaz	0.099	0.706	0.141	Irs
25. Armadaş Arsan Maraş doğal gaz	0.100	0.630	0.159	Irs
26. Armagaz Arsan Marmara doğal gaz	0.102	0.645	0.158	Irs
27. Bahçeşehir gaz	1.000	1.000	1.000	-
28. Başkent doğal gaz	0.112	0.485	0.230	Irs
29. Bursa Şehiriçi doğal gaz	0.476	0.809	0.589	Irs
30. Çinigaz doğal gaz	0.506	0.906	0.559	Irs
31. Çordaş Çorlu doğal gaz	0.105	0.642	0.164	Irs
32. Çorum doğal gaz	0.107	0.653	0.164	Irs
33. Diyarbakır doğal gaz	0.011	0.597	0.018	Irs
34. Eneya Aksaray doğal gaz	0.010	0.688	0.015	Irs
35. Eneya Antalya doğal gaz	0.811	0.846	0.958	Irs
36. Eneya Aydın doğal gaz	0.854	0.909	0.940	Irs
37. Eneya Denizli doğal gaz	0.982	0.986	0.996	Irs
38. Eneya Ereğli doğal gaz	1.000	1.000	1.000	-

39. Enerya Erzincan doğal gaz	0.096	0.581	0.166	Irs
40. Enerya Kapadokya doğal gaz	0.103	0.641	0.160	Irs
41. Enerya Karaman doğal gaz	0.099	0.581	0.170	Irs
42. Enerya Konya doğal gaz	0.105	0.590	0.178	Irs
43. Esgaz Eskişehir Şehirîçi doğal gaz	1.000	1.000	1.000	-
44. Gazdaş Gaziantep doğal gaz	0.924	0.927	0.996	Irs
45. İgdaş İstanbul gaz	0.090	0.435	0.208	Irs
46. İnegöl gaz	0.111	0.652	0.170	Irs
47. İzgaz İzmit gaz	0.104	0.540	0.193	Irs
48. İzmirgaz Şehirîçi doğal gaz	0.106	0.582	0.182	Irs
49. Kargaz doğal gaz	0.103	0.621	0.165	Irs
50. Kargaz Kars Ardahan doğal gaz	0.933	0.941	0.992	Irs
51. Kayserigaz Kayseri doğal gaz	0.106	0.572	0.185	Irs
52. Kırgaz Kırıkkale Kırşehir doğal gaz	0.100	0.605	0.165	Irs
53. Kızılcahamam doğal gaz	0.685	1.000	0.685	Irs
54. Palen Enerji doğal gaz	1.000	1.000	1.000	-
55. Palgaz doğal gaz	0.096	0.888	0.108	Irs
56. Polgaz Polatlı doğal gaz	0.102	0.678	0.150	Irs
57. Samgaz doğal gaz	0.107	0.599	0.179	Irs
58. Selçuk doğal gaz	0.885	0.930	0.952	Irs
59. Siirt Batman doğal gaz	0.100	0.562	0.177	Irs
60. Sürmeli doğal gaz	0.102	0.661	0.155	Irs
61. Torosgaz Isparta Burdur doğal gaz	0.101	0.624	0.161	Irs
62. Trakya Bölgesi doğal gaz	0.966	0.969	0.997	Irs
63. Udaş Uşak doğal gaz	0.103	0.669	0.154	Irs
Ortalama	0.394	0.754	0.443	Irs

İlk olarak Dea multi-stage yönteminin ölçeye göre sabit getirili model (CCR/CRS) olarak hesapladığımız etkinlik skorlarına bakacak olursak; Aksa Gemlik doğal gaz, Bahçeşehir gaz, Enerya Ereğli doğal gaz, Esgaz Eskişehir doğal gaz ve Palen Enerji doğal gaz firmaları tam etkin olduğunu etkinlik skorlarınının 1 olmasından çıkarabiliriz. 63 Karar birimi arasından en düşük etkinliğe sahip olan Akmercan Batıkar'ın ise etkinliği sadece %0.7 dir. Yani bu karar biriminin %99.3 (1-0.007) etkisiz çalıştığını söyleyebiliriz. Yine Diyarbakır doğal gaz ve Enerya Aksaray firmalarının da etkisizliklerinin %98'den yüksek olduğu görülmektedir.

Genel olarak sektörün etkinliğini anlayacağımız ortalama değerine baktığımızda sektörünün etkinlik değerinin %40 bile olmadığı görülmektedir. Bu

oran politika önerimiz ve güncel durum hakkında oldukça dikkat edilmesi gereken bir orandır. Sonuç olarak etkinsizliğin sektörel olarak fazla, tam etkin çalışan firma sayısı da oldukça azdır. Yani doğal gaz dağıtım sektörünün ülke genelinde hala gelişmekte olduğu da bir başka çıkarım olarak dikkat çekmektedir.

Dea multi-stage yönteminin ölçeğe göre değişken getirili (BCC/VRS) olarak hesapladığımız etkinlik skorlarına bakacak olursak; 10, 14, 16, 22, 27, 38, 43, 53 ve 54 numaralı firmaların tam etkin oldukları görülmektedir. Dikkat edecek olursak ölçeğe göre sabit getirili olarak hesapladığımız etkinlik skorlarında etkin çıkan 14, 27, 38 ve 54 numaralı firmaların ölçeğe göre değişken getirili yöntemde de tam etkin çıktığı görülmektedir. Bunun nedeni ölçeğe göre sabit getiri yönteminin aynı zamanda ölçek etkinliğini de kapsarken ölçeğe göre değişken getirili yöntemin böyle bir gerekliliği kapsamayışındandır. Zaten cebirsel olarak ölçeğe göre sabit getiriyi bulurken ölçeğe göre değişken getiri ve ölçek etkinliğinin çarpılmasıyla elde edildiğinden bu durumun matematiksel olarak da ispatlandığı ortadadır.

Örneğin Aksa Gümüşhane Bayburt doğal gaz firmasının CRS etkinlik skoru 0.954 iken BCC etkinlik skoru 0.984 olduğundan ölçek etkinlik etkinlik skoru $0.954/0.984=0.969$ olarak bulunabilecektir.

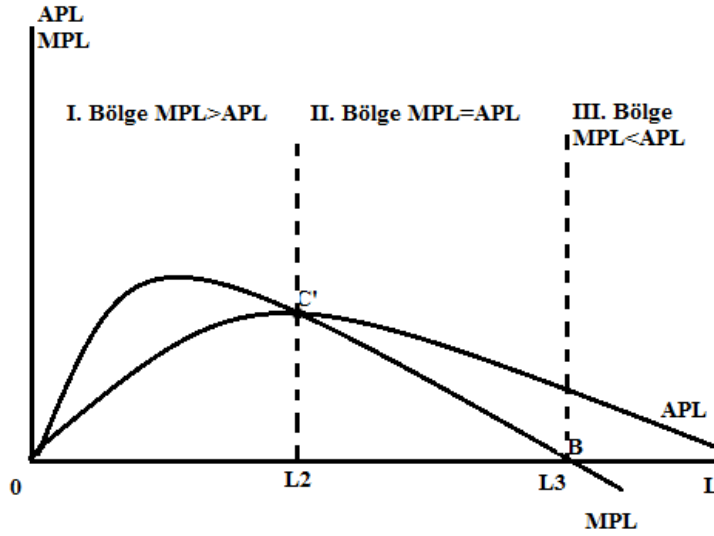
Ayrıca ölçeğe göre değişken getiriye göre yaptığımız hesaplamada etkinlik skorlarının yükselmesi de yukarıda saydığımız sebepten ileri gelmektedir. Tablodan da görüldüğü üzere ölçeğe göre sabit getirili yöntemle yapılan hesaplamada %39,4 olan endüstri etkinliği ölçeğe göre değişken getirili yöntemde %75,4'e kadar çıkmıştır. Yani ölçek olarak firmaları etkin saymazsak örneklemdaki firmaların daha etkin çalıştıklarını söyleyebiliriz. Ancak burada etkinliğin önemli faktörlerinden biri olan ölçek etkinliğini yok saymamız şartı bulunmaktadır.

CRS modellerinde karar birimleri teknik etkinlik skorlarını benzer ölçekte olmayan diğer karar birimleri ile kıyaslama yaptığı için düşük çıkabilmektedir. Ancak VRS modellerinde benzer ölçekteki karar birimleri kıyaslandığından ölçeğe göre sabit getirili yöntemde daha yüksek skorlar çıkabilmektedir.

Ölçek etkinliğine bakacak olursak; 14, 27, 38, 43 ve 54 numaralı firmaların ölçek etkinliğinde çalışmakta olduğu görülmektedir. Daha önce de söylediğimiz gibi

ölçeğe göre değişken getiri yöntemi, ölçek etkinliğini de kapsadığı için bir karar biriminin ölçeğe göre sabit getiri de etkinlik skorunun 1 çıkması için ölçek etkinliğinin de 1 çıkmasını gerektirecektir. Nitekim elde ettiğimiz bulgular da bu savı desteklemektedir. Ölçek etkinliğinden en uzakta çalışan firmalar olan 2, 33 ve 34 numaralı karar birimleri sırasıyla %90, %82 ve %85 oranında kendi ölçeklerinden daha uzakta çalışmaktadır.

Şekil 5-1: Üretimin Bölgeleri



Kaynak: Özdemir, 2013; 139

Yukarıda dediklerimize ek olarak tam etkin olan firmalar dışındaki tüm firmalar ölçeğe göre artan getiride çalışmaktadır. Bunu tablodaki son sütunda yazan irs ibaresinden anlayabiliriz. Bunun anlamı verimlilik analizinde firmanın birinci bölgesine tekabül eden artan verimler bölgesinde dengede olduğudur. Bu bölgede firmanın marjinal verimliliği ortalama verimliliğinden yüksek olduğundan firma üretimini artırmalıdır. Bu bahsedilen bölge ise üretimin birinci bölgesidir. Bu bölgede yer alan firmalar daha çok kapasite artırarak çalışmakta nihayetinde eskisine oranla daha çok girdi kullanarak daha çok çıktı üretebilmektedir (Özdemir vd, 2013; 132-139). Yani bu 63 karar biriminden tam etkin olmayan karar birimleri henüz olgunluğa erişememiş hala pozitif ölçek ekonomilerine sahiptirler. Ancak üretimi artırdıklarına bu atıl kalan kapasiteden kurtulabilecektir. İlk bölümde açıkladığımız uzun dönem ortalama maliyet ya da zarf eğrisi (bkz. Şekil 1-1) dediğimiz eğrinin

negatif eğimli olduğu kısımda örneklemedeki etkin olmayan tüm firmalar bulunmaktadır ve bu bölge ölçek olarak optimum nokta kabul edilmediğinden artan verimler bölgesi içerisinde üretim devam etmelidir. Yani etkin olmayan doğal gaz dağıtım firmalarının yeterli miktarda dağıtımlarını gerçekleştiremediğini söyleyebiliriz.

Son olarak değinmek istediğimiz bir diğer nokta etkinlik skorları sonuçlarına göre ölçeğe göre sabit ve değişken getirili modeller arasında yüksek farklılık çıktığına dikkat çekmek gerekir. Bu fark ülkemizdeki doğalgaz endüstrisinin henüz ölçek olarak etkin olmayan bir durumda olduğuna işaret etmektedir. Nitekim etkin olmayan tüm karar birimlerinin ölçeğe göre artan getiride çalışmasından da bu sonucu çıkarabilmekteyiz.

5.1.2. Çıktı Aylaklıkları

Ek Tablo 2’den firmaların sahip olduğu aylak (atıl) olan girdi ve çıktılar görülmektedir.

Sadece ölçeğe göre değişken getiride 2, 8, 20, 33, 34, 39, 41, 55 ve 59 numaralı firmalarda bir miktar aylak çıktıya sahiptir. Yukarıda da değinildiği gibi zaten bu firmaların hiçbiri etkinliğe sahip değildir. Yani aylak çıktı aynı zaman da bir miktar etkinsizliğe de işaret etmektedir.

5.1.3. Girdi Aylaklıkları

Ek Tablo 3’deki Aylak girdilere ise bakacak olursak; bu tablo bize firmaların girdilere göre atıl kalan girdilerini göstermektedir. İlk olarak ölçeğe göre sabit getirili yöntem (CRS) göre Çelik Boru Hattı Uzunluğu girdisi yönünden aylak girdileri olan karar birimleri 8, 9, 10, 16, 22, 37, 41, 44, 59 ve 62 numaralı firmalardır. Diğer girdimiz Polietilen Boru Hattı Uzunluğu girdisi yönünden aylak girdisi olan karar birimi ise sadece 53 numaralı firmadır. Kadrolu personel sayısı cinsinden aylak girdisi olan birçok firma vardır. Bu fazlalık bize gereğinden fazla işçi istihdam edildiğine işaret etmektedir. Aşırı istihdama sahip olmayan karar birimleri ise; 7, 14, 20, 22, 27, 29, 30, 38, 39, 41, 43, 54 ve 58 numaralı firmalardır. Dikkat edilirse yukarıda ölçeğe göre sabit getiride tam etkin olarak saydığımız karar verici

birimlerin aşırı istihdam sorunu bulunmamaktadır. Bu da bu karar birimlerinin istihdam konusunda da optimum dengeye doğru hareket ettiğine işaret etmektedir.

Ölçeğe göre değişken getirili yöntemle göre Çelik boru hattı uzunluğu girdisi yönünden aylaklığa yani atıl kalan girdiye sahip olan karar birimleri 8, 9, 39, 41, 58, 59, 62 numaralı firmalardır. Polietilen boru hattı uzunluğu girdisi yönünden aylak girdisi olan tek karar birimi 55 numaralı firmadır. Kadrolu Personel Sayısı girdisi yönünden aylak girdiye sahip olan karar birimleri ise; 3, 9, 15, 17, 35, 44, 50 ve 62 numaralı firmalardır. Bu firmalar istihdam etmeleri gereken optimal personel sayısından fazlasını istihdam etmektedirler. Yani bu firmalar için emek faktörünün optimum miktarının aşıldığını söyleyebiliriz.

5.1.4. Referans Kabul Edilen Firmalar, Referans Kabul Edilme Yoğunlukları ve Referans Olma Frekansları

Tablo 5-2: Referans Alınan Karar Birimleri

Firma	CRS			BCC			
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.
1.	27	38		38	16	54	53
2.	27	38		53	54	16	
3.	27	38		38	53	16	
4.	27	38		38	54	53	16
5.	38	43		38	54	53	16
6.	27	38		38	54	53	16
7.	27	38		38	54	53	16
8.	54	14		16			
9.	27			22			
10.	27			10			
11.	27	38		38	16	54	53
12.	27	38		38	16	54	53
13.	27	38		38	54	53	16
14.	14			14			
15.	27	38		38	16	53	
16.	27			16			
17.	43	38		43	53	38	
18.	27	38		38	54	53	16
19.	27	38		38	54	53	16
20.	14	54	38	53	16	54	
21.	38	43		38	54	53	16
22.	14	54		22			
23.	38	43		38	54	53	16
24.	27	38		38	54	53	16

25.	27	38		38	54	53	16
26.	38	43		38	54	53	16
27.	27			27			
28.	27	38		38	16	54	53
29.	14	54	38	38	16	54	53
30.	14	54	38	38	16	54	53
31.	27	38		38	54	53	16
32.	38	43		38	54	53	16
33.	27	38		53	54	16	
34.	27	38		53	16	54	
35.	27	38		38	16	53	
36.	27	38		38	54	53	16
37.	27			10	27	38	16
38.	38			38			
39.	27	14	38	16	22		
40.	27	38		38	54	53	16
41.	14	54		16	22		
42.	27	38		38	54	53	16
43.	43			43			
44.	27			10	27	38	
45.	27	38		38	16	53	54
46.	43	38		38	54	53	16
47.	27	38		38	54	53	16
48.	27	38		38	16	54	53
49.	43	38		38	54	53	16
50.	27	38		38	53	16	
51.	27	38		38	16	54	53
52.	27	38		38	54	53	16
53.	43			54			
54.	54			54			
55.	43	38		53	54		
56.	27	38		38	54	53	16
57.	43	38		38	54	53	16
58.	54	14	38	14	22	27	
59.	27			16	22		
60.	43	38		38	54	53	16
61.	43	38		38	54	53	16
62.	27			27	10		
63.	34	38		38	54	53	16

Bu tablo firmaların model alması gereken etkin firmaları göstermektedir. Çünkü etkin olmayan bir firma etkin olan başka bir firmayı rol model olarak etkinliğe ulaşabilecektir. Bu tabloda da etkin olmayan karar verici birimlere örnek alması gereken bazı karar verici birimler önerilecektir.

Önce ölçüğe göre sabit getiri altında baktığımızda çalışmamızda en etkinsiz karar verici birim olarak karşımıza çıkan 2 numaralı Akmercan batıkar doğal gaz dağıtım firmasına sırasıyla 27 numaralı firma (Bahçeşehir gaz dağıtım) ve 38 numaralı firma (Enerya Ereğli gaz dağıtım) model olarak önerilmektedir. Bu bahsedilen iki karar verici birim de ölçüğe göre sabit getiride etkindir. Diğer ifadeyle referans olarak önerilen firmalar ölçük etkinliği de tam olan firmalardır.

Ancak ölçüğe göre değişken getirili yöntemde Akmercan Batıkar doğal gaz dağıtım firmasına sırasıyla 53 (Kızılcahamam doğal gaz), 54 (Palen Enerji doğal gaz) ve 16 (Aksa Karadeniz doğal gaz) numaralı firmaları model alması önerilmektedir. Dikkat edecek olursak önerilen bu 53, 54 ve 16 numaralı firmalar ölçüğe göre değişken getiri altında tam olarak etkinken bu firmaların ölçük etkinlikleri olmadığından sonuç olarak ölçüğe göre sabit getiri altında da etkin olamayacaklarından bu firmaları CRS modeli altında referans göstermekte mümkün olmayacaktır.

Her iki teknik altında da etkin olmayan firmalar diğer firmalara hiçbir şekilde referans olarak gösterilememektedir. Zaten etkinsiz bir firmanın örnek alınması nihayetinde girdi kullanımında hiçbir firmayı etkin hale getiremeyecektir. Böyle bir durum mikro iktisat literatürüne göre de gerçekçi bir sonuç sağlayamayacaktır.

Tablo 5-3: Referans Olarak Gösterilen Firmaların Ağırlıkları

Firma	CRS			BCC			
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.
1.		0.116		0.023	0.293	0.367	0.317
2.		0.006		0.333	0.304	0.362	
3.	0.001	0.922		0.916	0.039	0.045	
4.	0.003	0.845		0.832	0.025	0.062	0.080
5.	0.104	0.001		0.012	0.321	0.364	0.302
6.		0.104		0.012	0.312	0.359	0.317
7.	0.000	0.013		0.019	0.369	0.322	0.290
8.	0.002	0.104		0.469	0.531		
9.	0.116			0.049	0.951		
10.	0.117			1.000			
11.		0.112		0.020	0.312	0.318	0.350
12.		0.111		0.018	0.301	0.357	0.325
13.	0.001	0.113		0.023	0.232	0.368	0.377
14.	1.000			1.000			

15.	0.003	0.918		0.912	0.052	0.036	
16.	0.112			1.000			
17.	0.919	0.001		0.829	0.170	0.001	
18.		0.110		0.018	0.295	0.359	0.327
19.	0.002	0.101		0.006	0.354	0.291	0.349
20.	0.001	0.414	0.055	0.043	0.050	0.907	
21.	0.114	0.001		0.023	0.310	0.364	0.303
22.		0.934		1.000			
23.	0.113	0.001		0.023	0.269	0.388	0.320
24.		0.101		0.006	0.359	0.335	0.299
25.		0.110		0.019	0.304	0.363	0.315
26.	0.112	0.001		0.020	0.323	0.359	0.298
27.	1.000			1.000			
28.	0.001	0.141		0.058	0.383	0.158	0.401
29.	0.002	0.479	0.078	0.026	0.057	0.884	0.033
30.	0.001	0.479	0.057	0.001	0.044	0.914	0.041
31.		0.113		0.022	0.287	0.370	0.321
32.	0.114	0.001		0.023	0.303	0.368	0.305
33.		0.001		0.421	0.212	0.367	
34.		0.010		0.336	0.294	0.370	
35.	0.009	0.842		0.836	0.119	0.045	
36.	0.015	0.805		0.798	0.042	0.015	0.145
37.	0.123			0.875	0.007	0.000	0.118
38.	1.000			1.000			
39.	0.028	0.066	0.009	0.479	0.521		
40.		0.111		0.019	0.295	0.368	0.318
41.	0.102	0.005		0.462	0.538		
42.		0.122		0.032	0.287	0.358	0.323
43.	1.000			1.000			
44.	0.120			0.996	0.004	0.001	
45.	0.001	0.122		0.039	0.405	0.464	0.092
46.	0.009	0.108		0.021	0.244	0.430	0.305
47.		0.125		0.038	0.207	0.401	0.355
48.		0.126		0.036	0.315	0.295	0.353
49.		0.114		0.024	0.285	0.375	0.316
50.		0.935		0.933	0.010	0.057	
51.		0.124		0.035	0.338	0.248	0.379
52.		0.114		0.023	0.282	0.375	0.319
53.	0.527			1.000			
54.	1.000			1.000			
55.	0.095			0.986	0.014		
56.	0.01	0.101		0.007	0.324	0.327	0.342
57.	0.002	0.117		0.030	0.222	0.414	0.334
58.	0.005	0.902	0.007	0.171	0.056	0.773	
59.	0.107			0.520	0.480		
60.	0.003	0.107		0.016	0.317	0.373	0.294

61.	0.003	0.109		0.019	0.287	0.387	0.307
62.	0.126			0.010	0.990		
63.	0.005	0.105		0.014	0.308	0.385	0.293

Tablo 5-3 ise bir karar verici birime rol olarak önerilen karar verici birime ağırlık olarak ne kadar benzemesi gerektiği göstermektedir. Yani bu tablo bir firmanın örnek aldığı firmayı ne kadar fazla referans alması gerektiğini söylemektedir. Yine çalışmamızdaki en etkinsiz karar verici birim olan 2 numaralı firma olan Akmercan gaz Batıkara bakacak olursak;

Bu karar verici birim;

Ölçeğe göre değişken getiri (BCC) varsayımı altında;

- %33,3 oranında 53 (Kızılcahamam doğal gaz dağıtım)
- %30,4 oranında 54 (Palen Enerji doğal gaz dağıtım)
- %36,2 oranında 16 numaralı (Aksa Karadeniz doğal gaz dağıtım) firmalarını model olarak almalıdır.

Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer konu ise, tam olarak etkin olan firmanın rol model olarak yine kendini alması gerektiğidir. Bu etkinliğin sürdürülebilir olması için yapılan bir saptamadır. Bununla beraber etkinsiz firmaların etkin firmaları rol model olması da analiz amacı açısından rasyonel bir karar olmayacaktır. Etkin olmayan firmalar ise model alacakları firmalarla birlikte ne kadar oranda o firmaları model almaları gerektiğini de göz önünde bulundurdıklarında etkinliklerini arttırabilecek ve etkin olabileceklerdir.

Ek Tablo 4’de bir firmanın kaç kez diğer firmaca referans alındığını göstermektedir. Örneğin Ölçeğe göre değişken getiriye göre 54 numaralı firma Palen enerji doğal gaz dağıtım 7 kez referans olarak alınırken ölçeğe göre değişken getiride ise 40 kez referans olarak alınmaktadır. Yani etkin bir firmanın ölçeğe göre sabit ve değişken getirili modellerde kaç kez diğer firmalarca model alınacağını gösteren bu tablo etkin olan firmalara bir anlamda endüstride şahsi önem de kazandırıyor diyebiliriz. Burada bir firma için tam etkinliğin tek başına en iyi standart ya da referans olarak kabullenilmesine yetmemektedir. O nedenle en etkin firmaların her

iki modele göre de kaç kere referans alındığını bilmek gerekmektedir. Ancak bu şekilde en iyi referans olan firma belirlenmekte ve böylece diğerleri için öncelikli bir standart belirlenebilmektedir.

5.1.5. Hedef Girdi ve Çıktı Miktarları

Son olarak da Ek Tablo 5’de Karar Verici Birimlerin Ölçeğe göre değişken ve sabit getiri durumlarında hedef girdilere ulaşmak için sahip olunması gereken hedef çıktı miktarını ve hedef çıktılara ulaşmak için sahip olunması gereken hedef girdi bileşimini göstermektedir. Bu tablo ağırlıklandırılmış olarak rol model aldığı referanslarına göre belirlenen optimal girdi ve çıktı miktarını göstermektedir. Yani genel anlamda firmaların kullanması gereken faktörlerin miktarlarını firmaya sunarak referanslarının sunulmasından sonra tamamlayıcı bir kaynak oluşturmaktadır.

5.2. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği ve Analiz Sonuçları

Malmquist Toplam Faktör verimliliği analizi VZA gibi durağan bir analiz değildir. VZA firmanın her yılın içindeki etkinliğini verirken Malmquist ise yıllar içerisindeki değişimi veren dinamik bir analizdir. Yani bu analiz dinamik nitelikli bir analizdir. Yıllar arasındaki etkinlik (etkinsizlik) nedenlerinin neler olduğunu görebilmekteyiz. Cobb-douglas üretim fonksiyonunda girdilerdeki ortak değişim olan ölçekteki değişimi VZA ile ölçerken fonksiyonun önündeki A (teknoloji) katsayısındaki değişimi ise Malmquist toplam faktör verimliliği ile ölçmekteyiz. Yani uzun dönemli etkinlik ölçütü olan tüm faktörlerdeki beraber değişimi gösteren bu katsayı firma uzun dönem dengesi için yol gösterici bir niteliktedir. Bununla birlikte teknolojik değişiminin değişmesi; ilerlemesi ya da gerilemesi durumlarının altında yatan sebeplerin neler olduğunu göstermektedir. Mikro anlamda yukarıda bahsedildiği şekilde açıklanabilen TFP makro anlamda ise endüstri büyümesindeki değişim hakkında bize uzun dönemli bir analiz sunabilmektedir. Mikro ve makro anlamda avantajını açıkladıktan sonra şimdi değişkenlerdeki değişme oranlarını açıklayabiliriz.

5.2.1. Yıllar Bazında Toplam Faktör Verimliliği Değişimleri

Tablo 5-4: Malmquist Toplam Faktör Verimliliğinin Yıllar Bazındaki Değişimi (2014 Yılı İçin)

Firma	Δ Teknik Etk.	Δ Teknoloji	Δ Pür (Saf) Eko.	Δ Ölçek	Δ TFV
1.	1.224	2.062	1.400	0.875	2.523
2.	135.455	0.976	1.291	104.925	132.142
3.	1.069	2.141	1.033	1.035	2.290
4.	1.056	0.974	0.971	1.087	1.029
5.	10.336	3.004	1.536	6.728	31.046
6.	1.062	2.135	1.428	0.744	2.267
7.	1.021	0.961	1.498	0.682	0.982
8.	1.052	0.948	1.001	1.052	0.997
9.	0.107	1.009	0.498	0.215	0.108
10.	0.107	1.008	0.512	0.210	0.108
11.	1.045	2.132	1.421	0.735	2.227
12.	1.095	2.118	1.383	0.792	2.320
13.	1.032	0.977	0.807	1.279	1.008
14.	0.106	0.938	0.612	0.174	0.100
15.	1.048	0.975	1.016	1.032	1.022
16.	0.011	1.008	0.530	0.020	0.011
17.	1.013	2.814	0.972	1.042	2.851
18.	0.110	2.888	1.087	0.101	0.317
19.	1.035	0.975	0.834	1.240	1.009
20.	0.215	2.145	0.533	0.404	0.462
21.	1.021	0.980	0.795	1.285	1.001
22.	0.600	1.279	0.972	0.617	0.767
23.	9.652	1.017	1.600	6.032	9.819
24.	1.025	0.975	0.787	1.303	0.999
25.	1.017	0.979	0.808	1.259	0.995
26.	0.103	0.979	0.763	0.135	0.101
27.	0.978	0.936	0.978	1.000	0.915
28.	1.027	0.978	0.792	1.296	1.004
29.	0.231	2.032	0.520	0.444	0.470
30.	0.205	2.032	0.636	0.323	0.459
31.	1.023	0.976	0.807	1.267	0.998
32.	1.014	0.983	0.818	1.239	0.997
33.	93.392	1.009	1.674	55.797	94.229
34.	10.488	0.974	0.823	12.743	10.217
35.	1.150	0.976	1.111	1.035	1.122
36.	1.076	0.975	1.011	1.064	1.049
37.	0.011	2.210	0.885	0.012	0.024
38.	0.103	0.977	0.602	0.171	0.100
39.	1.082	0.940	1.015	1.066	1.017
40.	1.028	0.975	0.811	1.269	1.003

41.	0.103	0.960	0.996	0.103	0.099
42.	1.031	0.976	0.816	1.264	1.005
43.	0.013	7.717	0.669	0.019	0.098
44.	0.011	1.008	0.501	0.022	0.011
45.	0.127	0.979	0.791	0.161	0.125
46.	0.099	2.155	1.424	0.070	0.214
47.	0.103	0.977	0.801	0.128	0.100
48.	1.048	2.065	1.416	0.740	2.165
49.	1.025	0.975	0.794	1.291	1.000
50.	1.034	0.976	1.030	1.004	1.008
51.	1.028	0.976	0.807	1.274	1.004
52.	1.026	0.975	0.801	1.280	1.001
53.	1.460	8.611	1.000	1.460	12.576
54.	0.116	2.090	0.942	0.123	0.243
55.	1.351	7.476	0.773	1.749	10.100
56.	1.044	2.116	1.467	0.711	2.208
57.	1.032	2.095	1.474	0.700	2.161
58.	1.084	0.962	1.032	1.051	1.043
59.	1.060	0.962	0.979	1.083	1.019
60.	9.784	2.246	1.513	6.465	21.972
61.	0.000	2.138	1.426	0.000	0.000
62.	1.036	3.093	1.032	1.003	3.203
63.	0.992	1.018	0.804	1.233	1.010
Ortalama	0.546	1.418	0.934	0.585	0.774

Tablo 5-4 teknik etkinlik, teknolojik değişim, pür ekonomik etkinlikteki değişim, ölçek etkinliğindeki değişim ve toplam faktör verimliliğindeki değişimleri ölçmektedir. Uzun süreli toplamda teknolojideki olan verimlilikteki değişmeleri farklı farklı alt kollara ayırarak açıklamaya çalışan bu yaklaşım Türk doğal gaz dağıtım endüstrisinde çalışan firmaların uzun dönemde etkinliği yakalayabilmesi için önemli bir stratejik kaynaktır. Bir diğer dikkat etilmesi gereken durum da 33 numaralı firmadaki olduğu gibi çok yüksek hatta patlayan nitelikli değişim skorlarının gerçekleşmesidir. Böylesine abartılı bir artış ise gerçekten bizzat teknik etkinlikteki firma yönetimi için çığır açıcı nitelikte bir yatırım oluşumundan ya da ölçüm hataları (veri kaybı) durumunun ortaya çıkacak olmasından kaynaklanabilmektedir. O nedenle böyle bir değişim sonucunun bileşimine bakmak için parametrik diğer analizlere bakmak gerekmektedir.

İkinci yıldaki (2014 itibariyle) olan değişimlerin bazılarına bakacak olursak;

Δ Teknik etkinlik skoru firmaların teknik etkinliklerindeki bir önceki yıla göre olan değişimini vermektedir. Hem ölçeğe göre sabit hem de ölçeğe göre değişken getiriye göre tam etkin çıkan 27 numaralı firmanın %2.2 kadar teknik etkinliği azalma yönünde hareket etmiştir. Biz bu değere 27 numaralı firmanın ikinci yıldaki Δ Teknik etkinlik değeri olan 0.978'i 1'den çıkararak ulaşıyoruz. $1-0.978=0.022$ bulunduğu yorumlarken de Δ Teknik etkinlik %2.2'lik bir azalma olarak yorumlayabilmek mümkündür. Kısacası bu firmanın teknik etkinliğindeki durumun kötüleşebileceğine ve %2.2'likte bir düşüş ile sonuçlandığı durumu hesaplanmaktadır. Şimdi bir başka firmadan örnek vermek gerekirse 4. numaralı firmanın Δ Teknik etkinlik skoru 1.056 olarak bulunmuştur. Biz bunu da yorumlarken bu karar verici birimin teknik etkinliğinin bir önceki yıla göre %5.6 arttı olarak yorumlarız. Burada kilit faktör çalışmada genel olarak etkinlik skorlarının yıllar bazında değil de ortalama bazda verilmiş olmasından dolayı detaylandırmak gerekirse yıllar bazındaki etkinlik skorundaki değişimin gidişatı hakkında bilgi vermektedir. Yani TFV analizi içinde Δ Teknik etkinlik katsayısının durumunu gözlemleyerek elimizde tüm yıllar için tek tek etkinlik skorları olmasa da skorun trend eğilimi hakkında bize bilgi vermektedir.

Δ Teknik etkinlik skorunun ortalama değerine baktığımızda bu ise bize toplam doğalgaz dağıtım endüstrisindeki teknik etkinliğin bir önceki yıla göre olan değişimini vermektedir. Bu değere baktığımızda skorun 0.546 olduğunu görmekteyiz. Yani 2013 yılından 2014 yılında geçerken genel doğalgaz dağıtım endüstrisindeki teknik etkinliğin %45,4 azaldığını görmekteyiz ($1-0.546=0.454$). Şimdi benzer bir analizi Ek tablo 6'ya bakarak 2015 yılı için yapmak gerekirse bu yılda ortalama etkinlikte bir önceki yıla oranla yaklaşık %69.3'lük bir artış olduğu görülmektedir. Ek tablo 7'den de 2015 yılından 2016'ya geçerken ise bu artışın çok daha yüksek boyutlara ulaşarak %100'den de fazla arttığı görülmektedir. Burada unutulmaması gereken bir başka faktör de burada bahsedilen etkinlik değişiminin ölçeğe göre sabit getiri altındaki etkinlik değişiminin olduğudur. Yani bu değişim CCR etkinlik skorlarının değişimine yakınsayan bir değişim parametresidir.

Bir başka skor olan Δ Teknoloji skoruna baktığımızda bu skor da bize üretim teknolojisindeki değişimin bir önceki yıla göre olan değişimini göstermektedir. Yine 27 firmanın bu skoruna baktığımızda değer 0.936 olduğunu görmekteyiz. Yani bu firmanın önceki yıla göre üretim teknolojisinde %6.4'lük bir azalma gerçekleşmiştir. Kısacası firmanın gerçekleştirdiği üretim potansiyel üretiminin altında kalmıştır. 4 Numaralı karar biriminin skoru ise 0.974'dür. Yani bu karar verici birimin üretim teknolojisindeki etkinlik bir önceki yıla göre %2.6 azalmıştır. Yine bize genel olarak doğalgaz dağıtım endüstrisindeki teknolojik değişimi verecek olan ortalama değerine baktığımızda skorun 1.418 olduğunu görmekteyiz. Yani bu iki karar verici birimin aksine genel endüstride teknoloji %41.8 oranında gelişmiştir. Parametrenin adından da anlaşılacağı üzere üretim teknolojisindeki bu artış bize endüstri için kritik bilgiler sunmaktadır. Temel olarak üretim teknolojisindeki değişikliği eş ürün eğrilerindeki faktör bileşimleri eğrisinin yer değiştirmesi olarak tanımlandığını biliyoruz. Burada da kastedilen durumun bunun bir benzeridir. Yani aynı üretim artık hem nicelik hem de nitelik bakımından daha optimal bileşimlerle gerçekleşmektedir. Ancak unutulmaması gereken nokta ise bu parametrenin değişim parametresi olduğudur. Yani optimal denge denirken burada kastedilen t-1 döneme göre t dönemindeki değişmedir. Kısacası göreceli (zamansal) bir değişimdir ve mutlak bir optimalizasyondan bahsedebilmek henüz mümkün değildir.

Üçüncü değişken parametre olan Δ Pür (Saf) Ekonomik Etkinlik değişkenine baktığımızda bu değer bize karar verici birimlerin Pür ekonomik etkinliklerindeki değişimi vermektedir. Ve bu değişken teknik etkinlikteki değişimin ölçek etkinliğindeki değişime bölünmesi suretiyle bulunmaktadır. Buradan hareketle bu parametre için ölçek etkinliğinin göz ardı edildiği etkinlik türü olan ölçeğe göre değişken getirili etkinlik skoruna göre hesaplanan etkinlik değerindeki değişimi ifade etmektedir. Bu girift açıklamayı daha basitleştirirsek pür ekonomik skor değişikliği BCC etkinlik skoruna göre hesaplanan etkinlik skorundaki değişmeye yakınsayan bir durumdadır. Yine 2013-2014 yılları arasındaki değişimden hareketle 27. firmanın Δ Pür (Saf) Ekonomik Etkinlik skoruna baktığımızda 0.978 olduğunu görmekteyiz. Yani 27 numaralı firmanın pür ekonomik etkinliği %2.2 azalmıştır. Ancak örneğin 15 numaralı karar biriminin Δ Pür (Saf) Ekonomik Etkinlik skoruna baktığımızda ise skorun 1.016 olduğunu görmekteyiz. Yani 15 numaralı firmanın'ın pür ekonomik

etkinliği %1.6 artmış demektir. Burada bir sağlama yapmakta fayda vardır. 15 Numaralı firmanın teknik etkinliğindeki değişim Δ Teknik Etkinlik skoru 1.048'dir ve ölçek etkinliğindeki değişim Δ Ölçek Etkinlik skoru da 1.032'dir. Hatırladığımız üzere Teknik etkinlik/Ölçek etkinliği ile bulunan pür ekonomik etkinlikteki değişim skorunu $1.048/1.032=1.016$ olarak bulabiliriz. Genel olarak endüstrinin pür ekonomik etkinliğindeki değişmeye bakarsak skorun 0.934 olduğunu görebiliriz. Bu demektir ki endüstrinin pür ekonomik etkinliği 2014 yılında bir önceki yıla göre %6.6 azalmıştır. Kaldı ki zaten Δ Pür Ekonomik Etkinlik $<$ Δ Ölçek Etkinlik olması durumunda Δ Teknik Etkinlik parametresinde hiçbir zaman uzun dönemli bir artış sağlanamayacaktır. Çünkü teknik etkinlik bu iki değişim parametresinin bilmeşiminden meydana gelmektedir.

Dördüncü değişken Δ Ölçek Etkinlik'de bize firmanın ölçeğindeki etkinliğin önceki yıla göre olan değişimini vermektedir. 15 numaralı firmanın ölçek etkinliğindeki değişim skoru 1.32 olarak ölçülmüştür. Yani bu firmanın ölçek etkinliği önceki yıla göre %1.6 artmıştır. Genel olarak Doğalgaz dağıtım endüstrisinin ölçek etkinliğindeki değişim ise 0.585'dir. Yani endüstrinin ölçek etkinliği 2014 yılında bir önceki yıla göre %41.5 ($1-0.585$) azalmıştır. Buradan hareketle ilk değişim parametresi olan Δ Teknik Etkinlik skoru ile ilgili yorum yapabilmek mümkündür. Bünyesinde ölçek etkinliğini taşıyan ölçeğe göre sabit getirili model olan CCR modelinde de aynı yıl için bir azalış beklemek gerekmektedir. Çünkü iki değişim parametresi arasındaki doğru orantı bu iki değişim parametresinin birlikte hareket etmesini gerektirmektedir. Tablo 5-4, Ek tablo 6, tablo Ek tablo 7'den hareketle bu iki değişim parametresi arasındaki doğru orantılı ilişki yıllar bazında genel olarak bozulmamıştır. Yine benzer yorumun tersini Δ Pür Ekonomik Etkinlik ve Δ Ölçek Etkinlik parametrelerin arasındaki ilişki için de yapabiliriz.

Son değişkenimiz olan Δ TFV ise bize karar verici birimlerin bir önceki yıla göre toplam faktör verimliliklerinin değişimini vermektedir. Bu değer de teknik etkinlikteki değişim Δ Teknik Etkinlik ile teknolojiye değişimin Δ Teknoloji ile çarpılması suretiyle bulunmaktadır. 15. firmanın Δ TFV skoruna baktığımızda 1.022 olduğunu görmekteyiz. Yani bu karar biriminin toplam faktör verimliliği %2.2

artmıştır. Bir başka karar birimi olan 54 numaralı karar biriminin Δ TFV etkinlik skoruna baktığımızda ise 0.243 olduğunu görmekteyiz. Yani bu durum karar biriminin toplam faktör verimliliğinin önceki yıla göre %75.7 azaldığına işaret etmektedir. Genel olarak endüstrinin skoruna baktığımızda ise toplam faktör verimliliğinin önceki yıla göre %22.6 azaldığını göstermektedir. Yine burada bir sağlama yapmakta fayda vardır. Daha önce de toplam faktör verimliliğine teknik etkinlikteki değişim Δ Teknik Etkinlik ve teknolojideki değişim Δ Teknoloji ile ulaşabileceğimizi söylemiştik. Endüstri için Δ Teknik Etkinlik skoru 0.546 ve Δ Teknoloji skoru 1.418 bulunmuştu. Bu iki değeri çarptığımızda elde edeceğimiz 0.774 bize toplam faktör verimliliğini verecektir. Yani toplam faktör değişimi teknik etkinlik ve teknolojideki değişimlerin birer sonucudur diyebiliriz. Böyle bir durum hem üretim teknolojisindeki değişimi hem de girdi (çıktı) kullanımı ve üretimindeki optimalizasyonu kapsadığından diğer tüm değişim parametrelerinden çok daha geniş kapsamlı bir değişim parametresidir. Bu parametrenin yüksek olduğu firmalar sadece teknik, ölçek, pür ekonomik etkinlikte ve teknolojisinde değil tüm bu değişim parametrelerindeki hepsindeki iyileşmeyi kapsadığından en çok dikkat çeken geniş kapsamlı bir parametredir.

Tablo 5-5: Yıllar Bazında Değişim Parametrelerinin Değişimi

Yıl	Δ T.E.	Δ Teknoloji	Δ P.E.E.	Δ Ö.E.	Δ TFV
2014	0.546	1.418	0.934	0.585	0.774
2015	0.708	1.693	0.875	0.809	1.198
2016	2.271	0.378	1.050	2.163	0.858
Ortalama	0.958	0.968	0.950	1.008	0.927

Tablo 5-5’den hareketle dikkat etmemiz gereken bir başka nokta da toplam faktör verimliliğinin değişiminin dengesiz bir seyir izlediğidir. Çünkü 2013 yılından 2014 yılına geçerken bir miktar düşen oran, 2014’den 2015 yılında geçerken artmıştır. Ve bu oran da tablodan görüleceği üzere %19.8’dir. Daha sonra 2016 yılına geçerken bu oran %0.73 kadar tekrar azalmıştır. Bu sonuçlardan hareketle sektörün henüz olgun bir seviyeye gelmediği sonucunu çıkarmak zor değildir. Nasıl ki ülkelerin büyüme oranında dalgalanma olduğunda üretimdeki istikrarsızlıktan

bahsediyorsak daha mikro kapsamlı bu sektör içinde aynı iddiayı öne sürebiliriz. Zaten tam etkin firmalar dışındaki tüm firmaların ölçüğe göre artan getiride çalışıyor olması uzun dönemdeki üretim dengesinde optimal dengeye ulaşamadığını çalışmada daha önce de dile getirmiştik. Optimal dengeye ulaşana kadar olgunlaşmaya başlayan bu piyasa gerekli birtakım regülasyonların da desteği ile optimum dengesini yakalayabilecek ve ülke ekonomisi üzerinde daha katma değer yaratan bir sektör olabilecektir. Fakat doğal gaz piyasası genelinde ülkemizin dışa olan bağımlılığının devam etmesinden ötürü küresel, coğrafik ve politik anlamda bir çok olumsuz faktöre karşı kırılgan bir durumda oluşu da sektörde yaratılmaya çalışılan optimal dengeyi kolayca sağlayamayabilecektir. Yani ülkemiz bazında doğal kaynak olarak son derece kıt olan bu enerjinin dağıtım ve kullanımının en verimli hali şu an ne yazık ki sadece kendi ülkemiz dinamiklerine bağlı değildir. Bu nedenle sadece teknik anlamda değil etkin hale gelebilmek için birçok konuda hassas olunması gerektiği açık olan bir gerçekliktir. Ayrıca ara mal niteliği olan sektörlerden biri olan doğal gaz sektörü Türkiye Ekonomisini uzunca bir süre döviz darboğazı yaşatmıştır. İşte tam olarakta bu gibi nedenlerden ötürü bu sektörün önemi son derece önemlidir.

5.2.2. Firma Bazında Toplam Faktör Verimliliği Değişimleri

Tablo 5-6: Firma Bazında Faktör Değişimleri (2013-2016)

Firma	$\Delta T.E.$	$\Delta Teknoloji$	$\Delta P.E.E.$	$\Delta Ö.E.$	ΔTFV
1.	1.023	0.824	0.922	1.109	0.842
2.	2.502	0.986	0.905	2.765	2.466
3.	0.477	1.163	0.819	0.583	0.555
4.	1.049	0.757	1.020	1.029	0.795
5.	2.178	1.457	1.154	1.888	3.174
6.	1.020	0.894	0.927	1.100	0.911
7.	2.121	0.483	1.144	1.854	1.025
8.	1.022	0.968	0.981	1.042	0.990
9.	0.995	0.769	1.006	0.989	0.765
10.	0.481	0.996	0.807	0.595	0.479
11.	1.012	1.163	0.926	1.094	1.177
12.	1.013	1.169	0.918	1.104	1.184
13.	2.130	0.757	1.203	1.770	1.612
14.	0.476	0.970	0.833	0.571	0.461
15.	1.016	0.986	1.005	1.010	1.002
16.	0.481	1.000	0.810	0.594	0.481
17.	1.014	1.403	1.001	1.013	1.423
18.	1.023	0.982	0.935	1.094	1.005

19.	1.016	0.681	0.923	1.100	0.691
20.	0.607	1.277	0.812	0.748	0.776
21.	0.472	0.986	0.927	0.509	0.465
22.	1.006	0.987	1.000	1.006	0.993
23.	0.472	0.993	0.926	0.510	0.469
24.	2.114	0.752	1.123	1.882	1.590
25.	2.072	0.767	1.140	1.818	1.589
26.	1.016	0.988	0.921	1.103	1.004
27.	1.000	1.007	1.000	1.000	1.007
28.	1.014	0.988	0.965	1.051	1.002
29.	0.617	1.262	0.829	0.743	0.778
30.	0.640	1.201	0.832	0.769	0.769
31.	1.782	0.825	1.109	1.607	1.470
32.	2.082	0.584	1.153	1.806	1.216
33.	2.185	1.307	0.957	2.284	2.856
34.	3.896	0.633	1.086	3.589	2.465
35.	0.498	0.757	0.841	0.592	0.377
36.	0.491	0.983	0.832	0.590	0.483
37.	0.841	0.985	0.944	0.891	0.828
38.	0.474	0.972	0.825	0.575	0.461
39.	1.026	0.965	0.978	1.049	0.990
40.	1.015	0.989	0.933	1.088	1.004
41.	0.485	0.979	0.977	0.496	0.475
42.	1.013	0.697	0.933	1.086	0.707
43.	0.481	1.813	0.789	0.610	0.873
44.	0.484	0.999	0.802	0.603	0.483
45.	1.907	0.633	1.198	1.592	1.206
46.	1.000	0.896	0.935	1.070	0.896
47.	1.015	0.988	0.956	1.062	1.004
48.	1.017	1.149	0.926	1.099	1.169
49.	0.470	0.987	0.928	0.507	0.464
50.	0.945	0.776	0.998	0.947	0.733
51.	2.104	0.995	1.205	1.746	2.094
52.	1.018	0.892	0.939	1.085	0.909
53.	0.949	1.381	1.000	0.949	1.310
54.	0.483	1.157	0.813	0.594	0.559
55.	1.066	1.264	0.829	1.287	1.348
56.	1.017	1.154	0.931	1.093	1.173
57.	1.017	1.152	0.948	1.074	1.172
58.	1.024	0.985	1.007	1.017	1.008
59.	1.037	0.977	0.992	1.046	1.013
60.	1.005	1.195	0.927	1.085	1.201
61.	0.475	1.162	0.932	0.510	0.552
62.	0.938	0.752	0.953	0.985	0.706
63.	1.024	0.985	0.932	1.099	1.009
Ortalama	0.958	0.968	0.950	1.008	0.927

Tablo 5-6'da tek tek firma bazında bu dört yıllık dönemde ortalama skorlarının nasıl değiştiği görülmektedir. Örneğin 1. firmanın teknik etkinlikteki değişme değerinin ortalaması 1.023 çıkmıştır. Yani bu firmanın dört yılda ortalama %2.3'lük bir teknik etkinlik artışı gösterdiğini gözler önüne sermektedir. Yani teknik olarak firmanın teknik ve yönetsel anlamda bir atış olduğu aşikârdır. Aynı firmanın dört yıldaki ortalama teknolojik değişimi ise 0.824 olması da teknolojisinde %17.6'lık bir gerileme olduğuna, pür ekonomik etkinlikte de %7.8'lik bir azalışa işaret etmektedir. Ancak bu firmanın ölçek etkinliğinde %10.9'luk bir artış gözlemlenirken toplam faktör verimliliğinde de %15.8'lik bir azalış dikkati çekmektedir. Bu şekilde bakıldığında çokta bir anlam ifade etmeyen bu sayılar ancak ve ancak göreceli olarak değerlendirildiğinde anlam kazanacaktır. Agdaş Adapazarı doğal gaz dağıtım A.Ş.'nin bu dört yıllık süreçte teknik etkinliğindeki artış küçük bir yüzdeye karşılık gelmesine rağmen ortalamadan daha çok teknik etkinlik artışı olduğu açıktır. Teknik etkinlikteki bu artışın ise altında yatan sebep olarak bu parametreyi etkileyen başka bir parametre olan ölçek etkinliğine de bakmamız gerekir. Firmanın ölçek etkinliğinde yakaladığı artış ise %10.9 gibi ciddi bir büyüme oranıdır. Burada sorulması gereken öncelikli soru neden doğru orantılı olmasına rağmen firmanın hem teknik etkinlik hem de ölçek etkinliği değerlerinde aynı oranda büyümediğidir. Bunun cevabı ise pür (saf) ekonomik etkinlikte yaşanan düşüştür. Dikkat edilecek olursa firmanın pür ekonomik etkinliğinin dört yılsonunda %7.8 gibi küçümsenmeyecek bir oranda azaldığıdır. Yani firma ölçek etkinliğindeki büyümesini yüksek miktarda tutabilmesine rağmen pür ekonomik dinamiklerinin (ölçek dışı iyileşmeler; pazarlama stratejileri gibi) iyi işleyememesi nedeniyle genel anlamda teknik etkinliğindeki artış sınırlı kalmıştır. Firmanın toplam faktör verimliliğindeki değişmelere baktığımızda teknik etkinlik ve teknolojik değişimlerinden oluşan bu değişken için durumun dört sene içinde kötüleştiğidir.

Teknik etkinliğin yorumlanmasında ana hatlar olan faktör kullanımının yıllar bazında bir miktar iyileşirken genel teknolojik anlamda oldukça gerileyen (%17.6) firma bu iki değişim parametresinden oluşan toplam faktör verimliliği konusunda %15.8 gibi bir oranda gerilemiştir. Yani firma teknik dinamikleri dışındaki

etmenlerden olan beşeri sermaye, işletme içi yönetim, insan kaynakları gibi sosyal sermaye konularında firmanın başarılı olamadığına işaret etmektedir.

Mikro anlamdaki yukarıdaki analizimizden hareketle artık endüstri için TFV'nin nasıl değiştiğini yorumlayabiliriz. Doğalgaz endüstrisinin genel olarak analizine bakacak olursak; 2013-2016 yılları aralığında endüstrideki toplam teknik etkinlikteki değişim %4.2'lik bir düşüşe işaret etmekteyken, teknolojiadaki gerileme %3.2 ve pür ekonomik etkinlikte ise %5.2'lik bir küçülme yaşanmaktadır. Ölçek etkinliğindeki %0.8'lik ufak bir artışa rağmen toplam faktör verimliliğinde %7.3'lük bir küçülme söz konusudur. Yukarıdaki analizimizi buraya benchmark etmek gerekirse; teknik etkinlikteki %4.2'lik düşüş ve ölçek etkinliğindeki %0.8 artış sonucunda pür ekonomik etkinliğin değişimi %5'lik bir düşüş olmuştur. Görüldüğü gibi teknik etkinlikteki düşüş ve ölçek etkinliğindeki artışın bölünmesi ile yaklaşık %5 değeri elde edilebilmektedir. Yani endüstrideki girdi kullanım miktarı ile yakın ilişkili olan ölçek etkinliğindeki artışa rağmen pür ekonomik etkinlikteki yüksek miktartlı artış sonuç olarak endüstri bazında teknik etkinlikte bir artışa neden olmuştur. Bununla birlikte teknolojik değişimdeki %3.2'lik gerileme sonucu, teknik etkinlikteki gerilemenin de etkisi ile toplam faktör verimliliği tüm etkinlik çeşitlerindeki (ölçek etkinliği hariç) daha yüksek miktarda gerilemiştir (%7.3).

Sonuç olarak hem teknik etkinlikteki genel gerileme hem de teknolojik değişimdeki gerileme sonucu toplam faktör verimliliği düşmüştür. Yani hem teknik anlamda hem de beşeri anlamda ilerleme kaydedemeyen sektörde genel anlamda bir küçülme söz konusudur. Bu etkinin içinde sarf edilen aylak girdiler verimli çalışmayan iş gücü, işletme yönetim politikalarındaki problemler, iş gücü piyasasında kalifiye hale gelememe durumu ve daha birçok sayılabilecek aksaklıklar bulunmaktadır.

ALTINCI BÖLÜM

STOKASTİK SINIR ANALİZİ İLE ETKİNLİK - VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜNE YÖNELİK UYGULAMA

Veri Zarflama Analizinde olduğu gibi 63 doğalgaz dağıtım şirketinin etkinlik analizi çalışmanın bu bölümünde Stokastik Sınır Analizi ile yapılmıştır. SFA çalışmasında da VZA'daki çalışmada olduğu gibi dört yıl süresince meydana gelen etkinlik skorlarının ortalamaları alınarak yorumlanmıştır. Yani toplamda 252 gözlemlenen değer den bu ortalamalar elde edilmiştir. Stata uygulaması yardımı ile yapılan çalışmada önce Cobb-Douglas ardından Translog üretim fonksiyonları referans alınarak üretim fonksiyonundaki katsayılarının anlamlılığı test edilmiş ve çıktıya olan etkileri açıklanmış, sonrasında ise varsa KVB'lerdeki etkinsizliklere değinilip bunların rassal hatalardan mı yoksa bizzat teknik etkinsizlikten mi meydana geldiği gösterilmiştir. Çalışmanın son kısmında ise VZA ve SFA'ya göre 63 firmanın dört yıl içindeki ortalama etkinlikleri karşılaştırılıp bir takım önerilerle sonlandırılmıştır. Çalışmadaki veri niteliği panel veri türünde olup hiçbir parametrede negatiflik tespit edilmediğinden dönüştürme işlemine de gerek duyulmamıştır.

6.1. SFA Analiz Sonuçları

İncelenen 2013-2016 dönemi sonuçları dört yıllık ortalamaları alınarak yorumlanmıştır. 2013-2016 yılları için oluşturulan Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna göre oluşturulan SFA denklemi aşağıdaki gibi modellenmiştir.

$$\ln(kas) = \beta_0 + \beta_1 \ln(kps) + \beta_2 \ln(pbh) + \beta_3 \ln(cbh) + \varepsilon_i \quad (1)$$

Kas: Konut Abone Sayısı

Kps: Kayıtlı Personel Sayısı

Cbh: Çelik Boru Hattı Uzunluğu

Pbh: Polietilen Boru Hattı Uzunluğu

B: Parametre Katsayıları

$E = v_i - u_i$: Birleşik Hata Terimi

Aynı dönem için oluşturulan Translog üretim fonksiyonuna göre oluşturulan SFA denklemi ise aşağıdaki gibi modellenmiştir.

$$\ln(kas) = \beta_0 + \beta_1 \ln(kps) + \beta_2 \ln(pbh) + \beta_3 \ln(cbh) + \beta_4 \ln(kps)^2/3 + \beta_5 \ln(cbh)^2/3 + \beta_6 \ln(pbh)^2/3 + \beta_7 \ln(cbh).\ln(pbh) + \beta_8 \ln(cbh).\ln(kps) + \beta_9 \ln(pbh).\ln(kps) + \varepsilon_i \quad (2)$$

Translog üretim fonksiyonuna göre modelleme yaptığımızda model çok daha esnek hale gelmekte değişkenlerin parametre karelerinin yanı sıra iki değişkenin etkileşim parametresi de modele dâhil olmaktadır. Ayrıca translog üretim fonksiyonu ile çalışığımızda hesaplanacak katsayı sayısı on olmakta iken cobb-douglas'da bu sayı sadece dördtür. Dikkat edilmesi gereken bir başka nokta da Translog üretim fonksiyonunun ilk dört parametresinin bize cobb-douglas üretim fonksiyonunu verdiğiidir. Translog üretim fonksiyonu içerdiği farklı parametrelerden ötürü eğrisel ve doğrusal vektörleri de bünyesinde barındırdığından daha esnek ve duyarlı bir üretim fonksiyonu olduğu da tartışılmaz bir gerçekliktir. Ancak iki üretim fonksiyonunda da var olan birleşik hata terimi bize bu modelleri EKK ile değil de Maksimum Olabilirlik tahmincileri ile hesaplamamız gerektiğini gösteren asıl parametredir.

6.1.1. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonuna Göre Sonuçlar

Çalışmada ilk önce 2013-2016 yılları arasındaki 252 gözlemden oluşan 63 KVB'nin etkinlik analizi yapılmıştır. C-D üretim fonksiyonunun SFA yöntemi kullanılarak ulaşılan anlamlılık ve etkinlik ile ilgili sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Tablo 6-1: 2013-2016 Yılları C-D Üretim Fonksiyonu Analiz Sonuçları

Parametre	Katsayı Değeri	Std. Sapma	z-değeri	t-değeri	P değeri
Sabit	-1.330426	0.5086163	-2.62	-1310	0.009***
Ln(kps)	0.2235415	0.0722365	3.09	1545	0.002***
Ln(pbh)	0.8385325	0.0876636	9.57	4785	0.000***
Ln(cbh)	0.0652496	0.0801067	0.81	405	0.415
Ln σ^2	0.6144999	4.408029	0.14	70	0.889
Lgty	3.278253	4.571298	0.72	360	0.473
ε	0.2859405	0.0408864	6.99	3495	0.000***
σ^2	1.848732	8.149263			
γ	0.9636752	0.1600198			
σ_u^2	1.781577	8.149			
σ_v^2	0.0671549	0.0068626			
P < 0.10 (*) %10'a göre anlamlılık sınanır H ₀ red ve katsayı anlamlı P < 0.05 (**) %5'e göre anlamlılık sınanır H ₀ red ve katsayı anlamlı P < 0.01 (***) %1'e göre anlamlılık sınanır H ₀ red ve katsayı anlamlı					

2013-2016 yılları arasındaki veriler kullanılarak Maksimum Olabilirlik yöntemi ile yapılan tahminleme sonucunda Wald istatistik değeri X^2 dağılım tablo değerinden büyüktür ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum bize H₀ yokluk hipotezi olan teknik etkinsizlik yoktur hipotezini reddetmemizi sağlar ve modelde etkinsizlik olduğunu göstermektedir. Yani bu yıllar arasında firmalar'da teknik etkinsizliğin var olduğuna işaret etmektedir. Ancak bu etkinsizliğin hangi faktörlerden kaynaklandığını da bilmemiz gerekmektedir. Bu sınamaya da γ parametresine bakarak karar verebiliriz. Üretim sınır fonksiyonundaki sapmaların yaklaşık değeri 0.96 (u_i) olduğundan bu kısım teknik etkinsizlikten geri kalan 0.04'lük kısmı ise rassal değişkenlerden yani ölçüm hatalarından (v_i) kaynaklanmaktadır. Yani bu anlamda kullanılan modelleme SSA teorisine uygun düşmektedir. Modeldeki veriler ve modelleme de problem oldukça göz ardı edilebilir bir değerde iken, teknik etkinsiz şekilde çalışan firmaların olduğu ve bu etkinsizliğin de işletmelerin iktisadi ve yönetsel faaliyetlerinden meydana geldiği de analiz

çıkıtısında açıkça görülebilmektedir. Bu anlamda SSA yöntemi ve C-D üretim fonksiyonu baz alınarak yapılan analiz sonuçları VZA yöntemi ile yapılan analiz sonuçları ile temel anlamda benzer niteliktedir. Bu analizi derinleştirmek adına katsayıların anlamlılığına da bakmamız yararlı olacaktır. Katsayılardan yalnızca çelik boru hattı uzunluğunun konut abone sayısına olan etkisi anlamsız çıkmıştır. Diğer iki değişkenin katsayısı ise istatistiksel olarak anlamlıdır. Buradan hareketle polietilen boru hattı uzunluğundaki %1'lik bir artış konut abone sayısını %0.83 oranında artırmaktadır. Çelik boru hattına oranla daha ekonomik, daha esnek, daha dayanıklı ve modern bir boru türü olan polietilen borunun kullanımı tüm doğalgaz dağıtım firmalarında çelik boru hattından daha çok kullanılmakta ve her yıl daha yüksek bir oranda hat yapımında kullanılmaktadır. 63 dağıtım firması için de bu durum geçerlidir. Bir diğer bağımsız değişken olan kayıtlı personel sayısındaki %1'lik artış konut abone sayısını ise %0.22 oranında artırdığı görülmektedir. Sektördeki istihdam açısından bakıldığında iş gücünün bu sektördeki artışı doğalgaz dağıtım kanallarındaki abone sayılarını artırmakta bir anlamda her yaratılan istihdam tüketiciye ulaşma durumunda bir hızlılığa ve olumluluğa işaret etmektedir. Beşeri sermaye oluşturma ve teknolojik gelişmeyi destekleme konusunda yüksek yetkinlik gerektiren personel ihtiyacının yaratılan her iş gücünün hem iktisadi hem de bilgi birikimi büyümesi yaratmaktaki yatkınlığı da sektördeki kalifiye personelin önemini göstermektedir.

Doğalgaz sektöründeki dışa bağımlılıktan ötürü geç kalkınan bir sektör olduğu gerçeği yine VZA analizinde tüm firmaların ölçeğe göre artan getiri de çalışmaları da istihdamın üretime olan önemli etkisini göstermektedir.

Tablo 6-2: 2013-2016 Yılları C-D Üretim Fonksiyonuna Göre Firma Etkinlik Skorları

Firma Sırası	Etk. Firma	C-D Etkinlik Skoru
51	AGDAŞ ADAPAZARI GAZ DAĞITIM	0,660681
63	AKMERCAN BATIKAR DOĞAL GAZ	0,3266117
53	AKMERCAN DELTA DOĞALGAZ	0,6220404
60	AKMERCAN GEPİ DOĞAL GAZ	0,4680839
52	AKMERCANGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,6305391
44	AKSA AFYON DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,7541814

13	AKSA BALIKESİR DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9358317
3	AKSA BANDIRMA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9675239
42	AKSA BİLECİK BOLU DOĞALGAZ DAĞITIM	0,7651843
21	AKSA ÇANAKKALE DOĞAL GAZ	0,9145929
50	AKSA DÜZCE EREĞLİ DOĞAL GAZ	0,6795916
5	AKSA ELAZIĞ DOĞALGAZ DAĞITIM	0,9672245
57	AKSA GAZ DAĞITIM A.Ş.	0,5706199
7	AKSA GEMLİK DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9596966
46	AKSA GÜMÜŞHANE BAYBURT	0,7070116
11	AKSA KARADENİZ DOĞAL GAZ	0,9396074
14	AKSA MALATYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9345137
24	AKSA MANİSA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8840573
29	AKSA MUSTAFAKEMALPAŞA SUSURLUK KARACABEY	0,8582496
37	AKSA ORDU GİRESUN DOĞAL GAZ	0,79712
17	AKSA SİVAS DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9241869
22	AKSA ŞANLIURFA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,902482
34	AKSA TOKAT AMASYA DOĞAL GAZ	0,8363853
40	AKSA VAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,7728559
43	ARMADAŞ ARSAN MARAŞ DOĞAL GAZ	0,7622236
38	ARMAGAZ ARSAN MARMARA	0,7913224
9	BAHÇEŞEHİR GAZ DAĞITIM	0,9462823
6	BAŞKENT DOĞALGAZ DAĞITIM	0,9652321
15	BURSA ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9285552
35	ÇİNİGAZ DOĞAL GAZ DAĞITI	0,8195164
10	ÇORDAŞ ÇORLU DOĞALGAZ DAĞITIM	0,9425355
8	ÇORUM DOĞAL GAZ DAĞITIM SAN	0,9521408
4	DİYARBAKIR DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9674734
28	ENERYA AKSARAY DOĞALGAZ DAĞITIM	0,8689359
62	ENERYA ANTALYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,3733366
61	ENERYA AYDIN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,4596703
32	ENERYA DENİZLİ DOĞALGAZ DAĞITIM	0,8400607
30	ENERYA EREĞLİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,84802
26	ENERYA ERZİNCAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8699954
27	ENERYA KAPADOKYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8690257
33	ENERYA KARAMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8389826
20	ENERYA KONYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9176069
1	ESGAZ ESKİŞEHİR ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ	0,9741855
55	GAZDAŞ GAZİANTEP DOĞAL GAZ	0,5783262
56	İGDAŞ İSTANBUL GAZ DAĞITIM SAN.	0,575292
31	İNEGÖL GAZ DAĞITIM SAN.	0,8457233
39	İZGAZ İZMİT GAZ DAĞITIM	0,7842723
19	İZMIRGAZ ŞEHİR İÇİ DOĞALGAZ	0,921936
36	KARGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8000574

58	KARGAZ KARS ARDAHAN DOĞAL	0,5668936
23	KAYSERİGAZ KAYSERİ DOĞALGAZ	0,8850346
47	KIRGAZ KIRIKKALE-KİRŞEHİR DOĞAL	0,6982227
59	KIZILCAHAMAM DOĞALGAZ DAĞITIM	0,4760232
2	PALEN ENERJİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9704422
12	PALGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9359954
25	POLGAZ POLATLI DOĞAL GAZ	0,8761277
16	SAMGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9279572
54	SELÇUK DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5911484
18	SİİRT BATMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9230456
45	SÜRMEİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,7129422
48	TOROSGAZ ISPARTA BURDUR	0,6978921
49	TRAKYA BÖLGESİ DOĞAL GAZ	0,6821659
41	UDAŞ UŞAK DOĞALGAZ DAĞITIM	0,769832
	ORTALAMA	0,792592125

Bireysel anlamda da etkinlik durumlarını incelememiz gereken 63 firmanın 2013-2016 yıllarında aldığı etkinlik skorları tablo 6-2’de gösterilmiştir.

Teknik etkinlik ortalaması yıllar itibariyle en düşük olan firma Akmercan Batıkar Doğalgaz dağıtım firması durumundadır. Firmanın etkinlik skoru C-D üretim fonksiyonuna göre 0.32 seviyesindedir ve oldukça düşük bir skordur. Aynı zamanda çalışmadaki tüm firmalar için etkinlik skoru ortalaması olan 0.79’un oldukça altında bir skordur. En düşük beş etkinlik skorları sıralamasında Akmercan Batıkar’ı sırasıyla 0.37 ile Enerya Antalya, 0.459 ile Enerya Aydın, 0.468 ile Akmercan Gega ve 0.47 ile Kızılcahamam Doğalgaz dağıtım firmaları izlemektedir. Dikkat edilecek olursa bu beş firma için de polietilen boru hattı uzunluğu ve kayıtlı çalışan sayısı ortalamasının oldukça altındadır. En yüksek beş etkinlik skoruna sahip firmalar ise 0.974’lük skorla Esgaz Eskişehir olmuş onu sırasıyla 0.97 ile Palen Enerji, %967 ile Aksa Bandırma ve Diyarbakır, 0.965 ile Aksa Elazığ olmuştur. Dikkat edilecek bir başka nokta da en yüksek ilk on etkinlik skoruna sahip firmalardan sekizi büyükşehir niteliğindedir. Bir başka dikkat edilecek nokta da genel olarak yüksek polietilen boru hattı uzunluğu ve personel sayısındaki artış etkinlik skorlarını da olumlu etkilemiş ve değerleri yükseltmiştir. Etkinlik skorlarında bakarak söyleyebileceğimiz en çarpıcı çıkarım ise VZA sonuçlarından çıkan ölçüğe göre artan getiri kavramının SFA’da da gözlemlenebilir olduğudur. Hiçbir firmanın tam etkin olmayışı ve yıllar bazında

girdilerini artırmaya devam etmeleri de ölçeye göre artan bir getiri olduğunu yani çalışmada tüm doğalgaz dağıtım şirketlerinin optimal kapasitede girdi kullanımına ulaşamadığını göstermektedir. Yani politika önermesi çıktıyı ciddi anlamda etkileyen polietilen boru hattı uzunluklarını ve çalışan personel sayısının artmasının devam etmesinin genel anlamda etkinliği artırmayı da devam edeceğinin somut bir göstergesidir.

Anlamlılık testlerinde de görüldüğü üzere etkinsizliğin γ değişkeninden (teknik etkinsizlikten) kaynaklandığıdır. Ki bu da %96'lık bir orana tekabül etmektedir. Yani doğalgaz dağıtım şirketlerinin tümünün optimal ölçekte çalışmama gerekçesi başarısız kullandığı girdileridir. Çalışmada rassal değişkenlerden kaynaklanan etkinsizlik ise göz ardı edilebilecek bir orandadır. O nedenle firmaların çıktısını artırmaya devam etmeleri yani daha çok aboneye ulaşabilmeleri için polietilen boru hattı uzunluğunu ve personel sayısını artırmaya devam etmelidir. Çelik boru hattının konut abone sayısını artırma konusunda katsayısının anlamlı çıkmadığını yukarıda belirtmiştik. Belki de kullanılabilir alanın kısıtlılığı ya da polietilen boru hattının yapısının, esnekliğinin ve düşük maliyetliliğinin kendisinde olmayışı polietilen boru hattını firmalar için cazip kılmaktadır. Genel anlamda polietilen boru hattının uzunluğunun ortalamasının yıllar ortalamasında oldukça hızlı artışı da bu tercihi gözler önünde kılmaktadır. Diğer yandan bazı firmaların Çelik boru hattı inşasını bırakıp tamamen polietilen boru hattı ilavesi ile dağıtımını gerçekleştirdiği de dikkat edilmesi gereken bir başka noktadır.

6.1.2. Translog Üretim Fonksiyonuna Göre Sonuçlar

Çalışmanın bu kısmında da daha önce Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna göre 252 gözlemden oluşan 63 firmanın etkinlik analizi yapılmıştır. Translog üretim fonksiyonunun SFA yöntemi kullanılarak ulaşılan anlamlılık ve etkinlik ile ilgili sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Tablo 6-3: 2013-2016 Yılları Translog Üretim Fonksiyonu Analizi Sonuçları

Parametre	Katsayı Değeri	Std. Sapma	z-değeri	t-değeri	P değeri
Sabit	-27.7976	5.24169	-5.30	-2650	0.000***
Ln(kps)	2.17776	0.51565	4.18	2090	0.000***
Ln(pbh)	8.119135	1.259916	6.44	3220	0.000***
Ln(cbh)	2.730578	0.8609339	3.17	1585	0.002***
Ln(kps) ²	0.266997	0.618092	4.17	2085	0.000***
Ln(pbh) ²	0.2799578	0.482815	5.80	2900	0.000***
Ln(cbh) ²	0.1272887	0.0395081	3.22	1610	0.001***
Ln(cbh).Ln(pbh)	5.40e-13	1.59e-13	3.40	1700	0.001***
Ln(cbh).Ln(kps)	5.93e-09	9.30e-10	6.38	3190	0.000***
Ln(pbh).Ln(kps)	3.35e-10	9.28e-11	3.61	1805	0.000***
Ln σ^2	5.523503	20.0141	0.28	140	0.785
Lgt γ	8.918328	20.018	0.45	225	0.656
ε	0.1787861	0.224354	7.97	3985	0.000***
σ^2	250.5109	5013.75			
γ	0.9998661	0.0026799			
σ_u^2	250.4774	5013.75			
σ_v^2	0.0335419	0.0035138			
P < 0.10 (*) %10'a göre anlamlılık sınanır H ₀ red ve katsayı anlamlı					
P < 0.05 (**) %5'e göre anlamlılık sınanır H ₀ red ve katsayı anlamlı					
P < 0.01 (***) %1'e göre anlamlılık sınanır H ₀ red ve katsayı anlamlı					

C-D fonksiyonunda daha önceki bölümde tahminlendiği gibi 2013-2016 yılları arasındaki veriler kullanılarak Maksimum olabilirlik yöntemi ile tahminlenmiştir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda olduğu gibi Translog üretim fonksiyonunda da Wald istatistik değeri X^2 değerinden büyük çıkmıştır. Yani Translog üretim fonksiyonu için de doğalgaz dağıtım şirketlerinin etkisiz bir şekilde çalışması durumu mevcuttur. Translog üretim fonksiyonu için de modelde etkisizlik vardır. Var olan bu etkisizliğin neyden ileri geldiğini de bakmamız gerekmektedir. γ değerinin 0.999 (u_i) olması bize etkisizliğin %99.9'unun teknik etkisizlikten ileri

geldiği gözlemlenmektedir. Rassal hatalardan kaynaklanan etkinlik ise oldukça düşük bir yüzdeye denk geldiğinden göz ardı edebilmemiz mümkündür. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ile önceki bölümde tahminlediğimiz modelde ise teknik etkinsizlikten kaynaklanan miktarın daha düşük olduğunu yani rassal ölçüm hatalarının daha çok etkinsizliğe neden olabildiğini görmüştük. Böyle bir kıyasla Translog üretim fonksiyonu ile yapılan tahminlemede teknik etkinsizlik durumunun daha yüksek olduğunu açıkça görebilmekteyiz. SSA ve VZA teorilerine uygun olarak translog üretim fonksiyonunda da etkinsizlik nedeni daha firmaların iktisadi, yönetsel ve operasyonel nedenlerinden ileri gelmektedir. Katsayıların anlamlılığına baktığımızda ise ortalama dâhil tüm parametreler için %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Cobb-Douglas üretim fonksiyonundan farklı olarak Translog üretim fonksiyonunda çelik boru hattı uzunluğunun da konut abone sayısını etkilediği tespit edilmiştir.

Katsayılarımızı açıklayacak olursak; Kayıtlı personel sayısındaki %1'lik artış Konut abone sayısını %2.17 artırmaktadır. Personel sayısının artırılması doğalgaz kullanan ev sayısının artmasına neden olmaktadır. Bağımsız değişken olan personel sayısının artırılması C-D üretim fonksiyonuna kıyasla Translog üretim fonksiyonunda daha çok bağımlı değişken olan konut abone sayısını artırmaktadır. Bir diğer bağımsız değişken olan polietilen boru hattı uzunluğunun, bağımlı değişken olan konut abone sayısını C-D üretim fonksiyonundakinden daha çok etkilemektedir. Polietilen boru hattı uzunluğunun %1 artırılması konut abone sayısını %8.1 artırmaktadır. Bu bağımsız değişkenin çıktıya olan etkisi oldukça yüksektir. C-D üretim fonksiyonunda olduğu gibi çıktıya olan en yüksek etkiyi yine polietilen boru hattı uzunluğu gerçekleştirmiştir. Translog üretim fonksiyonu ile çalışmamızın en büyük etkisi tüm girdilerin çıktı üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymasıdır. Çelik boru hattı uzunluğundaki %1'lik artışın konut abone sayısını %2.73 oranında artırdığını görülmektedir. C-D üretim fonksiyonunda ise çelik boru hattı uzunluğunun konut abone sayısı üzerinde bir etkisi olmadığına katsayısının anlamlı çıkmadığına bakarak karar vermiştik. O nedenle translog üretim fonksiyonunda anlamlı çıkan tüm girdi katsayıları bu üretim fonksiyonunu Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna kıyasla tercih etmemize neden olan ilk etken olarak sayabiliriz.

Bu üretim fonksiyonunda eğrisel parametrelerin anlamlılığına bakarsak; Logaritma kareleri alınan girdilerin tümünün katsayıları anlamlı çıkmıştır. Bu translog üretim fonksiyonu ile çalışmamızın gerekliliğinin ikinci fazı olarak düşünebiliriz. Hatırlarsak tüm girdilerin katsayılarının daha önce anlamlı çıktığını görmüştük bu ise translog üretim fonksiyonu ile çalışmamızın gerekliliğinin ilk fazı olarak ele alınabilirdi. Ancak pek tabii ki henüz translog üretim fonksiyonu ile çalışmamız gerektiğine karar vermemiz için etkileşim parametrelerine bakmamız gerekmektedir. Tüm etkileşim parametreleri de %1'lik anlamlılık düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Tüm bu sonuçlar çalışmanın C-D üretim fonksiyonu yerine translog üretim fonksiyonu ile yapılması daha gerçekçi ve uygun sonuçlar verecektir.

Bir genel olarak modeli inceleyecek olursak translog üretim fonksiyonunda kullanılan parametreler, logaritma kare parametreler ve etkileşim parametrelerinin katsayılarının tümü anlamlı çıkmıştır. Bununla birlikte γ katsayısının %90 üzerinde oluşu da modeldeki etkinsizliğin çok yüksek bir kısmının rassal ölçüm hatalarından değil bizzat teknik etkinsizlikten olduğu görülmüştür. Bu kriterler translog üretim fonksiyonu ile çalışılmasının daha doğru olacağı görülmüştür. SFA'nın teorik içeriğinde de KVB sayısının fazla oluşu translog üretim fonksiyonunun kullanılmasını olanaklı kılacağını çalışmamızda da göstermiştir. Firma sayısının 63 gözlem sayısının ise 252 bu durumu yaratan etkenler olarak görülebilmektedir.

LR test istatistiği ki-kare test değerinden de büyük olduğundan yine translog üretim fonksiyonunu kullanmamız için geçerli bir neden daha olacaktır.

Tablo 6-4: 2013-2016 Yılları Translog Üretim Fonksiyonuna Göre Firma Etkinlik Skorları

Firma Etk. Sırası	Firma	Translog Etkinlik Skoru
52	AGDAŞ ADAPAZARI GAZ DAĞITIM	0,5434217
62	AKMERCAN BATIKAR DOĞAL GAZ	0,2772589
56	AKMERCAN DELTA DOĞALGAZ	0,490398
60	AKMERCAN GEPA DOĞAL GAZ	0,333468
55	AKMERCANGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5077888
40	AKSA AFYON DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,6242964
25	AKSA BALIKESİR DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8076366
19	AKSA BANDIRMA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8784416
39	AKSA BİLECİK BOLU DOĞALGAZ DAĞITIM	0,6343381
20	AKSA ÇANAKKALE DOĞAL GAZ	0,8776127
43	AKSA DÜZCE EREĞLİ DOĞAL GAZ	0,5963026
7	AKSA ELAZIĞ DOĞALGAZ DAĞITIM	0,9348964
58	AKSA GAZ DAĞITIM A.Ş.	0,41552
18	AKSA GEMLİK DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8799038
46	AKSA GÜMÜŞHANE BAYBURT	0,5759962
8	AKSA KARADENİZ DOĞAL GAZ	0,9337237
14	AKSA MALATYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8899113
23	AKSA MANİSA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8246973
33	AKSA MUSTAFAKEMALPAŞA SUSURLUK KARACABEY	0,7208334
34	AKSA ORDU GİRESUN DOĞAL GAZ	0,7065368
15	AKSA SİVAS DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8815792
27	AKSA ŞANLIURFA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,7991393
26	AKSA TOKAT AMASYA DOĞAL GAZ	0,8065979
45	AKSA VAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5826481
35	ARMADAŞ ARSAN MARAŞ DOĞAL GAZ	0,6706464
32	ARMAGAZ ARSAN MARMARA	0,7241541
3	BAHÇEŞEHİR GAZ DAĞITIM	0,9521608
21	BAŞKENT DOĞALGAZ DAĞITIM	0,8735
6	BURSA ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9461682
49	ÇİNİGAZ DOĞAL GAZ DAĞITI	0,569168
10	ÇORDAŞ ÇORLU DOĞALGAZ DAĞITIM	0,922541
11	ÇORUM DOĞAL GAZ DAĞITIM SAN	0,9077658
2	DIYARBAKIR DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9685051
37	ENERYA AKSARAY DOĞALGAZ DAĞITIM	0,659151
63	ENERYA ANTALYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,2651081
59	ENERYA AYDIN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,3622288
24	ENERYA DENİZLİ DOĞALGAZ DAĞITIM	0,8129522
42	ENERYA EREĞLİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5981757

50	ENERYA ERZİNCAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5626751
28	ENERYA KAPADOKYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,7840067
53	ENERYA KARAMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5336223
9	ENERYA KONYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9298447
1	ESGAZ ESKİŞEHİR ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ	0,9816204
48	GAZDAŞ GAZİANTEP DOĞAL GAZ	0,5721341
47	İGDAŞ İSTANBUL GAZ DAĞITIM SAN.	0,5733703
31	İNEGÖL GAZ DAĞITIM SAN.	0,7393377
29	İZGAZ İZMİT GAZ DAĞITIM	0,7689945
12	İZMİRGAZ ŞEHİR İÇİ DOĞALGAZ	0,9066781
30	KARGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,7538218
57	KARGAZ KARS ARDAHAN DOĞAL	0,4694777
16	KAYSERİGAZ KAYSERİ DOĞALGAZ	0,8812354
36	KIRGAZ KIRIKKALE-KIRŞEHİR DOĞAL	0,6615881
54	KIZILCAHAMAM DOĞALGAZ DAĞITIM	0,5167475
4	PALEN ENERJİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9504111
13	PALGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9030858
22	POLGAZ POLATLI DOĞAL GAZ	0,8617091
5	SAMGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9463844
61	SELÇUK DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,3261459
17	SİİRT BATMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8804454
51	SÜRMELİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5553949
38	TOROSGAZ ISPARTA BURDUR	0,6405893
41	TRAKYA BÖLGESİ DOĞAL GAZ	0,6222792
44	UDAŞ UŞAK DOĞALGAZ DAĞITIM	0,5958812
	ORTALAMA	0,709089725

Şimdi translog üretim fonksiyonuna göre firmaların etkinlik skorlarına bakabiliriz. Esnek yapıdaki bu üretim fonksiyonuna göre en etkinsiz beş firma sırası ile 0.26 ile Enerya Antalya, 0.27 ile Akmercan Batıkar, 0.32 ile Selçuk Doğalgaz, 0.33 ile Akmercan Gepa, 0.36 ile Enerya Aydın olmuştur. En etkinsiz çalışan bu beş doğalgaz dağıtım şirketinin Selçuk Doğalgaz dışındaki diğer dördü Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda da en etkinsiz beş firma arasında yer almıştı. Yine dikkat edilecek olursa bu beş firmanında polietilen boru hattı ve çelik boru hattı uzunluğu ile kayıtlı personel sayısı yıllar itibarıyla ortalamanın altında kalmış. Ayrıca bu girdilerin artışları da nispi olarak düşük kalmıştır. Translog üretim fonksiyonuna göre en etkin durumdaki beş firma ise sırasıyla; 0.98 ile Esgaz Eskişehir, 0.968 ile Diyarbakır Doğalgaz, 0.952 ile Bahçeşehir gaz, 0.95 ile Palen Enerji Doğalgaz ve

0.946 ile Samgaz Doğalgaz olmuştur. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ile yapılan etkinlik ölçümünde ise en etkin ilk beşte Esgaz Eskişehir, Diyarbakır Doğalgaz ve Palen Enerji ilk beşte kendine yer bulabilmişti. Translog üretim fonksiyonuna göre en etkin beş firmanın çıktılarındaki artış girdilerinden daha çok artmaktadır. Bununla birlikte bu değerler ortalama değerlerin de oldukça üzerinde çıkmıştır. Bu da diğer firmalara nazaran daha etkin olduklarını gösteren bir diğer indikatör olarak gösterilebilir.

Nihayetinde yapılan anlamlılık testlerindeki katsayıların tümünün anlamlı çıkması ve γ katsayısının beklenen şekilde etkinsizliğinin bizzat daha çok teknik etkinsizlikten kaynaklanması bizi translog üretim fonksiyonu ile çalışmaya teşvik eden unsurlardan bir diğeridir. Dikkat edilmesi gereken bir başka konu da girdilerdeki kullanım miktarındaki değişikliklerle etkinlik skorunun ne duruma geldiğidir. Yine bunun için etkinlik derecesi en düşük ve en yüksek olan firmaların girdi kullanım durumunu incelememiz yeterli olacaktır. Öncelikle kullanılan girdilerdeki değişimin farkının ortalamaları alındığında toplam girdilerin kullanımındaki değişimin artmasından daha çok artan bir çıktı göze çarpmaktadır. Yani örneğin en etkinsiz karar birimlerinden olan Akmercan doğalgaz dağıtım şirketi girdilerini bir birim artırdığında çıktısı ise bir birimden çok arttığını göstermektedir. Aynı yorumları ek tablo 10'a bakarak en etkinsiz diğer dört diğer firma için de yapabiliriz. Bu durum da yine en basit anlamda firmaların çoğunun ölçeğe göre girdi ile çalıştığına işaret eden bir diğer noktalardan biri olarak gösterilebilmektedir.

C-D üretim fonksiyonundan translog üretim fonksiyonuna geçerken Ek tablo 11'den görüleceği üzere 32 firmanın etkinliği sırası artarken 6 firmanınki sabit kalmış ve 24 firmanın etkinlik sırası gerilemiştir. Etkinlik sıralamasında en büyük düşüş 24 sıra ile 26'ncı sıradan 50'inci sıraya gerileyen Enerya Erzincan Gaz şirketi olurken sıralamada en çok yükseliş gösterenler 11 sıra yükselişle Samgaz Doğalgaz, Enerya Konya, Kırgaz Kırıkale-Kırşehir firmaları olmuştur. Son olarak dikkat edilecek bir diğer nokta ise C-D üretim fonksiyonundan translog üretim fonksiyonuna geçtiğimizde etkinlik skoru artan tek firma her iki üretim fonksiyonunda da en etkin firma olan Esgaz Eskişehir Şehir içi firması olurken diğer tüm firmaların etkinlik skoru azalmıştır.

İki farklı üretim fonksiyonuna göre doğalgaz dağıtım şirketlerinin etkinlik ve verimliliğini yaptığımızı göre son olarak iki üretim fonksiyonu bazında etkinlik adına meydana çıkan farklılıklara son olarak bakabiliriz.

Tablo 6-5: Üretim Fonksiyonları Arası Kıyaslama Sonuçları

	Cobb-Douglas Üretim Fonk.	Translog Üretim Fonk.
Anlamli çıkan katsayı sayısı	3	10
Anlamsız çıkan katsayı sayısı	1	0
ϵ katsayı anlamlılığı	$P < 0.01$ 'da anlamlı	$P < 0.01$ 'da anlamlı
γ yüzdesi	~%96.3	~%99.9
Tam Etkin firma sayısı	0	0
Etkinsiz firma sayısı	63	63
Firma etkinlik ortalaması	0,792592	0,70909
Firma etkinlik ortalamasından daha etkin olan firma sayısı	32	36
Firma etkinlik ortalamasından daha az etkin olan firma sayısı	31	27

Tablo 6-5'den de görüldüğü üzere hem anlamlı çıkan katsayı sayısı hem de γ yüzdesinden hareketle translog üretim fonksiyonu ile çalışmanın yapılması daha rasyonel bir seçim olarak görülmektedir. Çünkü daha esnek bir üretim fonksiyonu ile çalışmak yüksek örneklem sayımız ve katsayı anlamlılığımızın yanı sıra etkinsizliğin daha çok teknik etkinsizlik ile açıklayabildiğimiz bir üretim fonksiyonu olacak şekilde çıkan γ parametresinin varlığı da etkinlik ve verimlilik analizimizin amacına hizmet etmektedir. Ayrıca translog üretim fonksiyonunun bir diğer tercih olması da ölçüğe göre artan getiriye (ki VZA'daki sonucumuzla) de uygun olması bununla birlikte ortalama etkinliğin düşük olmasına rağmen firma etkinliklerinin daha çok birbirine yakınsadığı gerçeğini de göz önünde bulundurmamız gerekmektedir (Yanes vd, 2013, 4-5).

Daha önce VZA analizinden elde ettiğimiz tüm firmaların ölçüğe göre artan getiride çalışıyor olması ve SFA'da her iki üretim fonksiyonunda da tam etkinlik skoruna ulaşan firma olmayışı durumu da tüm firmaların gerçekten uzun dönem ortalama getiri eğrisinin sol kısmında çalıştıkları gerçeğini bir kez daha ortaya

koymaktadır. SFA analizinde girdi ve çıktıların arasındaki artış oranları da bu durumu destekleyen etmenlerden biri durumundadır.

6.2. VZA ve SFA Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Tablo 6-6: SFA ve VZA (DEA) Etkinlik Sonuçlarının Karşılaştırılması

	DMU	Translog	FES	C-D	FES	CCR	FES	BCC	FES	Scale	FES
1	AGDAŞ ADAPAZARI GAZ	0,543422	52	0,660681	51	0,098	56	0,608	49	0,161	44
2	AKMERCAN BATIKAR DOĞAL GAZ	0,277259	62	0,326612	63	0,007	63	0,700	27	0,010	63
3	AKMERCAN DELTA DOĞALGAZ	0,490398	56	0,62204	53	0,935	14	0,968	16	0,966	14
4	AKMERCAN GEPA DOĞAL GAZ	0,333468	60	0,468084	60	0,866	18	0,942	17	0,919	20
5	AKMERCANGAZ DOĞAL GAZ	0,507789	55	0,630539	52	0,097	57	0,651	38	0,149	58
6	AKSA AFYON DOĞAL GAZ	0,624296	40	0,754181	44	0,099	51	0,661	34	0,150	56
7	AKSA BALIKESİR DOĞAL GAZ	0,807637	25	0,935832	13	0,104	35	0,668	33	0,155	51
8	AKSA BANDIRMA DOĞAL GAZ	0,878442	19	0,967524	3	0,103	38	0,597	52	0,172	34
9	AKSA BİLECİK BOLU DOĞALGAZ	0,634338	39	0,765184	42	0,979	9	0,982	13	0,996	7
10	AKSA ÇANAkkALE DOĞAL GAZ	0,877613	20	0,914593	21	0,996	6	1	1	0,996	7
11	AKSA DÜZCE EREĞLİ DOĞAL GAZ	0,596303	43	0,679592	50	0,099	51	0,620	48	0,160	47
12	AKSA ELAZIĞ DOĞALGAZ	0,934896	7	0,967225	5	0,106	29	0,681	29	0,155	51
13	AKSA GAZ DAĞITIM A.Ş.	0,41552	58	0,57062	57	0,099	51	0,550	60	0,179	30
14	AKSA GEMLİK DOĞAL GAZ	0,879904	18	0,959697	7	1	1	1	1	1	1
15	AKSA GÜMÜŞHANE BAYBURT	0,575996	46	0,707012	46	0,954	12	0,984	12	0,969	13
16	AKSA KARADENİZ DOĞAL GAZ	0,933724	8	0,939607	11	0,995	7	1	1	0,995	11
17	AKSA MALATYA DOĞAL GAZ	0,889911	14	0,934514	14	0,954	12	0,996	10	0,957	17
18	AKSA MANİSA DOĞAL GAZ	0,824697	23	0,884057	24	0,102	42	0,634	43	0,161	44
19	AKSA MUSTAFAKEMALPAŞA SUSURLUK KARACABEY	0,720833	33	0,85825	29	0,101	46	0,670	31	0,151	55
20	AKSA ORDU GİRESUN DOĞAL GAZ	0,706537	34	0,79712	37	0,483	23	0,982	13	0,492	24
21	AKSA SİVAS DOĞAL GAZ	0,881579	15	0,924187	17	0,105	32	0,646	39	0,162	43
22	AKSA ŞANLIURFA DOĞAL GAZ	0,799139	27	0,902482	22	0,964	11	1	1	0,964	15
23	AKSA TOKAT AMASYA DOĞAL GAZ	0,806598	26	0,836385	34	0,104	35	0,625	45	0,166	37
24	AKSA VAN DOĞAL GAZ	0,582648	45	0,772856	40	0,099	51	0,706	26	0,141	59
25	ARMADAŞ ARSAN MARAŞ DOĞAL GAZ	0,670646	35	0,762224	43	0,100	47	0,630	44	0,159	49

26	ARMAGAZ ARSAN MARMARA	0,724154	32	0,791322	38	0.102	42	0.645	40	0.158	50
27	BAHÇEŞEHİR GAZ	0,952161	3	0,946282	9	1	1	1	1	1	1
28	BAŞKENT DOĞALGAZ	0,8735	21	0,965232	6	0.112	25	0.485	62	0.230	25
29	BURSA ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ	0,946168	6	0,928555	15	0.476	24	0.809	25	0.589	22
30	ÇİNİGAZ DOĞAL GAZ	0,569168	49	0,819516	35	0.506	22	0.906	22	0.559	23
31	ÇORDAŞ ÇORLU DOĞALGAZ	0,922541	10	0,942536	10	0.105	32	0.642	41	0.164	41
32	ÇORUM DOĞAL GAZ SAN	0,907766	11	0,952141	8	0.107	27	0.653	36	0.164	41
33	DİYARBAKIR DOĞAL GAZ	0,968505	2	0,967473	4	0.011	61	0.597	52	0.018	61
34	ENERYA AKSARAY DOĞALGAZ	0,659151	37	0,868936	28	0.010	62	0.688	28	0.015	62
35	ENERYA ANTALYA DOĞAL GAZ	0,265108	63	0,373337	62	0.811	20	0.846	24	0.958	16
36	ENERYA AYDIN DOĞAL GAZ	0,362229	59	0,45967	61	0.854	19	0.909	21	0.940	19
37	ENERYA DENİZLİ DOĞALGAZ	0,812952	24	0,840061	32	0.982	8	0.986	11	0.996	7
38	ENERYA EREĞLİ DOĞAL GAZ	0,598176	42	0,84802	30	1	1	1	1	1	1
39	ENERYA ERZİNCAN DOĞAL GAZ	0,562675	50	0,869995	26	0.096	58	0.581	56	0.166	37
40	ENERYA KAPADOKYA DOĞAL GAZ	0,784007	28	0,869026	27	0.103	38	0.641	42	0.160	47
41	ENERYA KARAMAN DOĞAL GAZ	0,533622	53	0,838983	33	0.099	51	0.581	57	0.170	35
42	ENERYA KONYA DOĞAL GAZ	0,929845	9	0,917607	20	0.105	32	0.590	54	0.178	32
43	ESGAZ ESKİŞEHİR ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ	0,98162	1	0,974186	1	1	1	1	1	1	1
44	GAZDAŞ GAZİANTEP DOĞAL GAZ	0,572134	48	0,578326	55	0.924	16	0.927	20	0.996	7
45	İGDAŞ İSTANBUL GAZ SAN.	0,57337	47	0,575292	56	0.090	60	0.435	63	0.208	26
46	İNEGÖL GAZ SAN.	0,739338	31	0,845723	31	0.111	26	0.652	37	0.170	35
47	İZGAZ İZMİT GAZ	0,768995	29	0,784272	39	0.104	35	0.540	61	0.193	27
48	İZMİRGAZ ŞEHİR İÇİ DOĞALGAZ	0,906678	12	0,921936	19	0.106	29	0.582	55	0.182	29
49	KARGAZ DOĞAL GAZ	0,753822	30	0,800057	36	0.103	38	0.621	47	0.165	39
50	KARGAZ KARS ARDAHAN DOĞAL GAZ	0,469478	57	0,566894	58	0.933	15	0.941	18	0.992	12
51	KAYSERİGAZ KAYSERİ DOĞALGAZ	0,881235	16	0,885035	23	0.106	31	0.572	58	0.185	28
52	KIRGAZ KIRIKKALE-KIRŞEHİR DOĞAL	0,661588	36	0,698223	47	0.100	47	0.605	50	0.165	39
53	KIZILCAHAMAM DOĞALGAZ	0,516748	54	0,476023	59	0.685	21	1	1	0.685	21
54	PALEN ENERJİ DOĞAL GAZ	0,950411	4	0,970442	2	1	1	1	1	1	1
55	PALGAZ DOĞAL GAZ	0,903086	13	0,935995	12	0.096	59	0.888	23	0.108	60
56	POLGAZ POLATLI DOĞAL GAZ	0,861709	22	0,876128	25	0.102	42	0.678	30	0.150	57
57	SAMGAZ DOĞAL GAZ	0,946384	5	0,927957	16	0.107	28	0.599	51	0.179	30
58	SELÇUK DOĞAL GAZ	0,326146	61	0,591148	54	0.885	17	0.930	19	0.952	18
59	SİİRT BATMAN DOĞAL GAZ	0,880445	17	0,923046	18	0.100	47	0.562	59	0.177	33

60	SÜRME Lİ DOĞAL GAZ	0,555395	51	0,712942	45	0.102	42	0.661	34	0.155	51
61	TOROSGAZ ISPARTA BURDUR	0,640589	38	0,697892	48	0.101	46	0.624	46	0.161	44
62	TRAKYA BÖLGESİ DOĞAL GAZ	0,622279	41	0,682166	49	0.966	10	0.969	15	0.997	6
63	UDAŞ UŞAK DOĞALGAZ	0,595881	44	0,769832	41	0.103	38	0.669	32	0.154	54
	Ortalamalar	0,70909		0,792959		0.394		0.754		0.443	

Tablo 6-6'dan da görüldüğü üzere 43 numaralı firma olan Esgaz Eskişehir Şehiriçi doğal gaz dağıtım şirketi her iki yöntemde de etkinlik sıralamasında ilk sıradadır. Ancak dikkat edilmesi gereken nokta VZA yönteminde hem ölçeğe göre sabit getirili CCR ve ölçeğe göre değişken getirili BBC tahminlemesine göre tam etkin çıkan firma SFA'da kullanılan her iki üretim fonksiyonunda da tam etkin çıkmamıştır. Fakat C-D ve translog üretim fonksiyonunda da örneklem içerisindeki en etkin doğalgaz dağıtım firması Esgaz Eskişehir olmuştur. İlgili firma ile dikkat edilmesi gereken bir başka önemli nokta da gerekli anlamlılık analizine göre referans alınan translog üretim fonksiyonundaki etkinlik skorunun C-D üretim fonksiyonundan daha yüksek olduğudur. VZA analizinde de hareketle önceki bölümde analiz sonucuna göre Esgaz Eskişehir şehiriçi doğal gaz dağıtım firması CCR ve BCC modelinde toplamda 15 kere referans firma olarak diğer firmalara gösterilmesi de firmanın görelî etkinliğinin doğrulanmasına katkı sağlayan bir diğer etmendir.

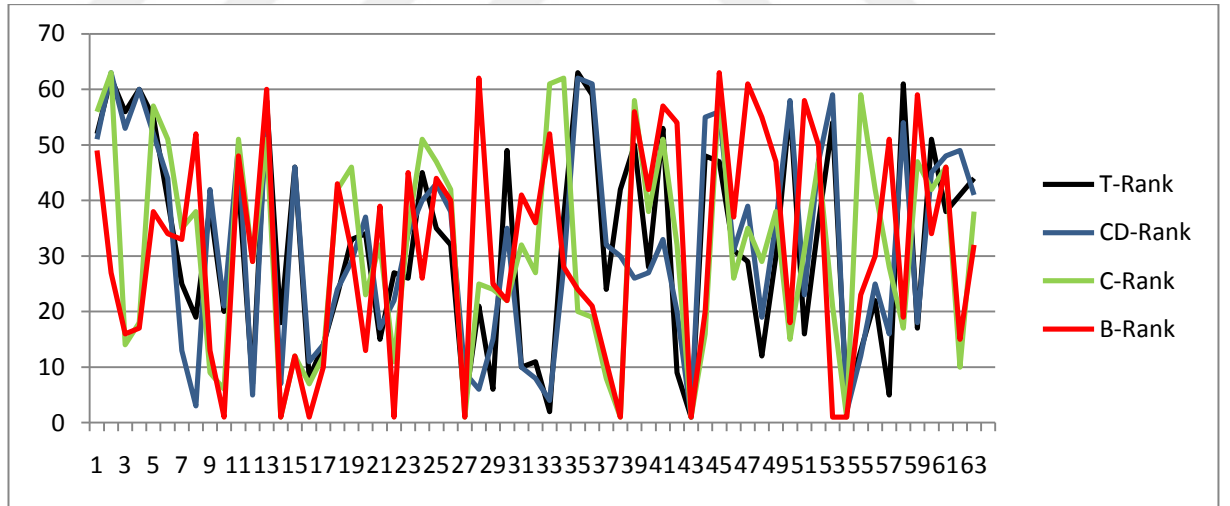
Başka bir örnek vermek gerekirse Bahçeşehir gaz dağıtım firması VZA'da hem CCR hem de BCC modelinde tam etkin çıkmasına karşın SFA analizinde tam etkin olmamakla birlikte translog üretim fonksiyonuna göre etkinlik sıralamasında üçüncü sırada kendine yer bulmuş bir diğer ifadeyle her iki yöntemde de görece etkin firmalardan biri olmuştur. Bunun yanı sıra firma VZA'nın her iki yönteminde de 41 kez referans olarak gösterilen firma olmuştur.

Palen Enerji doğal gaz dağıtım firması yine VZA'da iki yöntemde de tam etkin durumda iken, SFA'da translog üretim fonksiyonunda 4. görece en etkin firmalardan biri olmuştur. Örneğimizdeki firmanın VZA tekniğindeki toplam referans olma sayısı 47 dir.

Etkinlik yönünden hem VZA hem de SFA analizinde kendine son sırada yer bulan firma Akmercan Batıkar doğal gaz dağıtım firması olmuştur. Pek tabii her iki metodda da bazı karar vericilerin etkinlik sıralamasında ciddi sapmalar da meydana gelmiştir. Genel olarak VZA’da tam etkin olan firmalar SFA’nın da görece etkinliği üst sıralarda olmasına yani ortalama etkinliklerden daha yüksek bir etkinlik skorları ile çalışmasına rağmen Kızılcahamam doğalgaz dağıtım firması BCC modelinde tam etkin olmasına rağmen SFA yöntemindeki her iki üretim fonksiyonu için görece etkinlik sıralaması oldukça geride kalmıştır. Nispeten bu firmayı daha görece daha yüksek etkinlik sıralamasına sokan translog üretim fonksiyonu bu sapmayı bir miktar azaltmıştır. Bu şiddetli sapmanın içeriği tam olarak bilinemesi de çok az bir miktarda da olsa beyaz gürültü etkisi olarak tahminleyebilmek mümkün olabilecektir.

Çalışmada çok şiddetli olmasa da translog üretim fonksiyonu etkinlik skorları ile VZA’daki ölçüğe göre sabit getirili model olan CCR ile bir nebze yakınsama durumu içerisinde olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 6-1: Firmaların Etkinlik Skorlarının Yöntemlere Göre Karşılaştırılması



Yukarıdaki grafikten firmaların etkinlik skorlarının VZA yönteminin CCR ve BCC modellerine göre ve SFA yönteminin C-D ve Translog üretim fonksiyonlarına göre değişimini gösterebilmekteyiz. Siyah seriyi temsil eden translog ve mavi seriyi temsil eden C-D üretim fonksiyonlarına göre olan etkinlik skorları birkaç kırılım hariç ölçüğe göre sabit getirili VZA modeli olan CCR’nin etkinlik skorlarını temsil eden yeşil seriye ölçüğe göre değişken getirili olan BCC’nin etkinlik skorlarını temsil eden

kırmızı seriye göre daha çok yakınsamaktadır. BCC'yi temsil eden kırmızı renkteki serili skorlar gerçekten de SFA'yı temsil eden serilerden daha çok ıraksayan bir dalga boyuna sahiptir. Ayrıca ortalamaya daha yakın trende sahip translog üretim fonksiyonu serisi de CRS modeline uygun seriye daha yakın bir trend eğilimi içinde olmuştur. Bu daha önce SFA teorik alt yapısında bahsedilen bazı çalışmalarda gözlemlenmiş duruma paralel bir sonuç olarak gözlemlenmektedir. Yani SFA yönteminin translog ve cobb-douglas üretim fonksiyonlarının serilerinin dalga boyları BCR'den çok CCR'ye yakınsayan bir eğilim içerisindedir (Kumbhakar ve Heshmati, 1996; 317).



SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan iki uygulama sonucunda elde ettiğimiz analiz ve sonuçlarını 5 ve 6'ncı bölümde açıkladıktan sonra son olarak toplu bir değerlendirme yapmak yararlı olacaktır.

Önce ölçeğe göre etkinliği de göz önünde bulunduran ve BCC yöntemine göre daha kısıtlayıcı ya da modern anlamda eleyici olarak nitelendirilen VZA yöntemlerinden CCR modeline göre etkinlik analizi yapıldı. Elde edilen sonuçlara göre etkin çıkan firmalar ölçeğe göre değişken getirili model olan BCC de etkin çıkmış ve buna ilaveten etkin çıkan firma sayısı azalan kısıt sayısı nedeniyle artmıştır. Yani örnekleme ölçeği olarak etkin olmayan oldukça fazla sayıda firma bulunmaktadır. Çünkü sadece CCR yöntemine göre etkin olan firma sayısı toplam firma sayısının %10'u kadar bile olamamıştır. BCC yönteminde ise etkin firma sayısı toplam firma sayısının %14'ü seviyelerindedir. Bir diğer yandan genelde etkin firmalar haricinde firmaların hala ölçeğe göre artan getiride çalıştığı da görülmektedir. Yani genel olarak firmaların hanelere taşıdıkları doğalgaz miktarı, kullandıkları girdilerden daha yüksek bir hızda artış sağlamaktadır. O nedenle ki, etkisiz olan firmaların hem çelik hem de polietilen boru hattı için yatırımlarına devam etmesi hem de personel sayısını da artırıcı uygulamalar sağlanmasıyla görece etkisizlikleri düzelmeye başlayacaktır.

Genel anlamda hem ülkemizin net ithalatçı oluşu hem de sektörün tehlike arz eden bir yapıda oluşu da doğal gaz piyasası için girdilerin özenle seçilmesi ve oluşturulması gerekmektedir. Öncelikli polietilen boru hattının ülkemiz coğrafik ve jeolojik konumuna uygun oluşu ve ekonomik maliyetlerinin düşüklüğü bu etkisiz firmalar için uygun bir yatırım aracı olarak tercih edilebilmektedir. O nedenle boru hattındaki özellikle de polietilen boru hattındaki inşalara devam edilmesi yerinde olacaktır.

VZA ile analizimizi tamamladıktan sonra TFV hesaplamasına geçilmiş ve buradaki bulgulardan da anlaşıldığı üzere doğalgaz dağıtım sektörünün istikrarlı büyüyemediği ortaya çıkmıştır. Toplam faktör verimliliği içinde bulunan ölçek, saf ekonomik ve teknik anlamdaki etkinliklerin sağlanması da yine bilgi birikimi koşulunun sağlanması ile gerçekleşebilecektir. Özetle bu analiz de VZA analizini

destekler nitelikte doğalgaz sektöründe hem fiziki hem de beşeri yatırımların devamının gerekliliğine dikkat çekmektedir.

Bu çalışmanın konusu olmayan ancak sektör niteliği ve ülke ekonomisindeki yeri nedeniyle gelir esnekliği düşük olan yani artık zorunlu bir mal haline gelmiş olan doğal gaz üretiminde çalışan kişilerin sayısının yanında bilgi birikiminin de önemli olduğu aşikârdır. İktisat literatüründe bundan yıllar öncesinde dahi öne sürülen bilgi birikiminin iktisadi büyümeye olan katkısında birçok günümüz ekonomisti de hem fikirdir. 90'lı yıllarda Romer bunun yanında Grossman ve Helpman ile Aghion ve Howitt modellerinden de hatırlayacağımız üzerine bilgi birikimi (Romer) ve Ar-ge (Grossman ve Helpman ile Aghion ve Howitt modelleri) dolayısıyla yine bilgi birikimi daha akademik ifadeyle beşeri sermaye (human capital) iktisadi büyümenin temelini oluşturmaktadır. Diğer yandan Lucas 1988 yılındaki “Ekonomik Kalkınmanın Mekanikleri Üzerine” isimli çalışmasının sonucunda elde ettiği sonuca göre büyüme ve kalkınmanın uzun dönemde sağlam temellere oturtulmasının yine beşeri sermayeye borçlu olduğunu göstermiştir. Lucas'a göre uzun dönemli sürdürülebilir büyümenin ancak beşeri sermayenin sınırsız biçimde artırıldığı takdirde sağlanacağını açıklamıştır (Taban vd, 2013; 140-147).

Firma yöneticilerinden, mühendislere ve işçilere kadar hiyerarşik düzende tüm katmanlarda sağlanacak kalifiye eleman olgusu sektörün de niteliğini yükseltecek ve bir anlamda ülkemizin dışa bağımlı olduğu bu kaynağı daha düzenli ve efektif şekilde dağıtabilme ve tüketebilme durumu da sağlanmış olacaktır.

Çalışmanın son bölümünde parametrik bir yöntem olan Stokastik sınır analizi yöntemine göre örneklemimizdeki firmaların etkinliği sınanmıştır. Skorların ne durumda olduğundan önce SFA belli bir takım anlamlılık analizleri yapılmasını gerektirmektedir. Yöntemin VZA'dan da daha kısıtlayıcı ve katı oluşu çalışmanın başında bir üretim fonksiyonunun belirlenmesini gerektirmektedir. Cobb-douglas ve translog üretim fonksiyonlarına göre firmaların etkinlik analizinde bulunan kat sayı anlamlılığı ve yüksek örneklem sayısından ötürü translog üretim fonksiyonuna odaklanılmıştır. Fakat her iki üretim fonksiyonunda da tam etkin olarak hiçbir firmanın çalışmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Her iki üretim fonksiyonunda da

etkinsizliğin ölçüm hatalarından çok teknik etkinsizlikten kaynaklı olduğu görülmüştür. Bu da çalışmamızda ölçümdeki hatalardan çok firmalar için etkinsizliğin kaynağı kendilerinden kaynaklanan teknik etkinsizlik olduğu kanaatine varılmıştır. Ancak cobb-douglas üretim fonksiyonundaki çoğu firmanın etkinlik skorunun daha esnek ve detaycı üretim fonksiyonu olan translog üretim fonksiyonuna geçildiğinde düştüğü tespit edilmiştir. Her iki üretim fonksiyonunda da daha önce VZA analizinde de tam etkin olan ve yüksek referans olma kabiliyeti elde etmiş Eskişehir Esgaz Doğalgaz dağıtım şirketi en yüksek etkinliğe bir diğer ifadeyle en düşük etkinsizliğe sahip firma olarak göze çarpmaktadır.

Tüm analizlerimizden hareketle hane halkı ısınma vb ihtiyacını gidermesinin yanı sıra aynı zamanda faktör (öncü) bir piyasa özelliği de gösteren doğalgaz dağıtım piyasasının arz ettiği hizmet aynı zamanda diğer birçok firma için de girdi niteliklidir. Yani bu piyasada yaşanacak bir gelişme birçok ardılı piyasayı etkileyebilme özelliğine sahiptir. Böylesine bir zincirleme etkiye sahip piyasanın etkin halde işlemesi de diğer birçok sektörün etkinliğini de artıracaktır. Kısacası günümüzde böylesine gereklilik arz eden ve artık olmazsa olmaz niteliği kazanmış bir enerji ürününün dağıtımında sağlanacak etkinlik genel anlamda toplumsal maliyeti dolayısıyla toplumsal refahı artırıcı yönde olacaktır.

KAYNAKÇA

- Accenture Divid Petform Türkiye Doğalgaz Ticareti Üssünün / Borsasının Geliştirilmesi (2013). Aralık 2013: 30
<https://www.rekabet.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fG%c3%bcncel%2ffrapor2012.pdf>
- Açıkalın. S., Tiryaki. A., Esen. E., Özata. E., Erdoğan. M., Yıldırım. S. (2012). Sanayi Ekonomisi. Eskişehir Anadolu Üniversitesi Yayınları. 1. Baskı: 45-48
- Aigner. D., Lovell. C.A.K., Schmidt. P. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. Journal of Econometrics 6 /North-Holland Publishing Company: 20-37
- Akal. M. (2015). Mikroekonomi; Tüketici, Üretici ve Piyasa Teorisi. Seçkin Yayınevi. No:40. İkinci Baskı: 440-442
- Akalın H., Seçkiner. S.U ve Eroğlu. Y. (2017). Stokastik Sınır Analizi Kullanarak Rüzgar Türbinleri İçin Etkinlik Değerlendirmesi. Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi. Cilt:32:4:1311
- Akan. Y., Çalmaşur. G. (2011). Etkinliğin Hesaplanmasında Veri Zarflama Analizi ve Stokastik Sınır Yaklaşımı Yöntemlerinin Karşılaştırılması (TRA1 Alt Bölgesi Üzerine Bir Uygulama). Atatürk Ü. İİBF. Dergisi, 10, Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı: 15
- Andersen. P., Petersen. N.C. (1993). A Procedure for Ranking Efficient Units in DEA. Management Science. V: 39: 1261
- Aydemir. Z.A. (2002). Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması. İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müd. Proje Yatırımları Değerlendirme ve Analiz Dairesi Başkanlığı. Uzmanlık Tezi: 45-57
- Aydın. Ü. Ve Kök. R. (2013). Türk Bankacılık Sektöründe Organizasyonel Etkinlik ve Etkinsizliğin Kaynakları. Verimlilik Dergisi 2013/3: 9

Avcı. T. ve Çağlar. A. (2016). Stokastik Sınır Analizi: İstanbul Sanayi Odası'na Kayıtlı Firmalara Yönelik Bir Uygulama. Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi. Cilt: 4. Sayı: 2: 22

Begg. D., Vernasca. G., Fischer. S., Dornbusch. R. (2013). Microeconomics. McGraw Hill Education. Eleventh Edition: 191-192

Keskin. Benli. Y. (2012). Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV): Konaklama İşletmelerinde Bir Uygulama. Ege Üniv. Akademik Bakış: 371

Bilgili, Y. (2015). Mikro İktisat: 4T Yayınları Dizisi 6: 439-440

BOTAŞ Sektör Raporu 2015-2016. (2016): 28

BP Statistical Review Of World Energy 2017

BP Statistical Review Of World Energy 2018

<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

Browning, E.K. (2014). Mikro İktisat: Nobel Akademik Yayıncılık: 109-111

Case. K.E., Fair. R.C., Oster. (2012). Principles of Economics. Tenth Edition, Pearson Global Edition: 230-232

Cingi S. Ve Tarım A. (2000) Türk Bankacılık Sisteminde Performans Ölçümü DEA-Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi Uygulaması. Türkiye Bankalar Birliği: 6

Coelli. T. (1996). A Guide to Deap Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Computer Program. CEAP. No: 96/08 University of New England Armidale NSW: Centre for Efficiency and Productivity Analysis: 4-10

Cooper. W.W., Deng H., Gu B.S., Li S.L. ve Thrall R.M. (2001). Using DEA to Improve the Management of Congestion in Chinese Industries (1981-1997). Socio-Economic Planning Sciences 35: 224

Çatalbaş. N., Tonus. Ö., Sezgin. S., Erdem. E., Tuğcu. T., Karluk. S.R., Erdem. E., Toprak. M. (2019). Türkiye Ekonomisi. Anadolu Üniversitesi Basımevi. Eskişehir. 1. Basım: 170

Çelebi, A. (2016). Ağ Etkisi ve Teknoloji Şirketlerinin Yaşam Döngüsü Üzerindeki Etkisi. İstanbul Kültür Üniversitesi 2. Üretim Ekonomisi: 1

Demir. M.A. ve Bilik. M. (2018). Türkiye'nin Ticaret Etkinliği: Stokastik Sınır Çekim Modeli Yaklaşımı. Ömer Halisdemir Üni. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. Yıl: Ocak 2018. Cilt-Sayı: 11(1): 32

Demirci A. (2018). Teori ve Uygulamalarla Veri Zarflama Analizi. Ankara. Gazi Kitabevi: 60-61

Dinçer. S.E. (2011). Stratejik Planlama ve Veri Zarflama Analizinde Etkinlik Ölçümü. İstanbul. Der Yayınları: 056: 37

Duran, M. ve Akyol, S. (2015). Geleneksel ve Modern Doğal Monopol Teorisi Üzerine Bir İnceleme. Finans Politik & Ekonomik Yorumlar. Cilt 52: 46-48

Düzgün. M. (2011). Veri Zarflama Analiziyle Elektrik Dağıtım Şirketlerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üni-2011: 11-13

EPDK (2010). Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu

EPDK (2011). Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu

EPDK (2012). Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu

EPDK (2013). Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu

EPDK (2014). Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu

EPDK (2015). Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu

EPDK (2016). Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu

Erbetta. F. Ve Rappuoli. L. (2003). Estimating Optimal Scale and Technical Efficiency In The Italian Gas Distribution Industry. Higher Education and Research

On Mobility Regulation and The Economics Of Local Services. Working Paper: 6: 2-19

Intriligator. M. (1996). Econometric Models, Techniques and Applications. Prentice-Hall. Cilt: 2: 198

Işık. N. Ve Acar M. (2005). İmalat Sanayi ve Tekstil Sektörü İçin Cobb-Douglas, CES ve Translog Üretim Fonksiyonlarının Tahmini. S.Ü. İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi: 95

Joskow. P.L. (2006). Regulation of Natural Monopolies. A. Mithcell Polinsky & Steven Shavell (eds). Handbook of Law and Economics forthcoming 2007. August 29: 1-2

Karadoğan. H. (2010). Boru Hatları Tasarımı: 6

Karahan. A. ve Özgür. E. (2009). Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi. Nobel Yayın Dağıtım 2. Basım No:1418: 99-100

Kartal. A. ve Kurtlar. M. (2004). Cumhuriyet Üniversitesinin Veri Zarflama Analizi: Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama. Kocaeli Üni. Sosyal Bilimler Enst. Dergisi 2004 / 2: 49-79: 52-53

Katharakis. G., Katharaki. M., Katostaras. T. (2012). An Empirical Study of Comparing DEA and SFA Methods to Measure Hospital Units' Efficiency. National and Kapodistrian University of Athens, Greece: 2

Katz, M.L. (1985). Network Externalities, Competition and Compatibility. The American Economic Review. Cilt 3: 424

Kessides, I.N. (2004). Reforming Infrastructure Privatization, Regulation and Competition: A World Bank Policy Research: 38-40

Kınacı. H., Najjari. V. Ve Alp. İhsan (2015). Using Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis Methods to Evaluate Efficiency of Hydroelectricity Centers. Gazi University Journal of Science. Cilt: 29(1): 169

Kök. R. ve Deliktaş E. (2003), Endüstri İktisatında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri. İzmir. DEU. 1 Baskı: 19

Kök. R. Ve Yeşilyurt. M.E. (2000), İlk Beş Yüz İmalat Sanayi Kuruluşunun Etkinlik Analizi ve Sigma Yakınsaması – Türkiye Örneği: 1993-2000: 1-2

Kumbhakar. S.C. ve Heshmati. A. (1996), DEA, DFA and SFA: A Comparison. Journal of Productivity Analysis. Cilt: 7. July: 317

Kurtlar. A., Salamov. F. (2018). Azerbaycan Devlet Hastanelerinin Stokastik Sınır Analizi Metodu ile Değerlendirilmesi. Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences Cilt: 04/02: 62

Lovell. C.A.K. ve Kumbhakar. S.C. (2000). Stochastic Frontier Analysis. NY, USA, Cambridge University Press: 114

Lowry, E.D. (1973). Justification for Regulation: The Case for Natural Monopoly. Public Utilities Fortnightly. Cilt 28: 1-19

Mankiw. N.G. (2008). Introduction of Economics. Part V – Firm Behavior And the Organization of Industry. Harvard University. South-Western Cengage Learning. 5th Edition: 314

Mankiw. N.G. ve Taylor M.P. (2012). Microeconomics. Cengage Learning. 3th Edition: 293-294

Marques. V., Almeida. M., Cunha. M., Paço., M., Rocha. A. ve Trindade. A. (2011). What Drives Efficiency on the Portuguese Gas Distribution?: 17-25

Mosca, M. (2006). On the Origins of the Concept of Natural Monopoly. Cilt: 92/45: 3-4

Nallasivam. V. (2015). What is the Long-run Equilibrium for a Monopolistic Market?. Microeconomics Topic: 1

<https://socratic.org/questions/what-is-the-long-run-equilibrium-for-a-monopolistic-market>

Oruç. K.O. (2008). Veri Zarflama Analizi ile Bulanık Otamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama. Isparta Süleyman Demirel Üni. İşletme A.B.D. Doktora Tezi: 30-32

Ölmezoğulları N. Ve Çetin T. (2005). Doğal Monopoller, Regülasyonu ve Rekabetçi Uygulamalar. İktisat, İşletme ve Finans Dergisi. Cilt: 20: 37-43

Öncel. A. ve Şimşek. S. (2011). Türkiye’de Bölgelerarası Kaynak Kullanım Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Ölçülmesi. Erciyes Üni. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. Sayı: 37. Ocak-Haziran: 89

Özdemir. Z., Sever. E., Mercan. B. Ve Ustaoglu. M. (2013). Mikro İktisadi Analiz. Tablet Kitabevi Yayınları. Baskı: 2: 132-139

Öztürk Z., Yıldız. M.S. (2016). Hastane Etkinliklerinin Tahmininde Stokastik Sınır Analizi: Tarihi ve Ampirik Uygulamaları. Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi. Cilt: 1. Sayı:3: 4

Parasız. İ. (1997). Modern Büyüme Teorileri – Dinamik Makro Ekonomiye Giriş. Bursa: Ezgi Yayınları. Cilt:2: 21

Parkin. M. (2010). Micro Economics. Pearson Global Edition. Eleventh Edition: 298

Posner. R.A. (1968). Natural Monopoly and Its Regulation. University of Chicago Law School; Chigago Unbound. Journal Articles – Faculty Scholarship. Cilt: 21:548-549

Savaş F., Yıldırım E. (2015). Operasyonel Yönetim ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. Bursa: Dora Basım: 2017

Salvanes. G.S. ve Tjøtta, S. (1998). A Test for Natural Monopoly with Application to Norwegian Electricity Distribution. Cilt: 13: 675

Sääskilahti. M. (2015). Monopoly Pricing of Social Goods. International Journal of the Economics of Business. Volume: 22. Issue:3: 429-430

Smith. A (2006). Milletlerin Zenginliği – The Wealth of Nations. Haldun Derin. İş Bankası Yayınları: 29-30

Soysal. D. (2012) Doğal Gaz Sektör Raporu. Rekabet Kurumu: 31-32

Şahin. H. (2002). Eurostat Alanındaki Ülkelerin Telekomünikasyon Şirketlerinin Teknik Etkinliği Üzerine Bir Çalışma: Stokastik Sınır Analizi Yaklaşımı. GETA – A.Ü SBF Tartışma Metinleri. Cilt: 39: 4-6

Storto. C.L. (2014). Gas Distribution in Italy: A Non Parametric Analysis of Companies Operational Efficiency. Advanced Material Research Vols 838-841. Trans Tech. Publication Switzerland: 1972-1978

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2016). “Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynakla Görünümü: 18

Taban. S., Günsoy. B., Günsoy. G., Erdiñ. Z., Aktaş. T.M. (2013). İktisadi Büyüme. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2898. Açıköğretim Yayını No: 1855. 1. Baskı: 140-147

Tarım. A. (2001). Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı. Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü Araştırma Dizi: 1: 11

Taşdoğan. C. (2014). Yeni Teşvik Programı: Stokastik Sınır Analizi ile Bir Değerlendirme. Ekonomik Yaklaşım Dergisi. Cilt:24(89): 11

Turgutlu. E., Kök. R. Ve Kasman. A. (2007). Türk Sigortacılık Şirketlerinde Etkinlik: Deterministik ve Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi. İktisat İşletme ve Finans Dergisi. Cilt: 22: 92

Tutulmaz. O. (2012). Teknik Etkinlik Analizinde Stokastik Sınır Yöntemi Kullanımı Üzerine Bir değerlendirme. Hitit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl 5, Sayı 1: 51

Türkiye İş Bankası. (2017) Doğal Gaz Sektörü İktisadi Araştırmalar Bölümü: 33-34

Yanes. L. (2013). Stochastic Frontier Estimation for Gas Transmission Pipelines (Australia and United States Data). Acil Allen Consulting Dampier to Bunbury Pipeline. 19 September: 14

Yıldırım. K., Koyuncu. C., Yazıcı. A., Erdoğan M. (2013). Mikro İktisat. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını no: 2632. Açıköğretim Fakültesi Yayını no: 1600: 102

Yiğitbaşı. Ş. Ve Atabey. N.A. (2001). Mikro İktisat. Selçuk Üniversitesi. Baskı: Dizgi Ofset. Cilt: Özgü Ciltevi: 300-301

Yücel L.İ. (2017). Veri Zarflama Analizi: Der Yayınları Sertifika No: 13773: 1

Zorić. J., Hrovatin. N., Scarsi. G.C. (2009). Gas Distribution Benchmarking of Utilities from Slovenia, The Netherlands and The United Kingdom: An Application of Data Envelopment Analysis: 113-123



EKLER

Ek Tablo 1: Yıllar İtibariyle EPDK'dan toplanan veriler

KVB	Kas.13	Kas.14	Kas.15	Kas.16	CBH13	CBH14	CBH15	CBH16	PBH13	PBH14	PBH15	PBH16	KPS13	KPS14	KPS15	KPS16
1.	228.654	236.547	238.567	252.984	139.483	134.524	138.770	206.369	1.142.282	1.178.816	1.248.585	1.423.419	47	60	75	98
2.	77.143	82.641	86.570	92.333	43.061	43.061	52.070	53.547	409.289	421.094	479.473	511.455	43	44	41	46
3.	30.947	34.673	37.706	39.626	21.091	21.091	35.169	35.283	185.256	191.870	200.311	209.414	23	26	31	36
4.	82.076	109.424	106.923	119.453	69.295	72.082	75.434	85.806	410.839	473.779	524.309	582.556	132	48	67	67
5.	62.057	79.479	90.708	97.855	67.453	70.030	74.680	77.499	348.440	420.773	461.628	561.324	33	44	46	52
6.	1.434.151	1.491.495	1.555.964	1.608.432	1.330.180	1.339.622	1.348.799	1.421.924	5.458.415	5.568.862	5.697.589	5.804.336	579	695	712	787
7.	20.338	21.349	23.514	24.526	12.265	12.751	37.327	26.754	119.399	127.995	134.345	149.472	22	25	30	33
8.	83.581	81.996	77.330	81.464	56.890	56.889	61.636	67.263	480.663	499.375	530.279	574.603	51	48	49	49
9.	12.194	5.633	15.037	16.250	8.598	8.598	8.598	8.598	62.558	64.441	72.790	73.317	23	26	26	25
10.	73.734	72.908	74.837	85.907	66.180	58.474	62.264	63.889	443.098	453.054	476.511	494.297	60	66	72	72
11.	38.052	50.645	65.006	78.108	56.370	58.015	59.503	68.746	253.824	295.304	336.094	410.247	52	63	67	84
12.	132.667	141.628	160.365	179.625	135.862	138.164	109.949	125.434	1.039.684	1.139.259	1.234.655	1.303.142	47	45	42	45
13.	73.199	81.000	86.760	89.564	87.782	87.978	92.372	94.594	548.128	567.189	590.981	608.349	33	43	42	58
14.	95.218	106.321	117.591	124.643	103.208	103.862	107.984	108.664	673.285	722.950	778.472	837.433	45	60	65	70
15.	622.515	575.512	609.291	631.925	359.589	372.715	373.426	390.229	3.367.675	3.567.458	3.697.072	3.934.891	265	275	271	256
16.	114.341	132.912	142.314	157.332	72.570	77.445	79.688	85.202	733.544	829.117	908.583	1.017.195	117	101	103	103
17.	82.500	88.573	94.965	98.273	68.375	73.125	74.723	74.865	583.288	623.415	659.636	699.461	51	64	66	70
18.	23.605	31.286	43.965	52.546	19.812	28.020	36.540	36.654	142.462	222.440	313.819	346.406	40	52	57	65
19.	284.139	336.454	395.923	461.355	273.882	386.097	413.324	519.890	1.998.654	2.104.118	2.364.626	2.753.180	86	163	207	235
20.	193.268	218.800	243.246	263.319	216.042	220.486	237.859	278.863	1.385.002	1.471.122	1.627.425	1.874.420	86	84	99	135
21.	58.411	67.891	78.536	85.504	61.600	61.518	61.681	62.033	412.214	457.368	495.362	563.031	61	74	80	88
22.	38.186	45.765	54.534	61.706	83.803	85.272	92.500	106.716	277.472	310.832	380.916	438.801	43	49	53	59
23.	217.584	240.567	262.575	283.326	226.091	248.626	299.562	413.616	1.483.084	1.648.297	2.103.476	2.504.147	126	129	133	116
24.	55.495	74.705	88.306	97.951	92.762	76.826	76.826	83.264	493.442	535.062	561.249	647.189	61	69	77	85
25.	24.158	26.311	28.286	30.334	69.440	69.772	70.124	70.124	181.686	189.464	193.295	198.596	41	49	50	50
26.	22.442	26.156	29.721	33.390	9.341	10.294	28.008	46.849	212.872	206.793	268.195	357.428	27	28	33	45
27.	59.463	65.334	73.603	81.065	70.553	79.697	81.771	82.356	486.129	521.581	576.326	625.720	58	60	70	68
28.	32.588	41.572	45.963	50.374	51.936	53.918	54.323	54.323	335.745	342.531	360.667	405.283	30	32	35	40
29.	25.808	29.185	32.709	35.478	135.634	135.964	135.965	139.493	206.361	215.072	230.724	262.854	37	41	43	47
30.	20.221	22.057	24.114	26.202	27.747	27.858	28.183	28.184	185.026	204.665	231.108	252.902	22	24	31	37
31.	50.099	50.121	58.342	63.765	22.864	31.633	37.313	41.816	395.316	440.096	490.124	540.757	70	71	85	92
32.	104.624	124.219	140.452	155.234	128.800	145.974	157.604	159.341	996.001	1.071.032	1.158.270	1.200.933	63	73	87	98
33.	25.435	28.707	33.315	38.067	17.722	17.722	20.073	63.029	296.834	315.130	281.711	312.624	24	28	32	30
34.	71.502	92.283	105.215	119.110	68.336	74.139	83.952	96.933	610.063	726.429	840.213	1.143.486	74	96	107	120

35.	67.970	78.108	74.087	94.576	84.851	89.597	98.890	106.416	810.246	855.697	888.760	936.090	49	21	21	23
36.	82.686	95.658	95.076	104.443	88.909	105.713	113.908	117.038	745.355	874.694	955.616	1.023.821	69	82	94	97
37.	26.533	38.131	49.965	64.820	34.632	39.240	46.461	60.382	260.144	341.459	412.307	552.350	49	69	75	102
38.	64.608	86.103	95.433	104.775	74.575	94.205	108.216	111.152	669.100	787.279	906.412	1.027.925	48	89	96	96
39.	247.259	265.003	282.740	300.953	317.880	322.776	323.082	323.082	2.243.121	2.301.371	2.383.141	2.431.557	222	229	169	160
40.	22.283	28.905	34.586	39.063	39.911	48.425	64.063	71.792	224.258	311.996	369.029	453.993	29	40	36	42
41.	34.089	40.724	47.251	53.411	33.825	35.441	36.746	38.165	409.916	464.058	490.094	526.987	45	47	40	39
42.	57.192	69.105	80.890	89.426	134.341	146.687	265.106	293.345	507.576	598.626	690.677	796.982	89	102	115	128
43.	57.457	67.389	76.931	89.403	92.895	96.525	100.203	114.438	658.132	907.490	639.713	718.263	59	59	59	71
44.	30.900	37.520	46.666	52.884	57.624	65.098	67.616	68.290	350.096	396.712	451.858	529.999	47	49	54	59
45.	42.207	43.146	40.348	43.498	46.663	49.687	60.425	64.549	494.295	530.423	560.736	609.477	45	43	50	46
46.	9.155	12.265	14.733	16.079	24.274	24.277	25.472	33.593	120.333	134.707	152.650	215.960	26	30	32	36
47.	80.980	88.053	95.247	101.741	120.726	125.114	123.859	124.336	1.027.164	1.068.259	1.106.801	1.131.598	79	89	101	93
48.	52.972	66.836	78.052	86.986	70.306	78.013	83.666	83.666	785.558	810.055	825.856	840.530	67	73	78	98
49.	139.783	180.476	193.363	216.233	293.743	314.269	324.762	337.823	1.810.644	1.874.229	1.926.356	2.091.981	186	164	177	177
50.	68.384	76.966	86.205	93.485	136.358	138.445	150.544	166.519	896.404	946.820	1.074.218	1.282.971	58	73	80	93
51.	105.016	117.478	147.504	165.663	290.661	270.805	276.983	296.985	1.881.887	1.946.622	2.019.577	2.107.246	47	44	44	88
52.	31.600	40.727	48.344	56.379	62.972	64.991	64.991	64.991	538.273	653.754	700.201	720.654	47	51	57	57
53.	9.424	16.885	22.887	29.330	27.589	32.773	62.960	69.364	157.575	233.297	316.658	381.690	30	44	52	57
54.	8.339	10.381	13.175	15.387	14.993	14.993	15.190	15.191	177.840	182.964	236.136	260.533	24	21	26	29
55.	83.706	114.795	135.456	164.313	201.876	218.036	223.303	249.353	1.775.610	1.870.413	1.926.870	2.055.832	109	112	103	107
56.	193.268	4.094.293	4.298.205	4.448.767	1.702.209	1.736.122	1.772.947	1.830.561	14.477.089	14.831.436	15.183.166	15.499.041	2.139	2.133	2.105	2.130
57.	80.556	105.849	143.516	190.888	453.078	477.094	500.994	565.329	1.181.209	1.507.051	1.776.922	2.472.850	176	192	215	251
58.	11.172	13.583	18.827	22.628	49.826	51.862	51.954	51.954	201.981	235.658	274.570	300.030	48	45	53	71
59.	666	3.603	4.423	4.959	9.087	9.087	9.087	9.087	46.607	48.342	49.819	50.616	32	32	15	16
60.	4.472	5.722	7.096	8.403	30.214	30.111	30.315	29.664	142.960	143.896	151.527	152.585	27	26	30	27
61.	3.374	7.980	16.486	27.237	75.992	85.973	98.130	111.477	112.262	210.740	272.339	363.690	30	38	50	53
62.	4.639	14.953	27.494	41.948	119.998	123.948	136.434	144.804	339.515	412.439	538.248	709.872	56	56	74	85
63.	498	5.725	19.235	41.466	46.134	69.324	125.810	133.538	88.410	165.117	286.543	403.784	41	37	53	65
Top	98.279	170.484	184.388	198.193	143.028	149.855	159.843	174.048	944.311	1.012.260	1.080.565	1.178.914	104	110	115	123

Kaynak: EPDK Sektör Raporu 2013-2014-2015-2016

- Kas: Konut Abone Sayısı
- CBH: Çelik Boru Hattı
- PBH: Polietilen Boru Hattı
- KPS: Kayıtlı Personel Sayısı

Ek Tablo 2: Çıktı Aylaklıkları

Firma	Çıktı
1.	
2.	879170.066
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	20854.475
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	
20.	82657.266
21.	
22.	
23.	
24.	
25.	
26.	
27.	
28.	
29.	
30.	
31.	

32.	
33.	786126.303
34.	841022.471
35.	
36.	
37.	
38.	
39.	52984.764
40.	
41.	
42.	40471.842
43.	
44.	
45.	
46.	
47.	
48.	
49.	
50.	
51.	
52.	
53.	
54.	
55.	538874.913
56.	
57.	
58.	
59.	47918.547
60.	
61.	
62.	
63.	
Ortalama	52223.502

Ek Tablo 3: Girdi Aylaklıkları

Firma	CRS			BCC		
	lncbh	lnpbh	lkps	lncbh	lnpbh	lkps
1.			16039.839			
2.			5375.117			
3.			327896.257			147403.575
4.			233273.118			
5.			46882.889			
6.			59020.910			
7.			13245.253			
8.	39630.701			4829580.564		
9.	100956.837		4028090.300	57559.384		306363.289
10.	42097.394		3730290.860			
11.			56254.756			
12.			25675.713			
13.			157696.610			
14.						
15.			263057.698			56762.959
16.	72772.495		3579206.989			
17.			88455.971			9044.739
18.			78309.777			
19.			49333.685			
20.						
21.			57313.605			
22.	92084.679					
23.			93855.509			
24.			22507.592			
25.			66293.760			
26.			45816.909			
27.						
28.			267816.971			
29.						
30.						
31.			82272.406			
32.			63546.532			
33.			16998.137			
34.			1576.422			
35.			628878.021			194825.457
36.			368806.811			
37.	42869.680		3684560.451			

38.						
39.				4192970.921		
40.			74221.306			
41.	5910.557			4565968.275		
42.			89014.865			
43.						
44.	36983.479		3955872.837			242970.065
45.			314181.904			
46.			104492.903			
47.			174654.594			
48.			79981.357			
49.			80758.464			
50.			705294.668			499933.239
51.			127965.642			
52.			84879.802			
53.		3143.951	344591.937			
54.						
55.			2543.271		148249.130	
56.			63535.257			
57.			141111.401			
58.				262324.001		
59.	15902.490		31844.558	4444241.880		
60.			46630.390			
61.			74083.219			
62.	74868.978		4650811.510	33311.199		961755.279
63.			51534.228			
Ortalama	8318.687	49.904	465973.857	291840.575	2353.161	38397.756

Ek Tablo 4: Toplamda Referans Alınma Sayısı

Firma	CRS	BCC
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		4
11.		
12.		
13.		
14.	8	1
15.		
16.		49
17.		
18.		
19.		
20.		
21.		
22.		5
23.		
24.		
25.		
26.		
27.	37	4
28.		
29.		
30.		
31.		
32.		
33.		
34.		
35.		
36.		
37.		
38.	47	42

39.		
40.		
41.		
42.		
43.	14	1
44.		
45.		
46.		
47.		
48.		
49.		
50.		
51.		
52.		
53.		45
54.	7	40
55.		
56.		
57.		
58.		
59.		
60.		
61.		
62.		
63.		

Ek Tablo 5: Hedeflenen Girdi – Çıktı Miktarları

Firma	Crste				Vrste			
	lkas	lncebh	lnpbh	lkps	lkas	lncebh	lnpbh	lkps
1.	1156187.000	123049.205	141413.306	360558.665	1156187.000	764931.504	879091.355	2341112.722
2.	62106.000	7159.412	7593.024	19381.587	941276.066	751353.006	796858.959	2598121.746
3.	9151015.000	956383.146	1119362.155	2853319.789	9151015.000	989675.550	1158327.978	3144552.951
4.	8405591.000	893479.424	1028094.706	2621268.774	8405591.000	972231.820	1118712.263	3106144.794
5.	1036091.000	106908.985	127667.543	325604.484	1036091.000	719295.510	858961.387	2506136.355
6.	1033851.000	108585.723	126458.694	322371.920	1033851.000	724303.394	843522.135	2544018.794
7.	1120094.000	118015.063	137005.637	349273.197	1120094.000	759890.629	882169.586	2334230.607
8.	1034003.000	981286.780	124371.833	321503.324	1054857.475	1115035.385	724194.456	1872055.109
9.	1095417.000	1054736.133	128579.106	365052.961	1095417.000	1102405.338	129054.369	4103018.215
10.	1097526.000	1056766.810	128826.658	365755.796	1097526.000	1102842.000	129293.000	4110874.000
11.	1113289.000	117463.389	136172.323	347155.360	1113289.000	733393.070	850203.960	2518726.789
12.	1103581.000	117610.043	134978.144	344157.391	1103581.000	757315.508	869152.322	2381432.220
13.	1129671.000	128511.472	138122.435	352496.643	1129671.000	716819.631	770428.287	2845789.049
14.	9920246.000	9414505.000	1169023.000	3091043.000	9920246.000	9414505.000	1169023.000	3091043.000
15.	9122055.000	963072.858	1115763.794	2844532.778	9122055.000	993585.250	1151113.791	3149283.226
16.	1054671.000	1015503.331	123796.375	351474.162	1054671.000	1093969.000	124444.000	3951244.000
17.	1146392.000	110133.939	1280253.497	3543081.041	1146392.000	115026.203	1337123.689	3783808.923
18.	1092405.000	116575.488	133610.315	340676.009	1092405.000	724729.129	830631.627	2604760.303
19.	1015844.000	119921.418	124179.957	317087.594	1015844.000	792321.211	820457.393	2420946.615
20.	1018614.000	504858.410	602253.661	187975.357	1101271.266	1026241.947	1224220.412	382103.561
21.	1132055.000	116812.363	139305.288	355239.875	1132055.000	719173.601	857654.810	2539950.078
22.	1055022.000	1000363.281	1207824.455	36245.903	1055022.000	1133622.000	1253347.000	37612.000
23.	1117748.000	115332.728	138012.752	352058.151	1117748.000	695717.725	832529.667	2689869.925
24.	1001158.000	105302.086	122458.884	312181.451	1001158.000	747760.298	869592.373	2376659.256
25.	1095879.000	114458.846	134049.536	341697.244	1095879.000	720928.518	844322.100	2569765.121
26.	1107609.000	114287.435	136637.821	348520.868	1107609.000	723353.952	864815.169	2495863.066
27.	9408699.000	9059285.000	1104385.000	3135494.000	9408699.000	9059285.000	1104385.000	3135494.000
28.	1415198.000	156973.306	173056.349	441490.541	1415198.000	683322.665	753333.984	3087696.326
29.	1334152.000	609446.157	716472.924	265818.763	1334152.000	1035171.520	1216961.263	451505.042
30.	1112682.000	574429.029	688642.141	196990.337	1112682.000	1027976.852	1232368.395	352526.589
31.	1120822.000	117050.303	137100.679	349474.178	1120822.000	713176.950	835342.088	2630593.046
32.	1133357.000	116944.757	139738.521	356411.358	1133357.000	714633.856	853923.516	2566306.820
33.	113154.000	11934.738	13840.494	35284.550	899280.303	665928.405	772264.806	2917242.618
34.	103917.000	10846.856	12711.319	32401.358	944939.471	747193.665	875628.640	2340584.532
35.	8442254.000	947984.695	1032287.611	2633966.819	8442254.000	989297.121	1077273.892	3210211.591
36.	8123855.000	959757.403	993081.329	2535814.675	8123855.000	1021412.340	1056876.998	3091214.735
37.	1155813.000	1112889.186	135668.336	385180.217	1155813.000	1160001.687	136166.378	4084680.793
38.	9914477.000	1023088.000	1212825.000	3091043.000	9914477.000	1023088.000	1212825.000	3091043.000
39.	1001869.000	881741.127	118326.372	317875.882	1054853.764	1114616.128	712258.397	1913434.523
40.	1099311.000	114649.177	134470.311	342763.147	1099311.000	715671.582	839400.534	2602931.233
41.	1014388.000	962669.588	124762.926	314661.947	1054859.842	1115302.714	731805.206	1845670.489
42.	1217183.000	129216.773	148875.596	379572.262	1217183.000	724664.918	834914.223	2627899.180

43.	1233996.000	118457.000	1391082.000	3850147.000	1233996.000	118457.000	1391082.000	3850147.000
44.	1133507.000	1091411.572	133050.077	377746.636	1133507.000	1132563.816	133541.620	4106659.617
45.	1217183.000	129796.298	148872.259	379586.745	1217183.000	623476.468	715107.840	3332517.432
46.	1082176.000	111593.124	143280.247	367847.153	1082176.000	654611.153	840489.489	2770771.689
47.	1241819.000	131768.960	151889.228	387253.293	1241819.000	683634.684	788021.278	2915251.964
48.	1255722.000	132545.864	153593.751	391571.402	1255722.000	728962.466	844719.525	2593398.618
49.	1132281.000	116840.634	138641.804	353379.037	1132281.000	708187.093	840326.971	2631366.886
50.	9321166.000	1009360.238	1139972.579	2907253.037	9321166.000	1017993.835	1149723.373	3143514.515
51.	1229034.000	130323.119	150325.985	383264.142	1229034.000	704761.468	812932.983	2764628.846
52.	1130196.000	117095.462	138252.698	352373.670	1130196.000	708245.389	836213.753	2644703.315
53.	650129.000	62408.898	732889.531	2028444.354	650129.000	91146.000	1074951.000	3465736.000
54.	1125342.000	1067037.000	1292218.000	37612.000	1125342.000	1067037.000	1292218.000	37612.000
55.	117956.000	11327.222	132402.109	366438.826	656830.913	104908.958	1078015.109	3417389.283
56.	1009237.000	113603.104	123404.184	314886.863	1009237.000	756316.924	821567.984	2519359.459
57.	1164694.000	120168.196	145005.669	370187.750	1164694.000	670917.949	809589.467	2854663.614
58.	9028699.000	8507326.925	1069562.116	2811835.046	9028699.000	8676450.678	1123804.791	2954436.820
59.	1006921.000	969526.638	118191.521	335561.245	1054839.547	1113009.977	666532.004	2071956.800
60.	1065034.000	109875.677	133997.467	342422.680	1065034.000	710379.705	866334.425	2515346.557
61.	1087752.000	112222.025	136490.622	348706.540	1087752.000	696904.332	847613.521	2625545.348
62.	1184785.000	1140785.243	139069.045	394835.275	1184785.000	1186376.690	139530.490	4100633.486
63.	1043673.000	107656.902	133409.907	341423.024	1043673.000	698153.368	865161.211	2548321.782

Ek Tablo 6: Malmquist Toplam Faktör Verimliliğinin Yıllar Bazındaki Değişimi (2015 yılı için);

Firma	$\Delta T.E.$	$\Delta Teknoloji$	$\Delta P.E.E.$	$\Delta \ddot{O}.E.$	ΔTFV
1.	0.880	1.157	0.873	1.007	1.018
2.	0.576	1.868	1.107	0.520	1.076
3.	0.054	1.354	0.487	0.112	0.074
4.	1.045	1.416	1.093	0.956	1.480
5.	0.095	1.066	0.995	0.096	0.102
6.	1.010	1.041	0.880	1.148	1.052
7.	0.103	1.087	0.807	0.128	0.112
8.	0.562	1.765	0.863	0.651	0.992
9.	0.532	1.866	0.910	0.585	0.993
10.	0.562	1.796	0.933	0.602	1.009
11.	0.545	1.349	0.507	1.076	0.735
12.	0.052	1.377	0.505	0.103	0.072
13.	0.101	4.120	1.866	0.054	0.415
14.	0.556	1.784	0.862	0.645	0.993
15.	1.000	4.049	1.000	1.000	4.049
16.	5.575	1.820	0.918	6.071	10.147
17.	0.062	4.045	0.474	0.130	0.250
18.	9.885	1.023	1.185	8.340	10.114
19.	8.493	1.427	1.788	4.749	12.116
20.	0.567	1.783	0.932	0.608	1.010
21.	0.560	1.791	0.913	0.613	1.003
22.	0.100	3.132	0.489	0.204	0.313
23.	0.999	1.337	1.000	0.999	1.336
24.	0.056	1.793	0.887	0.064	0.101
25.	0.571	1.802	0.911	0.627	1.030
26.	5.557	1.796	0.928	5.991	9.982
27.	0.607	1.821	1.022	0.594	1.105
28.	0.540	1.857	1.013	0.534	1.004
29.	0.557	1.800	0.981	0.568	1.003
30.	0.006	1.605	0.883	0.007	0.010
31.	0.556	1.796	0.923	0.602	0.998
32.	9.233	1.474	1.873	4.930	13.606
33.	0.061	4.043	0.473	0.129	0.247
34.	1.031	1.430	1.491	0.691	1.474
35.	0.106	1.384	0.868	0.123	0.147
36.	1.050	4.075	1.088	0.965	4.278
37.	5.487	1.347	0.509	10.770	7.391

38.	0.562	1.750	0.851	0.660	0.983
39.	0.560	1.766	0.862	0.650	0.989
40.	0.556	1.808	0.904	0.615	1.004
41.	5.780	1.750	0.875	6.609	10.113
42.	1.008	1.354	1.543	0.654	1.365
43.	4.872	1.414	0.667	7.300	6.891
44.	0.562	1.803	0.929	0.605	1.014
45.	10.307	1.364	1.898	5.431	14.063
46.	10.253	1.040	0.897	11.430	10.659
47.	5.524	1.816	0.975	5.665	10.032
48.	0.540	1.365	0.507	1.066	0.738
49.	0.552	1.798	0.920	0.600	0.993
50.	0.561	1.826	1.032	0.544	1.025
51.	0.543	1.820	0.921	0.590	0.989
52.	1.034	3.077	1.603	0.645	3.182
53.	1.000	2.471	1.000	1.000	2.471
54.	0.526	1.366	0.512	1.028	0.719
55.	0.847	1.157	1.122	0.756	0.980
56.	0.530	1.374	0.497	1.067	0.728
57.	0.552	1.347	0.523	1.057	0.744
58.	0.580	1.711	0.939	0.618	0.993
59.	0.564	1.784	0.907	0.622	1.005
60.	0.006	1.397	0.476	0.012	0.008
61.	0.000	1.348	0.519	0.000	0.000
62.	0.105	1.041	0.726	0.144	0.109
63.	0.575	1.758	0.908	0.633	1.010
Ortalama	0.708	1.693	0.875	0.809	1.198

Ek Tablo 7: Malmquist Toplam Faktör Verimliliğinin yıllar bazındaki değişimi (2016 yılı için);

Firma	$\Delta T.E.$	$\Delta Teknoloji$	$\Delta P.E.E.$	$\Delta \ddot{O}.E.$	ΔTFV
1.	0.994	0.234	0.642	1.548	0.233
2.	0.201	0.526	0.518	0.388	0.106
3.	1.865	0.542	1.091	1.709	1.011
4.	1.047	0.315	1.000	1.047	0.329
5.	10.486	0.966	1.005	10.436	10.133
6.	0.989	0.321	0.635	1.559	0.318
7.	90.628	0.108	1.239	73.129	9.774
8.	1.806	0.543	1.094	1.651	0.981
9.	17.261	0.241	2.249	7.676	4.167
10.	1.839	0.546	1.101	1.671	1.004
11.	1.821	0.547	1.101	1.654	0.996
12.	18.188	0.547	1.108	16.421	9.948
13.	93.018	0.108	1.157	80.365	10.012
14.	1.817	0.545	1.095	1.660	0.990
15.	1.000	0.243	1.000	1.000	0.243
16.	1.839	0.545	1.091	1.685	1.002
17.	16.642	0.243	2.179	7.636	4.039
18.	0.985	0.321	0.635	1.551	0.316
19.	0.119	0.227	0.528	0.226	0.027
20.	1.836	0.545	1.076	1.706	1.000
21.	0.183	0.546	1.096	0.167	0.100
22.	17.008	0.240	2.105	8.080	4.086
23.	0.011	0.721	0.496	0.022	0.008
24.	163.384	0.243	2.030	80.488	39.780
25.	15.312	0.255	2.014	7.603	3.912
26.	1.834	0.548	1.106	1.659	1.004
27.	1.685	0.600	1.000	1.685	1.011
28.	1.879	0.531	1.119	1.679	0.998
29.	1.820	0.549	1.118	1.628	0.999
30.	206.932	0.483	1.027	201.430	99.941
31.	9.955	0.320	1.831	5.437	3.188
32.	0.965	0.137	1.000	0.965	0.133
33.	1.828	0.547	1.106	1.653	1.001

34.	5.469	0.182	1.042	5.247	0.995
35.	1.009	0.321	0.617	1.636	0.324
36.	0.105	0.239	0.523	0.200	0.025
37.	9.940	0.321	1.864	5.331	3.189
38.	1.846	0.538	1.097	1.683	0.993
39.	1.783	0.542	1.069	1.668	0.966
40.	1.831	0.548	1.108	1.652	1.004
41.	0.192	0.559	1.071	0.179	0.107
42.	1.001	0.257	0.645	1.552	0.257
43.	1.806	0.546	1.099	1.643	0.987
44.	18.416	0.548	1.110	16.594	10.088
45.	5.284	0.190	1.144	4.619	1.002
46.	0.984	0.321	0.640	1.539	0.316
47.	1.846	0.544	1.120	1.648	1.005
48.	1.857	0.538	1.106	1.679	0.999
49.	0.183	0.548	1.093	0.168	0.101
50.	1.456	0.262	0.936	1.557	0.382
51.	16.669	0.555	2.354	7.081	9.251
52.	0.996	0.237	0.644	1.546	0.236
53.	0.585	0.124	1.000	0.585	0.072
54.	1.842	0.542	1.113	1.655	0.999
55.	1.059	0.234	0.656	1.614	0.248
56.	1.903	0.528	1.106	1.721	1.005
57.	1.848	0.542	1.105	1.673	1.002
58.	1.708	0.580	1.055	1.619	0.990
59.	1.866	0.544	1.099	1.698	1.014
60.	18.401	0.544	1.104	16.666	10.017
61.	0.185	0.545	1.093	0.169	0.101
62.	7.614	0.132	1.155	6.591	1.006
63.	1.885	0.535	1.107	1.703	1.008
Ortalama	2.271	0.378	1.050	2.163	0.858

Ek Tablo 8: Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu Analiz Sonuçları

Time-varying decay model (truncated-normal) Number of obs =
252

Group variable: id Number of groups =
63

Time variable: time Obs per group: min =
4

avg =

4.0

max =

4

Prob > chi2 =

0.0000

Log likelihood = -86.1899 Wald chi2(3) = 1406.36

	lkas	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
Frontier	lkps	.2235415	.0722365	3.09	0.002	.0819605
						.3651224
	lpbh	.8385325	.0876636	9.57	0.000	.6667151
						1.01035
	lncbh	.0652496	.0801067	0.81	0.415	-.0917566
						.2222558
	_cons	-1.330426	.5086163	-2.62	0.009	-2.327295
						.3335559
	/lnsigma2	.6144999	4.408029	0.14	0.889	-8.025078
						9.254078
	/ilgtgamma	3.278253	4.571298	0.72	0.473	-5.681326
						12.23783

```
      /mu | -6.401008  32.02191  -0.20  0.842  -69.1628  
56.36079
```

```
      /eta |  .2859405  .0408864  6.99  0.000  .2058046  
.3660765
```

```
-----+-----  
--
```

```
      sigma2 |  1.848732  8.149263  .0003272  
10447.08
```

```
      gamma |  .9636752  .1600198  .0033975  
.9999952
```

```
      sigma_u2 |  1.781577  8.149  -14.19017  
17.75332
```

```
      sigma_v2 |  .0671549  .0068626  .0537044  
.0806053
```

```
-----+-----  
--
```

```
. predict etkinlik2,jlms
```

```
. sum jlms
```

```
. sum etkinlik2
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
-----+-----					
etkinlik2	252	.7925921	.161385	.3266117	.9741855

sigma_u2	250.4774	5013.75		-9576.292	10077.25
sigma_v2	.0335419	.0035138		.0266551	.0404288

. sum etkinlik ortalama etkinlik

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
-----+-----					
etkinlik	252	.7011532	.2078328	.0733703	.9816204



Ek Tablo 10: Girdi-Çıktı İlişkisi

KVB	ort kas	ort cbh	ort pbh	ort kps	ort girdi	Ölçeğe göre art getiri?
ESGAZ ESKİŞEHİR ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ	3,449686	16,10467	7,70649	9,08695	10,96604	no
PALEN ENERJİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	6,179454	7,91935	7,806053	7,301619	7,675674	no
AKSA BANDIRMA DOĞAL GAZ DAĞITIM	8,626469	22,35767	4,17132	11,71849	12,74916	no
DIYARBAKIR DOĞAL GAZ DAĞITIM	14,25115	7,473988	12,36482	11,36332	10,40071	yes
AKSA ELAZIĞ DOĞALGAZ DAĞITIM	16,69386	4,745074	17,35507	12,93134	11,67716	yes
BAŞKENT DOĞALGAZ DAĞITIM	3,897654	2,272121	2,069508	2,746427	2,362685	yes
AKSA GEMLİK DOĞAL GAZ DAĞITIM	6,471933	56,12499	7,806779	23,4679	29,13322	no
ÇORUM DOĞAL GAZ DAĞITIM SAN	-0,74699	5,823989	6,146704	3,741235	5,237309	no
BAHÇEŞEHİR GAZ DAĞITIM	40,40214	0	5,563348	15,32183	6,961725	yes
ÇORDAŞ ÇORLU DOĞALGAZ DAĞITIM	5,439235	-0,85088	3,718994	2,769117	1,879078	yes
AKSA KARADENİZ DOĞAL GAZ	27,20182	7,005581	17,40603	17,20448	13,87203	yes
PALGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	10,66478	-1,54774	7,832666	5,649902	3,978277	yes
AKSA BALIKESİR DOĞAL GAZ DAĞITIM	7,000088	2,541067	3,537012	4,359389	3,479156	yes
AKSA MALATYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	9,419215	1,744041	7,543461	6,235572	5,174358	yes
BURSA ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,677897	2,780243	5,332745	2,930295	3,681094	no
SAMGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	11,28945	5,511129	11,52245	9,441009	8,824863	yes
AKSA SİVAS DOĞAL GAZ DAĞITIM	6,020416	3,107439	6,242321	5,123392	4,824384	yes
ŞİİRT BATMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	30,86121	24,04943	35,86806	30,25957	30,05902	yes
İZMIRGAZ ŞEHİR İÇİ DOĞALGAZ	17,53781	24,60219	11,36319	17,83439	17,93326	no
ENERYA KONYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	10,87852	9,058401	10,67328	10,2034	9,97836	yes
AKSA ÇANAKKALE DOĞAL GAZ	13,59391	0,234175	10,97388	8,26732	6,491791	yes
AKSA ŞANLIURFA DOĞAL GAZ DAĞITIM	17,38665	8,532658	16,58878	14,16936	13,09693	yes
KAYSERİGAZ KAYSERİ DOĞALGAZ	9,204696	22,8426	19,26766	17,10499	19,73842	no
AKSA MANİSA DOĞAL GAZ DAĞITIM	21,24809	-2,93316	9,547035	9,287321	5,300399	yes
POLGAZ POLATLI DOĞAL GAZ	7,886286	0,327537	3,015158	3,742994	2,361896	yes
ENERYA ERZİNCAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	14,17463	83,18441	20,03616	39,13173	47,45077	no
ENERYA KAPADOKYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	10,88935	5,426079	8,786395	8,367274	7,526583	yes
ENERYA AKSARAY DOĞALGAZ DAĞITIM	15,90923	1,522459	6,562098	7,997927	5,360828	yes
AKSA MUSTAFAKEMALPAŞA SUSURLUK KARACABEY	11,20845	0,946274	8,474845	6,876523	5,432547	yes
ENERYA EREĞLİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	9,021459	0,523407	10,98818	6,844349	6,118646	yes
İNEGÖL GAZ DAĞITIM SAN.	8,58047	22,79233	11,00861	14,12713	15,97602	no
ENERYA DENİZLİ DOĞALGAZ DAĞITIM	14,1072	7,467718	6,453931	9,342951	7,754866	yes
ENERYA KARAMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	14,39328	75,75497	2,177396	30,77521	36,23586	no
AKSA TOKAT AMASYA DOĞAL GAZ	18,76108	12,39674	23,61089	18,25624	18,08796	yes
ÇİNİGAZ DOĞAL GAZ DAĞITI	12,47424	7,858603	4,932932	8,421926	7,071154	yes
KARGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	8,310656	9,800059	11,24714	9,785951	10,27772	no
AKSA ORDU GİRESUN DOĞAL GAZ	34,82584	20,55684	28,65734	28,01334	25,74251	yes
ARMAGAZ ARSAN MARMARA	17,96493	14,63616	15,40019	16,00043	15,34559	yes
İZGAZ İZMİT GAZ DAĞITIM	6,77034	0,545002	2,727177	3,347506	2,206562	yes
AKSA VAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	20,7721	21,8968	26,80913	23,15934	23,95509	no

UDAŞ UŞAK DOĞALGAZ DAĞITIM	16,17597	4,107117	8,782106	9,688399	7,525874	yes
AKSA BİLECİK BOLU DOĞALGAZ DAĞITIM	16,1454	33,52368	16,23556	21,96821	23,90915	no
ARMADAŞ ARSAN MARAŞ DOĞAL GAZ	15,88583	7,30807	6,886754	10,02688	8,073903	yes
AKSA AFYON DOĞAL GAZ DAĞITIM	19,70825	5,945037	14,83641	13,49657	11,426	yes
SÜRME Lİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	1,18229	11,63893	7,238731	6,68665	8,521437	no
AKSA GÜMÜŞHANE BAYBURT	21,07625	12,27226	22,24639	18,53163	17,68343	yes
KIRGAZ KIRIKKALE-KIRŞEHİR DOĞAL	7,907466	1,005569	3,283056	4,065364	2,784663	yes
TOROSGAZ ISPARTA BURDUR	18,1333	6,069436	2,281951	8,82823	5,726539	yes
TRAKYA BÖLGESİ DOĞAL GAZ	16,02654	4,782772	4,963608	8,590972	6,11245	yes
AKSA DÜZCE EREĞLİ DOĞAL GAZ	10,99957	6,960419	12,83754	10,26584	10,02127	yes
AGDAŞ ADAPAZARI GAZ DAĞITIM	16,57881	0,890467	3,842877	7,104053	3,945799	yes
AKMERCANGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	21,40199	1,068729	10,49322	10,98798	7,516643	yes
AKMERCAN DELTA DOĞALGAZ	47,62263	40,357	34,77442	40,91802	38,68315	yes
SELÇUK DOĞAL GAZ DAĞITIM	22,73043	0,440177	14,09148	12,4207	8,984119	yes
GAZDAŞ GAZİANTEP DOĞAL GAZ	25,48082	7,362111	5,016809	12,61991	8,332945	yes
İGDAŞ İSTANBUL GAZ DAĞITIM SAN.	675,6456	2,454339	2,299862	226,8	77,18472	yes
AKSA GAZ DAĞITIM A.Ş.	33,3306	7,7172	28,21916	23,08899	19,67512	yes
KARGAZ KARS ARDAHAN DOĞAL	26,7923	1,421205	14,1527	14,12207	9,898657	yes
KIZILCAHAMAM DOĞALGAZ DAĞITIM	158,6228	0	2,792574	53,80511	18,86589	yes
AKMERCAN GEPA DOĞAL GAZ	23,46104	-0,60362	2,218697	8,358704	3,324594	yes
ENERYA AYDIN DOĞAL GAZ DAĞITIM	102,773	13,62537	50,16485	55,52106	39,77043	yes
ENERYA ANTALYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	119,5911	6,500045	27,95607	51,34907	28,60173	yes
AKMERCAN BATIKAR DOĞAL GAZ	467,0522	45,96346	67,07262	193,3628	102,1329	yes

Ek Tablo 11: C-D ve Translog Üretim Fonksiyonlarına Göre Etkinlik Kıyaslamaları (Cobb-Douglastan Translog'a Hareketle)

Sıra	Firma	C-D Etk.	Sıra	Firma	Trans Etkinlik	Sıra Değişimi	Kaç Sıra Değ.	Durum
51	AGDAŞ ADAPAZARI GAZ DAĞITIM	0,660681	52	AGDAŞ ADAPAZARI GAZ DAĞITIM	0,5434217	↓	1	SKOR AZALDI
63	AKMERCAN BATIKAR DOĞAL GAZ	0,326612	62	AKMERCAN BATIKAR DOĞAL GAZ	0,2772589	↑	-1	SKOR AZALDI
53	AKMERCAN DELTA DOĞALGAZ	0,62204	56	AKMERCAN DELTA DOĞALGAZ	0,490398	↓	3	SKOR AZALDI
60	AKMERCAN GEPA DOĞAL GAZ	0,468084	60	AKMERCAN GEPA DOĞAL GAZ	0,333468	↔	0	SKOR AZALDI
52	AKMERCANGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,630539	55	AKMERCANGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5077888	↓	3	SKOR AZALDI
44	AKSA AFYON DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,754181	40	AKSA AFYON DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,6242964	↑	-4	SKOR AZALDI
13	AKSA BALIKESİR DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,935832	25	AKSA BALIKESİR DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8076366	↓	12	SKOR AZALDI
3	AKSA BANDIRMA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,967524	19	AKSA BANDIRMA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8784416	↓	16	SKOR AZALDI
42	AKSA BİLECİK BOLU DOĞALGAZ DAĞITIM	0,765184	39	AKSA BİLECİK BOLU DOĞALGAZ DAĞITIM	0,6343381	↑	-3	SKOR AZALDI
21	AKSA ÇANAKKALE DOĞAL GAZ	0,914593	20	AKSA ÇANAKKALE DOĞAL GAZ	0,8776127	↑	-1	SKOR AZALDI
50	AKSA DÜZCE EREĞLİ DOĞAL GAZ	0,679592	43	AKSA DÜZCE EREĞLİ DOĞAL GAZ	0,5963026	↑	-7	SKOR AZALDI
5	AKSA ELAZIĞ DOĞALGAZ DAĞITIM	0,967225	7	AKSA ELAZIĞ DOĞALGAZ DAĞITIM	0,9348964	↓	2	SKOR AZALDI
57	AKSA GAZ DAĞITIM A.Ş.	0,57062	58	AKSA GAZ DAĞITIM A.Ş.	0,41552	↓	1	SKOR AZALDI
7	AKSA GEMLİK DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,959697	18	AKSA GEMLİK DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8799038	↓	11	SKOR AZALDI
46	AKSA GÜMÜŞHANE BAYBURT	0,707012	46	AKSA GÜMÜŞHANE BAYBURT	0,5759962	↔	0	SKOR AZALDI
11	AKSA KARADENİZ DOĞAL GAZ	0,939607	8	AKSA KARADENİZ DOĞAL GAZ	0,9337237	↑	-3	SKOR AZALDI
14	AKSA MALATYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,934514	14	AKSA MALATYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8899113	↔	0	SKOR AZALDI
24	AKSA MANİSA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,884057	23	AKSA MANİSA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8246973	↑	-1	SKOR AZALDI
29	AKSA MUSTAFAKEMALPAŞA SUSURLUK KARACABEY	0,85825	33	AKSA MUSTAFAKEMALPAŞA SUSURLUK KARACABEY	0,7208334	↓	4	SKOR AZALDI
37	AKSA ORDU GİRESUN DOĞAL GAZ	0,79712	34	AKSA ORDU GİRESUN DOĞAL GAZ	0,7065368	↑	-3	SKOR AZALDI
17	AKSA SİVAS DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,924187	15	AKSA SİVAS DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8815792	↑	-2	SKOR AZALDI
22	AKSA ŞANLIURFA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,902482	27	AKSA ŞANLIURFA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,7991393	↓	5	SKOR AZALDI
34	AKSA TOKAT AMASYA DOĞAL GAZ	0,836385	26	AKSA TOKAT AMASYA DOĞAL GAZ	0,8065979	↑	-8	SKOR AZALDI
40	AKSA VAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,772856	45	AKSA VAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5826481	↓	5	SKOR AZALDI
43	ARMADAŞ ARSAN MARAŞ DOĞAL GAZ	0,762224	35	ARMADAŞ ARSAN MARAŞ DOĞAL GAZ	0,6706464	↑	-8	SKOR AZALDI
38	ARMAGAZ ARSAN MARMARA	0,791322	32	ARMAGAZ ARSAN MARMARA	0,7241541	↑	-6	SKOR AZALDI
9	BAHÇEŞEHİR GAZ DAĞITIM	0,946282	3	BAHÇEŞEHİR GAZ DAĞITIM	0,9521608	↑	-6	SKOR ARTTI
6	BAŞKENT DOĞALGAZ DAĞITIM	0,965232	21	BAŞKENT DOĞALGAZ DAĞITIM	0,8735	↓	15	SKOR AZALDI
15	BURSA ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,928555	6	BURSA ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9461682	↑	-9	SKOR ARTTI
35	ÇİNİGAZ DOĞAL GAZ DAĞITI	0,819516	49	ÇİNİGAZ DOĞAL GAZ DAĞITI	0,569168	↓	14	SKOR AZALDI
10	ÇORDAŞ ÇORLU DOĞALGAZ DAĞITIM	0,942536	10	ÇORDAŞ ÇORLU DOĞALGAZ DAĞITIM	0,922541	↔	0	SKOR AZALDI

8	ÇORUM DOĞAL GAZ DAĞITIM SAN	0,952141	11	ÇORUM DOĞAL GAZ DAĞITIM SAN	0,9077658	↓	3	SKOR AZALDI
4	DIYARBAKIR DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,967473	2	DIYARBAKIR DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9685051	↑	-2	SKOR ARTTI
28	ENERYA AKSARAY DOĞALGAZ DAĞITIM	0,868936	37	ENERYA AKSARAY DOĞALGAZ DAĞITIM	0,659151	↓	9	SKOR AZALDI
62	ENERYA ANTALYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,373337	63	ENERYA ANTALYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,2651081	↓	1	SKOR AZALDI
61	ENERYA AYDIN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,45967	59	ENERYA AYDIN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,3622288	↑	-2	SKOR AZALDI
32	ENERYA DENİZLİ DOĞALGAZ DAĞITIM	0,840061	24	ENERYA DENİZLİ DOĞALGAZ DAĞITIM	0,8129522	↑	-8	SKOR AZALDI
30	ENERYA EREĞLİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,84802	42	ENERYA EREĞLİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5981757	↓	12	SKOR AZALDI
26	ENERYA ERZİNCAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,869995	50	ENERYA ERZİNCAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5626751	↓	24	SKOR AZALDI
27	ENERYA KAPADOKYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,869026	28	ENERYA KAPADOKYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,7840067	↓	1	SKOR AZALDI
33	ENERYA KARAMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,838983	53	ENERYA KARAMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5336223	↓	20	SKOR AZALDI
20	ENERYA KONYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,917607	9	ENERYA KONYA DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9298447	↑	-11	SKOR ARTTI
1	ESGAZ ESKİŞEHİR ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ	0,974186	1	ESGAZ ESKİŞEHİR ŞEHİRİÇİ DOĞAL GAZ	0,9816204	↔	0	SKOR ARTTI
55	GAZDAŞ GAZİANTEP DOĞAL GAZ	0,578326	48	GAZDAŞ GAZİANTEP DOĞAL GAZ	0,5721341	↑	-7	SKOR AZALDI
56	İGDAŞ İSTANBUL GAZ DAĞITIM SAN.	0,575292	47	İGDAŞ İSTANBUL GAZ DAĞITIM SAN.	0,5733703	↑	-9	SKOR AZALDI
31	İNEGÖL GAZ DAĞITIM SAN.	0,845723	31	İNEGÖL GAZ DAĞITIM SAN.	0,7393377	↔	0	SKOR AZALDI
39	İZGAZ İZMİT GAZ DAĞITIM	0,784272	29	İZGAZ İZMİT GAZ DAĞITIM	0,7689945	↑	-10	SKOR AZALDI
19	İZMİRGAZ ŞEHİR İÇİ DOĞALGAZ	0,921936	12	İZMİRGAZ ŞEHİR İÇİ DOĞALGAZ	0,9066781	↑	-7	SKOR AZALDI
36	KARGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,800057	30	KARGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,7538218	↑	-6	SKOR AZALDI
58	KARGAZ KARS ARDAHAN DOĞAL	0,566894	57	KARGAZ KARS ARDAHAN DOĞAL	0,4694777	↑	-1	SKOR AZALDI
23	KAYSERİGAZ KAYSERİ DOĞALGAZ	0,885035	16	KAYSERİGAZ KAYSERİ DOĞALGAZ	0,8812354	↑	-7	SKOR AZALDI
47	KIRGAZ KIRIKKALE-KIRŞEHİR DOĞAL	0,698223	36	KIRGAZ KIRIKKALE-KIRŞEHİR DOĞAL	0,6615881	↑	-11	SKOR AZALDI
59	KIZILCAHAMAM DOĞALGAZ DAĞITIM	0,476023	54	KIZILCAHAMAM DOĞALGAZ DAĞITIM	0,5167475	↑	-5	SKOR ARTTI
2	PALEN ENERJİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,970442	4	PALEN ENERJİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9504111	↓	2	SKOR AZALDI
12	PALGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,935995	13	PALGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9030858	↓	1	SKOR AZALDI
25	POLGAZ POLATLI DOĞAL GAZ	0,876128	22	POLGAZ POLATLI DOĞAL GAZ	0,8617091	↑	-3	SKOR AZALDI
16	SAMGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,927957	5	SAMGAZ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,9463844	↑	-11	SKOR ARTTI
54	SELÇUK DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,591148	61	SELÇUK DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,3261459	↓	7	SKOR AZALDI
18	SİİRT BATMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,923046	17	SİİRT BATMAN DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,8804454	↑	-1	SKOR AZALDI
45	SÜRMEİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,712942	51	SÜRMEİ DOĞAL GAZ DAĞITIM	0,5553949	↓	6	SKOR AZALDI
48	TOROSGAZ ISPARTA BURDUR	0,697892	38	TOROSGAZ ISPARTA BURDUR	0,6405893	↑	-10	SKOR AZALDI
49	TRAKYA BÖLGESİ DOĞAL GAZ	0,682166	41	TRAKYA BÖLGESİ DOĞAL GAZ	0,6222792	↑	-8	SKOR AZALDI
41	UDAŞ UŞAK DOĞALGAZ DAĞITIM	0,769832	44	UDAŞ UŞAK DOĞALGAZ DAĞITIM	0,5958812	↓	3	SKOR AZALDI
	GENEL	0,792592		GENEL	0,709089725			SKOR AZALDI