

T.C
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE ve AB ÜLKELERİNDEKİ ENERJİ
PİYASALARININ ETKİNLİK ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ercem ERKUL

Ankara-2012

T.C
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

TÜRKİYE ve AB ÜLKELERİNDEKİ ENERJİ PİYASALARININ ETKİNLİK ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

Ercem ERKUL

Tez Danışmanı
Doç.Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Ankara-2012

T.C
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE ve AB ÜLKELERİNDEKİ ENERJİ PİYASALARININ
ETKİNLİK ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Tez Jürisi Üyeleri:

Adı ve Soyadı

İmzası:

Prof. Dr. Aydın ULUCAN

Doç. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Yrd. Doç. Dr. Yetkin ÇINAR

Tez Sınav Tarihi

.....

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim. (.../.../2012)

Ercem ERKUL

ÖNSÖZ

İnsanoğlu, ateşi bulmasından bu yana yaşamın her alanında enerjiyi kullanmışlardır. Üretimde, ulaşımda, sanayide, hizmette başka deyişle yaşamın her alanında girmiş olan enerji, insan hayatında önemli bir yere sahip olmuştur. İnsanoğlunun sınırsız zevk ve tercihlerini, sınırlı kaynaklarla karşılamak her zaman bir sorun oluşturmaktadır. Enerji kaynaklarının da sınırlı oluşu, günümüzde ve geleceğimizde bir sorun olarak karşımızda durmaktadır. Ülkeler, sınırlı olan enerji kaynakların özellikle fosil yakıtları bilinçsizce tüketmektedirler. Bu fosil yakıtların oluşması için geçen bir milyon yılı,bizler bir günde zevk ve tercihler için harcayarak bu durum gözardı edilmektedir.

Fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olması, bu rezervlerin belirli bölgelere dağılması, ve fosil yakıtların yanması sonucu oluşan zehirli (CO₂, SO₂) gazların yayılması ülkeleri bu enerji kaynağını talep ederken birkaç kez düşünmesine yol açmaktadır. Bundan dolayı alternatif enerji arayışlarına girmişler, ve çağımızda yeşil enerji olarak da adlandırılan, çevreyi etkilemeyen yenilenebilir enerjilere yönelmişlerdir. Günümüzde, yenilenebilir enerji kaynaklardan enerji elde etmek oldukça maliyetli olsa da gelecekte fosil yakıtların yerine geçmesi ümit edilmektedir. Sonuç olarak, kıt olan enerji kaynaklarını teknolojinin de yardımıyla daha etkin ve daha verimli kullanılması yoluna doğru gidilmektedir.

Bu tez çalışmasında Türkiye ve AB enerji piyasalarının etkinlik analizi yapılmıştır. Ülkelerin durumuna ilişkin önemli bulgular edilmiş ve çeşitli politika önerileri sunulmuştur. Tezin, Türkiye ve AB enerji piyasalarının etkinliğini ölçen ilk akademik çalışmalardan biri olması nedeniyle, ilerleyen dönemlerde bu alanda

alışacak akademisyenlerin ve araştırmacıların önünde enerji ve elektrik sektörü ile ilgili iyi bir kaynak oluşturmasını temenni ediyorum.

Tez hazırlama sürecimde, öncelikle tez danışmanım Sn. Doç. Dr. Fazıl Gökğöz’e yoğun çalışma temposu içerisinde anlayışı, sabrı ve eleştirisıyla teze büyük katkıda bulunduğu için çok teşekkür ederim.

Teze çalışmam için gerekli zamanı sağlayan ve manevi katkılarından dolayı Bölüm Başkan’ım Sn. Prof. Dr. Vedat Işıkhan’a çok teşekkür ederim.

Gösterdiği sabır ve destekten ötürü aynı zamanda verilerin derlenme aşamasındaki katkılarından dolayı Fatma Demir’e, yüksek lisans arkadaşlarım Arş. Gör. Öykü Yücel, Arş. Gör. şırvan Reya Navruz’a ve iş arkadaşım Arş. Gör. Özge Sanem Özateş’e, ayrıca Seda Uçar’a tezime katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Bu alışma süresince her zaman maddi ve manevi yanımda olan ve yardımlarını hiç esirgemeyen aileme çok teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TABLolar LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ PİYASASINA BAKIŞ.....	6
1.1. Enerji İle İlgili Temel Kavramlar.....	6
1.2. Avrupa Enerji Piyasasına Bakış	12
1.3. Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası	18
1.4. Enerji Yoğunluğu	25
1.5. Enerji Bağımlılığı	28
1.6. CO ₂ Emisyonu	35
1.7. Türkiye Enerji Piyasasına Bakış.....	41
1.8. Türkiye'nin Enerji Politikası	53

İKİNCİ BÖLÜM

ETKİNLİK	59
2.1. Etkinlik	59
2.1.1. Teknik Etkinlik.....	64
2.1.2. Fiyat Etkinliği	64
2.3.3. Toplam Etkinlik ve Ölçek Etkinliği	68

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	74
3.1. VZA'nın Tarihçesi ve Kullanım Alanları	74
3.2. VZA Yönteminin Avantajları, Dezavantajları ve Amaçları.....	78
3.3. VZA Yöntemin Uygulanmasında İzlenen Süreç.....	79
3.3.1. Karar Verme Birimlerinin Seçimi	80
3.3.2. Girdi ve Çıktı Unsurlarının Belirlenmesi	82
3.3.3. Etkinlik Sonuçlarının Değerlendirilmesi	84

3.4. Genel VZA Modelleri	86
3.4.1. Ölçeğe göre Sabit Getiri Varsayımına Dayanan Veri Zarflama Analizi Modeli (CCR Modeli).....	87
3.4.2. Ölçeğe göre Değişen Getiri Varsayımına Dayanan Veri Zarflama Analizi Modeli (BCC Modeli).....	91
3.4.3. Girdi ve Çıktı Yönlü CCR ve BCC Modelleri	93
3.4.4. İstenmeyen Çıktı Modeli	96

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

AB ÜLKELERİ VE TÜRKİYE ENERJİ SEKTÖRLERİNİN ETKİNLİKLERİNİN ANALİZİ	105
4.1. Amaç ve Yöntem.....	105
4.2. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi	108
4.3. Varsayımlar	122
4.4. Veri Seti Hakkında Bilgiler	125
4.5. Etkinlik Analizi Sonuçları	129
4.5.1. Genel Model-A ve Analiz Sonuçları	129
4.5.2. Genel Model-B ve Analiz Sonuçları	135
4.5.3. Üretim Modeli-A ve Analiz Sonuçları	142
4.5.4. Üretim Modeli-B ve Analiz Sonuçları	147

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME	153
KAYNAKÇA.....	163
ÖZET	179
ABSTRACT.....	180

KISALTMALAR

\$	: US Dollar (ABD Para Birimi)
€	: Euro (Avrupa Birliği Para Birimi)
AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AET	: Avrupa Ekonomi Topluluğu
AKÇT	: Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu
BCC	: Banker, Charnes ve Cooper
BP	: British Petroleum
BTC	: Bakü-Ceyhan-Tiflis Boru Hattı
CCR	: Charnes, Cooper ve Rhodes
CO₂	: Karbondioksit
CRS	: Constant Returns to Scale (Ölçeğe Göre Sabit Getiri)
DEA	: Data Envelopment Analysis (Veri Zarflama Analizi)
DOE	: Department of Energy Office of Nuclear Energy, Science and Technology
DRS	: Decreasing Returns to Scale (Ölçeğe Göre Azalan Getiri)
DSİ	: Devlet Su İşleri
EC	: European Commission (Avrupa Komisyonu)
EF	: Etkinlik Farkı
EIA	: Energy Information Administration (Enerji Bilgilendirme Kurumu)
EİEİ	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EMS	: Efficiency Measurement System (Etkinlik Ölçü Sistemi)

ENTSOE	: European Network of Transmission System Operators for Electricity (Elektrik İletim Sistemi İşletmecileri Avrupa Şebekesi)
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EURATOM	: European Atomic Energy Community (Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu)
EU	: European Union (Avrupa Birliği)
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GSYİT	: Gayri Safi Yurtiçi Tüketim
GSSO	: Gayri Safi Sermaye Oluşumu
GWh	: Giga Watt-hour (Milyar Watt-Saat)
HES	: Hidroelektrik Santral
IRS	: Increasing Returns to Scale (Ölçeğe Göre Artan Getiri Oranı)
İKV	: İktisadi Kalkınma Vakfı
Kw	: Kilo Watt-hour (Bin Watt-Saat)
KVB	: Karar Verme Birimi
LPG	: Likid Petrol Gazı
MPSS	: Most Productive Scale Size (En Verimli Ölçek Büyüklüğü)
MTA	: Maden Teknik Arama
Mtoe	: Million ton equivalent petroleum
Mtpe	: Milyon Ton Petrol Eşdeğeri
MW	: Mega Watt (Milyon Watt)
N.A.	: Not Avaliable (Verisi bulunamamıştır)
NACE	: Statistical Classification of Economic Activities in the European Community (Avrupa Topluluğu Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiksel Sınıflandırılması)

OİB	: Özelleştirme İdaresi Başkanlığı
OPEC	: Organization of The Petroleum Exporting Countries (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü)
OECD	: Organization for Economic Co-Operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
SAGP	: Satın Alma Gücü Paritesi
SE	: Scale Efficiency (Ölçek Etkinliği)
SI	: System of Units (Sistem Birimleri)
STE	: Saf Teknik Etkinlik
TE	: Teknik Etkinlik
TEAŞ	: Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş.
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
USD	: United States Dollar (Amerikan Doları)
VRS	: Variable Returns to Scale (Ölçeğe Göre Değişken Getiri)
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları

TABLolar LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.	1991-2010 Dönemine İlişkin AB Genel Enerji İstatistikleri	20
Tablo 2.	2010 Yılına İlişkin Avrupa Ülkelerinin Enerji Bağımlılıkları (%)	33
Tablo 3.	Türkiye'de Kurulu Gücünün Önemli Yıllar İtibariyle Gelişimi	44
Tablo 4.	1981-2010 Dönemine İlişkin Kurulu Güç ve Değişim Oranları.....	47
Tablo 5.	1981-2010 Dönemine İlişkin Brüt Enerji Üretimi.....	50
Tablo 6.	Genel Model Literatür Çalışması.....	108
Tablo 7.	Üretim Modeli Literatür Çalışması.....	115
Tablo 8.	Genel Model-A ve Genel Model-B için AB Ülkeleri ve Türkiye 2010 Yılı Veri Setine İlişkin Betimsel İstatistikler.....	125
Tablo 9.	Genel Modellere İlişkin Korelasyon Matrisi	126
Tablo 10.	Üretim Modeli-A ve Üretim Modeli-B için AB Ülkeleri ve Türkiye 2010 Yılı Veri Setine İlişkin Betimsel İstatistikler.....	127
Tablo 11.	Üretim Modellerine İlişkin Korelasyon Matrisi	128
Tablo 12.	2010 Yılına İlişkin Genel Model-A'nın Teknik Etkinlik (TE), Saf Teknik Etkinlik (STE) ve Ölçek Etkinliği (SE) Sonuçları	130
Tablo 13.	2010 Yılına İlişkin Genel Model-A İstenmeyen Çıktı Modeli Odaklı Sabit Getiri Ölçeğinde İyileştirme Yüzdeleri	131
Tablo 14.	2010 Yılına İlişkin Genel Model-A İstenmeyen Çıktı Modeli Odaklı Değişken Getiri Ölçeğinde İyileştirme Yüzdeleri.....	133
Tablo 15.	2010 Yılına İlişkin Genel Model-A İstenmeyen Çıktı Modeli Odaklı Sabit ve Değişken Ölçekli Modeline Göre Ortalama Gelişme Oranları.....	134
Tablo 16.	2010 Yılına İlişkin Genel Model-B'nin İlişkin Teknik Etkinlik (TE), Saf Teknik Etkinlik (STE), ve Ölçek Etkinliği (SE) Sonuçları.....	135

Tablo 17. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-B Girdi Odaklı Sabit Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri	137
Tablo 18. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-B Girdi Odaklı Değişken Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri	138
Tablo 19. 2010 Yılına İlişkin Genel Modellerin Girdi Yönlü CCR-BCC Modellerinin Ortalama Geliştirme Oranı.....	139
Tablo 20. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-A ve Genel Model-B'nin Etkinlik Skorlarının Karşılaştırılması	141
Tablo 21. 2010 Yılına İlişkin İstenmeyen Çıktı Modeli Teknik Etkinlik (TE), Saf Teknik Etkinlik (STE) ve Ölçek Etkinliği (SE) Sonuçları	142
Tablo 22. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-A İstenmeyen Çıktı Modeli Odaklı Sabit Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri	144
Tablo 23. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-A İstenmeyen Çıktı Odaklı Değişken Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri	145
Tablo 24. 2010 Yılına İlişkin İstenmeyen Çıktı Modeli Sabit ve Değişken Getiri Ölçekleklerine Göre Ortalama Gelişme Oranları	146
Tablo 25. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-B'nin Teknik Etkinlik (TE), Saf Teknik Etkinlik (STE), ve Ölçek Etkinliği (SE) Sonuçları.....	148
Tablo 26. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-B Girdi Odaklı Sabit Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri	149
Tablo 27. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-B Girdi Odaklı Değişken Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri.....	150
Tablo 28. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modellerinin Girdi Yönlü CCR-BBC Modellerin Ortalama Geliştirme Oranları.....	151

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1. 1991-2010 Dönemine İlişkin AB Enerji Üretim'in Net İthalatı Karşılama Oranı	22
Şekil 2. 1991-2010 Dönemine İlişkin AB'nin Enerji İhracatı–İthalatı	23
Şekil 3. 1991-2010 Dönemine İlişkin AB Enerji İhracatı'nın İthalatı Karşılama Oranı.....	24
Şekil 4. AB Ülkeleri ve AB'ye Üye Olmayan Ülkelerin 2010 Yılına İlişkin Enerji Yoğunluğu Karşılaştırılması.....	26
Şekil 5. 1990-2010 Dönemine İlişkin AB Ülkeleri ve Türkiye'nin Enerji Yoğunluğu Karşılaştırılması	27
Şekil 6. 1965-2010 Dönemine İlişkin Üç Büyük Enerji Tüketim Bölgesi'nin Birincil Enerji Tüketimi	29
Şekil 7. 1998-2010 Dönemine İlişkin AB'nin Enerji Bağımlılığı.....	31
Şekil 8. 2010 Yılına İlişkin AB Ülkelerinin ve AB'ye Dahil Olmayan Ülkelerin Enerji Bağımlılıkları	32
Şekil 9. 1965-2010 Dönemine İlişkin Dünya'daki CO ₂ Emisyonu.....	36
Şekil 10. 2006-2010 Dönemine İlişkin AB CO ₂ Emisyonu	37
Şekil 11. 2010 Yılına İlişkin AB Ülkelerinin Avrupa Bölgesindeki CO ₂ Salınımı	38
Şekil 12. Türkiye Kamu Elektrik Sektörünün Yapılandırılması	45
Şekil 13. AB Nüfusun Demografik Değişimi	46
Şekil 14. 1982-2010 Dönemine İlişkin Türkiye'de Kurulu Güç Değişimi	48
Şekil 15. 1982-2010 Dönemine İlişkin Kurulu Güçteki Enerjilerin Payları	49
Şekil 16. 1982-2010 Dönemine İlişkin Brüt Elektrik Üretimi	52
Şekil 17. 1982-2010 Dönemine İlişkin Enerjilerin Brüt Elektrik Üretimindeki Payı.....	53
Şekil 18. Hidrolik Potansiyel (%).....	55

Şekil 19. Verimlilik Üretim Sınırları ve Teknik Etkinlik	61
Şekil 20. Verimlilik, Teknik Etkinlik ve Ölçek Ekonomisi	62
Şekil 21. Parçalı Doğrusal Eş Ürün Grafiği	65
Şekil 22. Farrell'in Etkinlik Ölçümü	66
Şekil 23. Etkinlik Sınırının Grafikselsel Gösterimi.....	67
Şekil 24. Teknik Etkinliğin, Tahsis Etkinliğin ve Ölçek Etkinliğinin Grafikselsel Olarak Gösterimi.....	71
Şekil 25. Üretim Olasılık Seti Kesiti.....	72
Şekil 26. Etkinlik Ölçümü ve Girdi Aylak Değişkenleri	90
Şekil 27. Girdi Odaklı VZA'nın Grafikselsel Gösterimi.....	95
Şekil 28. İstenmeyen Çıktı Modelinde Etkin Sınır	101
Şekil 29. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-A ve Genel Model-B Etkinlik Skorları	155
Şekil 30. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-A ve Üretim Modeli-B Etkinlik Skorları	156

GİRİŞ

Enerji her ülke için kalkınma, istikrar ve büyüme anlamına gelir. İstikrarın ve kalkınmanın devamlılığını sağlayabilmek için enerjiyi sürdürülebilir kılmak gereklidir. Artan nüfus ile birlikte, insanların zevk ve tercihlerine göre yaşama arzuları ve kapitalist ekonominin getirdiği tüketim odaklı bakış açısı, insanoğlunun enerjiye olan talebini artırmaktadır. Buna rağmen, artan enerji talebini karşılayabilmek için rezerv bakımından sınırlı olan fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Artan talebini fosil yakıtlarla karşılamak, fosil yakıtların sınırlı ve belli bölgelerde toplanmasından dolayı gün geçtikçe zorlaşmaktadır.

Ülkeler talep ettikleri enerjiyi, sanayide, ulaşımda, ısınmada ve özellikle elektrik enerjisi üretiminde kullanmaktadır. Bu nedenle, üretilen enerji yetersiz geldiği takdirde, talepleri karşılayabilmek enerji ihraç etmektedirler. Birçok ülke kendi enerji talebini karşılayamamakta ve enerji üretiminde kullanılan fosil yakıtların oluşması için geçen uzun zamanı kısa sürede harcamaktadır.

Ülkelerin artan enerji talebine karşılık, enerji fiyatlarındaki artışı ve hızla tükenmekte olan fosil yakıtlara olan bağımlılığı geçmişte olduğu gibi gelecekte de devam edeceği tahmin edilmektedir. Enerji küresel rekabet boyutu yıllardır süren bir öneme sahiptir. Gelişmiş ülkelerin daha fazla üretim yapma isteği ve gelişmekte olan ülkelerin hızla büyüme trendi, fosil yakıtların sınırlı ve belli bölgelerde (*Orta Doğu, Kafkasya ve Asya*) toplanması nedeniyle enerjiye olan talebin yükselmesine neden olmaktadır.

Tarihsel bir süreçten ele alacak olursak, Birinci Dünya Savaşı küresel enerji rekabetine gösterilebilecek önemli olaylardan biridir. Savaşın çıkma nedenleri arasında, siyasi gelişimini geç tamamlayan Almanya'nın Fransa'da bulunan zengin kömür yataklarına sahip "Alsas-Loren" bölgesini ele geçirmek istemesi gösterilmektedir. Akabinde İkinci Dünya Savaşı'nın yarattığı büyük yıkımdan sonra, Avrupa ülkeleri yeraltı kaynaklarını korumak amacıyla, 1951 yılında Paris Antlaşması'yla kurulan Avrupa Kömür Çelik Topluluğu enerji arz güvenliğinin ilk adımı atılmıştır. 1950'li ve 1960'lı yıllardan itibaren hızla artan tüketim ve aynı hızda artmayan üretim nedeniyle, enerji krizi ilk sinyallerini vermeye başlamıştır. Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü'nün petrol arzını kısımasıyla 1973 yılında Petrol Krizi patlamış ve bu süreçte petrolün tükenebilirliği de ilk kez gündeme gelmiştir. Bunun sonucunda küresel boyutta patlak veren petrol krizinin, petrol ithal eden ülkeler açısından tam bir kaos ortamı oluşturmuş ve enerji kaynaklarına sahip olan ülkeler dış politikada ve ulusal güvenlik hedeflerinde etkin rol oynamaya başlamıştır. Enerji talep eden gelişmiş ülkeler, enerji kaynaklarına sahip gelişmekte olan ülkelerin politik ve askeri yönden zayıf oluşunu fırsat bilerek, ilk başta politik baskılarla daha sonra da askeri yönde enerji kaynaklarını ele geçirme çalışmalarına girişmiştir.

Dünya açısından enerji kaynakların özellikle fosil yakıtların farklı bölgelerde yoğunlaşması ve sınırlı bir rezerve sahip oluşu, ülke ekonomileri ve politikaları üzerinde büyük etkiler yaratmakla birlikte enerji sektöründe gerek AB gerekse dünya ekonomileri için gelecekteki enerji arzının öneminin daha fazla ön plana çıkacağı gözlenmektedir. Geçmişten günümüze ülkelerin fosil yakıtlara olan enerji bağımlılığı giderek artmaktadır. Fosil yakıtlara olan enerji bağımlılığı, enerji ihtiyacını karşılamak

için ekonominin enerjinin ithalatına ne ölçüde bağımlı olduğunu gösteren bir kavram olarak adlandırılmaktadır. Söz konusu oranın yüksek olması durumunda, enerji ihraç eden ülkelerin fosil yakıtlara (*petrol ve doğal gaz*) yapacağı fiyat artırımını ya da fosil yakıtların miktarında azaltmaya gitmesi, enerji ithal eden ülkelerin ekonomilerini olumsuz yönde etkileyecektir.

Enerji bağımlılığını azaltmaya yönelik, AB’de ve Dünya ülkelerinde çeşitli öneriler getirilmektedir. Ülkelerin sadece fosil yakıt ihraç ediyorsa, fosil yakıt ihraç ettiği ülke yelpazesini genişletmeli ya da diğer enerji kaynaklarına (*nükleer ve yenilenebilir enerji*) yönelmesi beklenmektedir.

Fosil yakıtların kullanılması sonucu ortaya çıkan CO₂ salınımı oldukça büyük bir sorun teşkil etmektedir. CO₂ emisyonu, enerji santrallerin bacasından, arabaların egzozundan, seraların ve ısınmak için yakılan fosil yakıtların atmosfere saldığı zararlı gazlardan bir tanesi olarak ifade edilmektedir. Buna yönelik yapılan çalışmalar sonucunda, CO₂ emisyonu azaltmak amacıyla tüm dünya ülkeleri 1997 yılında Kyoto Protokolü’nü imzalamıştır.

Ülkeler, fosil yakıtlara olan bağımlılığı ve bununla beraber CO₂ emisyonunu azaltabilmek için yenilenebilir enerjiye yönelmişlerdir. Yenilenebilir enerji kaynakları (*hidro güç, jeotermal enerji, rüzgar enerjisi, biyokütle vb.*), kendiliğinden doğal yollarla kendini yenileyen tazeleyen enerji kaynaklarıdır.

Ocak 2007’de toplanan Avrupa Komisyonu, Avrupa için yeni bir enerji politikası önerdiği başlıkla; 2020 yılına kadar, 1990 yılına nispeten sera gazı salınımının %20 azaltılması, elektrik enerjisi üretiminde %20 ve ulaştırma sektöründe %10 nihai payı bulunan yenilenebilir enerjinin payını artırmayı hedeflemiştir.

Nükleer enerji CO₂ salınımı yapmamasına rağmen taşıdığı radyoaktif tehlike nedeniyle birçok Avrupa ülkesi ve dünya ülkeleri tarafından talep görmemektedir.

Günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomisine bakıldığında yıldan yıla enerji sektörünün önem payı artış göstermektedir. Bu sektörde enerji çeşitlendirilmesine gidilmekle beraber üretilen enerjinin etkin bir biçimde nasıl kullanılacağı ile ilgili çalışmalar giderek önem kazanmıştır. İşletmeler ile ilgili ilk etkinlik çalışması 1957’de Michael J. Farrell tarafından yapılmıştır. Aynı zamanda, Michael J. Farrell işletme etkinliğinin hem teknik etkinlik hem de fiyat etkinliği olarak iki bileşenden oluştuğunu savunmaktadır. Bununla birlikte işletmelerin etkinliklerini varolan girdileri altında en fazla çıktı edilmesi olarak ifade etmiştir. Buradan hareketle, fiyat etkinliği ve teknik etkinliğin işletmeler açısından karşılaştırılabilirlik önemi artmıştır.

Etkinlik kavramı enerji için önemli bir konuma sahiptir. Fosil kaynakların özellikle petrol ve doğal gazın belli bölgelerde toplanması ve sınırlı olması, enerji kaynaklarının daha etkin kullanılması gerekliliğini göstermiştir. Ülkelerin elektrik, ısınma ve ulaşım gibi temel ihtiyaçlarını fosil yakıtlar aracılığıyla sağlaması sonucu, fosil yakıtlara olan bağımlılık artmaktadır. Enerji bağımlılığı, hiçbir ülke için olumlu bir durumu ifade etmemektedir. Bu yüzden ülkeler enerji kaynaklarını çeşitlendirmekte ya da yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedirler. Eğer ülkeler enerji kaynaklarını çeşitlendiremiyor ya da maliyeti yüksek olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiyorsa, enerji etkinliği artırma yoluna gidecektir. Bunun sonucunda ülkeler ellerindeki imkanları değerlendirerek, daha az emek ve daha az sermaye ile daha çok elektrik ve ısınma çıktıları elde etmeye yönelmektedirler.

Bu tez çalışmasının amacı, Türkiye ve AB ülkeleri enerji ve elektrik sektörlerinin dinamiklerini incelenmesi ve anılan sektörlerin VZA yöntemi yardımıyla 2010 dönemine ilişkin etkinlik analiziyle güncel durum tespitin yapılması ve elde edilen sonuçlar çerçevesinde değerlendirmelerin geliştirilmesidir.

Bu amaçla, çalışmanın birinci bölümünde Türkiye ve AB enerji ve elektrik piyasalarının tarihsel gelişimi incelenmiş ve enerji ile ilgili gelecekteki politikalarına değinilmiş olup, tezin ikinci bölümünde; etkinlik, enerji ve elektrik ilgili önemli kavramlardan bahsedilmiştir. Tezin üçüncü bölümünde, VZA'nın tarihi gelişimi açıklanmış, VZA yöntemi ve kavramlar (*teknik etkinlik, saf teknik etkinlik, ölçek etkinliği CCR, BCC, SE, KVB, istenen çıktı, istenmeyen çıktı*) ele alınmıştır. Tezin dördüncü bölümünde ise, Türkiye ve AB ülkelerinin enerji sektörlerine yönelik etkinlik analizlerine yer verilmiş olup, bu kapsamda VZA ile ilgili literatürdeki çalışmalar dikkate alınarak dört farklı (*Genel Model-A, Genel Model-B, Üretim Modeli-A, Üretim Modeli-B*) VZA Modelleri oluşturulmuştur. Bu kapsamda Türkiye ve AB ülkelerinin enerji ve elektrik sektörlerine yönelik etkinlik modelleri ayrı ayrı analiz edilmiştir. Bu bağlamda, 2010 yılları arasında Türkiye ve AB ülkelerinin enerji ve elektrik piyasalarının teknik etkinlikleri, saf teknik etkinlikleri ve ölçek etkinlikleri analiz edilmiş olup, söz konusu etkinlikler yardımıyla anılan ülkelerin elektrik ve enerji sektörlerine yönelik öneriler getirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ PİYASASINA BAKIŞ

Enerji'nin ilk modern yazımı 1599 yılında kullanılmıştır. Sadece fizik teorisi ile ilgili konularla değil, ayriyeten kişinin niteliklerini, dilini ve davranışları ile anılmıştır. Aristo, "energia" terimini zihinsel bir hareketin ya da oynamanın çağrıştırdığı metaforik bir nakte dayandırmaktadır. Kısmen Aristo önderliğindeki takip, daha sonra latin yazarlar tarafından, daha geniş bir anlamda sözlü anlatım gücü veya canlılığı ifade etmek için "energia" kelimesini kullanmışlardır. Enerji kavramı, Fen Bilimlerinde ilk olarak 1807 yılında İngiliz fizikçi Thomas Young tarafından fiziğe uyarlanmıştır. Antik Yunan'da enerji kelimesi, en hecesi "in" kelimesine, ergon kelimesi ise "work" kelimesine karşılık gelmektedir (Broyles, 2006).

1.1. Enerji İle İlgili Temel Kavramlar

Enerji Yoğunluğu: Enerji yoğunluğu, ekonominin enerji tüketimini ve enerji verimliliğini ölçer. Bu (*enerji yoğunluğu*); enerjinin brüt iç tüketimi ve gayri safi yurtiçi hasıla (*GSYİH*) arasındaki orandır.

Joule: İngiliz fizikçi James Prescott Joule'un adıyla kullanılan bir iş veya enerji birimidir. Bir Newton'luk bir kuvvetin bir cismi kuvvet doğrultusunda bir metre hareket ettirmesiyle yapılan işe eşittir.

Watt: SI'de, uluslararası standart güç birimidir. Enerji dönüşüm oranını ölçen birimdir. Joule bölü saniye olarak tanımlanır. Kısaca W harfiyle gösterilir. Modelimizde kullanacağımız watt birimleri olarak Gigawatt ve Megawatt'dır.

Milyon Ton Petrol Eşdeğeri (Mtoe): Bir milyon ton ham petrolün yakılmasıyla ortaya çıkan enerji miktarıdır. Genellikle doğal gaz, kömür, ve diğer ısı veren kaynakları tek tek kendi birimlerinden hesaplamak yerine ortak bir eş değer bulup ona göre hesap yapılmaktadır. Enerjilerin için en değerlisi olan petrol eşdeğeri alınmıştır.

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla : GSYİH olarak kısaltılan gayri safi yurtiçi hasıla genellikle bir ülkenin ekonomik sağlık göstergesi olarak kullanılır. Belirli bir zaman diliminde, bir ülkenin sınırları içinde üretilen tüm nihai mal ve hizmetlerinin parasal değeridir. Bu özel ve kamu tüketimi, hükümet harcamaları, yatırım ve ihracatta daha az belirlenen bölge içinde meydana gelen ithalatın tümünü içerir.

Gayri Safi Sermaye Oluşumu: Gayri safi sermaye oluşumunun, iki önemli ögesi vardır: Sabit sermaye birikimi ve stoklar. Gayri safi sabit sermaye birikimi, yerleşiklerin üretmiş oldukları dayanıklı tüketim mallarından, benzer ikinci el malların satış değerlerinin düşülmesi ile elde edilir. Stoklar ise, geniş anlamda, hala üretimi gerçekleştirilen veya pazarlaması yapılmakta olan mallar olarak tanımlanır.

Kurulu Güç: Bir sistemi besleyen kurulu makinelerin (*elektrik üreten makineler*) anma güçlerinin toplamıdır. Anma gücü ise; birim zamanda (*saat gibi*) normal çalışma koşullarında elektrik enerjisi üretebilme yeteneğidir. Zamandan ve zaman aralığından bağımsız olup kW ya da MW cinsinden ifade edilir.

Sistem Kaybı: Hat kaybı ve enerji kaybının diğer formları nedeniyle sistem üzerinde tüm toplam enerjinin kaybolması veya israf edilmesidir. Hesaplanmamış enerji kullanımı ve çalınması diğer faktörler arasında sistem kaybı olarak alınır.

Primer Enerji Tüketimi (Birincil Enerji Tüketimi): Primer enerji tüketimi, enerjinin doğrudan kaynaktan kullanılması ya da herhangi bir dönüşüme veya dönüşüm işlemine tabi olmadan kullanımının sağlanması anlamına gelir. Örnek olarak; ham petrol, kömür, doğal gaz verilebilir.

Çalışan Sayısı: İstihdam edilenlerin sayısı, o birimde çalışan (*ücretli çalışanlar, iş sahipleri ve ücretsiz aile işçisi*) toplam insan sayısıdır. Çalışan sayısı; geçici olmayan, (*uzun süreli devamsızlık hariç*) yarı-zamanlı, mevsimlik işçi ya da evde çalışan olsun, işletmenin bordro üzerindeki tüm kişileri, çırakları vb. kişileri içerir.

İhracatın İthalatı Karşılama Oranı: İhracatın ithalatı karşılama oranı; belirli bir tarife dışı engel veya tarife dışı engelleri belirtilen bir grubun herhangi birine tabi bir ülkenin kendi ithalatının payı veya yüzdesidir. Bu oran, ne kadar düşük ise ülkenin dış ticaret açığı o derecede yüksektir.

Enerji Santrali: Enerji santralleri, çeşitli girdiler kullanılarak elde edilen değişik formlardaki enerjiyi sanayi ve yerleşim birimlerinin kullanımına uygun hale getiren elektrik ya da ısı enerjisine dönüştüren tesislerdir. Enerji santralleri, uluslararası raporlarda genellikle MW cinsinden ölçülür.

Hidroelektrik Santral: Yüksek seviyedeki su birikintisinin potansiyel enerjisinin kullanıldığı santrallerdir. Genel olarak, hidroelektrik santraller kendilerini besleyen suyun düşme yüksekliğine göre sınıflandırılmaktadır. Suların çok yüksekten

düştüğü santrallerde yüksek kesimlerde bulunan doğal ya da yapay göllerin suyu kullanılmaktadır. Bunlarda suyun debisinin zayıf olmasını suyun yüksekten düşmesi ile giderilmektedir. 1 metreküp suyun 450 m yükseklikten düşmesi 1 kWs'lik enerji üretmektedir.

Hidroelektrik santrallerin yapımı ve çalışmasına göre iki şekilde gruplanmaktadır.

a) Barajlı Santral: Türbinler için gerekli suyun baraj gölünden verilerek regüle edilebilen hidroelektrik santral türüdür.

b) Akarsu Santrali: Regülasyon yapılan bir rezervuarı olmayan hidroelektrik santral türüdür.

Termik santral: Termik santraller katı, sıvı ve gaz halindeki yakıtlarda var olan kimyasal enerjiyi ısı enerjisine, ısı enerjisini hareket (*kinetik*) enerjisine, hareket enerjisininide elektrik enerjisine dönüştüren tesislerdir. Kısaca, Termik santraller; kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüştüğü tesislerdir. Termik santrallerin içinde en karmaşık yapıya sahip olanları katı yakıtlı buhar santralleridir. Daha basit yapılardaki gaz türbinleri diğer bir termik santral örneğidir. Bu iki termik santralin bir araya getirilmiş haline de kombina çevrim santralleri adı verilmektedir.

Nükleer santral: Nükleer enerjinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü santrallerdir. Nükleer enerji ise uranyum, plütonyum gibi ağır atomların bölünmesi veya helyum, hidrojen, lityum gibi hafif çekirdeklerin birleşmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Günümüzde birçok ülke, nükleer enerjiden elektrik enerjisi elde etmek amacıyla faydalanmaktadır.

Net Elektrik Üretimi: Net elektrik üretimi, brüt elektrik üretimi ile güç istasyonlarının yardımcı servislerinin tüketiminin farkına eşittir.

Toplam Elektrik Üretimi : Brüt elektrik üretimi, elektrik enerjisi üretme sürecini ifade etmektedir. Diğer enerji formlarının dönüşümü ile üretilen elektrik enerjisinin toplam miktarıdır. Toplam elektrik üretimi, gigawatt saat (*GWh*) cinsinden ifade edilir.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Yenilenebilir enerji kaynakları (*YEK*), kendiliğinden doğal yollarla kendini yenileyen tazeleyen enerji kaynaklarıdır. Güneş, rüzgar ve gelgit enerjisi *YEK*'e örnek gösterilebileceği gibi *YEK* çeşitlerine ilişkin tanımlamalar aşağıda sunulmuştur.

- a) **Biyokütle:** Biyoyakıt ve biyogazı kapsayan yenilenebilir atıkların külleştirilmesi sırasında yanma ile üretilen ısıdır.
- b) **Hidrogüç:** Hidroelektrik alanlardaki suyun kinetik ve potansiyel enerjisinden üretilen enerjidir.
- c) **Jeotermal Enerji:** Yer kabuğunun içinden gelen, genellikle sıcak su veya buhar şeklinde ısı olarak kullanılabilir enerjidir.
- d) **Rüzgar Enerjisi:** Rüzgarın kinetik enerjisinin rüzgar tribünleri içinde elektriğe dönüştürülmesidir.

İş Gücü: İş gücü veya ekonomik olarak aktif nüfus, çalışan ve işsiz insanları içerir. Etkin nüfus içinde yer alan, cari ücret düzeyinde ve çalışma koşullarında çalışanlarla işsizlerin toplamıdır veya bir ülkede yaşayan kişilerden üretime katılan, üretimde bulunanlardan sağlanan güç olarak ifade edilmektedir. İşsiz insanlardan

kasıt ekonomik olarak aktif olmayan insanlar değil, okul öncesi çocuklar, okul çocukları, öğrenciler, emekliler vb. kapsar.

Brüt İç Enerji Üretimi: Brüt iç enerji üretimi bazen brüt iç tüketimi olarak kısaltılır. Brüt iç enerji tüketimi, bir ülkenin ya da bölgenin toplam enerji talebidir. Söz konusu coğrafi varlığın iç tüketimini karşılamak için gerekli enerji miktarını temsil eder.

- Brüt iç enerji tüketimi;
- Enerji sektörünün kendi tüketimini,
- Dağıtım ve dönüşüm kayıplarını,
- Son kullanıcılar tarafından nihai enerji tüketimini,
- İstatiksel olarak farklılıkları,

kapsamaktadır.

Karbondiyoksit Salınımı: Karbondiyoksit (CO_2) birkaç yol ile ifade edilir. Doğal yolla karbon döngüsü ve fosil yakıtların yakılması gibi insan faaliyetleri ile ifade edilebilir. Karbondiyoksitin doğal kaynakları, karbon döngüsü dahilinde oluşur. CO_2 emisyonu, enerji santrallerin bacasından, arabaların egzozundan, seraların ve ısınmak için yakılan fosil yakıtların havaya saldığı zararlı gazlardan en önemlisidir. Atmosferdeki CO_2 oranının artması başka deyişle enerji üretirken zararlı gazların yoğun bir biçimde ortaya çıkması, havanın kirlenmesine neden olmakta ve insan sağlığına zararlı etkiler içermektedir. Çevresel boyut olarak baktığımızda ise, iklim değışikliklerine, (*havanın sıcaklığını artırıcı yönde*), asit yağmurlarına ve bitkilerin erken bozulmasına neden olmaktadır.

Karbondiyoksit Yoğunluğu: Kg/Petrol eşdeğeri enerjisinin kg değeri denilmektedir. CO₂ yoğunluğu, kilowatt saat (elektrik üretimi) başına gram CO₂ ile ölçülmektedir.

NACE: NACE, AB’de 1970’den beri, geliştirilen ekonomik faaliyetlerin çeşitli istatistiki sınıflanmalarını göstermek için kullanılan bir kısaltmadır. NACE temelinde üretilen istatistik, Avrupa seviyesinde ve genellikle dünya seviyesinde karşılaştırılabilir. NACE’nin kullanımı, Avrupa istatistik sistemi içerisinde zorunludur. Bu çalışmada işgücü sınıflaması NACE-1 ve NACE-2 kodlarına göre yapılmaktadır.

1.2. Avrupa Enerji Piyasasına Bakış

Küresel ölçekte irdelendiğinde, halen enerji kaynaklarının yokluğundan veya yetersizliğinden söz edilebilmek mümkün değilken, stratejik nitelikleriyle öne çıkan petrol ve gaz gibi fosil yakıtların sınırlı sayıdaki, belirli coğrafi bölgelerde yoğunlaşması, ithal enerji kaynaklarına gereksinim duyan ülkeler açısından ciddi kaygıları ve sorunları beraberinde getirmektedir. Birincil enerji arzında istikrarın sağlanması ve korunabilmesi hususu, sürdürülebilir büyüme hedefine yönelik bütün stratejilerin ve politikaların temel amaçları arasında yer almaktadır (Sohtaoğlu, 2010).

Küreselleşen dünyada, AB’nin enerji politikası, hem enerjisinin sadece bölgesel değil küresel etkileri olan bir sektör olması, hem de insanlığın ve dünyamızın geleceğini çok yakından ilgilendirmesi nedeniyle özel bir önem taşımaktadır. AB enerji politikası, rekabet gücü, enerji arzının güvenliği ve çevrenin

korunması arasında bir dengeye ulaşmak için, toplam enerji tüketiminde kömürün payını korumayı, doğal gazın payını artırmayı, nükleer enerji santralleri için azami güvenlik şartları tesis etmeyi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırmayı hedeflemektedir (İKV, 2005).

Enerji sektörüne ilişkin altyapı yatırımlarının finansman gereksinimi yüksek ve tesis süresi uzun olduğundan, ülkeler özelinde birincil enerji arz bileşiminin planlanması sürecinde, ulusal kaynaklardan olanaklar ölçüsünde fazla ve çeşitlilik sağlanarak yararlanılması, ithal enerji kaynakları ile bunların tedarik yolları bağlamında sağlıklı, sürdürülebilir dengelerin kurulabilmesi büyük önem taşımaktadır (Sohtaoğlu, 2010).

Avrupa'daki dengelerin ilk defa büyük bir biçimde alt-üst oluşu, Birinci Dünya Savaşı'nın ardından süregelen süreç ve on yıl sonra gerçekleşecek olan Büyük Buhran'la başlayacaktır. 1929 yılında gerçekleşen tarihin en büyük ekonomik krizi olarak tanımlanan Büyük Buhran'dan sonra tüm dünyada işsizlik oranları artmış, enflasyon tavan yapmış ve üretim durma noktasına gelmiştir. O dönemin ünlü iktisatçısı olan John Maynard Keynes, para birimlerinin altına endeksli olmasının (altın standardı) karşısında durmuş ve para sisteminin milletler aracılığıyla sağlanmasını önermiştir. Keynes, küresel paranın ne altına, ne de siyasete bağlı olacağını söylemiştir. Büyük Buhran'ın arkasından gelen ve İkinci Dünya Savaşı'nın hemen ardından başlayan Bretton Woods Sistemi, dünyanın önde gelen devletleri arasındaki dengeleri eşitlemek için ithalat ve ihracat kontrollünü başlatan ve daha sonraları ticari ve finansal işletmelerde uyulması gereken kuralları belirleyen bir sistem haline gelmiştir. Bu kontrol, dış ticareti şekillendirirken para manüplasyonuna yol açmıştır. Tedavüldeki para, savaş hali ve kısıtlayıcı piyasa

uygulamaları 1930'ların ekonomisinde oluşan devalüasyon, deflasyon ve depresyona neden olmuştur. Büyük Buhran ile İkinci Dünya Savaşı periyodunda devletlerin ve ekonomilerinin dışarıya karşı daha korumacı bir yapıya bürünmeleri ile toplumlarda; üretimin artması, işsizliğin giderek azalması ve ekonomilerin pik noktasına ulaşması sonucunda yeni bir savaş kaçınılmaz hale gelmiştir. Ancak, bu ülkeler daha fazla üretim yapabilmek için diğer ülkelerin madenlerine, yeraltı kaynaklarına ve emeklerine hücum etmişlerdir. İkinci Dünya Savaşı ile enerji konusu bu noktada birleşmektedir. Avrupa'da savaşın bitmesiyle dengelerin tekrar sağlanmasının ardından ortak girişimlerde bulunulmuş, ilk olarak 1945 yılında Birleşmiş Milletler kurulmuştur. Dengelerin daha sonra Sovyet Federatif Sosyalist Cumhuriyeti ve Amerika Birleşik Devletleri üzerinde yoğunlaşacağı bir döneme girilmiştir.¹

İkinci Dünya Savaşı'nın akabinde, dünyanın enerji açısından bitmek-tükenmek bilmeyen taleplerine daha fazla karşılık vermek ve arz sahibi olmak için büyük enerji santrallerine ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Kömür enerjisi ve hidroelektrik enerjisi, özellikle gelişmiş ülkelerin enerji taleplerini karşılamamaya başlamış ve enerji taleplerini karşılamak için yeni alternatif arayışları içerisine girmişlerdir.

Gelişen teknoloji ile beraber, enerji talebinin karşılanması için yeni çeşit santralin ilk kurulduğu yer olarak, elektrik üreten ilk nükleer santral Shippingport, Pennsylvania'da kurulmuş olup, 1957'de işletmeye girmiştir (DOE, 2002).

¹ M.J. Stepney, "A Brief History of Bretton Woods System", (21.10.2008), Time Business.

ABD’de bunlar yaşanırken aynı süreç içerisinde Avrupa ülkeleri; ABD ve Sovyetler Birliği’nin Avrupa üzerindeki oynanan soğuk savaş hamlelerinden olumsuz etkinlenmekteydi. Bu nedenden ötürü, Avrupa ülkeleri aralarında antlaşmaları halinde ham maddelerin, yer altı kaynakların tek bir çatı altında toplanması, bu kaynakların mobilitelerinin olması, dışardan gelecek tehditlerden ve baskılardan uzak duracaklarını bilmektelerdir. AB’nin ilk enerji politikası olarak bilinen, birliğin temeline de oluşturan 1951 yılında Paris Antlaşması’yla kurulan Avrupa Kömür Çelik Topluluğu (AKÇT) ile başlamıştır. AB enerji politikasının temelini oluşturan, Fransa, Almanya, İtalya ve Benelüks ülkelerinin katılımıyla, kömür-çelik organize serbest dolaşımı ve üretim kaynaklarına serbest erişim amacı ile Fransa’da 1951 yılında “Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu” antlaşması imzalanmıştır. AKÇT, uluslararası ilkelere dayalı ilk kuruluştur. Bildirgelerinde aynı ilkelere dayanan, Avrupa Ekonomi Topluluğu (AET) ve Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (EURATOM)’nu kuran antlaşma 25 Mart 1957 yılında Roma’da imzalanmıştır. 1 Ocak 1957 yılında sınırsız bir süre için yürürlüğe giren bu antlaşmalar, EURATOM altında nükleer bir havuz oluşturarak ve AET’nin bir parçası iken ortak bir pazar oluşturarak, ekonomik sektörlerin daha fazla entegrasyonunu sağlamıştır (CVCE, 2011).

Büyük Buhran’dan sonra oluşturulan Bretton Woods sisteminin 1971 yılında çökmesiyle, Richard Nixon döneminde altın ve dolar arasındaki bağ kopmuştur. ABD’de, yabancıların elindeki dolar miktarını karşılamak üzere sadece bu oranın üçte biri kadar külçe altın bulunuyordu. 1973 yılına gelindiğinde, dünya ülkelerinin dolar karşısında serbestçe dalgalanmasına izin verilmiştir. Bu sert geçiş, enerji

fiyatlarında (*petrol fiyatlarında*) aşırı artışa, banka iflaslarına, enflasyonun yükselmesine ve hisse senetlerinde sert düşüşe neden olmuştur.²

1971 yılında Bretton Woods sistemin çökmesiyle ve çökmenin etkisiyle tetiklenen, 1973'te yaşanan birinci petrol krizi sonrası Avrupa Komisyonu (EC) Eylül 1974'te kabul ettiği “Yeni Enerji Politikası Stratejisi” programı ile tüketimin makul seviyeye çekilmesini, arz güvenliğinin artırılmasını ve enerji üretim ve tüketiminde çevrenin korunması öngören bir politika benimsemiştir. 1979 yılındaki ikinci petrol kriziyle Avrupa Konseyi, daha ileri düzeyde bir şeyler yapma gereksinimi duyarak Haziran 1980’de, 1990 yılında ulaşılması gereken hedefleri belirlemiştir. Bu hedefler üye ülkelerin petrol tüketimini ve ithalatını kısımları, enerji tasarrufuna gitmeleri ve topluluğun enerji politikası amaçlarına uyum göstermeleri gerektiği şeklindeydi. Bu tarihler itibariyle üye devletler ithalatı kısımaya gitmiş ve yerli üretimi artıracak çabalarda bulunmuşlardır (Yorkan, 2009).

Bunun sonucunda, petrol krizlerinin yarattığı yeni perspektifte, enerji ithalatına olan bağımlılığını azaltmayı hedeflemiştir. Talep yönetimi (*enerji tasarrufu ve verimliliğine yönelik tedbirler*), yerel enerji kaynaklarının geliştirilmesi³ konularına odaklanan politikalar sayesinde, AB’nin 1973 yılında %62 oranında olan enerji bağımlılığını, 1980’lerin ortasında %40 seviyesine indirmeyi başarmıştır. Buna rağmen, artan enerji talebi ve AB’nin genişleme süreci enerji ithalatlarını artırmış ve bağımlılık oranının 1990’ların sonunda %50 seviyesine çıkmasına sebep olmuştur (Öner, 2006).

² M.J. Stepney, “A Brief History of Bretton Woods System”, (21.10.2008), Time Business.

³ Kuzey Denizi petroleri ve kaynak çeşitliliği, nükleer enerji programları, biyokütle, rüzgar, hidrolik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına Topluluk fonu tesis edilmesi kastedilmektedir.

90'lı yıllara gelindiğinde ise enerji piyasalarının özelleştirilmesi ve 1997'de kabul edilen Beyaz Kitap, AB'nin temel enerji stratejileri olmuştur. Buradan hareketle, arz güvenliği, enerji verimliliği, piyasalarda rekabet ve şeffaflık, yenilenebilir kaynak kullanımının artırılması, daha ucuz, yüksek kalitede kesintisiz hizmet ve çevrenin korunması AB enerji politikasının en önemli hedefleri olarak sıralanabilir (Erdem ve Yürekli, 2006).

2000'li yıllara geldiğimizde AB'nin hali hazırda bir enerji politikası yoktur. Bilindiği üzere, enerji alanında AB'nin yetkileri ve sorumlulukları kurucu antlaşmalarda kesin olarak belirlenmemiştir. Enerji, AB'nin tarım ya da ticaret politikası gibi ortak bir politika alanını teşkil etmediğinden, üye ülkelerin enerji alanında söz hakları mevcuttur. Bu perspektifte, AB için bir enerji politikasının belirlenmesi her zaman zor olmuştur (Öner, 2006).

Elektrik sektörünün; petrol, kömür, hidroelektrik ve nükleer enerji ile kıyaslandığında geri kalmasının nedenlerinden biri olan tekелci durumu, elektrik pazarının oluşturulması için elektrik iç pazarı genel kuralların belirlendiği 96/92/EC⁴ sayılı direktif yürürlüğe konulmuştur. Bu yürürlüğün içinde, yeni üretim kapasitesinin oluşturulması, piyasaya serbest girişi, sektör örgütlenmesi dikey-bütünleşik yapılanmalarda muhasebelerin ayrı tutulması ve şeffaflaştırılması, elektriğin üretimi, iletimi ve dağıtımı, gibi konularda genel ilkeler belirlenmiştir. AB'nin enerji konusunda muhafazakar (*milliyetçi*) tutumu nedeniyle, enerji piyasalarının serbestleşmesi ve liberalleşmesinin yavaş olmasının akabinde Avrupa Parlamentosu, işlerin daha hızlı ve doğru bir şekilde uygulanması için ileriye dönük

⁴ Avrupa Parlamentosu ve Konsey'in 96/92/ EC direktifli 19 Aralık 1996 tarihli elektrik iç pazarı ile ilgili genel kuralları

bir plan yapılmasını istemiştir. Sonuçta elektrik iç pazarının genel kurallarını yeniden belirleyen, eski direktifi yürürlükten kaldıran, 2003/54⁵ sayılı direktifi hazırlanarak yürürlüğe konulmuştur.

Bu gelişmeler sonucunda, AB enerji konusunda ulaşmak istediği hedefe bir adım daha yaklamış, 2003 yılında EC’de kabul edilen elektrik ve gaz direktiflerinin sağladığı serbestleşmenin hızlanması amacıyla üye ülkelere bir dizi kısıtlamalar getirmiştir. Bu sayede AB’nin enerji konusunda ortak bir tutum sergilemesi ve ortak enerji politikaları üretmesi amaçlanmaktadır.

1.3. Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası

Rekabetçi, güvenilir ve sürdürülebilir bir enerji politikası tüm ekonomiler için çok önemlidir. Dünya ülkelerinin ve AB’nin siyasi gündemlerinin en üst karar mercileri enerjiyle ilgilenmesi, enerjiyi yıldızı parlayan sektör haline getirmiştir. Son yıllarda enerji sektörünü öne çıkaran sebeplere bakacak olursak (EUROSTAT, 2011);

- Petrol fiyatlarının değişken (*kırılgan*) olması,
- AB’ye üye olmayan ülkelerin enerji arzını kısması,
- Uluslararası elektrik şebekeleri arasındaki bağlantılar yüzünden kesintilerin olması,
- Gaz ve elektrik tedarikçilerin pazara erişim zorluğu,

⁵ Avrupa Parlamentosu ve Konsey’in 23/54/ EC direktifli 26 Haziran 2003 tarihli elektrik iç pazarı ile ilgili ve yürürlükten kaldırılan 96/92EC genel kuralları

- Özellikle artan sera gazı emisyonlarının iklim değışikliğı üzerine antropojenik (*insan kaynaklı*) etkilerine artan bir ilginin olmasıdır.

YEK'in kullanımı AB'nin enerji politikasının önemli bir unsuru olarak göze batmaktadır. Bunu desteklemek içinde, üye olmayan ülkelerden (*fosil yakıt ihraç eden ülkelerden*) alınan yakıt bağımlılığın azaltılması, karbon bazlı enerji kaynaklarındaki emisyonun azaltılması ve petrol fiyatlarından kaynaklanan enerji maliyetleri arasındaki bağlaşımını kesmektir. AB'nin enerji politikasının bir diğer önemli noktası, enerji tüketimini sınırlamak için hem enerji sektörüne hem de son kullanıcıya enerji verimliliğı için teşvik etmektir.

Başka bir deyişle, AB yerinde bir enerji politikası koyarak, fosil yakıtlardan (*petrol, gaz ve kömür*), nükleer enerji ve yenilenebilir enerjiye kadar (*güneş, rüzgar, biyokütle, jeotermal, hidroelektrik ve gelgitsel enerji*) geniş bir yelpazeye sahip olmayı amaçlamaktadır. Bu politika; yeni bir sanayi devrimine ve düşük enerji ekonomisine yol açarken, aynı zamanda AB'nin hedefi, yenilenebilir enerji ve düşük karbon teknolojisi ile tüketilen enerjiyi daha güvenli, rekabetçi ve sürdürülebilir hale getirerek dünya lideri olmaktır.

Ocak 2007'de toplanılan EC, Avrupa için yeni bir enerji politikası öneren bir başlık ile iklim değışikliğı ile mücadele ve AB'nin enerji güvenliğinin artırılması amacı ile daha sürdürülebilir ve düşük karbon emisyonunun geliştirilmesi yolunda rekabetçi bir hedef belirlemiştir. EC'nin önerisine göre, Mart 2007'de şu hedefleri onaylamıştır (EUROSTAT, 2011);

- 2020 yılına kadar, 1990 yılına oranan sera gazı salınımının %20 azaltmak,

- 2020 yılına kadar enerji verimliliğini %20 artırmak,
- 2020 yılına kadar, %20 nihai enerji üretimini olan yenilenebilir enerjinin payını artırmak,
- 2020 yılına kadar, ulaştırma sektöründen payı %10 olan yenilenebilir enerjinin payını artırmaktır.

Enerji verimliliği, temel AB hedefleri arasında sadece enerji için önemli gözükse de aslında; sera gazı emisyonun azaltılması, enerji istikrarının geliştirilmesi, enerji maliyetlerinin düşürülmesi, rekabet gücünün artırılmasıdır. Bu nedenlerden ötürü, enerji verimliliği Avrupa'nın en büyük enerji kaynağı olarak görülebilir.

Tablo 1. 1991-2010 Dönemine İlişkin AB Genel Enerji İstatistikleri⁶

AB Genel Enerji İstatistikleri						
Yıl	Enerji Üretimi	Enerji İthalatı	Enerji İhracatı	Net İthalat	Üretim/Net İthalat	İhracatın İthalatı Karşılama Oranı(%)
1991	930.329	1.096.314	330.807	765.507	122%	30%
1992	920.763	1.100.540	337.293	763.247	121%	31%
1993	924.030	1.088.607	355.439	733.168	126%	33%
1994	933.055	1.095.530	382.115	713.415	131%	35%
1995	953.522	1.113.660	377.583	736.077	130%	34%
1996	982.177	1.164.518	392.018	772.500	127%	34%
1997	974.862	1.180.505	398.633	781.872	125%	34%
1998	948.398	1.215.964	404.840	811.124	117%	33%
1999	949.404	1.198.891	410.492	788.399	120%	34%
2000	940.616	1.265.685	440.575	825.110	114%	35%
2001	940.938	1.297.587	441.008	856.579	110%	34%
2002	939.932	1.306.292	448.782	857.510	110%	34%
2003	931.603	1.347.816	444.528	903.288	103%	33%
2004	928.426	1.407.829	468.956	938.873	99%	33%
2005	896.868	1.457.012	473.578	983.434	91%	33%
2006	878.052	1.495.648	487.263	1.008.385	87%	33%
2007	856.892	1.467.477	480.753	986.724	87%	33%
2008	850.350	1.499.761	486.988	1.012.773	84%	32%
2009	813.658	1.407.981	466.898	941.083	86%	33%
2010	830.868	1.444.105	491.849	952.256	87%	34%

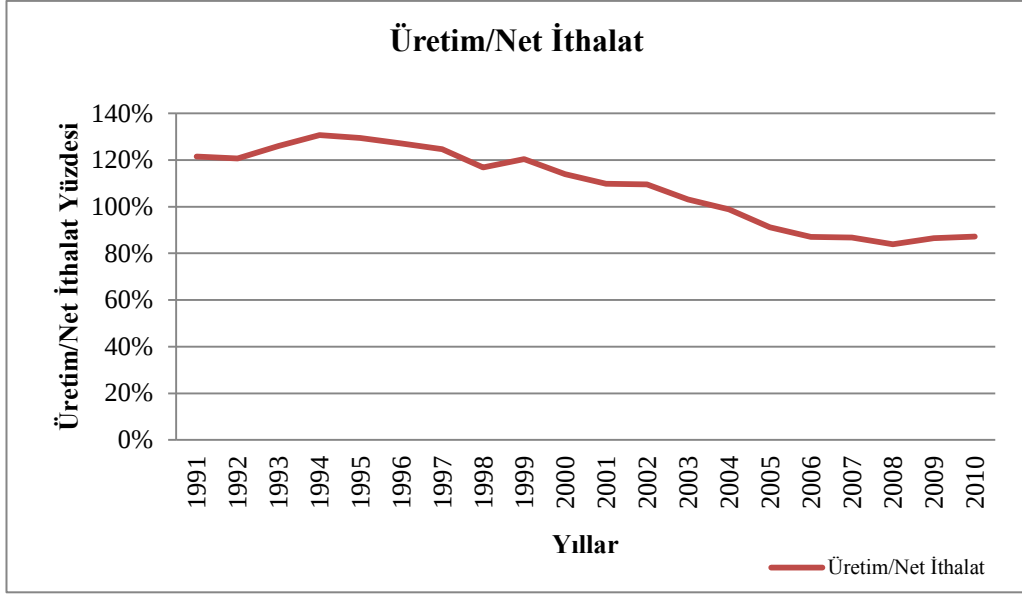
Kaynak: EUROSTAT

⁶ EUROSTAT'tan derlenmiş olup, veriler milyon ton petrol (Mtoe) eşdeğeri cinsindendir.

Tablo 1’de AB’yi tanımlayıcı genel enerji istatistikleri yer almaktadır. Yıllar itibariyle enerji üretimi giderek azaltmakta, enerji ithalatı ve enerji ihracatı da giderek artmaktadır. Ancak bu artış ihracatın ithalatı karşılama oranında da görüleceği gibi enerji ithalatı yüzdesel olarak, enerji ihracatından daha fazla artmıştır. AB’nin bu denli enerji ithalatını artırmasının sebebi olarak, ülke ekonomilerin küresel düzeyde rekabet içinde olmasını gösterebiliriz. AB enerji üretiminin düşmesinin nedenlerinden biri, enerji kaynakları açısından özellikle fosil yakıtlar cinsinden yeterli rezerve sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Diğer yandan, AB’de giderek artan çevre sorunları nedeniyle, özellikle Sovyet Federatif Sosyalist Cumhuriyeti zamanında yapılmış, Doğu Avrupa ve Baltık ülkelerindeki hem teknik hem de ekonomik olarak ömrünü tamamlamış, nükleer santralleri devre dışı bırakılması ve kömür-petrolde daha az atmosferi kirlettiği için elektrik üretiminde doğal gazın tercih edilmesi enerji üretimini azaltıcı yönde ve enerji ithalatını artırıcı yönde etkilemektedir.

Son olarak, 2011 yılında Japonya depreminde görüldüğü gibi hasar gören ömrünü tamamlamaya yakın nükleer santraller çevrede tehlike yaratmıştır. Japonya tarihi bir karar alarak, neredeyse Türkiye’nin kurulu gücüne denk gelen elli nükleer santralini kapatmıştır.⁷

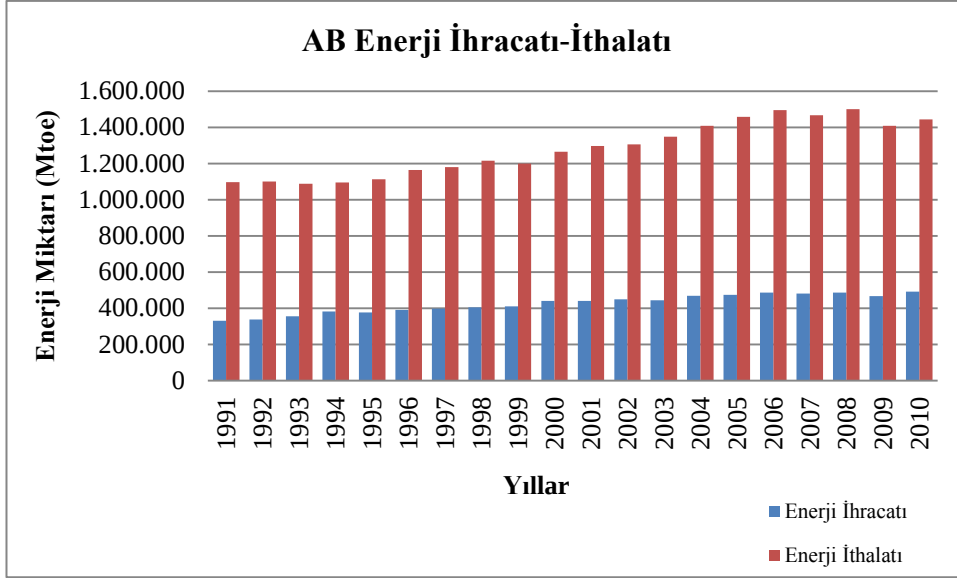
⁷ Nükleer Enerji Karşıtları Nükleersiz Japonya’yı kutluyor, (05.05.2012), Euronews.



Kaynak: EUROSTAT verileri kullanılarak tarafımızdan hazırlanmıştır.

Şekil 1. 1991-2010 Dönemine İlişkin AB Enerji Üretim'in Net İthalatı Karşılama Oranı

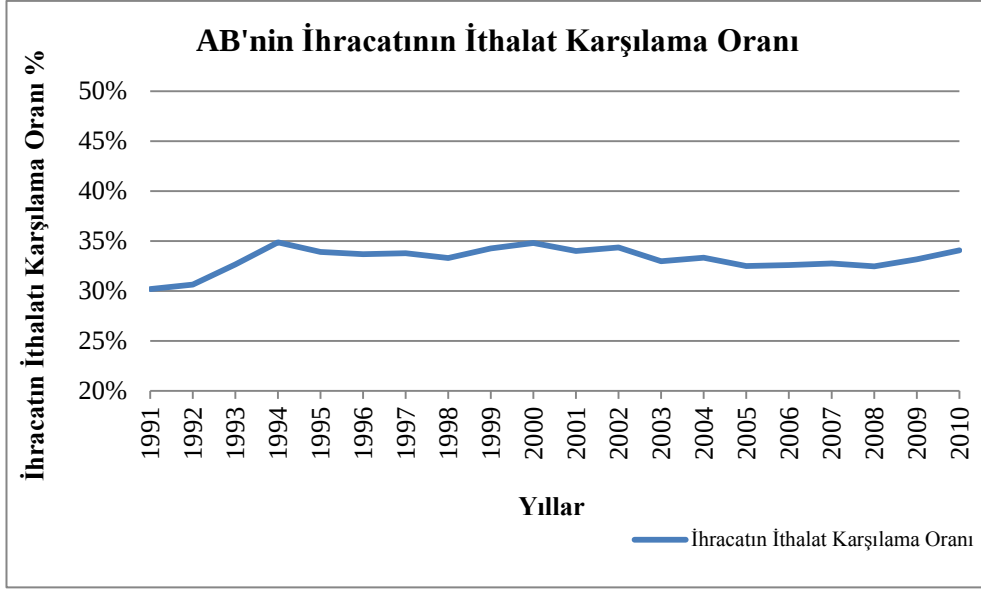
Şekil 1'de görüldüğü gibi, AB'nin Üretim/Net ithalat oranı düşmekte, başka deyişle AB'nin enerji talebine karşılık üretim yetersiz kalmakta, dışardan ithal edilen enerji ile bu talebi karşılamaktadır. AB'nin enerji ithalatının %52 seviyesine net ithalatçı durumda olması, enerji üretiminin düşmesine rağmen enerji verimliliğini ve etkinliğini artırılmasına yönelik tedbirlerin, yetersiz olduğunu göstermektedir.



Kaynak: EUROSTAT verileri kullanılarak tarafımızdan hazırlanmıştır.

Şekil 2. 1991-2010 Dönemine İlişkin AB'nin Enerji İhracatı-İthalatı

Şekil 2'de görüldüğü gibi, AB'nin enerji ihracat-ithalatı yıllar boyunca, 2009 kriz yılı hariç artışı görmekteyiz. 1991-2010 yılları arasında AB'nin toplam dış enerji ticaret hacmi 1.427.121 mtoe seviyesinden 1.935.954 mtoe seviyesine çıkmıştır. AB'nin dış ticaret hacmi son 20 yılda % 26'lık bir artış kaydetmiştir.



Kaynak: EUROSTAT verileri kullanılarak tarafımızdan hazırlanmıştır.

Şekil 3. 1991-2010 Dönemine İlişkin AB Enerji İhracatı'nın İthalatı Karşılama Oranı

Şekil 3’de görüldüğü gibi ihracatın ithalatı karşılama oranı yıllar boyunca yaklaşık %5’lik bir artış göstererek 2010 yılında %34 seviyesine ulaşmıştır.

Bir ekonomide ithalatın ihracattan fazla olması halinde dış ticaret açığı, ihracatın ithalattan fazla olması halinde ise dış ticaret fazlasından söz edilmektedir. İhracatın ithalatı karşılama oranı ise, ihracatın ithalata bölünmesiyle bulunur ve dış ticaret hakkında önemli bilgiler taşımaktadır (EUROSTAT, 2012). Eğer bir ülkenin net enerji ithalatı yüksek ise, bu durumda enerji ihracatının ithalatı karşılama oranı bir o kadar düşük olmakta, bunun sonucunda o ülkede enerji açığının ortaya çıkması ve dış enerji bağımlılığı olması muhtemel bir durumdur.

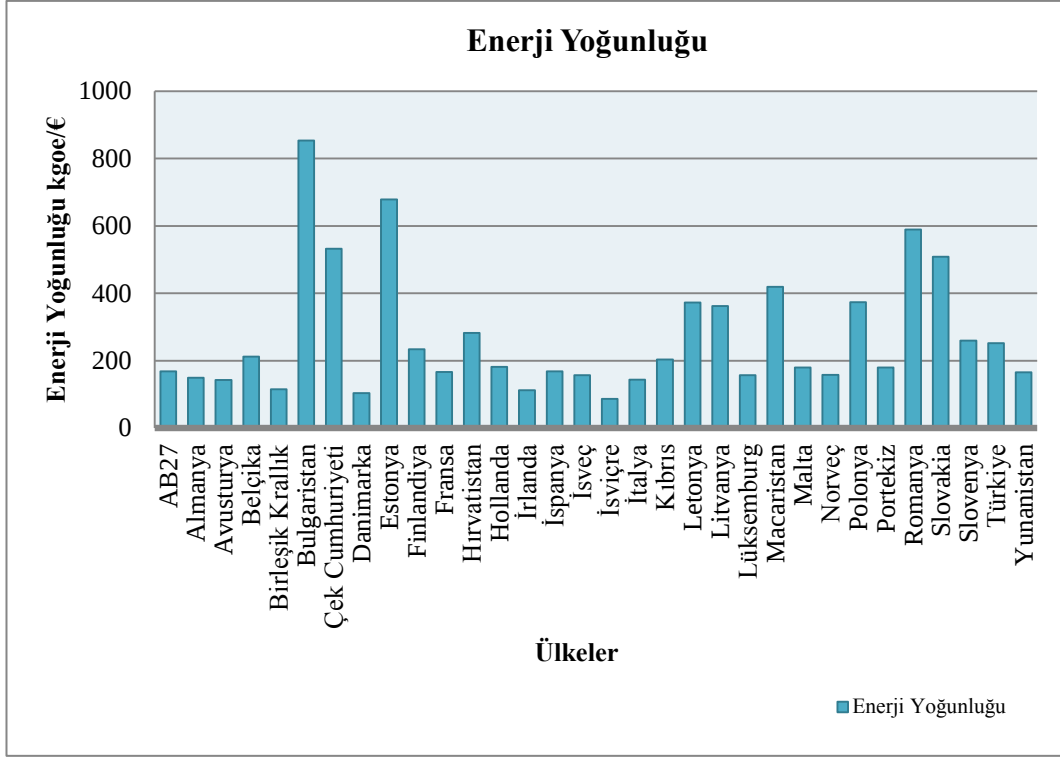
Enerji bağımlılığı yüksek olan bir ülkede dış ticaret enerji açığının fazla olması ya da enerji ihracatının ithalatını karşılama oranının düşük olması, ülke

ekonomileri için kötü bir durum yaratmaktadır. Bununla beraber enerji fiyatlarındaki ani artışların ve enerji arzındaki ani düşüşlerin de dış ticaret enerji açığını ve ihracat-ithalat oranını olumsuz yönde etkilemektedir.

Sonuç olarak AB, enerji ihracat-ithalat oranını 20 yıl boyunca pek bir değişikliğe uğratmadan bu zamana kadar getirmiş, belli bir oran seviyesi yakalamış ve bu seviye doğrultusunda taleplerini karşılamıştır. Ancak AB'nin bu süre zarfında enerji ihracatının ithalatı karşılama oranını istenilen şekilde iyileştirmeye gidememiştir. Bunun en büyük nedeni olarak, enerji ithalatına aşırı bağımlı olması gösterilmektedir. Bu durumu, ilk başta petrol ve doğal gazla olan bağımlılığını azaltarak, telafisini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayarak ve bunu yaparken, enerji üretim kaynaklarını etkin ve verimli bir şekilde kullanarak istenilen sonuca ulaşılabilir.

1.4. Enerji Yoğunluğu

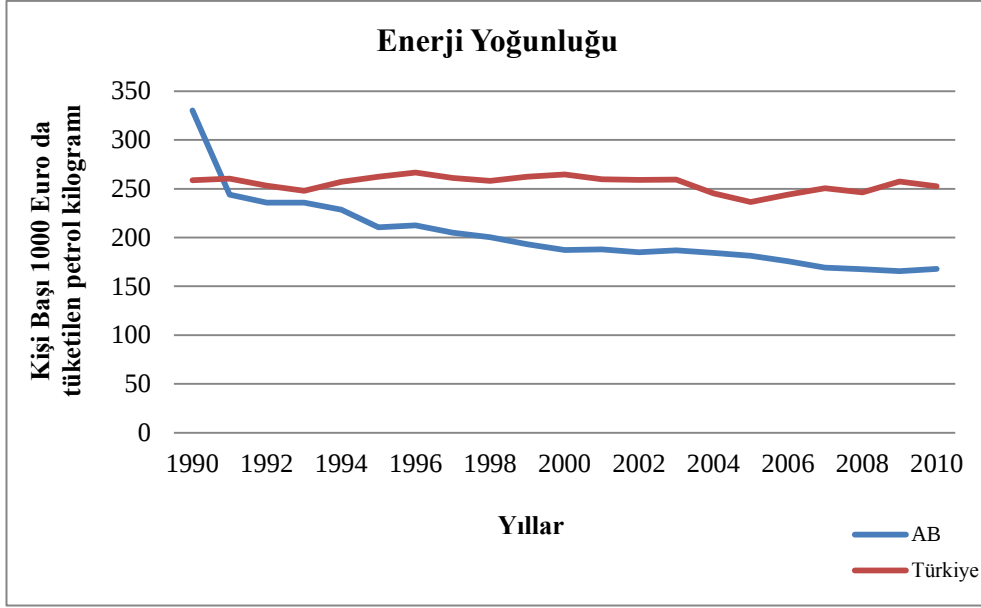
Enerji yoğunluğu bir ekonomideki enerji tüketimini ve enerji verimliliğini ölçmektedir. Enerji yoğunluğu, Gayri Safi Yurtiçi Tüketim (GSYİT) ile Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) arasındaki orandır. GSYİT; kömür, elektrik, petrol, doğal gaz ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere beş enerji türünün toplamıdır. GSYİH ise, enflasyonun etkisini önlemek için sabit fiyattan alınır. Başka deyişle, GSYİT petrol eşdeğeri kilogram ile ölçülürken, GSYİH ise 1000€ ile ölçülür. Sonuç olarak bu oran, bir ülkenin 1000€ başına tükettiği kilogram eşdeğer petroldür.



Kaynak: EUROSTAT verileri kullanılarak tarafımızdan hazırlanmıştır.

Şekil 4. AB Ülkeleri ve AB'ye Üye Olmayan Ülkelerin 2010 Yılına İlişkin Enerji Yoğunluğu Karşılaştırılması

Şekil 4'te AB üye olan ve AB'ye üye olmayan ülkelerin enerji yoğunluğu görülmektedir. 2000 yılı baz alındığında, 2010 yılında en düşük göstergenin sırasıyla ilk üç ülke İsviçre, Danimarka ve Birleşik Krallık'tır. Enerji yoğunluğunun yüksek olduğu ülkelere baktığımızda ise son üç ülke, Bulgaristan, Estonya ve Romanya'dır. Türkiye'ye baktığımızda, AB ortalamasının üstünde bir yoğunlukta arz etmektedir. Başka deyişle Türkiye'nin 1000€ başına tükettiği birincil enerji miktarı 252,2 kilogramı eşdeğer petroldür.



Kaynak: EUROSTAT verileri kullanılarak tarafımızdan hazırlanmıştır.

Şekil 5. 1990-2010 Dönemine İlişkin AB Ülkeleri ve Türkiye'nin Enerji Yoğunluğu Karşılaştırılması

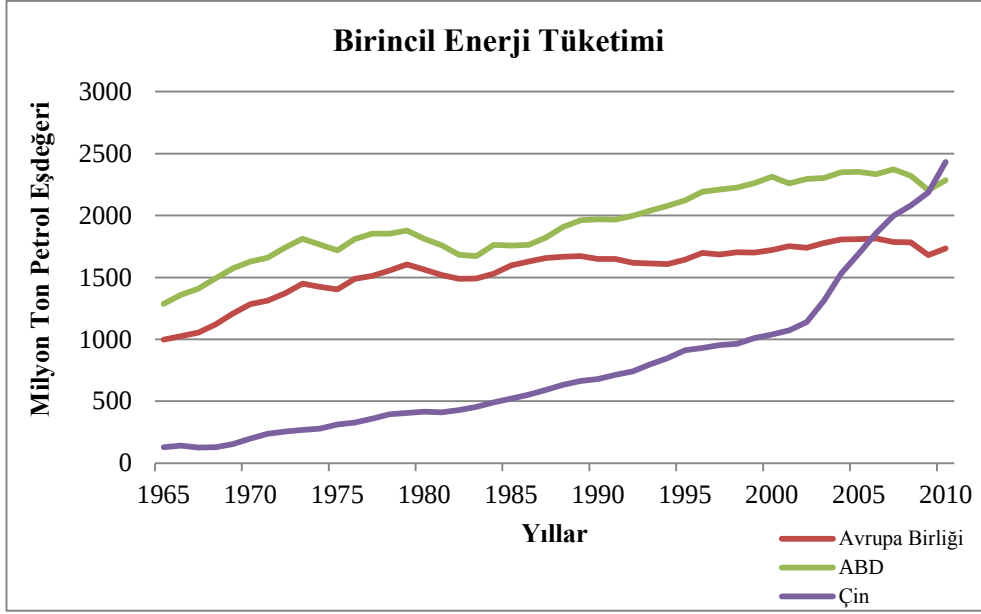
Şekil 5'te görüldüğü gibi, enerji yoğunluğu bakımından Türkiye ile AB'yi kıyasladığımızda, 90'lı yılların başında AB'nin enerji yoğunluğu, Türkiye'nin enerji yoğunluğundan yüksektir. İlerleyen yıllarda AB, enerji yoğunluğunu düşürmekte, Türkiye ise yerinde saymaktadır. Başka deyişle Türkiye'nin 1000€ başına tükettiği eşdeğer petrol kilogramı değişmezken, AB enerji kaynaklarını etkin kullanıp, bu oranı düşürmüştür.

Sonuç olarak, gelişmişlik derecesi ülkelerin ne kadar çok enerji tükettiğiyle değil, aksine ne kadar az enerji harcayarak ne kadar çok ürettiğini ölçmektedir. Sonuç olarak bir ülkenin gelişmişlik derecesi, tükettiği fazla enerjiyle değil, aksine daha az enerji tüketerek daha fazla enerji üretmekle ölçülmektedir.

1.5. Enerji Bağımlılığı

Enerji bağımlılığı, enerji ihtiyacını karşılamak için ekonomin enerji ithalatına ne ölçüde bağımlı olduğunu gösteren bir kavramdır. Enerji ihtiyacını karşılamak için genellikle fosil yakıtlara başvurulmaktadır. Bu fosil yakıtlar doğal gaz, petrol ve kömürdür (EUROSTAT, 2012).

AB'nin yıllar itibariyle artan enerji bağımlılığı, Avrupa'da büyük ekonomik ve politik sorunlar doğurmaya başlamıştır. Bunun en büyük sebebi, AB'nin kömür ve türevleri, doğal gaz ve petrol ürünlerinde yeteri kadar rezervi olmamasından dolayı enerji ithalatına bağımlı olmasıdır. Fosil yakıtlardaki özellikle de doğal gaz ve petrol ürünlerinde yaşanacak ani fiyat artışları ya da üretim miktarlarındaki azalış zamanında çok büyük sorunlara yol açmıştır ve açacaktır. Örnek verecek olursak, dünyayı kaosu eşiğine getiren 1973'de yaşanan petrol krizinde, petrol arzının kısıtlanması sonucunda ülke ekonomilerinde, üretimlerinde, sanayilerinde gerilemelere neden olmuştur. Bununla birlikte 2009 yılında Rusya ile Ukrayna arasındaki fiyat anlaşmazlığında dolayı 20 gün süren doğal gaz krizi Avrupa'nın bir çok ülkesini olumsuz yönde etkilemiştir. Ayrıca, enerji bağımlılığı, enerji stratejik güvenliği açığını artırmakta kalmayıp, dış politika ve ulusal güvenlik hedeflerinde ülkelerin kabiliyetlerini kısıtlamaktadır.



Kaynak: British Petroleum (BP), Dünya Enerji İstatistikleri 2011 Raporu verileri kullanılarak tarafımızdan hazırlanmıştır.

Şekil 6. 1965-2010 Dönemine İlişkin Üç Büyük Enerji Tüketim Bölgesi'nin Birincil Enerji Tüketimi

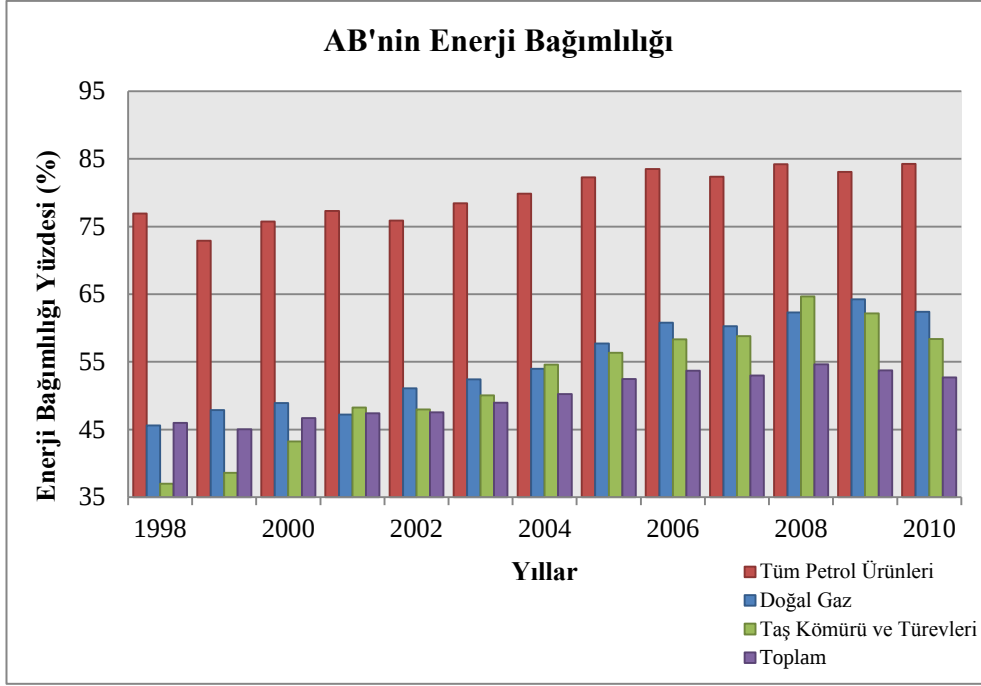
Şekil 6'da AB, ABD ve Çin'in birincil enerji tüketimleri görülmektedir. 1960'lı yılların ortasından 2009 yılına kadar birincil enerji tüketiminde liderliği bırakmayan ABD, ilerleyen yıllarda 2010 yılı itibariyle yerini Çin'e bırakmıştır. AB, ABD'ye paralel olarak birincil enerji tüketimini gerçekleştirmiştir. Buna rağmen, AB'nin bunu sağlaması pek de kolay olmamaktadır. AB, uluslararası rekabette tutunabilmek ve Çin ile ABD'ye karşı mücadele edebilmek için, enerji taleplerini karşılamak zorundadır. Bunun sonucunda ise AB bu talebi karşılayabilmek için doğal gaz ve petrol ağırlıklı enerji ithalatı yapmaktadır.

AB; artan küresel rekabetten ve petrol-doğal gaz fiyatlarında ya da miktarlarında oluşan dalgalanmalardan olumsuz yönde etkilenmemek için, az tüketilmesi hedeflenen doğal gaz ve petrol sonucunda, hem atmosferdeki CO₂ oranını

düşürmek için hem de enerji bağımlılığını azaltmak için farklı enerji kaynaklarına yönelmiştir. Avrupa bölgesinde belli bölgelerde bulunan fosil yakıtların oluşu, petrol ve doğal gaz bölgelerine uzak oluşu, enerji talebi açısından dışa bağımlı hale getirmiştir. 2003 yılında EC tarafından kabul edilen gaz ve enerji direktifi, ve 2007 yılında onaylanan, AB'nin enerji güvenliğinin artırılması amacı ile daha sürdürülebilir ve düşük karbon emisyonunun geliştirilmesi yolunda rekabetçi bir hedef belirlemiştir.

Direktiflerin ışığında, AB enerji bağımlılığını azaltıcı yönde hamleler yapmakta ve yapmaya devam etmektedir. Buna rağmen bu geçiş çok sancılı ve maliyetli olacağı gözükmemektedir. Almanya gibi çok elektrik kullanan sanayi ülkesinin enerji dönüşümünü başarması zordur, çünkü bu ülkelerin kurgulanmış üretim ve dağıtım kapasitesi vardır. Hatların yenilenebilir enerjileri kaldırmayacağı görülmektedir.⁸

⁸ Yenilenebilir enerji şoku, (20.03.2012), Deutsche Welle.

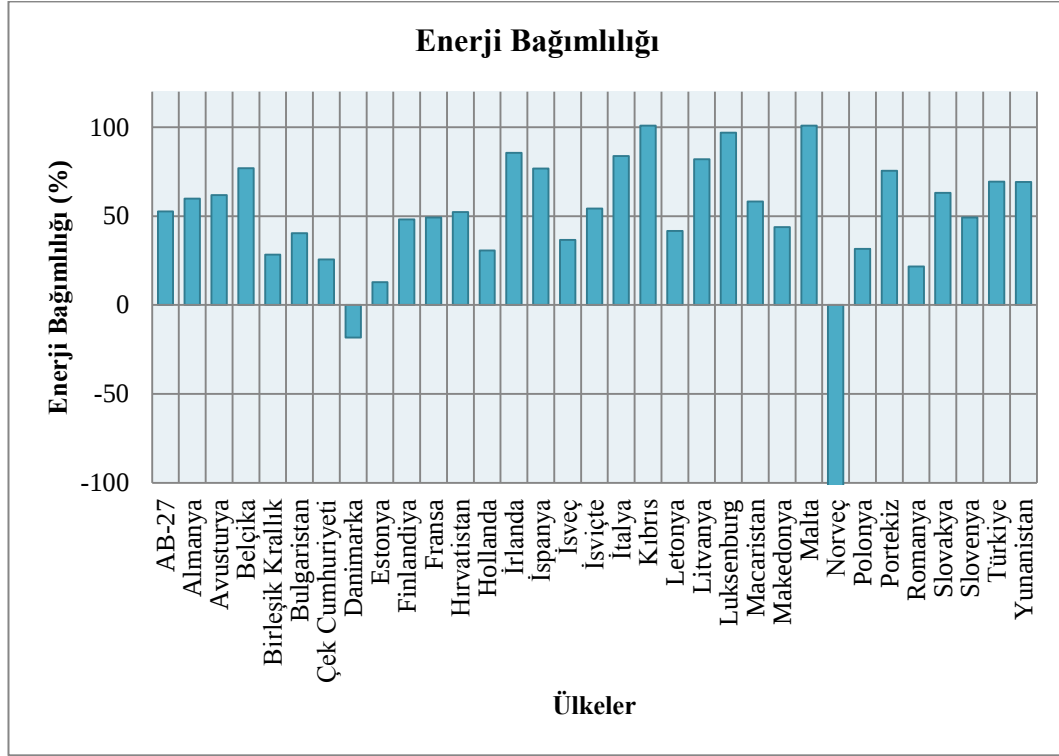


Kaynak: EUROSTAT verileri kullanılarak tarafımızdan hazırlanmıştır.

Şekil 7. 1998-2010 Dönemine İlişkin AB'nin Enerji Bağımlılığı

Enerji bağımlılığı oranı (yüzdesi), ithal bir ekonomideki enerji oranını gösterir. Enerji bağımlılığı oranı, net enerji ithalatının, gayrisafi yurtiçi enerji tüketimi (*uluslararası denizcilik tankerlerin petrol arzıda bu yüzdeye dahil*) bölünmesiyle bulunur. Negatif bir bağımlılık oranı net enerji ihracatcısını gösterirken, %100'ü aşan bir bağımlılık oranı ise enerji ürünlerinin stoklandığı anlamına gelir ve net enerji ithalatçısı anlamına gelir. Şekil 7'de görüldüğü gibi, AB'nin enerji dış bağımlılığı incelendiğinde, 1998-2010 zaman serisine baktığımızda %11'lik bir artış gerçekleşmiştir. Özellikle kriz dönemlerinde, enerji bulma zorluğu nedeniyle enerji fazlası olan bölgelere yönelmeler olmaktadır. Bu dönemlerde enerjiye olan talebin artması sebebiyle, enerji ihtiyacını karşılamak üzere enerji ithalatına, 2008 yılında %54 ile AB tarihinin en yüksek dışa bağımlı enerji yüzdesini elde etmiştir. AB ülkeleri ortak bir kararla, yenilenebilir enerjiye daha fazla yatırım

yapmakta, hem maliyeti düşürücü, hem iklimlendirme gazlarından olan CO₂ salınımını düşürücü çevresel santrallere yönelmeleri dışa bağımlılığı ve çevresel kirliliği azaltıcı yönde politikalar hedeflemiştir.



Kaynak: EUROSTAT verileri kullanılarak tarafımızdan hazırlanmıştır.

Şekil 8. 2010 Yılına İlişkin AB Ülkelerinin ve AB'ye Dahil Olmayan Ülkelerin Enerji Bağımlılıkları

Şekil 8'de AB ülkelerinin ve AB'ye dahil olmayan (*Norveç, İsviçre ve Türkiye*) ülkelerin enerji bağımlılığı yüzdesel ifadeyle gösterilmektedir. 2010 yılı itibariyle, Avrupa bölgesindeki hemen hemen her AB ülkesi enerji bağımlısıdır. Enerji bağımlısı olmayan, aksine enerji ihracatı yapan ülkeler ise Norveç ve Danimarka' dır. Kıbrıs ve Malta'nın %100 oranla dışa bağımlı olduğu görülmektedir. AB'nin enerjide dışa bağımlılık oranı ise %52 iken bu oranın altında kalan ülkeler ise; Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya,

Fransa, Hollanda, İsveç, Letonya, Makedonya Norveç, Polonya, Romanya ve Slovenya'dır. Türkiye ise %72,22'lik oranla AB ortalamasının üzerindedir.

Tablo 2. 2010 Yılına İlikin Avrupa Ülkelerinin Enerji Bağımlılıkları (%)

2010 yılı Avrupa Ülkelerin Enerji Bağımlılıkları(%)				
Ülkeler	Taş Kömürü ve Türevleri	Doğal gaz	Tüm Petrol Ürünleri	Toplam
AB27	58	62	84	53
Almanya	79	82	96	60
Avusturya	88	74	89	62
Belçika	98	99	98	77
Birleşik Krallık	52	38	15	28
Bulgaristan	88	95	101	40
Çek Cumhuriyeti	-50	85	96	26
Danimarka	69	-68	-52	-18
Estonya	133	100	56	13
Finlandiya	86	100	87	48
Fransa	101	93	98	49
Hırvatistan	103	18	81	52
Hollanda	122	-62	93	31
İrlanda	80	93	98	86
İspanya	86	99	100	77
İsveç	114	100	94	37
İsviçre	80	100	100	54
İtalya	101	91	93	84
Kıbrıs	65	N.A.	104	101
Letonya	106	62	94	42
Litvanya	94	100	99	82
Lüksemburg	100	100	99	97
Macaristan	98	79	84	58
Makedonya	125	100	98	44
Malta	N.A.	N.A.	101	101
Norveç	-42	-1402	-623	-517
Polonya	-7	69	97	32
Portekiz	98	100	98	75
Romanya	105	17	51	22
Slovakya	90	100	89	63
Slovenya	99	99	101	49
Türkiye	83	98	92	69
Yunanistan	100	100	99	69

Kaynak: EUROSTAT

Tablo 2’de 2010 yılı itibariyle AB ve AB’ye üye olmayan ülkelerin enerji bağımlılığını incelediğimizde, AB’nin taş kömürü ve türevlerine, doğal gaz, tüm petrol ürünlerine ve toplam olarak bağımlılığı sırasıyla, %58, %62, %84 ve % 53’tür. Buna ek olarak taş kömürü ve türevlerine %100 bağımlı olan ülkeler, Estonya, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, İsveç Lüksemburg, Makedonya, Romanya ve Yunanistan’dır. Taş kömürü ve türevlerine hiç bağımlı olmayan aksine kömür ihracatını yapan ülkelere baktığımızda ise, Çek Cumhuriyeti, Norveç ve Polonya’yı görmekteyiz. Genel olarak Taş kömürü ve türevleri bağımlılığını yorumlarsak, Avrupa’nın hemen hemen tüm ülkeleri taş kömürü ithalatı yapmakta olup, AB ortalamasının üstünde 27 ülke bulunmaktadır.

Bunun yanısıra, Avrupa ülkeleri gaz bağımlılığa baktığımızda Estonya, Finlandiya, İsveç, İsviçre, Litvanya, Lüksemburg, İspanya, Makedonya, Portekiz, Slovenya Slovakya ve Yunanistan %100 bağımlıdır. Doğal gaz bağımlılığına hiç bağımlı olmayan başka deyişle, net ithalatı sıfır olan ülkeler ise, Danimarka, Hollanda ve Norveç’tir. Gaz bağımlılığını bir bütün olarak ele aldığımızda, Avrupa’nın hemen hemen tüm ülkeleri doğal gaz ithalatı yapmakta olup, AB ortalamasının üstünde 23 ülke bulunmaktadır.

Bununla birlikte Avrupa ülkelerinin petrol bağımlılıklarına baktığımızda, Bulgaristan, İspanya, İsviçre, Kıbrıs, Malta ve Slovenya’nın petrol net ithalatı %100’dür. Bununla birlikte bağımlılığı hiç olmayan ülkeler ise, Danimarka ve Norveç’ tir. AB ortalamasının üstünde 24 ülke bulunmaktadır.

Genel olarak AB’nin enerji piyasasını irdelediğimizde, AB ülkelerinin ve Avrupa’da olup AB’ye üye olmayan ülkelerin, petrol ve doğal gaz bakımından enerji

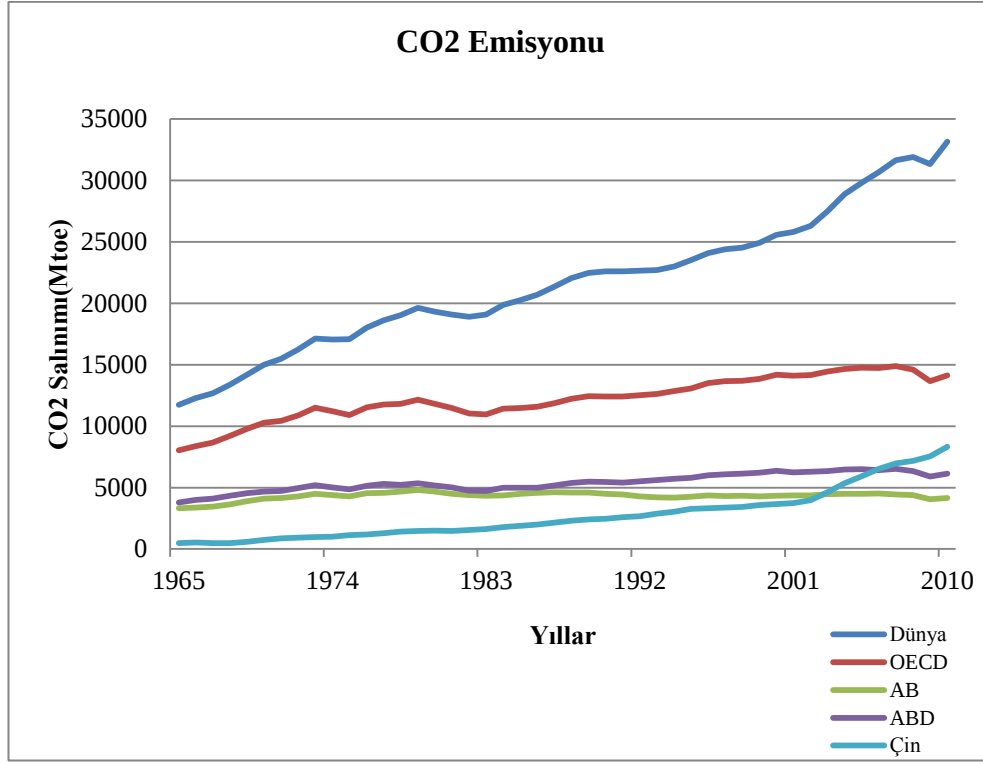
ithalatına yüksek oranda bağımlı olduğunu görmekteyiz. Petrol bağımlılık oranı %84 iken, gaz bağımlılık oranı ise %62 seviyesindedir. Genel olarak bu ülkeler, Belçika, Bulgaristan, Finlandiya, Fransa, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Kıbrıs, Litvanya, Lüksemburg, Makedonya, Malta, Portekiz, Slovakya, Türkiye ve Yunanistan fosil yakıtlara son derece bağımlıdırlar. Gelişmiş ülkeler bu sorunu, farklı enerji alternatifleri kullanarak, örneğin Fransa'nın nükleer santrallere sahip olması, enerji bağımlılığını düşürmektedir. Bu durumdan anlaşılabacağı üzere, petrol-doğal gaz fiyatlarındaki beklenmeyen bir artış veya arzındaki beklenemeyen bir azalış, AB piyasasını elektrik, ulaşım, tarım, hizmet ve ekonomi yönünden alt-üst etmesi beklenmektedir. Bunun üzerine AB, yeni enerji platformuna yelken açmış, yenilenebilir enerji ve nükleer enerji ile, hem petrole ve doğal gaza olan bağımlılığını hem de bu enerjilerin üretimde kullanılması sonucu havada oluşan CO₂ salınımını azaltmayı hedeflemektedir.

1.6. CO₂ Emisyonu

CO₂ emisyonu, enerji santrallerin bacasından, arabaların egzosundan, seraların ve ısınmak için yakılan fosil yakıtların havaya saldığı zararlı gazlardan bir tanesidir. Atmosferdeki CO₂ oranını artırmaya yönelik başka deyişle, enerji üretirken zararlı gazların yoğun bir biçimde çıkması, havanın kirlenmesine, insan sağlığına zararlı etkiler içermesine, asit yağmurlarına sebep olmasına ve en önemlisi iklim değişikliklerine neden olmasından dolayı Kyoto Protokolü (1997)⁹ ortaya çıkmış ve

⁹ Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, (1997).

ayrıca EC 2007'deki aldığı kararla CO₂ salınımını %20 oranında azaltmayı hedeflemesi yönünde ortak bir karar çıkmıştır.



Kaynak: British Petroleum (BP), Dünya Enerji İstatistikleri 2011 Raporu verileri kullanılarak tarafımızdan hazırlanmıştır.

Şekil 9. 1965-2010 Dönemine İlişkin Dünya'daki CO₂ Emisyonu¹⁰

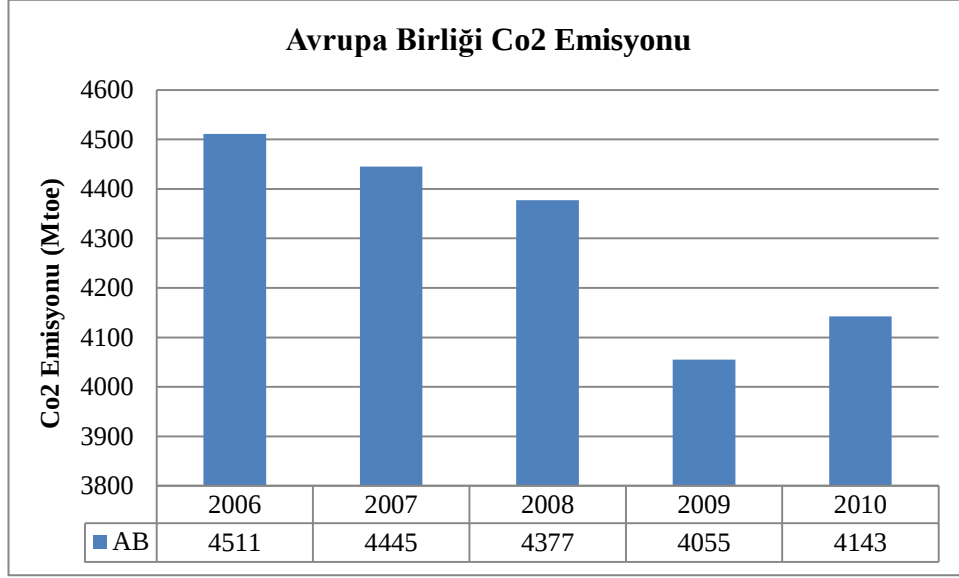
Şekil 9 incelendiğinde, Dünya'daki CO₂ emisyon oranı artmakta, özellikle son on yıla baktığımızda, OECD, ABD ve AB'de CO₂ emisyonun belli bir seviyede dengede kaldığını, yıllar boyunca Çin'deki CO₂ emisyonun giderek artan bir trende sahip olduğunu görmekteyiz.

OECD, AB ve ABD¹¹'in; Kyoto (1997) Protokolü çerçevesinde CO₂ emisyonunu düşürmek amaçlı izledikleri yöntemler başarılı olmuş, AB'nin özellikle

¹⁰ CO₂ Emisyonu petrol, doğal gaz ve kömürün yanmasıyla oluşmaktadır.

¹¹ Kyoto Protokolünü imzalayıp onaylayan tek ülkedir.

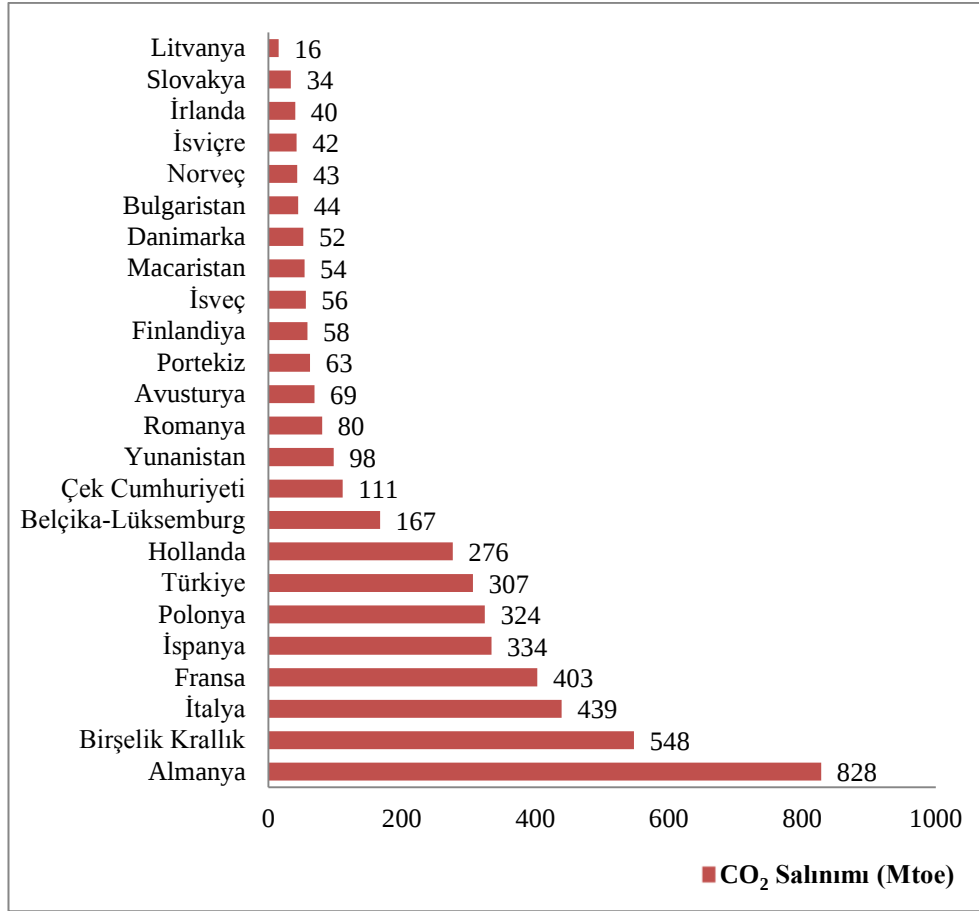
yenilenebilir enerji yatırımlarıyla, ABD ise nükleer enerji yatırımlarıyla CO₂ emisyonunu belli bir seviyede tutmayı başarmışlardır.



Kaynak: British Petroleum (BP), Dünya Enerji İstatistikleri 2011 Raporu verileri kullanılarak tarafımızdan hazırlanmıştır.

Şekil 10. 2006-2010 Dönemine İlişkin AB CO₂ Emisyonu

Şekil 10’da görüldüğü gibi AB’den salınan CO₂ emisyonu yıllar boyunca azalma göstermiştir. CO₂ emisyonu 2009 yılında kriz nedeniyle düşmüş, 2010 yılında tekrar artışa geçmiştir. Buna rağmen CO₂ emisyonu kriz yılı hariç 2010 yılı itibariyle, diğer yıllara oranla düşüş gerçekleşmiştir. Enerji verimliliği, temel AB hedefleri arasında sadece enerji için önemli gözüktüğü de aslında; sera gazı emisyonunun azaltılması, enerji istikrarının geliştirilmesi, enerji maliyetlerinin düşürülmesi, rekabet gücünün artırılmasına yönelik bir politikadır.



Kaynak: British Petroleum (BP), Dünya Enerji İstatistikleri 2011 Raporu verileri kullanılarak tarafımızdan hazırlanmıştır.

Şekil 11. 2010 Yılına İlişkin AB Ülkelerinin Avrupa Bölgesindeki CO₂ Salınımı

Şekil 11'i incelediğimizde GSYİH'ı yüksek olan AB ülkelerin CO₂ salınımını fazla yaptığını başka deyişle AB bölgesindeki yüzdelerinin fazla olduğunu görmekteyiz. CO₂ salınım miktarlarına baktığımızda Almanya 828 mtoe ile en fazla salınım yapan ülke konumunda yer almaktadır. Birleşik Krallık 548 mtoe, İtalya 439 mtoe, ve Türkiye'de ise, 307 mtoe seviyesindedir.

Avrupa'nın GSYİH bakımından beş büyük ekonomisi olarak bilinen (Almanya, Birleşik Krallık, Fransa, İspanya, İtalya)'nın CO₂ salınımına bakıldığında yine ilk beşi paylaştıkları gözlenmektedir. Söz konusu durum ülkelerin zamanla CO₂

salınımını azaltmaya gideceklerini ve alternatif enerji kaynaklarına yönelecekleri öngörülmektedir.

Avrupa elektrik piyasasına baktığımızda ENTSO-E kuruluşu önemli bir yere sahiptir. ENTSO-E, 2003 yılında Avrupa Komisyonu'nda kabul edilen elektrik ve gaz direktifleri enerji piyasalarının serbestleşmesini hızlandırmak ve enerji piyasalarını kendi içinde ve dışarıya yönelik güvence altına almak amacıyla, 34 ülkeden 41 İletim Sistem Operatörlerinden (TSO) oluşmuş 41 üye ile kurulmuştur. Bu kuruluş, 6 elektrik dağıtım-iletim bölgesinin¹² birleşmesiyle oluşmuştur.

Farklı komiteler, çalışma grupları ve görev güçleri daha iyi kurulmuş çalışmalarına devam eden yeni ENTSO-E üyelerine görevler transfer edilmiştir. Aynı zamanda da ENTSO-E yapısında ENTSO-E yeni Pan-Avrupa perspektifi ile geliştirilmiştir. ENTSO-E kuruluşu, AB mevzuatına (*üçüncü liberalizasyon enerji paketi*) uygun kurulmuştur. Daha doğrusu, ENTSO-E'nin kurulması için zemin düzenleyici No 714/2009 elektriğin sınır ötesi alışverişi için ağ erişimi koşulları için kurulmuştur (ENTSOE, 2011).

Yukarıdaki düzenlemeye göre ana amaç;

- Hem Pan-Avrupa hem de bölgesel düzeyde Avrupa'nın TSO'lar ile işbirliğini sürdürmek,
- TSO'ların çıkarlarını gözetmek,

¹² ATSOI (Association of the Transmission System Operators of Ireland),
BALTSO (Baltic Transmission System Operators),
ETSO (European Transmission System Operators),
NORDEL (Association of TSOs from Norway, Finland, Denmark and Sweden),
UCTE (Association of TSOs from Norway, Finland, Denmark and Sweden),
UKTSOA (UK Transmission System Operators Association).

- AB mevzuatı ile uyum sürecinde Avrupa kural ortamında aktif ve önemli rol oynamaktadır.

ENTSO-E'nin en temel amacı enerji fiyatlarındaki ve enerji arzlarındaki ani değişimlerden ve şoklardan etkilenmemek için kurulan avrupa elektrik kuruluşudur. Genel olarak baktığımızda asıl hedef, Avrupa'daki ülkelerin tarife engeli ve altyapı farklılıklarını ortadan kaldırarak ülkelerin elektrik şebeklerini standart bir yapı haline getirmektir (ENTSOE, 2011).

AB'nin enerji ile ilgili temel teşkil eden bazı antlaşmalar bulunmaktadır. Başlangıç olarak kabul edilen anlaşma; 18 Nisan 1951'de Paris'te imzalanan, 23 Temmuz 2002'de uygulamadan kaldırılmış olan AKÇT Anlaşması "Treaty Establishing the European Coal and Steel Community"dır. Daha sonra 25 Mart 1957 Roma'da "Avrupa Ekonomik Birliği Kurulması (EEC)" imzalanmış ve 1 Ocak 1958'de uygulamaya konmuştur. Aynı zamanda "Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (EURATOM)" anlaşması da imzalanıp uygulamaya konduğundan ikisi birlikte Roma anlaşmaları olarak kabul edilmektedir. 8 Nisan 1965'te Brüksel'de birleşme anlaşması imzalanmış ve 1 Temmuz 1967'den beri uygulanmaktadır. 1 Temmuz 1987'de Lüksemburg'ta "Tek Avrupa Anlaşması" imzalanmış iç pazar yapısına ulaşmak için gerekli adaptasyonlar ortaya konmuştur. AB Anlaşması "Treaty on European Union" 7 Şubat 1992'de Maastricht'de (Hollanda) imzalanmıştır ve 1 Kasım 1993'te uygulamaya konmuştur. Bu anlaşmaya birlikte hukuk, ortak savunma ve sosyal ilişkiler vb. bir çok alanda ortak hareket etmenin önü açılmıştır. 1 Mayıs 1999'da "Treaty of Amsterdam" anlaşması, 1 Şubat 2003'te "Treaty of Nice" anlaşması ve 13 Aralık 2007'de ise "Treaty of Lizbon" anlaşmaları yürürlüğü girmiştir (Atmaca, 2010).

1.7. Türkiye Enerji Piyasasına Bakış

Türkiye; Akdeniz’e, Ege’ye ve Karadeniz’e sınırları olan Avrupa ile Asya arasında bir köprüdür. Türkiye bu coğrafi konumu nedeniyle transit ülke olarak enerji koridorunda bulunmaktadır. Türkiye'nin bulunduğu coğrafyadan dolayı, enerji arzının büyük çoğunluğunu (zengin petrol ve doğal gaz yatakları) elinde bulunduran Ortadoğu ile Avrasya arasında önemli bir bağlantı ve geçiş noktasındadır.

Gelişmiş ve gelişmekte olan devletlerin küreselleşme ile birlikte enerjiye olan taleblerinin artmasıyla günümüzde fosil yakıtlar çok önemli hale gelmiştir. Bununla birlikte, ülkeler artan enerji talebini karşılamakta güçlük çekmektedirler. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, yeterli ve ulaşılabilir niteliklerdeki enerji arzı, ekonomik büyüme ile kendi içinde kapalı tarım ekonomisinin belirlediği olumsuz ilişkilerden ve sonuçlardan uzaklaşıp, çağdaş sanayi ve hizmet sektörlerinin öne çıktığı toplumlara geçişte, insan yığınlarının özgün bireyler haline gelebilmesinde anahtar roller üstlenmektedir. Ülkemizin enerjiye ilişkin ilk sürecine baktığımızda belirtmiş olduğumuz hususlarla karşılaşmaktadır.

Ülkemizde ilk elektirik santralin 1902 yılında Mersin-Tarsus’ta özel bir şirket (*İtalya-İsviçre ortaklığı*) tarafından kurulmasının ardından, ilk termik santralde 1913 yılında İstanbul-Silahtarağa’da hizmete girmiştir. Bu termik santral 1950’li yıllara kadar İstanbul’un tek elektrik santrali olarak faaliyet göstermiştir. Cumhuriyet’in ilk yıllarına geldiğimizde ise, büyük ölçüde yabancı yatırımlara bağlı olan elektrik sektörünün üretim kapasitesi, 1923 yılında kurulu gücü 32,8 MW ve üretimi 45 milyon GWh’dir. O yıllarda Türkiye genelinde, elektrik enerjisinden faydalanabilen iller, Tarsus, Adapazarı ve İstanbul’dur. Elektrik faaliyetleri ise, Almanya, Belçika,

İtalya ve Macaristan'ın imtiyazlı şirketlerinin kontrolündeydi. 1930 yılına gelindiğinde, kurulu güç kapasitesi 78 MW ve toplam 106.3 milyon GWh gücünde elektrik üreten termik ve hidroelektrik santrali bulunmaktadır. Devletin öncülüğünde elektrik işletmeciliği ise, 1935 yılında 2805 sayılı kanun uyarınca Etibank'ın kurulmasıyla başlamıştır. 1948 yılından itibaren de, MTA, EİEİ, İller Bankası'nın katkılarıyla ve DSİ tarafından inşaatı tamamlanan çok sayıda termik ve hidroelektrik santral ulusal elektrik sistemine bağlanmıştır.¹³ 1950'li yıllara gelindiğinde ise, karma ekonomik politikalar tercih edilerek, devletin de teşvikiyle elektrik santralleri yapımına özel sektörde dahil edilmiştir. Birinci (1963-1967) ve İkinci (1968-1972) Beş Yıllık Kalkınma Planı dönemlerinde, Türkiye'deki elektrik üretim, iletim, dağıtım ve ticaretine ilişkin faaliyetlerin entegre bir sistem içerisinde ve bir kamu kurumu çatısı altında birleştirilmesi plan hedefi olarak öngörülmüştür. Bu hedef ve strateji doğrultusunda, 15.07.1970 tarih ve 1312 sayılı kanunla devletin genel enerji ve ekonomi politikasına uygun olarak, yurdun ihtiyacı bulunan elektriğin üretim, iletim, dağıtım ve ticaretini yapmak amacıyla, kamu iktisadi kuruluşu statüsünde, Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurulmuştur. 10 Eylül 1982 tarihinde yürürlüğe giren 2705 sayılı kanunla Belediye ve Birlik Elektrik Tesislerinin TEK'e devri ile enerjide bütünleşme sağlanmıştır. 2705 sayılı Kanunun kapsamı dışında kalan, İller Bankası'nın elektrik enerjisi dalında çalışan personeli ve işleri, kuruluşlar arasında yapılan bir anlaşma ile Temmuz 1986 yılında tüm fonksiyonları ile TEK'e devredilerek kamu kesiminde istenilen bütünlük sağlanmıştır.

Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1985-1989) ve Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (1990-1994), Ekonomik Önlemler Uygulama Planı ve 1995 yılı

¹³ TEİAŞ, (2010) Türkiye Elektrik-İletim İstatistikleri Raporundan sayısal veriler alınmıştır.

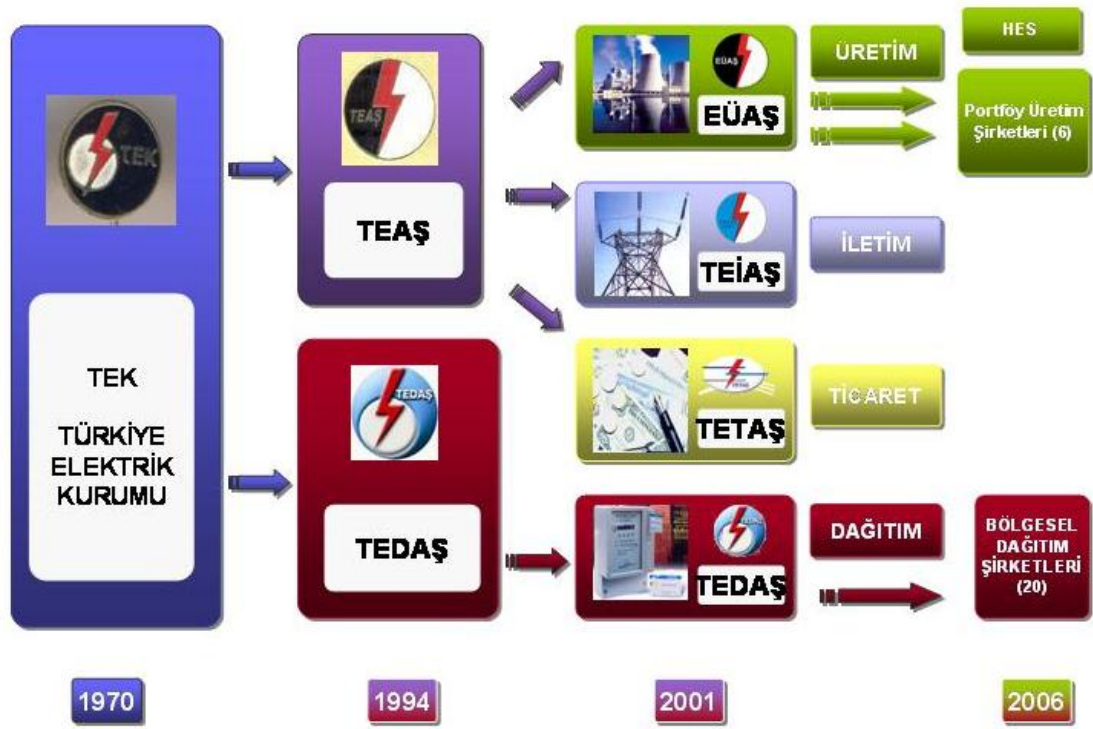
Geçiş Planı ile hükümet programlarında TEK'in özelleştirilmesi öngörülmüştür. 233 sayılı Kanun Hükmünde Kararnameye dayanılarak çıkarılan 12.08.1993 tarih ve 93/4789 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla, bir kamu iktisadi kuruluşu olan TEK, TEAŞ ve TEDAŞ unvanlı iki ayrı iktisadi devlet teşekkülü olarak teşkilatlandırılmıştır. 21.01.2000 tarih ve 4501 sayılı kanun ile sektörde uluslararası tahkim müessesesi düzenlenmiş, mevcut elektrik mevzuatının AB müktesebatına uyumlu hale getirilmesi ve buna göre sektörde yeniden yapılandırma çalışmaları başlatılmıştır. 2001 yılında hükümet tarafından uygulamaya konulan "Ekonomik İstikrar ve Enflasyonla Mücadele Programı" çerçevesinde TEAŞ'ın özelleştirilmek üzere yeniden yapılandırılması öngörülmüştür. Buna göre, 233 sayılı Kanun Hükmünde Kararname'nin 3. maddesine ve 20.02.2001 tarih ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanununa dayanılarak çıkarılan ve 02.03.2001 tarihinde yürürlüğe giren 05.02.2001 tarih ve 2001/2026 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı uyarınca TEAŞ; TEİAŞ, EÜAŞ ve TETAŞ unvanlarında, anonim şirket statüsünde, üç ayrı iktisadi devlet teşekkülü şeklinde teşkilatlandırılmıştır. 2001 yılında gerçekleşen en önemli gelişmeler birisi de Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumunun oluşturulmasıdır. Kurumun adı daha sonraları Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) olarak değişmiştir. Kurum; 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu (2001), 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu (2001), 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu (2003), 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu (2005) ile kendisine verilen görevleri ifade etmekte ve yetkileri kullanmaktadır (TETAŞ, 2009).

Tablo 3. Türkiye'de Kurulu Gücünün Önemli Yıllar İtibariyle Gelişimi

Yıl	Termik	Hidrolik	Jeotermal-Rüzgar	Toplam
1923	33	0	0	33
1935	121	5	0	126
1950	390	18	0	408
1970	1.510	725	0	2.235
1980	2.988	2.131	0	5.119
1993	10.638	9.682	18	20.338
2001	16.623	11.673	36	28.332
2010	32.279	15.831	1.414	49.524

Kaynak: TEİAŞ

Tablo 3'te görüldüğü gibi Türkiye Cumhuriyeti enerji piyasasını etkileyen önemli tarihlere yer verilmiştir. EPDK, söz konusu kanunlar ile elektrik, doğal gaz, petrol ve LPG'nin; yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösterebilecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir enerji piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanması amaçlamaktadır (EPDK, 2010).



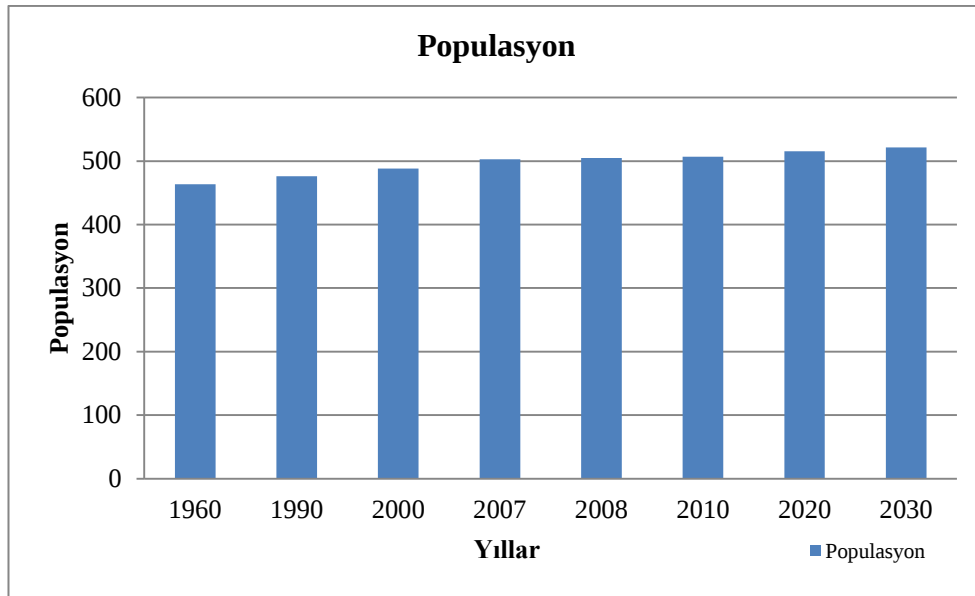
Kaynak: TETAŞ (2009).

Şekil 12. Türkiye Kamu Elektrik Sektörünün Yapılandırılması

17.03.2004 tarihinde de 2004/3 sayılı Yüksek Planlama Kurulu kararı ile TEDAŞ bünyesinde bulunan elektrik dağıtım şebekesinin 21 bölgeye ayrılmış olup, Kayseri bölgesi dışındaki bölgelerin özelleştirilecek olan tesisler kapsamına alınmasına karar verilmiştir (OİB, 2006).

Enerji; yoksulluğun azaltılmasında, insanların, toplumların refahını artırmasında, yaşam standartlarını yükseltilmesinde anahtar görevi üstlenmesine ve gelişme yolunda enerjinin vazgeçilemezliğine karşın, enerjinin yalnız başına çok sığ anlamlar taşıyabileceğini, diğer insani gelişme ölçütleriyle birlikte göz önüne alınması gerektiğini vurgulamakta büyük yarar bulunmaktadır. Bir ülkenin gelişmişliğini kişi başına düşen enerji miktarıyla da bulunabilmektedir. Bir ülkede

istihdam yaratılması, mal üretilmesi isteniyorsa enerjiye olan ihtiyacın sürdürülebilir olması ya da sosyal refahın sağlanabilmesi, özellikle gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkeleri yetişebilmesi için daha fazla enerjiye ihtiyaç talep etmesi kaçınılmazdır. Gelişmiş ülkelerin enerji konusunda doyum noktasına ulaştığını, özellikle Avrupa’da boy gösteren yaşlılık sorunu nedeniyle üretime katılacak popülasyonun azalması sonucunda, geleceğe ilişkin enerji talebinin çok fazla değişmeyeceği öngörülmektedir.



Kaynak: Power Statistics (2010).

Şekil 13. AB Nüfusun Demografik Değişimi

Şekil 13’te görüldüğü gibi, AB’nin yıllar itibariyle popülasyonunda önemli bir artış olmayacağı, 2008’de 82 milyon olan Almanya’nın nüfusunun 2030 yılında 78 milyona gerileceği, aynı periyod sürecinde İtalya’nın nüfusunun 60 milyondan, 58 milyona gerileceği öngörülmektedir (Euroelectric, 2010). Nüfusun bu derece yavaş artmasından dolayı AB’nin ilerleyen dönemlerde enerji tüketiminde bir azalma beklenebilir.

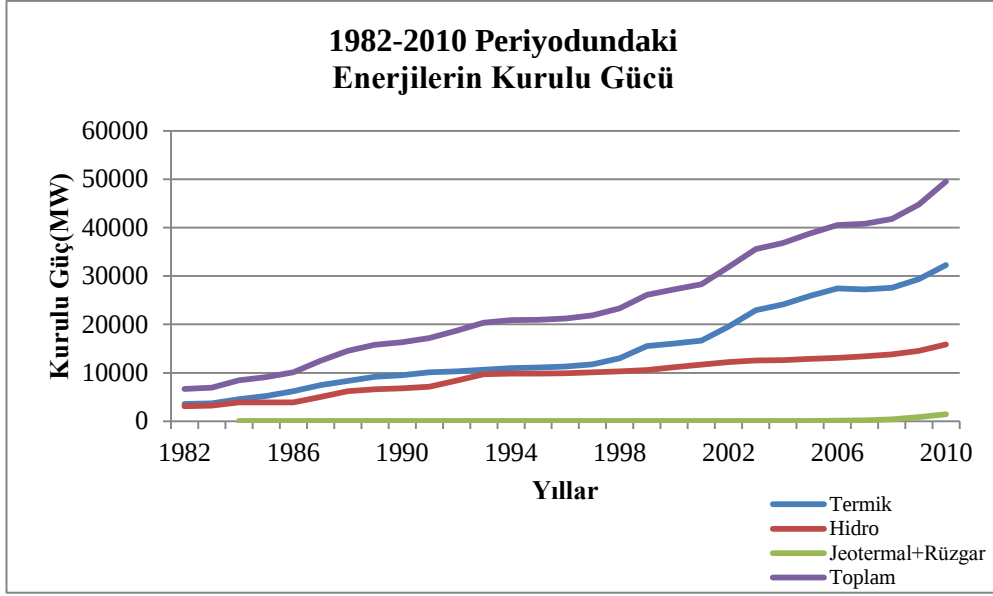
Türkiye'nin de içinde bulunduğu gelişmekte olan ülkeler kategorisinde, Türkiye, OECD ülkeleri içerisinde geçtiğimiz 10 yıllık dönemde enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke durumundadır. Aynı şekilde Türkiye, dünyada 2002 yılından bu yana elektrik ve doğal gazda Çin'den sonra en fazla talep artış hızına sahip ikinci büyük ekonomi olmuştur (ETKB, 2011).

Tablo 4. 1981-2010 Dönemine İlişkin Kurulu Güç ve Değişim Oranları

Yıl	Toplam(MW)	Değişim(%)	Yıl	Toplam(MW)	Değişim(%)
1981	5538	8,2	1996	21249	1,4
1982	6639	19,9	1997	21892	3,0
1983	6935	4,5	1998	23354	6,7
1984	8462	22,0	1999	26119	11,8
1985	9122	7,8	2000	27264	4,4
1986	10115	10,9	2001	28332	3,9
1987	12495	23,5	2002	31846	12,4
1988	14521	16,2	2003	35587	11,7
1989	15808	8,9	2004	36824	3,5
1990	16318	3,2	2005	38844	5,5
1991	17209	5,5	2006	40565	4,4
1992	18716	8,8	2007	40836	0,7
1993	20338	8,7	2008	41817	2,4
1994	20860	2,6	2009	44761	7,0
1995	20954	0,5	2010	49524	10,6

Kaynak: TEİAŞ

1981-2010 periyodundaki kurulu gücün değişimi Tablo 4'te verilmiştir. Dikkatle bakılacak olunursa, kriz yıllarından sonra kurulu güçte büyük bir artış olmuştur. 1999 yılında %11.8, 2002 yılında %12.4 ve 2010 yılında %10.6'dır. Bunun nedeni olarak krizlerden sonra Türkiye'nin enerji sektörüne yatırım yaparak hızla toparlanması gösterilebilir. 30 yıllık döneme bakacak olursak, 2010 yılında Türkiye'deki santrallerideki toplam güç 49.524 MW'ye ulaşmıştır.

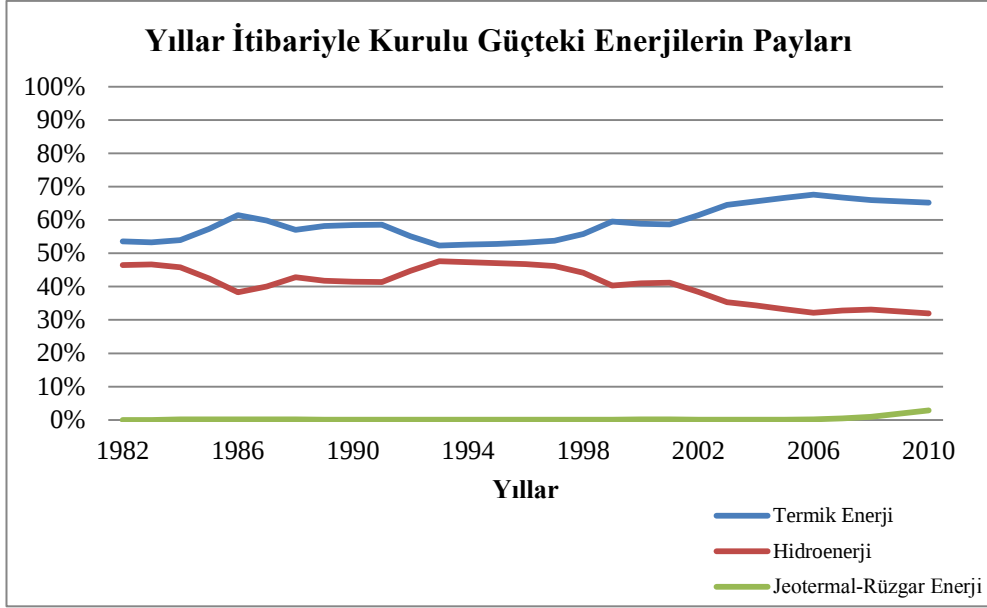


Kaynak: TEİAŞ, (2010) Türkiye Elektrik-İletim İstatistikleri verilerinden derlenmiştir.

Şekil 14. 1982-2010 Dönemine İlişkin Türkiye’de Kurulu Güç Değişimi

Şekil 14’e baktığımızda, 2010 yılı itibariyle termik¹⁴ enerji kullanan santrallerin kurulu gücü 32.278 MW, hidroelektrik kullananların 15.831 MW, jeotermal enerjinin kullananların 94,20 MW ve rüzgar enerjisi kullananların ise 1.320 MW’ dir. 2010 yılında santrallerin toplam kurulu gücü ise 49.524 MW’ dir.

¹⁴ Termik enerji; doğal gaz, linyit, ithal kömür+taş kömürü+astalfit ve sıvı yakıtlardan oluşmaktadır. Doğal gazın, enerji üretimindeki payı %46’dır.



Kaynak: TEİAŞ, (2010) Türkiye Elektrik-İletim İstatistikleri verilerinden derlenmiştir.

Şekil 15. 1982-2010 Dönemine İlişkin Kurulu Güçteki Enerjilerin Payları

Şekil 15’de enerjilerin kurulu güçteki payına baktığımızda ise, 2010 yılı itibariyle santrallerde kullanılan termik enerji’nin, toplam enerjideki payı %62’, hidroenerjinin % 36’da ve jeotermal-rüzgar enerjisinin ise %2’dir. Son beş yılı göz önünde aldığımızda, yenilenebilir enerjide özellikle rüzgar ve jeotermal enerji alanında önemli bir artış olduğu görülmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin YEK’e dahil edilmesine yönelik sürdürülen çalışmalarla 2006 yılı sonu itibarıyla sadece 22,9 MW olan jeotermal enerjisi kurulu gücü bugün itibarıyla yaklaşık 94,2 MW’ye ulaşmıştır. Türkiye jeotermal enerjide, 31.500 MW potansiyeli ile jeotermal kaynak zenginliği açısından Avrupa’da 1. sırada yer almaktadır (ETKB, 2011).

Tablo 5. 1981-2010 Dönemine İlişkin Brüt Enerji Üretimi

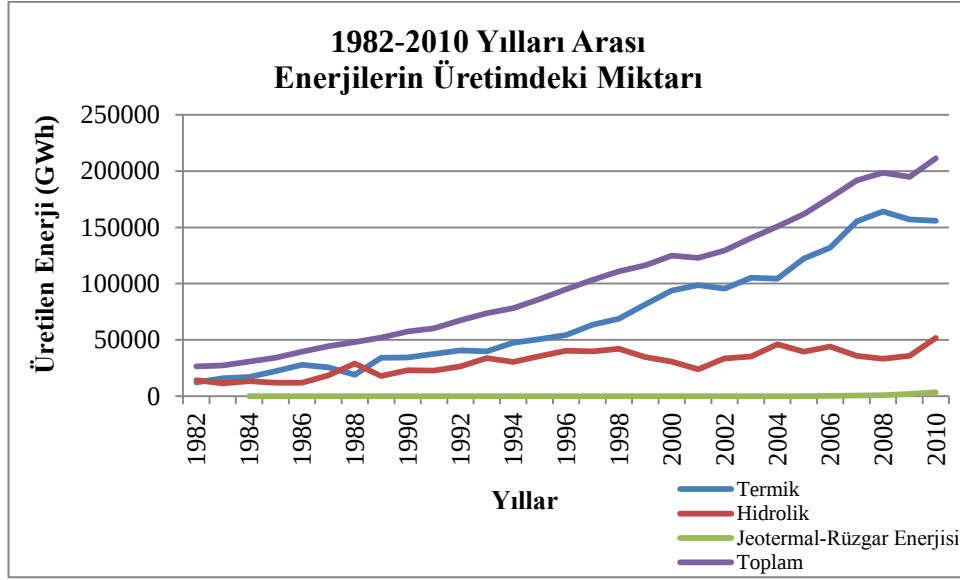
Yıl	Toplam(GWh)	Değişim(%)	Yıl	Toplam(GWh)	Değişim(%)
1981	24.673	6,0	1996	94.862	10,0
1982	26.552	7,6	1997	103.296	8,9
1983	27.347	3,0	1998	111.022	7,5
1984	30.614	11,9	1999	116.440	4,9
1985	34.219	11,8	2000	124.922	7,3
1986	39.695	16,0	2001	122.725	-1,8
1987	44.353	11,7	2002	129.400	5,4
1988	48.049	8,3	2003	140.581	8,6
1989	52.043	8,3	2004	150.698	7,2
1990	57.543	10,6	2005	161.956	7,5
1991	60.246	4,7	2006	176.300	8,9
1992	67.342	11,8	2007	191.558	8,7
1993	73.808	9,6	2008	198.418	3,6
1994	78.322	6,1	2009	194.813	-1,8
1995	86.247	10,1	2010	211.208	8,4

Kaynak: TEİAŞ

Elektrik enerjisi, depolanamayan ve arz edildiği gibi tüketilmek zorunda olan bir enerji çeşididir. Bu yüzden, talep edildiği kadar arz edilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede Tablo 5'e bakıldığında, yıllar itibariyle üretilen elektrik miktarı artmış olup, kriz yıllarında başka deyişle 2001 ve 2009 yıllarında düşüş meydana gelmiştir. 2010 yılı itibariyle üretilen toplam enerji miktarı 211.208 GWh'dir. Tablo 5 dikkatle incelenecek olursa, 1983, 1988, 1991, 1994, 1999, 2001, 2008 ve 2009 yıllarında ani düşüşler yaşanmıştır. Dünya'da yaşanan belli başlı olaylar bu düşüşlere neden olmuştur. Kazgan (2005)'a göre dünya ekonomisinde önemli görünen olayları kronolojik olarak sıralandığında;

- **1982**, büyük borçlu Latin Amerika ülkelerinin borç ödeyemez duruma düşmesiyle dünyada “Büyük Borç Krizi”nin patlaması, reel faiz hadlerinin tekrar yükselmesi;
- **1987**, kasım ayında New York borsasının çökmesi, bunu izleyen yaygın banka iflaslarıyla ABD ekonomisinin uzun süreli (1987-91) durgunluğa girmesi, doların güçlü paralar karşısında (DM, yen gibi) değer kaybı,
- **1990**, Tokyo borsasının çökmesi, Japonya’da finansal kırılganlığın ortaya çıkması ve uzun süreli durgunluk / deflasyon sürecinin başlaması,
- **1992-93**, (*yaz ayları*), Avrupa paraları aleyhine spekülasyon sonucu Türkiye’ye rakip ülkeler paralarının devalüasyonu; ABD’ye sermaye kaçıışı; ABD’de hızlı, AB’de yavaş büyüme; doların değerlenmesi,
- **1997-99**, Uzak Doğu ve Güneydoğu Asya ülkelerinde kriz; bu ülkeler ve gelişmiş olan ülkelere sermaye kaçıışı; krizin dünyayı tehdit eder boyuta varması; petrol fiyatının çökmesi, ülke paralarında büyük çaplı devalüasyonlar; dünyü pazarının daralması,
- **2000**, Dünya petrol fiyatlarının katlanarak artması; ABD’de NASDAQ’da çöküşün başlaması; ABD’de durgunluk işaretleri ve sermaye kaçıışı,
- **2001**, Arjantin krizi ve Latin Amerika’ya yayılması;
- **2008**, ABD’de 11 Eylül terörüyle birlikte savaş göstergelerinin ortaya çıkışı ve NASDAQ’daki çöküşün diğer hisselerle de yayılması; ABD’de büyük boylu şirketlerin iflasları ve büyük çapta yolsuzlukların patlak vermesi; ABD’de durgunluğun yayılması; yılının ikinci çeyreğinden sonra krize dönüşen bu süreçte mortgage kredilerinin geri ödemelerinde yaşanan

aksaklıklar sistemin tamamını olumsuz etkilemiştir. ABD başlayan kriz tüm dünyaya yayılmış ve Türkiye’de etkilenmiştir (Demir vd., 2008).

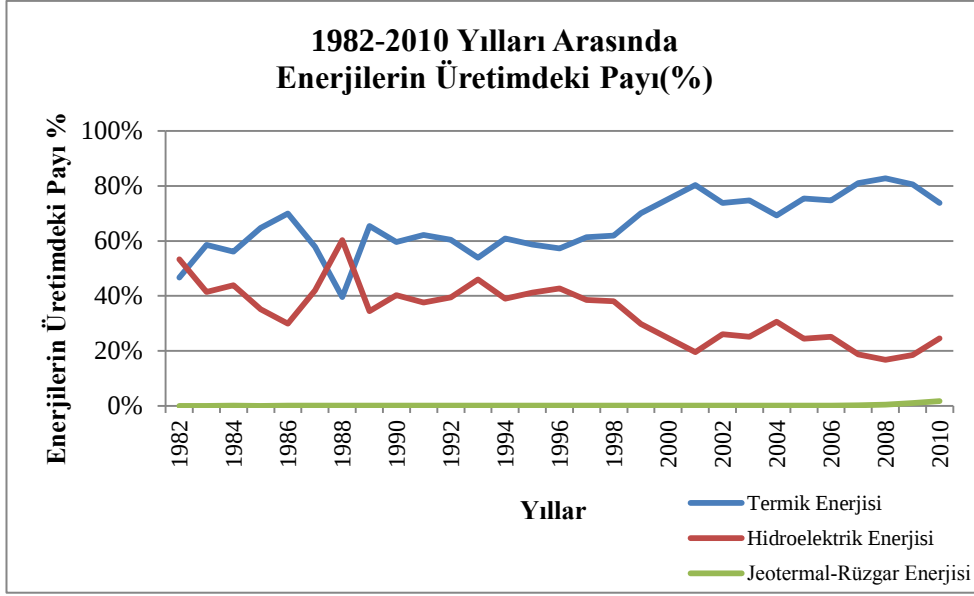


Kaynak: TEİAŞ, (2010) Türkiye Elektrik-İletim İstatistikleri verilerinden derlenmiştir.

Şekil 16. 1982-2010 Dönemine İlişkin Brüt Elektrik Üretimi

Energilerin, enerji üretimine katkı miktarlarına bakıldığında, santrallerde kullanılan termik¹⁵ enerjinin katkısı 156.744 GWh değerinde , hidrolik olarak 51.795 GWh, jeotermal olarak 457,5 GWh ve son olarak rüzgar’dan üretilen güç ise 2.180 GWh’dir.

¹⁵ Termik enerji, Doğal gaz, Linyit, İthal Kömür-Taş Kömürü+Astalfit, Sıvı Yakıtlar ve Yenilenebilir Atık ilave edilmiştir. Doğal gazın, enerji üretimindeki payı %46’ dır.



Kaynak: TEİAŞ, (2010) Türkiye Elektrik-İletim İstatistikleri verilerinden derlenmiştir.

Şekil 17. 1982-2010 Dönemine İlişkin Enerjilerin Brüt Elektrik Üretimindeki Payı

Şekil 17 incelendiğinde yıllar itibariyle termik enerjinin elektrik üretimindeki payının giderek artmakta ve hidroelektriğin payının düşmekte olduğu görülmektedir. 2010 yılı itibariyle enerjilerin elektrik üretimindeki paylarına bakıldığında ise, termik enerji %74.7 hidroelektrik enerjisi % 22.8, jeotermal %0.29 ve rüzgar enerjisi %2.07'dir. 1988 yılında hidroelektrik enerji payının, termik enerji payını geçtiği görülmektedir. Bunun sebebi, 1988 Afşin-Elbistan A termik santralının 27 yıllık tarihindeki en düşük üretimi yapmış olmasıdır.

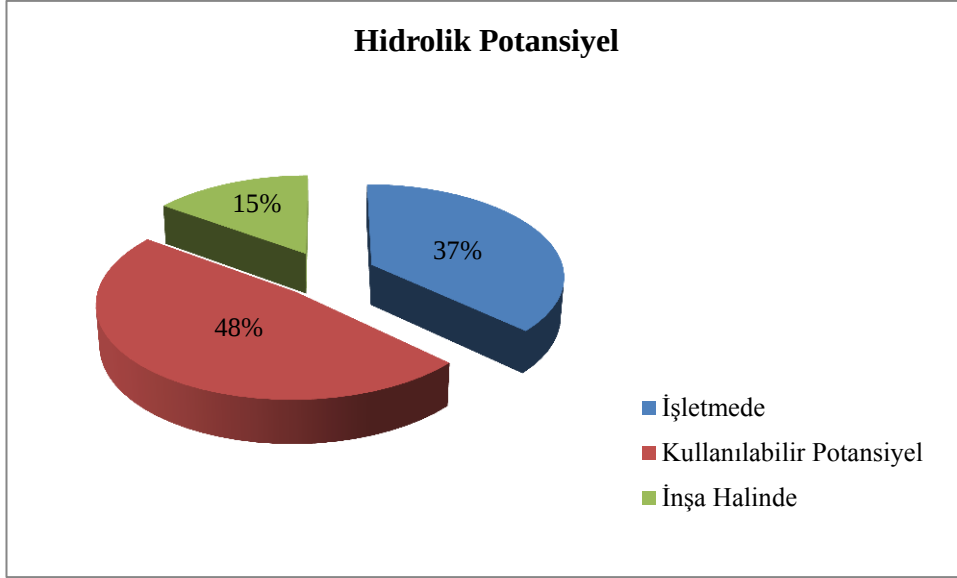
1.8. Türkiye'nin Enerji Politikası

Türkiye'nin politikaları ve stratejileri, ülke gerçekleri dikkate alınarak; küresel ölçekli dinamikler analiz edilerek ve özellikle AB müktesebatı ve içinde bulunduğu jeopolitik perspektiften bakılarak oluşturulmuştur. Türkiye enerji

politikasının, enerji arz güvenliğini esas alan temel politikası ve amacı (ETKB, 2011);

- Yerli kaynaklara öncelik vermek suretiyle kaynak çeşitliliğini sağlamak,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzı içindeki payını artırmak,
- Enerji verimliliğini artırmak,
- Serbest piyasa koşullarına tam işlerlik kazandırmak ve yatırım ortamının iyileşmesini sağlamak,
- Petrol ve doğal gaz alanlarında kaynak çeşitliliğini sağlamak ve ithalattan kaynaklanan riskleri azaltacak tedbirleri almak,
- Türkiye'nin jeostratejik konumunu etkin kullanarak, enerji alanında bölgesel işbirliği süreçleri çerçevesinde Türkiye'yi enerji koridoru ve terminali haline getirmek,
- Enerji ve tabii kaynaklar alanlarındaki faaliyetlerin çevreye duyarlı halde yürütülmesini sağlamak,
- Tabii kaynakların ülke ekonomisine katkısını artırmak,
- Endüstriyel hammadde, metal ve metal dışı madenlerimizin üretimlerini artırarak yurt içinde değerlendirilmesini sağlamak,
- Maliyet, zaman ve miktar yönlerinden enerjiyi tüketiciler için erişilebilir kılmaktır.

Türkiye, OECD ülkeleri içerisinde geçtiğimiz 10 yıllık dönemde enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke durumundadır. Aynı şekilde Türkiye, dünyada 2002 yılından bu yana elektrik ve doğal gazda Çin'den sonra en fazla talep artış hızına sahip ikinci büyük ekonomi olmuştur.



Kaynak: ETKB, (2011).

Şekil 18. Hidrolik Potansiyel (%)

Yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesisleri için sağlanan fiyat teşviğinin kaynak bazında yeniden düzenlenmesi ve bahse konu tesislerle ilgili yerli imalatlara verilecek ilave teşviklerin belirlenmesi amacıyla 5346 sayılı Kanunda değişiklik yapan 6094 sayılı Kanun 8 Ocak 2011 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bugün itibarıyla ekonomik kategoride olduğu belirlenen 140 milyar kWh/yıllık Türkiye hidrolik enerji potansiyelinin % 37'lik kısmı işletmede, %15'lik kısmı (*özel teşebbüs tarafından yapımı sürdürülen projeler dahil*) ise inşa halindedir. Ülkemizin teknik ve ekonomik hidroelektrik potansiyelinin yeniden belirlenmesine yönelik çalışmalar devam etmektedir (ETKB, 2011).

2011 yılı Kasım ayı itibarıyla işletmeye alınan yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yapan santrallerin toplam kurulu gücü 1.666,3 MW olup bunların;

- 371,6 MW'ı rüzgar,
- 1.256,2 MW'ı hidrolik,
- 18,5 MW'ı çöp gazı,
- 20 MW'ı jeotermal,

elektrik üretim santralleridir.

Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşunun 100. yılında elektrik enerjisi ihtiyacı, bugünkü düzeyin iki katından daha fazla yaklaşık 500 milyar kWh olacağı tahmin edilmektedir. Bu doğrultuda, yenilenebilir enerji kaynaklarından ve enerji verimliliğinden maksimum düzeyde yararlanmaya çalışılmasına karşın kaynakların, hızla artan elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamaya yetmemesi nükleer santralleri bir zorunluluk olarak karşımıza çıkarmaktadır. Bunun yanısıra nükleer enerjiye alternatif olarak fosil yakıtların kullanımı ile oluşabilecek kirliliğin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu gerçekler karşısında Türkiye'de nükleer enerjinin elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının 2023 yılına kadar %20 seviyesine ulaştırılması hedeflenmiştir.

Türkiye'nin enerji konusunda konumunu güçlendirme hedefi doğrultusunda yürüttüğü uluslararası projeler vardır. Bunlar (ETKB, 2011):

- Doğu-Batı Enerji Koridorunun en önemli bileşenini oluşturan **Bakü-Tiflis-Ceyhan** (BTC) Ham Petrol Ana İhraç Boru Hattı ile 4 Haziran 2006 tarihinde Ceyhan İhraç Terminali'nden yüklenen ilk petrol tankeri ile işler hale gelmiş ve başta Azeri petrolü olmak üzere, Hazar Bölgesi'nde üretilen petrolün uluslararası pazarlara taşınmasına başlanmıştır.

- 2007 yılı Kasım ayında işletmeye alınan **Türkiye-Yunanistan Doğal Gaz Boru Hattı** ile **Güney Avrupa Gaz Ringi Projesi** 'nin ilk ayağı tamamlanmış, Türkiye doğal gaz iletim şebekesinin komşu ülkelerin altyapısıyla enterkonneksiyonu gerçekleştirilmiş ve Türkiye doğal gazda köprü tedarikçi konumuna gelmiştir. Güney Avrupa Gaz Ringi Projesi'nin bir sonraki aşamasını ise Türkiye-Yunanistan Doğal Gaz Boru Hattı'nın, Adriyatik Denizi'nden geçecek bir hat ile İtalya'ya uzatılması oluşturmaktadır.
- Türkiye'nin Avrupa'ya açılım stratejisi kapsamında diğer bir proje ise Türkiye-Bulgaristan-Romanya-Macaristan ve Avusturya güzergahlı **Nabucco Doğal Gaz Boru Hattı Projesi'dir**. Ortadoğu ve Hazar Bölgesi doğal gaz rezervlerini Avrupa pazarlarına bağlamayı öngören Türkiye-Bulgaristan-Romanya-Macaristan-Avusturya Doğal gaz Boru Hattı (Nabucco) ile Avusturya'nın Avrupa'da önemli bir doğal gaz dağıtım noktası olma özelliğinden de faydalanılarak bölge ülkelerin gaz taleplerindeki gelişmelere göre Batı Avrupa'ya ulaşılması amaçlanmaktadır.
- Önemli doğal gaz rezervlerine sahip olan Katar ile, 6-7 Ekim 2009 tarihlerinde Katar'a gerçekleştirilen resmi ziyaret sırasında Katar'dan LNG alımına ilişkin uzun dönemli alım satım anlaşması imzalanmasına yönelik müzakerelerin başlatılması kararlaştırılmıştır.
- Ayrıca elektrik ithalat ve ihracat potansiyelini artırmak, elektrik arz güvenliğini desteklemek ve enterkonnekte şebekelerin diğer teknik avantajlarından yararlanmak açısından, elektrik şebekelerinin

enterkoneksiyonu sağlamak için Türkiye Elektrik Sistemi, 18 Eylül 2010 günü **ENTSO-E** Avrupa Kıtası Senkron Bölgesi Şebekesine bağlanmış bulunmaktadır. Türkiye Elektrik Sistemi, ENTSO-E üyeleri olan Bulgaristan elektrik sistemine iki 400 kW iletim hattı ile Yunanistan elektrik sistemine ise bir 400 kW iletim hattı ile bağlanmıştır.¹⁶

¹⁶ ENTSO-E-TEİAŞ Ortak Basın Bildirisi, (2010).

İKİNCİ BÖLÜM

ETKİNLİK

2.1. Etkinlik

Her toplum, hangi ekonomik sistemi kabul etmiş olursa olsun, kıtlığa karşı yapmak zorunda kaldığı savaşta, üç temel sorunun çözümünü en iyi tarzda sağlamakla karşı karşıyadır. Eğer toplumdan bu sorunlar sağlıklı bir şekilde çözüme kavuşturulmuşsa, o toplumda işsizlik sorunu olmadığı gibi, refah düzeyi de yüksek olacaktır.

Hangi ekonomik sistem uygulanırsa uygulansın, mutlaka sağlıklı bir şekilde çözümü gereken bu ana ekonomik sorunlar üç başlık altında toplanmaktadır:

- Kıt kaynakların tümünden yararlanmak (*tam kullanım sorunu*),
- Kıt kaynakları, gereksinimleri en iyi karşılayacak biçimde kullanmak (*etkin kullanım sorunu*),
- Eldeki kaynaklarla üretilen mal ve hizmetlerin miktarını artırmaktır (*üretim kapasitesinin artırılması sorunu*) (Dinler, 2009).

Etkin kullanım sorununu ele alırsak, sınırlı kaynaklarla sınırsız isteklerden bazılarını karşılamak durumunda olan her toplum, hangi mallar ne kadar üretilecek sorusunu kendisine sormaktadır. Sınırlı kaynakların sınırsız isteklerden hangilerinin ne ölçüde karşılamasına tahsis edileceğine tekabül eden bu soru, kısaca ne, ne kadar üretilcek biçiminde ifade edilir (Ünsal, 2004).

Sık sık etkinlikle ilgili ve VZA ile kullanılan bazı terimler aşağıda görülmektedir. Bunlar:

- Verimlilik
- Teknik Etkinlik
- Tahsis Etkinliği
- Teknik Değişme
- Ölçek Ekonomileri
- Toplam Faktör Verimliliği
- Üretim Sınırı
- Elverişli Üretim Seti'dir.

Verimlilik, şirketlerin ürettikleri çıktıların, üretimde kullanılan girdilere oranıdır. Üretim süreci sadece bir tek girdi ve çıktı içerdiğinde bu hesaplama kolaydır, fakat birden fazla girdi olduğu durumda (*ki genellikle durum budur*) bu birden fazla girdiyi tek girdi haline kümelemek verimlilik hesaplaması için gereklidir (Coelli vd., 2005).

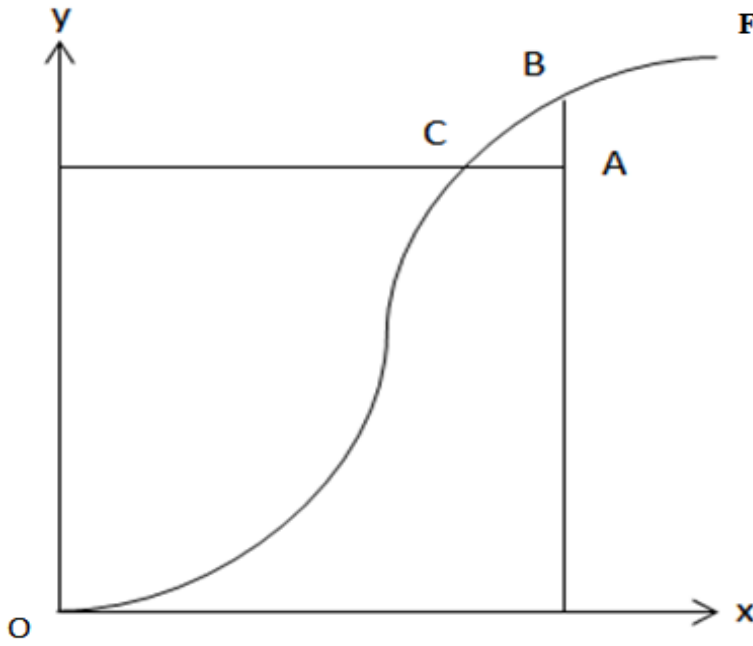
Verimlilik, üretimde elde edilen çıktıların, üretimde kullanılan girdiye bölünmesiyle bulunmaktadır. Yaygın olarak bu oran kullanılır (Cooper vd., 2006).

Verimlilik veya diğer adıyla üretkenlik kavramı (*productivity*), en basit tanımıyla, çıktının girdiye oranı olarak ifade edilmektedir. Bu çerçevede, verimlilik kavramı göreceli bir kavram değildir. Dolayısıyla incelenen karar birimlerinin verimliliklerini birbirlerinden bağımsız olarak ölçme imkanı vardır (Tarım, 2001).

Örnek verecek olursak, çıktı olarak “saat başına çıktı” veya “işçi başına çıktı”, diğer çıktılar olarakta satışlar, karlar belirlenebilir. Üretim sonunda elde edilen

çıktının, herhangi bir girdi tarafından bölünmesine “kısmi verimlilik” denirken, üretim sonunda elde edilen çıktının, tüm girdiler tarafından bölünmesine ise “Toplam Faktör Verimliliği” denir (Cooper vd., 2006).

Verimlilikten bahsederken toplam faktör verimliliği kastedilmektedir. Bütün üretim faktörleri hesaplamaya dahil edilir. Diğer verimlilik ölçütleri, örneğin fabrikadaki işçilerin verimliliği gibi, kısmi ölçütler olarak düşünülmektedir. Kısmi verimlilik ölçütleri toplam verimlilik hesaplamalarında kullanıldığı takdirde yanıltıcı sonuçlar doğurabilmektedir (Coelli vd., 2005).



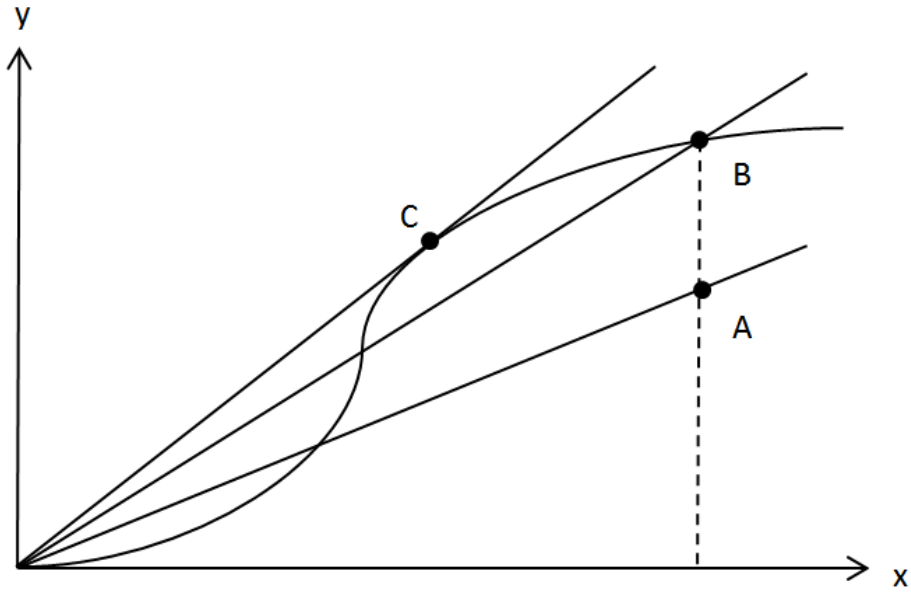
Kaynak: Coelli vd. (2005)

Şekil 19. Verimlilik Üretim Sınırları ve Teknik Etkinlik

Verimlilik ve etkinlik terimleri genellikle birbirlerinin yerine kullanılsada aynı anlama gelmemektedir. Bir örnekle bu durumu açıklamak mümkündür. Bir tane girdinin (x) ve bir tane çıktı (y) oluşturduğu basit bir üretim sistemi düşünelim. Şekil 19’daki OF doğrusu girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi gösteren üretim sınırıdır

(*production frontier*). Her girdi seviyesi için elde edilmesi mümkün olan maksimum çıktı seviyesini ifade eder. Teknik etkinliğe sahip firmalar bu doğrunun üzerinde yer alırlar, teknik etkinliğe sahip olmayanlar ise altında yer alırlar. A noktası etkin olmayan bir noktayken B ve C noktaları etkindir.

Şekil 19 aynı zamanda ulaşılması olanaklı olan üretim seti (*feasible production set*) kavramının açıklanmasında da kullanılabilir; bu set bütün olanaklı girdi-çıkıtı kombinasyonlarını göstermektedir. Bu set üretim sınırı OF ve x eksenini arasındaki bütün noktaları kapsamaktadır. Bu sınırlar da dahildir. Üretim sınırı boyunca yer alan noktalar bu ulaşılması olanaklı olan üretim setinin (*feasible production set*) etkin olan altkümesini tanımlar.



Kaynak: Coelli vd. (2005)

Şekil 20. Verimlilik, Teknik Etkinlik ve Ölçek Ekonomisi

Teknik etkinlik ve verimlilik arasındaki farkı gösterebilmek için Şekil 20 kullanılmaktadır. Bu şekilde belirli bir veri noktasındaki verimliliği ölçebilmek için

orjinden geçen bir ışın kullanılır. Bu ışının eğimi y/x 'dir; dolayısıyla verimlilik ölçütü olarak kullanılabilir. A noktasında faaliyet gösteren firma teknik etkinliğe sahip B noktasında faaliyet gösterirse, ışının eğimi daha fazla olacaktır. Bu da B noktasında daha yüksek verimlilik anlamına gelir. Bu durum ölçek ekonomileriyle açıklanmaktadır. C noktası (*teknik olarak*) optimal ölçek noktasıdır. Üretim sınırı üzerindeki herhangi bir diğer nokta, daha düşük verimlilikle sonuçlanacaktır. Sonuçta bir firmanın teknik etkinliğe sahip olabileceği ama ölçek ekonomisinden yararlanarak hala verimliliğini artırabileceği sonucuna varılmıştır.

Kar maksimizasyonu ve maliyet minimizasyonuna dayanan performans ölçütlerinden bahsetmek de mümkündür. Bu gibi durumlarda teknik etkinliğin yanı sıra tahsis etkinliğinden de (*allocative efficiency*) bahsedilmektedir. Girdi seçimindeki tahsis etkinliği belli bir çıktı miktarı üretmek için gereken girdi kombinasyonunun minimum maliyetle sağlanması anlamına gelir. Tahsis etkinliği ve teknik etkinlik birleştiğinde toplam etkinlikten söz edilmektedir (Coelli vd., 2005).

Etkinlik ölçümü konusundaki çalışmalara kaynak teşkil eden önemli öncü konumundaki çalışmalardan bir tanesi Farrell (1957) tarafından gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışmada işletmelerin etkinlik ölçümüne yönelik olarak çoklu girdi ve tekli çıktı yapısı içerisinde KVB'lerin etkinlikleri lineer programlama yardımıyla ortaya konularak KVB'lerin etkinlik analizleri gerçekleştirilmiştir (Gökgöz, 2009).

Farrell (1957) tarafından yayınlanan makalede, teknik ve tahsis etkinliği ile toplam etkinlik kavramlarından bahsetmiştir. Bir işletmenin etkinliğinin iki bileşene ayrılması gerektiğini savunmuştur. Bunlar teknik etkinlik (*technical efficiency*) ve fiyat etkinliği (*cost efficiency*) olarak adlandırılır.

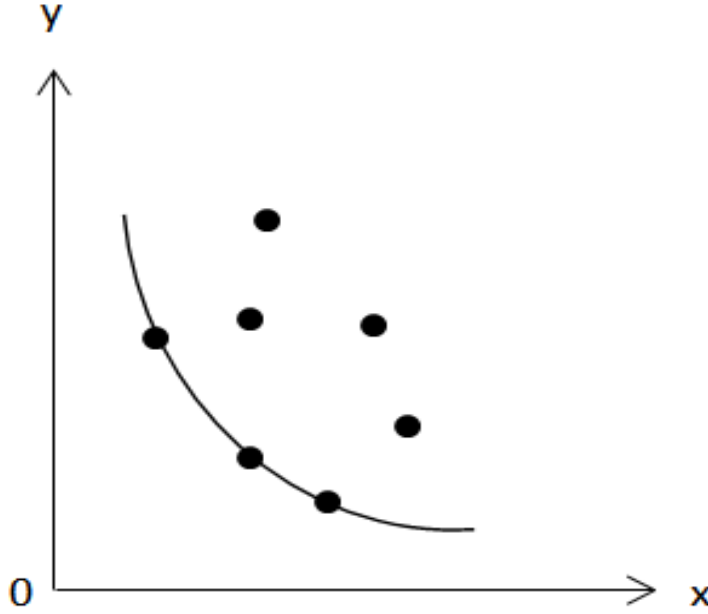
2.1.1. Teknik Etkinlik

Firmanın teknik etkinliği toplam etkinliğin fiyat etkinliğine bölünmesiyle bulunur. İlk olarak optimal bir girdi seti seçilerek firmanın başarısı ölçülür, daha sonra verilen belirli bir girdi setinden üretilen maksimum çıktının başarısı ölçülür. Bu farklılık son derece dual bir farktır, ancak aynı zamanda neredeyse tüm sorunların fiyat etkinliğiyle ilgili olduğu, teknik etkinliğin tamamlanmamış bir ölçü olarak bırakıldığı söylenebilir. Örneğin, bir şirket optimal çıktısının altında ya da üstünde bile çalışıyor olsa, bu onun yalnızca fiyat etkinliğini etkiler. Teknik etkinliği yorumlamak için çok sayıda özellik hesaba katılmalıdır. İlk etapta etkin üretim fonksiyonuna seçilen tanım şirketin teknik etkinliğinin tahmin edilen fonksiyondaki şirket setiyle ilişkili olduğu anlamına gelmektedir. Eğer analize başka şirketler de ilave edilirse, teknik etkinliği düşürebilirler ancak artırmazlar. Bu elbette, son derece doğaldır. Şirket İngiliz standartlarına göre yüksek etkinlikte olabilir ancak dünya standartlarında düşük etkinlikte olabilmektedir (Farrell, 1957).

2.1.2. Fiyat Etkinliği

Şirketin fiyat etkinliği de girdilerin ölçümüne bağlıdır. Aynı zamanda analizdeki şirket setine de bağlıdır ve teknik etkinlikten ziyade yeni şirketlerin girişine karşı daha hassastır. Fiyat etkinliği yorumlamada hem değişken hem de tartışmalı (*kesin olmayan*) bir ölçüdür. Doğruluğu teknik etkinliği tüm bu hatalardan arındırmada yatmaktadır Planlamacının gözünden bakıldığında, bir şirketin ya da fabrikanın teknik etkinliği basitçe yönetimi artırarak elde edilen tartışmasız kazancın göstergesidir. Bu durumda fiyat etkinliği de gelecekteki fiyat yapısı hakkındaki kesin

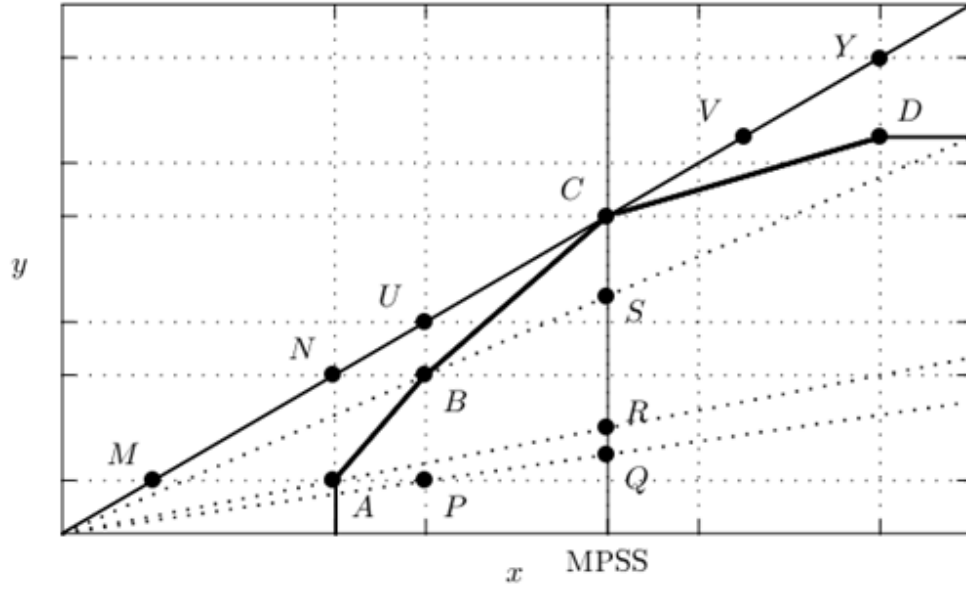
tahminlere dayanan ve girdi oranlarını çeşitlendirerek elde edilebilecek kazancı gösterir (Farrell, 1957).



Kaynak: Farrell (1957).

Şekil 21. Parçalı Doğrusal Eş Ürün Grafiği

Şekil 21’de eldeki girdi bileşiminin en uygun biçimde kullanılarak mümkün olan maksimum çıktının üretilmesindeki başarı teknik etkinlik, ve uygun ölçekte üretim yapmadaki başarı da ölçek etkinliği olarak tanımlanmıştır. Teknik etkinlik ve ölçek etkinliği ile ilgili ölçüm yaklaşımı, tek-girdi tek çıktı durumu için Şekil 21’de grafik yardımıyla açıklanmıştır. Notasyon olarak, indis x ilgili karar biriminin girdi miktarını gösterirken, indis y karar biriminin çıktı miktarını göstermektedir.



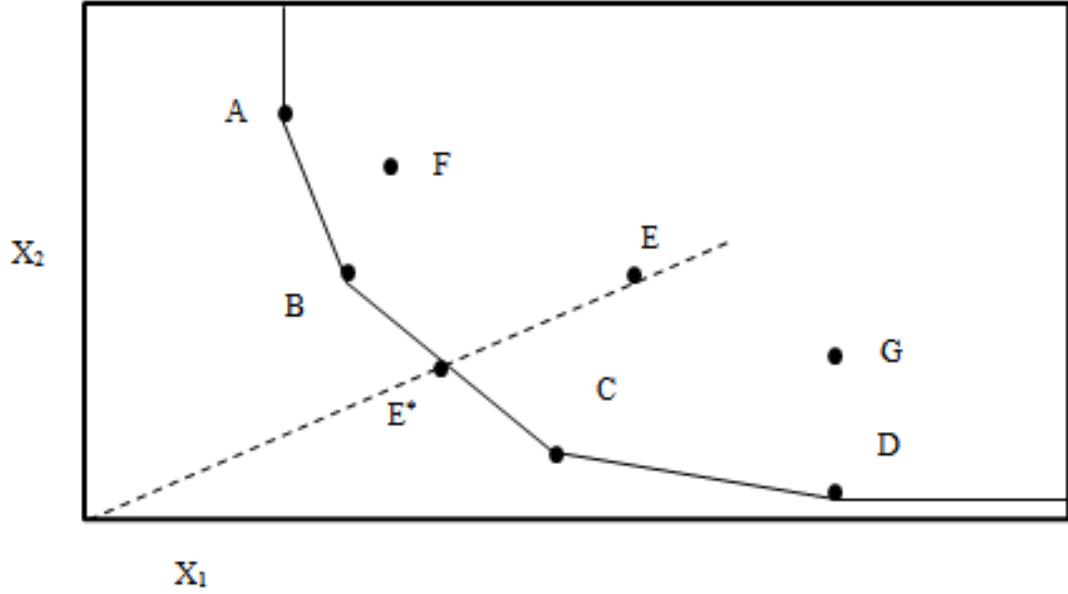
Şekil 22. Farrell'in Etkinlik Ölçümü

Şekil 22’de gösterilen teknoloji “f” ’nin üretim sınırı üzerinde olan A, B, C ve D noktaları teknik etkindir. P, Q, R ve S noktaları üretim sınırı üzerinde yer almadıkları için teknik etkin değildir. M, N, U, V ve Y noktaları ise teknoloji “f” için mümkün olmayan üretim karışımlarını göstermektedir ve C karar biriminin sahip olduğu ölçek büyüklüğü en verimli ölçek büyüklüğünü (MPSS) göstermektedir (Tarım, 2001).

P noktasının verimliliği, tanım gereği, P_y/P_x olarak ifade edilir. Teknoloji “f” nin teknik etkin olarak kullanılması durumunda P_x girdisi ile üretilmesi mümkün olan çıktı miktarı B_y kadardır. Bu bağlamda, gerçekleşen ve olması gereken maksimum çıktıdan hareketle, P noktasının çıktıya yönlü teknik etkinliği (*output oriented technical efficiency*) bulunabilir. Teknik etkinlik skorunun hesaplanmasında Farrell'in yaklaşımı çerçevesinde, aynı miktarda girdi kullanan ve teknik etkinliği

görelî olarak tam olan B karar biriminin verimliliğiyle, P karar biriminin verimliliğinin oranlanması sonucu, P'nin teknik etkinlik skoru bulunur:

$$(P_y/P_x) / (B_y/B_x) = P_y/B_y$$



Kaynak: Coelli vd. (2005)

Şekil 23. Etkinlik Sınırının Grafiksel Gösterimi

Eş-ürün grafiği üzerinde yer alan gözlemler diğerlerinden daha iyi performans göstermektedirler. Etkinlik ile ilgili yazında, eş ürün eğrileri yerine etkin sınır (*efficiency frontier*) terimi, aynı anlamda kullanılmaktadır. Bu bağlamda, metnin kalanında daha çok üretim ekonomisi alanında kullanılan eş-ürün eğrisi yerine etkinlik analizi yazınında olduğu gibi etkin sınır terimi kullanılmıştır (Tarım, 2001).

Şekil 23' te görüldüğü gibi KVB, E*'da eş ürün eğrisi üzerinde bulunan “E” miktarı düzeyinde girdi kullanılması halinde, söz konusu birimin teknik etkinliğe sahip olduğu ifade edilebilir. Buradan hareketle, bu modelimizin teknik etkinliği

(OE/OE^*) orjininden “E” noktasına kadar uzaklığın, orjininden “P” noktasına kadar olan uzaklığa bölünmesiyle bulunur.

Teknik etkinlik kavramında olduğu gibi tahsis etkinliği de girdi ve çıktı odaklı olarak tanımlanabilmektedir. Bir KVB için girdi ve çıktı odaklı tahsis etkinliği aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

- Girdi odaklı fiyat etkinliği, işletmenin girdi fiyatlarını dikkate alarak en uygun girdi yapısını belirlemedeki başarısıdır.
- Çıktı odaklı tahsis etkinliği (*fiyat etkinliği*) ise, işletmenin çıktı fiyatlarını dikkate alarak, ilgili KVB’nin elde edeceği gelirinin maksimize edilmesini sağlayacak çıktı yapısına ulaşma başarısı olarak görülebilir (Gökgöz, 2009).

2.3.3. Toplam Etkinlik ve Ölçek Etkinliği

Ölçek etkinliğini ölçmek isteyen ilk çalışmalardan bazıları Forsund ve Hjalmarsson (1979, 1987), Banker ve Thrall (1992) ve Fare, Grosskopf ve Lovell’e (1994) aittir. Fare, Grosskopf ve Ross (1998) ölçek etkinliğini tanımlar ve bu tanımları verimliliğin zaman içinde incelenmesinde kullanır (Coelli vd., 2005).

Gerek teknik etkinlik ve gerekse fiyat etkinliği KVB’lerin etkinlik bağlamındaki karşılaştırmalarında büyük öneme sahip olmakla birlikte, literatürde teknik ve fiyat etkinliklerin bir birleşimi olarak toplam etkinlik kavramı ortaya çıkmıştır (Gökgöz, 2009).

Bir şirketin hem teknik etkinliğe hem tahsis etkinliğine sahip olması mümkündür ama bu durumda firmanın faaliyetlerinin ölçeği optimum olmayabilir. Firmanın değişken ölçeğe göre getiri (VRS) teknolojisini kullandığını düşünelim, söz konusu firma faaliyet ölçeği olarak çok küçük olabilir. Bu durum üretim fonksiyonunun artan ölçeğe göre getiri (IRS) kısmında faaliyet göstermek anlamına gelir. Benzer biçimde firma çok büyük olabilir ve üretim fonksiyonunun azalan ölçeğe göre getiri (DRS) kısmında faaliyet gösterebilir. Her iki durumda da şirketin verimliliği firmaların faaliyet ölçeklerini değiştirmekle artabilir. Bunun anlamı aynı girdi kombinasyonunu koruyup, faaliyetlerin büyüklüğünün değişmesidir. Eğer kullanılan teknoloji sabit ölçeğe göre getiri (CRS) teknolojisiyse şirket otomatik olarak ölçek etkinliğine sahiptir (Coelli vd., 2005).

Charnes vd. (1978) model olarak ortaya attığı, CCR modeli olarakta bilinir.

$$Min_{\theta, \lambda} \theta \quad (2.1)$$

Öyleki;

$$-y_i + Y\lambda \geq 0, \quad (2.2)$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0, \quad (2.3)$$

$$\lambda \geq 0. \quad (2.4)$$

Bu modelde her bir KVB için toplam teknik etkinliği bulunur. Banker ise 1984 yılında CCR modelini geliştirerek, KVB'lerini sabit ölçekli ölçmek yerine, CCR ile hesaplanan teknik etkinlik değerleri ölçek farklılıklarından arındırılmıştır. BCC modelinin KVB'lere uygulanması sonucunda elde edilen etkinliğe "Saf Etkinlik" denilmektedir.

$$Min_{\theta, \lambda} \theta \quad (2.5)$$

Öyleki;

$$-y_i + Y\lambda \geq 0, \quad (2.6)$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0, \quad (2.7)$$

$$e\lambda = 1 \quad (2.8)$$

$$\lambda \geq 0. \quad (2.9)$$

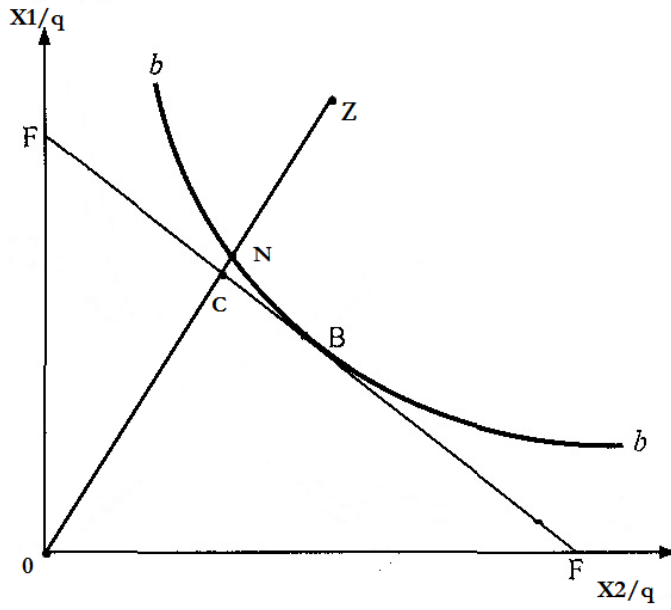
Hu ve Wang (2005), Enflo ve Henriques (2007), Lee vd. (2011), Honma ve Hu (2011), ve Farrell (1957)'ye göre toplam etkinlik Şekil 24'teki gibi yorumlarsak;

$$Toplam Etkinlik = Teknik Etkinlik \times Tahsis Etkinliği \quad (2.10)$$

$$Toplam Etkinlik = (ON/OZ) \times (OC/ON) \quad (2.11)$$

$$Toplam Etkinlik = OC/OZ \quad (2.12)$$

ifade edilmektedir.



Kaynak: Farrell (1957).

Şekil 24. Teknik Etkinliğin, Tahsis Etkinliğin ve Ölçek Etkinliğinin Grafikselsel Olarak Gösterimi

Farrell (1957), Norman ve Stoker (1991), Coelli (1996), Forsund ve Sarafoglou (2002), Coelli vd. (2005) tarafından teknik etkinlik ve fiyat etkinliği eş ürün ve eş maliyet eğrileri üzerinde Şekil 24'te sunulduğu gibi tanımlamaktadır (Gökgöz, 2009).

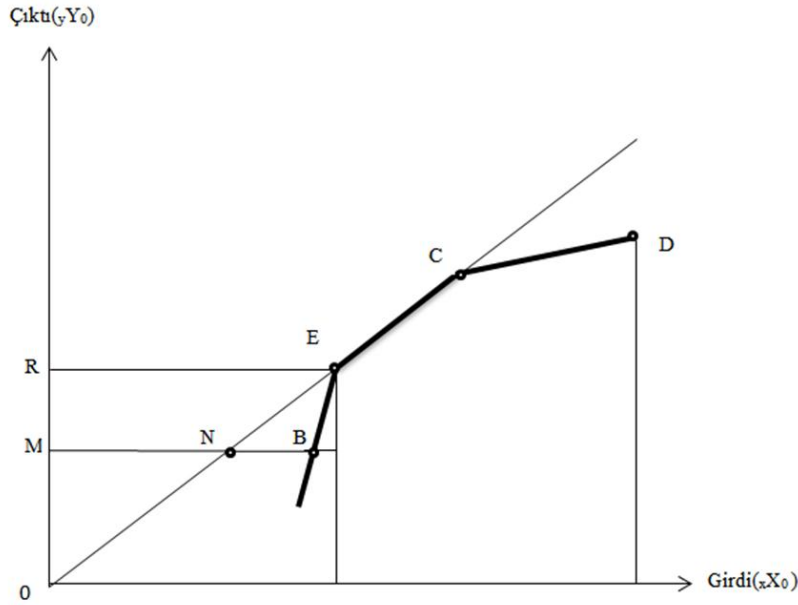
Literatürümüzü takip ettiğimizde, CCR modelini sabit getirili ölçek ile açıklamıştık. Bu model teknik olarak doğru ama biraz yanıltıcı olabilir, çünkü BCC modelimizde ölçeğe göre artan yada ölçeğe göre azalan getiriyi hesaplamak mümkün gözükmemektedir (Cooper vd., 2006).

Charnes, vd. (1978) tarafından, VZA'nın parçası olarak tanıtılan CCR oranı-oran formunun optimal değeri yoluyla hem teknik etkinliğine sahip olduğunu hem de ölçü etkinsizliğini kapsamaktadır (Banker vd., 1984).

Banker vd. (1984) ise toplam etkinliğin, teknik etkinlik ile ölçek etkinliğini bir bileşimi olduğunu desteklemektedir. Bunun dışında da ek olarak KVB toplam etkinliğe sahip olabilmesinin aynı KVB’ nin hem teknik etkinliğe, hem de ölçek etkinliğine sahip bulunmasıyla mümkün olabileceğini ifade etmektedir (Gökgöz, 2009). Aynı araştırmacılar tarafından ortaya konulan toplam etkinlik Eşitlik (2.13)’de sunulmaktadır.

$$\text{Toplam Etkinlik} = OC/OZ \quad (2.13)$$

Banker’ın savunduğu ve CCR modelini geliştirmesindeki temel amaç, ölçeklerdeki bir değişikliğin etkinliği etkilediğidir. Banker vd. (1984) tarafından en iyi performans standardının E ile gösterilen etkinlik sınırını ifade ettiği, üretim faktörlerindeki bir değişikliğin, çıktı miktarının etkileyebileceğini görüp, bunu da üç farklı durumun çıktığını söylemektedir.



Kaynak: Banker vd. (1984).

Şekil 25. Üretim Olasılık Seti Kesiti

Ölçeğe Göre Artan Getiri (*Increasing Returns to Scale-IRS*): Girdi faktörlerinde meydana gelen bir artışın, çıktı faktörlerindeki artıştan daha az olması haline denir. EB doğrusu bölge ölçeğe göre artan getiridir.

Ölçeğe Göre Sabit Getiri (*Constant Returns to Scale-CRS*): Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) üzerine kurdukları modeldir. Girdi faktörlerinde meydana gelen bir artışın, çıktı faktörlerindeki artışa eşit olması haline denir. EC doğrusu ölçeğe göre sabit getiriye göstermektedir.

Ölçeğe Göre Azalan Getiri (*Decreasing Returns to Scale-DRS*): Girdi faktörlerinde meydana gelen bir artışın, çıktı faktörlerindeki artıştan daha fazla olması haline denir. CD doğrusu ölçeğe göre azalan getiriye göstermektedir.

Diğer taraftan, Banker vd. (1984) geliştirdiği model çerçevesinde, ölçeğe göre azalan getiri ve ölçeğe göre artan getiri, ölçeğe göre değişken getiri (Variable Returns to scale-VRS) diye de adlandırılmaktadır.

Banker vd. (1984) ve Charnes vd. (1978) modellerini bir arada göstermek istersek, başka deyişle Charnes'in sahip olduğu CCR modelini, Banker'ın VRS modeline böldüğümüzde, ölçek etkinliğini bulmaktayız.

Ölçek etkinliği = Ölçeğe göre sabit getiri/Ölçeğe göre değişken getiri

Ölçek Etkinliği = Teknik Etkinlik/ Saf Teknik etkinlik

$$OE = TE/STE \quad (2.14)$$

olarak adlandırılır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

3.1. VZA'nın Tarihçesi ve Kullanım Alanları

Performans ölçümünü sağlayan parametrik ve parametrik olmayan birçok yöntem mevcuttur. VZA parametrik olmayan yöntemler arasında yerini almaktadır. Son yıllarda gerek kamu sektöründe gerekse özel sektörde etkinlik derecelerini ölçmede kullanılan yaygın bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemin yaygın hale gelmesinde en önemli etken ise, kullanılan girdi ve çıktıların aynı ölçü tabanında yazılmasına gerek kalmaksızın, farklı birimlerle yapılabilmesi parametrik yöntemlerden daha avantajlı hale getirmektedir.

VZA, KVB'lerin göreceli etkinliğini ölçmede kullanılan bir doğrusal programlama prensiplerine dayalı bir tekniktir. KVB girdiyi çıktıya dönüştüren, homojen yapıdaki işletme, ekonomik kuruluşlar, üniversiteler, bankalar kısaca performanslarını karşılaştırmak istenilen birimlerdir.

Parametrik yöntemlerde üretim teknolojisine ilişkin parametre sayısı sonlu olmakla beraber, bu yöntemlerdeki temel varsayımlar, ilgili fonksiyonun fonksiyonel yapısı belirlenmiş olan bir sınıfa dahil olması ile etkin sınırın doğrusal ve kırksız yapıda olmasıdır. Etkinlik ölçümündeki parametrik yöntemlerde, üretim sınırına ilişkin fonksiyonun sahip olduğu parametrelerin belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu durum parametrik olmayan yöntemlerde söz konusu değildir (Tarım, 2001).

İşletmeler için etkinlik analizi Farrell'in (1957) yılında yaptığı çalışmalar ile hız kazanmıştır. Farrell işletmeler için etkinliği, teknik etkinlik ve tahsis etkinliği olmak üzere iki kısma ayırmıştır. Etkinlik ile ilgili çalışmalar tekli-çoklu girdi ve tekli-çoklu çıktı şeklindedir.

Charnes vd. (1978) tarafından, 1978'de Cornegie Mellon Üniversitesi'ndeki çalışmalarında 70 okulun göreceli etkinliğini, Farrell'in tekli girdi-çıkıtı yapısının dışında çoklu girdi çıkıtı yapısı şeklinde yorumlamaları Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) modelini doğurmuştur.

Banker vd. (1984), Charnes vd.'nın 1978 yılında ölçeğe göre sabit getiri varsayımı yerine ölçeğe göre değişen getiriyi dikkate alarak isimlerinin baş harflerinden oluşan, Banker, Charnes ve Cooper (BCC) modelini oluşturmuşlardır.

VZA'nın ayırtedebilme gücünü geliştirmek için literatürde VZA'nın çeşitlendirilmiş halleri de bulunmaktadır. Literatürde, Süper Etkinlik (Andersen ve Petersen, 1993) , Çok Kriterli VZA, Çapraz etkinlik (Sexton, 1996) gibi teknikler kullanılmaktadır. Bazı durumlarda Süper Etkinlikte uygunabilirlik ve Çok Kriterli Etkinlik Analizinde ise karmaşıklıklarla karşılaşmaktadır.

Avkıran (1999), VZA'nın tüm KVB'lerin bireysel olarak etkinlik skorlarının hesaplandığı bir analiz yöntemi olduğunu, etkinlik skorlarının sıfır ile bir arasında değer aldığını, herhangi bir KVB'nin etkinlik derecesinin birin altında olmasının, o KVB'nin etkin olmadığını ifade etmektedir.

Karacabey (2001), VZA'ya benzer KVB'nin etkinlik seviyelerinin analizinde kullanılan doğrusal programlama tabanlı bir yöntem olarak tanımlamaktadır.

Ulucan ve Karacabey (2002), herhangi bir KVB'nin etkinliğinin değerlendirilmesinde, bir birimin tüm girdi ve çıktıları yerine yararlı çıktıların, yine yararlı girdilerine oranlanması söz konusu olduğuna değinerek, VZA'nın bu anlamda uygulamacılara büyük kolaylık sağlayabildiği ifade edilmekte ve ölçü büyüklüğü ile ölçü biriminden bağımsız olarak girdi ve çıktı değişkenlerinin analize kolaylıkla dahil edilebildiğini belirtmektedir.

Girdi ve çıktıların ağırlıklarına yüksek veya sıfır değerleri atanması sonucu, hesaplanan karar verme biriminin etkin olarak değerlendirildiği durumlarda, gerçekçi olmayan ağırlık dağılımı problemi meydana gelmektedir. Gerçekçi olmayan ağırlık dağılımı problemi üzerine, koni oranı, güvenli bölge ve profil metodu gibi ağırlık kısıtlayıcı teknikler VZA literatüründe önerilmiştir (Charnes vd., 1990; Bernroider ve Stix, 2007).

VZA yönteminin geliştirilmesine yönelik olarak literatürde yapılan birçok akademik çalışmalar bulunmaktadır. Söz konusu olan akademik çalışmaların kapsadığı konular aşağıda ifade edilmektedir.

- Yönteme ilişkin teorik bir çerçeve çizilmesine ilişkin çalışmalar,
- Yöntemle ilişkili etkinlik kavramlarının belirlenmesine ilişkin çalışmalar,
- VZA yönteminin diğer parametrik yöntemler ile karşılaştırılması,
- Stokastik yaklaşımların VZA üzerinde yapılmasına ilişkin çalışmalar,
- Girdi ve çıktıların seçiminin önemini arz eden çalışmalar,
- VZA yöntemlerinin çarpımsal ve toplamsal modellerinin ortaya konduğu araştırmalar,
- VZA ile analiz edilemeyen KVB'lerin analizi,

- Girdi ve çıktı ağırlıklarına ilişkin sınıflandırma çalışmaları,
- VZA yönteminin diğer yöntemler ile birleştirilmesini içeren çalışmalardır.

VZA yöntemini birçok alanda kullanılabilmektedir. Literatüre baktığımızda VZA'nın neredeyse her sektörde uygulanabilirliğini görülmektedir. Söz konusu olan akademik çalışmalar aşağıda maddeler halinde ifade edilmiştir.

- Ng ve Li (2000), Abbott ve Doucouliagos (2003), Kuaha ve Wonga (2011), Montoneri, vd. (2012), üniversitelerde,
- Bessent, vd. (1984), Ray (1991), Waxman vd. (1997), Grosskopf ve Moutray (2001), eğitim sektöründe,
- Uri (2001), Majumdar (1998), Yang ve Chang (2009), Giokas ve Pentzaropoulaos (2008), Lam ve Shui (2010), telekomünikasyon sektöründe,
- Golany vd.(1994), Barros (2008), Zhou ve Ang (2008) Ulucan ve Atıcı (2010), Çınar (2010), Sueyoshi ve Goto (2011 ve 2012), enerji sektöründe,
- Burger ve Humprey (1997), Resti (1999), Ulucan ve Karacabey (2002), Gökgöz (2009), Karacabey ve Gökgöz (2010), finans ve reel sektörde, etkinlik seviyelerinin belirlenmesinde başarıyla kullanıldığı görülmektedir.

3.2. VZA Yönteminin Avantajları, Dezavantajları ve Amaçları

Her yöntem gibi VZA’da doğru kullanıldığında birçok avantaja sahip olmasına karşılık, bunun yanısıra dezavantajlı yönleride vardır. VZA’ nın avantajlı ve dezavantajlı özellikleri şunlardır:

VZA’nın avantajları;

- VZA’nın, birden fazla girdi ve çıktı ile analiz yapma imkanı sağlaması,
- VZA’nın, doğrusal form dışında, girdi ve çıktıları ilişkilendiren bir fonksiyonel forma ihtiyaç duymaması,
- VZA ile sadece tam etkin olan KVB ile kıyaslanabilir olması,
- VZA’da girdi ve çıktıların birimlerinin farklı olması, analiz yapmak için sıkıntı oluşturmaması,
- Etkin olmayan KVB’lerinin etkin hale gelebilmek için kaynaklarını nasıl kullanması gerektiğini göstermesi,
- VZA, parametrik olmayan bir yöntem olduğundan varsayımlara ihtiyaç duymamasıdır.

VZA’nın dezavantajları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- VZA’nın, ölçüm hatasına karşı çok duyarlı olması,
- VZA, KVB’lerin performansını ölçmek açısından yeterli olmasına rağmen bu değerlendirmenin mutlak etkinlik bazındaki yorumu ile ilgili ipucu vermemesi,
- VZA, parametrik olmayan bir teknik olduğu için, sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanma zorluğu,

- VZA, sonucunda her KVB için tek bir etkinlik tahminleyicisi elde edilmesi,
- Her karar noktası için ayrı bir doğrusal programlama modelinin çözümü gerektiğinden, büyük boyutlu problemlerin VZA ile çözümü, hesaplama açısından zaman alıcı olabilmesi,
- VZA hatalara karşı karar vericiyi uyarmamasıdır.

VZA yönteminin uygulanmasında söz konusu olan amaçları Erkut ve Polat (1993) tarafından aşağıdaki gibi ifade edilmiştir. Bunlar sırasıyla;

- KVB'lerin etkinlik seviyelerine göre sınıflandırılması ve sıralanması,
- KVB'lerin girdi-çıkıtlı unsurlarından herhangi birisine göre etkinsiz olduğu kaynakların ve miktarlarının tespit edilmesi,
- KVB'lerin etkinlik bağlamında yöntemlerinin analizi,
- KVB'lerin program ve politikalarının verimlilik açısından analizi ile program ve yönetsel bağlamdaki etkinsizliğin ortaya konulması,
- KVB'ler arasında etkin girdi-çıkıtlı ilişkilerinin ortaya konulmasıdır.

3.3. VZA Yöntemin Uygulanmasında İzlenen Süreç

VZA'nın uygulanabilmesi için homojen KVB'lere ve bu KVB'lerin birbirleri ile karşılaştırılabilir durumda olması gerekmektedir. Bununla birlikte KVB'lerin etkinlik analizinde diğer dikkat edilecek husus ise girdi ve çıktı seçiminin doğru şekilde yapılmasıdır. Golany ve Roll (1989) VZA uygulama sürecindeki gerekli adımları şu şekilde sıralamışlardır;

- KVB’lerin belirlenmesi,
- KVB’lerin etkinlik seviyelerinin belirlenmesi için girdi ve çıktıların belirlenmesi,
- Son olarak ise etkinlik sonuçlarının değerlendirilmesi,

olarak ifade etmiştir.

Bu adımların arasında ise dikkat edilmesi gereken bazı durumlar vardır. Seçilen KVB’lerin etkinlik analizinde uygulanacak olan model seçimi ve verilerin güvenilirliği ise büyük önem taşımaktadır.

3.3.1. Karar Verme Birimlerinin Seçimi

VZA’nın bu aşaması sonuçların geçerliliği için önem arz etmektedir. Eğer yanlış karar birimlerini analize alındığı takdirde tüm analiz sonucu bundan etkilenecektir. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır. Bu hususlar;

- Karar noktaları, aynı girdi ve çıktı kombinasyonlarında değerlendirilebilir olmalı,
- Tüm karar noktaları için benzer bir kaynaklar seti olmalı,
- Tüm karar noktaları benzer şartlarında altında olmalıdır.

Charnes vd. (1989), benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar üreten kurum, şirket, firma gibi etkinliği incelenen organizasyonlara “Karar Verme Birimi (Decision Making Unit-DMU)” adını vermişlerdir.

Karar Verme Birimi (KVB): Birtakım girdileri birtakım çıktıları dönüştürmekten sorumlu işletme veya ekonomik kuruluşlar olarak tanımlanır.

Cooper vd. (2006) KVB seçimini, VZA'nın ilk aşaması olduğunu varsayıp, VZA yönteminin uygulandığı değerlendirme birimleri olarak tanımlamakta ve KVB'lerin birbirine benzer özelliklerine sahip homojen gözlem kümesi ve aynı girdiler kullanılarak aynı türde çıktıya sahip olduklarını değinmektedir.

VZA uygulanmasına başlamadan öncelikle seçilen KVB'lerin sayısı büyük önem arz etmektedir. Dyson vd. (2001) yılındaki çalışması, KVB'lerin sayısı, en az girdi ve çıktı sayısının toplamının iki katı olarak ifade edilmiştir. Cooper vd. (2001), KVB'lerin sayısının, girdi ve çıktı sayısının çarpımından oluşan değer veya girdi ve çıktı sayılarının toplamının üç katı olması gerektiğini ifade etmektedir.

KVB'nin değerlerinin belirlenmesi için, tüm KVB'lerle ilişkili çapraz değerlendirme skorları hesaplanır ve böylece en iyi karar verme birimi tanımlanmaktadır (Anderson vd., 2002).

Genel olarak bakıldığında literatürde KVB'lerin sayısının en az girdi ve çıktıların toplamı kadar olması gerektiğini savunulmakta olup Cooper vd. (2001) KVB sayısı tercih edilmektedir.

Charnes vd. (1995), VZA'yı en iyi sınır değerlerinin belirlendiği, KVB'lerin en iyi şekilde kümelenmesine yardımcı olduğu ve varolan verilerin bu doğrultuda kümelenmesine yardımcı olarak, verileri analiz ederek işlevsel ve teorik fikirler üretmek için kullanılan bir yöntem olarak tanımlamıştır.

Gökgöz (2009), KVB'lerin sayıca fazla olması halinde, yine KVB'lerin özellik bağlamında farklılıklar sunmaları söz konusu olabilmekte ve bu duruma bağlı olarak KVB'lerin karşılaştırılabilirlikleri zayıflayabilmektedir. Bu bağlamda, KVB'lerin homojenliğini bozulmasını engelleyecek şekilde sayılarının tespit edilmesinin çok yararlı olacağı ve etkinlik analizinin başarısını doğrudan etkileyebilme potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. Diğer yandan, VZA yönteminin farklı dönemlerde uygulanması planladığı taktirde, bazı KVB'lerin izlenen zaman içerisinde yönetsel fonksiyonlar ile stratejiler veya üretim süreci bağlamında örgütsel değişime uğraması halinde homojenliği bozan KVB'lerin gözlem kümesinden çıkarılmasının gerekli olduğunu söylemektedir.

VZA tarafından oluşturulan etkinlik modelinin geçerli ve kullanılan verinin sağlıklı olması halinde etkin olmayan olarak değerlendirilen KVB'lerin gerçekten göreceli olarak etkin olmadıkları söylenebilmektedir. Ancak VZA'nın tüm etkin olmayan karar birimlerini belirleyebileceğini söylemek yanıltıcı olmaktadır. Analiz, sadece incelemeye alınan karar birimlerinin oluşturduğu gözlem seti için gerçekleştirildiğinden dolayı mühendislik ve temel bilimlerde hesaplanabildiği şekliyle mutlak etkinlik değil göreceli etkinlik değerlendirmesi yapmaktadır (Tarım, 2001).

3.3.2. Girdi ve Çıktı Unsurlarının Belirlenmesi

VZA veri tabanlı bir etkinlik analizi olduğundan yapılacak ölçümün sağlıklı olabilmesi için girdi ve çıktıların anlamlı olması gerekmektedir. Bu noktada amaç, karar değişkenini en iyi şekilde ifade eden girdi ve çıktı seçimi yapılmasıdır. Etkinlik

ölçümünde kullanılacak girdi ve çıktıların korelasyon katsayısının yüksek derecede olmasını beklenmektedir ve yüksek katsayılı korelasyona sahip olmayan girdi ve çıktı çalışmadan elenmelidir.

Girdiler: KVB tarafından çıktı üretmek için gereken bir kaynağa girdi denir.

Çıktılar: KVB tarafından girdiler kullanılarak üretilen ürün ya da hizmetlerdir.

Girdi ve çıktı sayısının azaltılması VZA'nın ayrıştırma yeteneğini artırmaktadır. Aynı zamanda girdi ve çıktının fazla olması KVB'lerin de artması anlamına gelmektedir. VZA'da girdi sayısı ile çıktı sayısının çarpımı kadar boyut oluşur ve en az boyut sayısı kadar da etkin karar birimi olmaktadır. Sun (2002)'e göre, VZA'da girdi ve çıktı sayılarının azaltılmasının gerekli olduğu durumlarda, girdi ve çıktılar arasında birbiriyle en az korelasyona sahip olan girdi-çıktının seçilmesi gerektiğini savunmaktadır. Araştırmacı aynı zamanda yüksek korelasyona sahip olan değişkenlerinde analizden çıkarılmasının bir sorun olmayacağını vurgulamaktadır.

Seçilecek olan girdi çıktı kümesi aşağıdaki özellikleri içermelidir;

- Tüm karar noktaları için ortak faktörler olmalı,
- İncelenmek istenen tüm faaliyet seviyeleri ve performans ölçütlerini kapsamalı,
- Ölçülebilir, fiziksel ve ekonomik kaynakların tümünü içermelidir.

3.3.3. Etkinlik Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kullanım alanlarına ve varsayımlara göre pek çok VZA modeli kurulabilmektedir. Hangi modelin seçileceği ya da nasıl bir model kurulacağı girdi ve çıktıların özelliklerine göre değişmektedir. Bu durumlarda girdi ya da çıktı odaklı model seçilmelidir. Eğer ne girdi ne de çıktı odaklı bir durum oluşturulamıyorsa toplamsal model kullanılmalıdır. Toplamsal VZA modelinde söz konusu girdi-çıkıtı farklılığının ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. Eğer karar verici, karar noktalarının etkinlik durumuyla ilgileniyor ve etkinlik türünü önemsemiyorsa tüm modeller kullanılabilmektedir. Ancak karar verici etkinlik türünü önemsiyorsa toplamsal modeller kullanılmamalıdır. Bunun nedeni olarak bu tür modeller karma etkinliği verir, etkinliklerin türlerine göre ayrışımını incelememektedir.

VZA modellerinin çözümü için yazılmış çok sayıda paket program vardır. En sık kullanılanlar; Excel eklentisi olan DEA-Solver, EMS (*Efficiency Measurement System*), University of Warwick tarafından hazırlanan Warwick DEA ve DEAP'tır.

VZA'da yukarıda sayılan ve sadece bu amaç için hazırlanmış yazılımlar kullanılabileceği gibi DS for Windows, QS, QSB gibi doğrusal programlama modülü içeren çok amaçlı paket programlarda kullanılabilmektedir.

Etkin sınırın belirlenmesinde parametrik olmayan matematiksel programı olan VZA; CCR ve BBC modelleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Genel etkinlik formülü Çıktı/Girdi olduğu için bir karar biriminin etkinliğini artırmanın iki yolu vardır. Birincisi, belirli bir çıktı düzeyinde en uygun girdi bileşiminin belirlenmesi; ikincisi ise, belirli bir girdi düzeyinde maksimum çıktı elde

edilmesidir. Birinci yaklaşım literatürde Girdi Odaklı (*Input Oriented*), ikinci yaklaşım ise Çıktı Odaklı (*Output Oriented*) olarak adlandırılmaktadır.

Girdiye yönelik VZA modelleri; KVB'lerin performansının artırılmasında çıktılarda azalma olmadan girdilerde yapılacak olan iyileştirmeleri göstermektedir. Çıktıya yönelik VZA modelleri ise KVB'lerdeki performans artımı için olacak iyileştirmelerde çıktılarda azalma olmadan girdilerdeki iyileştirmelerin hangi oranlarda olduğunu göstermektedir.

Gökgöz (2009), CCR modelinin, üretim olanakları seti içerisinde yer alan üretim alternatiflerinin karşılanması mümkün olurken, etkin sınır dışında kalan durumlarda etkinsizlik söz konusu olacağına değinmiştir.

VZA yöntemi etkin olmayan birimlerin etkin olabilmeleri için kendilerine hangi birimi örnek almaları gerektiğini, girdi ve çıktılarda etkin olabilmek için ne gibi değişiklikler yapmaları gerektiğini söylemektedir (Ulucan ve Karacabey, 2002).

VZA'nın sonuçları yönetsel açıdan son derece önemli bilgiler içermektedir. Böylece, etkinliği düşük olan KVB'yi belirlenmekte ve bunların etkinliklerinin ne ölçüde artabileceğine ilişkin yöneticilere yol gösterebilmektedir. Eğer bir karar verme birimi etkin değilse, VZA bu birimin etkinliğini artırabilmek için gerekli olan stratejileri etkin KVB'lere referans göstererek önermektedir. Bu bilgiler ışığında yönetim, etkin olmayan karar verme biriminin hangi girdileri gereğinden ne kadar fazla kullandığı, hangi çıktılar açısından ne ölçüde yetersiz üretim yaptığı ve etkin olması için ne yapması gerektiği konusunda değerlendirme yapabilmektedir (Tarım,2001).

3.4. Genel VZA Modelleri

VZA'nın, Charnes vd. (1978) ile başlayan ve bu yıldan itibaren günümüze parametrik olmayan etkinlik analizi olarak hem kuramsal hem de metodolojik olarak oldukça hızlı bir şekilde ilerlemiş ve gelişmiştir. Yaygın kullanımının devam etmesi bu etkinlik analizinin daha da gelişeceğini gösteren bir unsur olarak yorumlanabilmektedir.

VZA'yı kısaca açıklayacak olursak; Farrell (1957)'in fikrini geliştiren Charnes, Cooper, Rhodes (1978) tek bir çıktının tek bir girdiye oranlanmasıyla bulunan etkinlik değerini, çoklu çıktıların çoklu girdilere oranlanarak genişletmişlerdir. Bununla birlikte, her bir KVB için yapay girdi ve çıktı aracılığıyla KVB'nin etkinlik değerleri hesaplanmaktadır. Yapay girdi ve çıktılar, girdi ve çıktılarının ağırlıklı ortalaması olarak hesaplanmakta ve bu ağırlıkların aldıkları değerler ise etkinlik değerlerini 1'den büyük yapamayacak şekilde seçilmektedir. VZA'nın en önemli özelliği ise, her bir KVB seçiminin homojen olması ve KVB'nin etkinlik değerlerinin diğer KVB'ye göre hesaplanmasıdır. Hesaplanan bu etkinlik değerleri, her bir KVB için optimum değerleri hesaplanır ve en iyi KVB (*ler*)'i etkinlik sınırı olarak kabul edildikten sonra diğer KVB (*ler*), bu etkinlik sınırının altında kalırlarsa, etkinsiz KVB olarak değerlendirilmektedir.

Etkin olmayan KVB, etkinlik sınırı üzerinde kalan KVB (*ler*) ile karşılaştırılır ve her bir girdi ve çıktı için kullanılmayan kaynakları, etkinsizlik miktarları gibi bilgiler elde edilir. Etkin olmayan KVB'nin girdi ve çıktılarının ne kadar bir azaltmaya ya da artırmaya gideceğini ise etkin KVB'lere göre hesaplanmaktadır.

VZA’da tüm modellerin ortak özelliği KVB’lerin etkinlik sınırı oluşturmaları ve bu sınıra göre etkin ve etkin olmayan KVB’leri belirlenmesidir. Modeller arasındaki fark, kullanılan modele göre bu yüzeyin geometrisinde ortaya çıkmaktadır. Etkinlik analizinde temel olarak iki yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler;

- CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Yöntemi
- BCC (Banker-Charnes-Cooper) Yöntemi

olarak adlandırılmaktadır.

VZA modelleri, girdi ve çıktı yönlü olmak üzere iki şekilde kullanılabilmektedir. Girdi yönlü (*input-oriented*) modeller; belirli bir çıktı bileşimini en etkin şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini, yani çıktı bileşimi sabit tutularak girdi miktarındaki değişimi araştırır. Çıktı yönlü (*output oriented*) etkinlik analizi modelleri ise belirli bir girdi bileşimi ile (yani girdi bileşimi sabit iken) en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırır.

3.4.1. Ölçeğe göre Sabit Getiri Varsayımına Dayanan Veri Zarflama Analizi Modeli (CCR Modeli)

CCR modeli, Charnes vd. (1978) tarafından KVB’lerin etkinliklerinin belirlenebilmesi için etkinlik düzeylerinin maksimize edilerek her karar verme birime en uygun (optimal) ağırlıkların belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır.

CCR modelini Coelli vd. (2005) lineer programlama metodlarından parametrik olmayan bir yöntem olan VZA’nın bir parçası olarak tanımlamıştır.

Etkinlik analizleri ise parametrik olmayan olarak ilerlemektedir. Literatürde ise bu yönde çalışmalar ise, Fare, Grosskopf ve Lovell (1985, 1994), Lovell (1993), Ali ve Seiford (1993), Lovell (1994), Charnes vd., (1995), Seiford (1996), Cooper, Seiford ve Tone (2000) ve Thanassoulis (2001) gösterilmektedir.

Coelli vd. (2005)'de kullanılan CCR modeline ilişkin bazı rotasyonları tanımlayacak olursak; her bir KVB (I) için, N girdileri, M çıktıları göstermektedir. İ-inci KVB için; girdi vektörü x_i , çıktı vektörü y_i , NxI input matrisi X, MxI çıktı matrisi ise Q tüm KVB'lerin verilerini temsil etmektedir.

Eşitlik (3.1)'de her bir KVB için, çıktıların girdilere oranını göstermektedir.

$$\max_{u,v} (u' y_i / v' x_i), \quad (3.1)$$

Öyleki;

$$u' y_j / v' x_j \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, I, \quad (3.2)$$

$$u, v \geq 0. \quad (3.3)$$

u, Mx1 çıktı vektörünün ağırlığını, v ise Nx1 girdi vektörünün ağırlığını temsil etmektedir.

Bulunan değerler u ve v için, i-inci KVB'nin maksimizasyonunun etkinlik ölçüsüdür. Eşitlik (3.2) ise tüm etkinlik ölçüleri bir veya birden küçük olmalıdır.

Charnes ve Cooper tarafından önerildiği gibi kesirli programlama seti, amaç fonksiyonunun paydasının 1'e eşit olacağı (*sonsuz çözüm olmasını engellemek için*) ana varsayımı ile doğrusal programlama setine dönüştürülebilir ve çözülebilir.

Kesirli denklem, doğrusal ve konveks olma şartlarını karşılamadığı durumda verimlilik değerini hesaplamada kullanılmaz. Eşitlik (3.3) kısıtını $v'^*x_i = 1$ olarak düzenlersek;

$$(LP_0) \quad \text{Max}_{\mu} (\mu' y_i), \quad (3.4)$$

Kısıtlar:

$$v'^*x_i = 1 \quad (3.5)$$

$$\mu' y_j - v'^*x_j \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, I, \quad (3.6)$$

$$\mu, v^* \geq 0, \quad (3.7)$$

u, μ' 'ye v ise v^* 'ye dönüşümü yapılarak farklı bir lineer programlama problemi kullanılmıştır. Lineer programlamanın dualitesi ise Eşitlik (3.4)'te gösterilmiştir.

$$\min_{\theta, \lambda} \theta, \quad (3.8)$$

Öyleki;

$$-y_i + Q\lambda \geq 0, \quad (3.9)$$

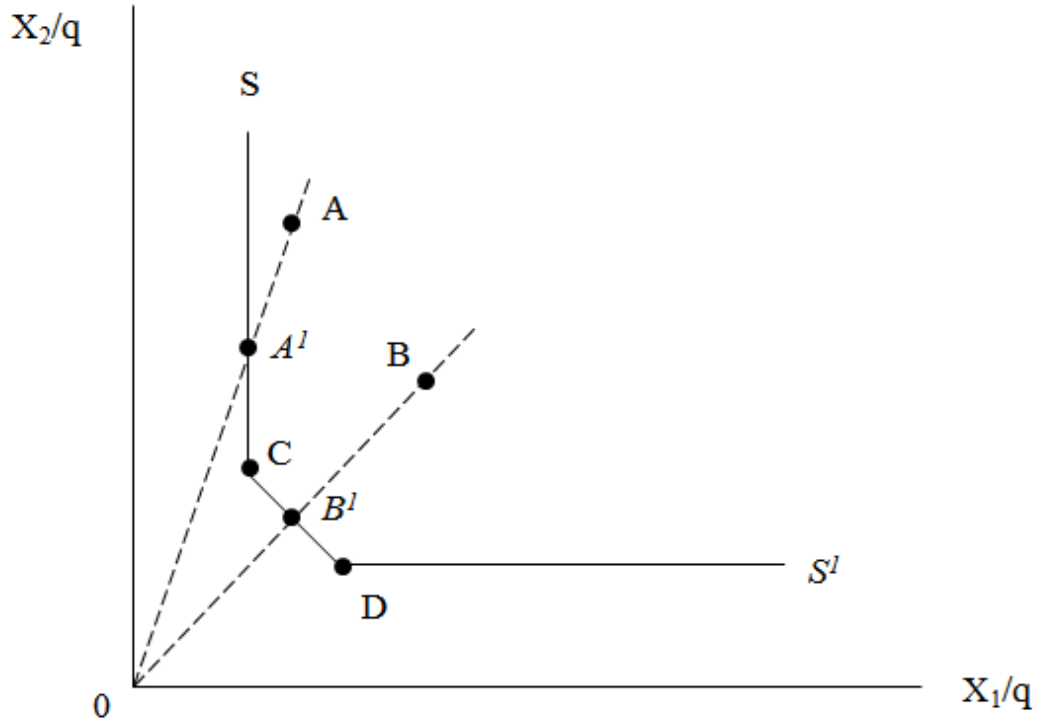
$$\theta x_i - X\lambda \geq 0, \quad (3.10)$$

$$\lambda \geq 0, \quad (3.11)$$

θ skaler ve λ ise $I \times 1$ kısıt vektörünü temsil etmektedir. Bu formülasyon, Eşitlik (3.4) formülasyonundan daha az kısıt içermektedir. θ 'nın değeri ise, i-inci KVB'nin etkinlik skorunu vermektedir. $\theta \leq 1$, ve 1 değerini aldığı anda ise teknik etkinlik olarak adlandırılmaktadır. Her bir KVB için θ değeri elde edilmektedir.

Girdi vektörünün radyal kontraksiyonu x_i , üretilen tahmini nokta, $(X\lambda, Q\lambda)$ 'dir. Bu tahmini nokta, gözlenen veri noktalarının lineer kombinasyonudur. Eşitlik (3.4)'teki kısıtlar, bu tahmini nokta, ulaşılabilir setin uzağına düşmemesini sağlamaktadır.

VZA'daki parametrik olmayan sınırın parçalı doğrusal formu etkinlik ölçümünde bazı sorunlara yol açabilir. Problem parçalı doğrusal sınırın eksenlere paralel olarak uzanan kısımlarından kaynaklanmaktadır; bu durum bir çok parametrik fonksiyonda söz konusu değildir.



Kaynak: Coelli vd. (2005).

Şekil 26. Etkinlik Ölçümü ve Girdi Aylak Değişkenleri

Problemi görselleştirebilmek için Şekil 26'ya bakacak olursak; burada C ve D girdi kombinasyonlarını kullanan şirketler sınırı belirleyen etkin şirketlerdir, A ve B şirketleri ise etkinsiz şirketlerdir. Farrell (1957)'nin teknik etkinlik ölçüsü A ve B

şirketlerinin etkinliğini OA^1/OA ve OB^1/OB olarak verir. Fakat A^1 noktasının etkin olup olmadığı tartışmalıdır; çünkü kullanılan x_2 girdisi azaltılabilir (CA^1 miktarı kadar) ve hala aynı çıktı üretilebilir. Bu literatür de girdi aylak değişkeni olarak ifade edilir. Daha fazla girdinin yer aldığı ve birden fazla çıktının elde edildiği durumlarda şekiller daha karmaşık bir hal alır; çıktı aylak değişkenlerine rastlama olasılığı ortaya çıkar. Bazı yazarlar firmaların VZA analizi aracılığıyla teknik etkinliklerinin doğru biçimde yapılabilmesi için hem Farrell'in teknik etkinlik ölçüsünün hem de herhangi bir sıfırdan farklı girdi ya da çıktı aylak değişkeninin olması durumunun rapor edilmesi gerektiğini savunmaktadırlar.

İ-inci KVB için ölçülen çıktı aylak değişkenleri $-y_i + Q\lambda = 0$ olduğunda sıfıra eşittir; girdi aylak değişkenleri ise $\theta x_i - X\lambda \geq 0$, olduğunda sıfıra eşittir (θ ve λ optimal değerleri için). Eşitlik (3.4) doğrusal programıyla raporlanan ölçülen aylak değişkenler Koopmans (1951) anlayışına göre tanımlanan bütün gerçek aylak değişkenleri belirlemek durumunda değildir. Bu durum bir KVB için iki veya daha fazla optimal λ vektörü olması durumunda ortaya çıkabilir. Dolayısıyla bütün etkinlik aylak değişkenlerinin belirlenebilmesi için fazladan doğrusal programların çözülmesi gerekmektedir.

3.4.2. Ölçeğe göre Değişen Getiri Varsayımına Dayanan Veri Zarflama Analizi Modeli (BCC Modeli)

Banker vd. (1984) tarafından sabit getiri varsayımı altında olan CCR modelindeki varsayımın değişen getiri altında alarak BCC modeli olarak

tanımlamıştır. BCC modelinin, KVB'lere uygulanması sonucunda elde edilen etkinliğe “Saf Teknik Etkinlik” (STE_{BCC}) denilmektedir.

Ölçeğe göre değişen getirili fonksiyon kullanıldığında, çıktının eğilimi sonuca yansır. Modele yeni bir konvekslik kısıtı eklenerek ölçeğe göre değişen getirileri (VRS) dikkate alması, dolayısıyla daha önceki CRS modeline göre hesaplanan teknik etkinlik değerlerinin ölçek farklılıklarından arındırılmasını sağlamaktadır. Etkinsizliğin teknik ve skaler ayrımını yapmaktadır. Saf teknik etkinliğin bulunmasını sağlamaktadır.

CCR lineer programlama problemine VRS için konvekslik kısıtı, $I1'\lambda = 1$ kısıtı Eşitlik (3.8)'e eklendiğinde;

$$\min_{\theta, \lambda} \theta, \quad (3.12)$$

Öyleki;

$$-y_i + Q\lambda \geq 0, \quad (3.13)$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0, \quad (3.14)$$

$$I1'\lambda = 1, \quad (3.15)$$

$$\lambda \geq 0, \quad (3.16)$$

$I1$, birlerin $I \times 1$ vektörüdür. Genelde CCR modeli ile bulunan etkinlik skorları BCC model ile bulunan etkinlik skorlardan daha küçük olur. BCC sınırı her zaman CCR sınırının altında yer alır. Bu yüzden CCR etkinlik skoru, BCC etkinlik skorundan küçük veya ona eşit olacaktır.

3.4.3. Girdi ve Çıktı Yönlü CCR ve BCC Modelleri

Eşitlik (3.4) ve (3.8)'de tartışılan önceki girdi yönelimli modellerde, yöntem teknik etkinsizliği çıktı seviyeleri sabit tutulduğunda girdi kullanımındaki orantısal azalış olarak açıklamıştır. Bu durum Farrell'in girdi temelli teknik etkinsizlik ölçümüyle uyushmaktadır. Teknik etkinsizlik girdi seviyeleri sabit tutulduğunda çıktılardaki orantısal artış olarak da ölçülebilir. CRS altında iki metod da aynı sonuçları üretecektir; ama VRS varsayıldığı zaman sonuçlar aynı olmamaktadır. Doğrusal programlamanın eşanlı denklemler yanlılığı gibi istatistiksel problemler içermediğı düşünöldüğünde uygun yönelimin seçimi ekonometrik tahmin durumundaki kadar hayati olmamaktadır.

Birçok çalışmada analistler girdi yönelimli modelleri seçmişlerdir, çünkü birçok firmanın yerine getirmekle yükümlü olduğı siparişler (*elektrik üretiminde olduğı gibi*) vardır. Dolayısıyla girdi miktarları birincil karar değişkenleridir. Bu argüman bütün endüstriler için aynı kuvvetle geçerli olmayabilir. Bazı endüstrilerde şirketlere sabit bir miktarda kaynak sağlanır ve olabildiğince fazla çıktı üretmeleri istenir. Bu durumda çıktı yönelimi daha uygun olacaktır. Yönelim yöneticilerin hangi miktarlar üzerinde (*girdi veya çıktı*) daha fazla kontrol sahibi olduklarına göre seçilmelidir. Birçok durumda yönelim seçimi elde edilen puanlar üzerinde küçük etkiler göstermiştir (Coelli ve Perelman, 1999).

Çıktı yönelimli VZA modelleri girdi yönelimli VZA modellerine benzer. Bu çıktı yönelimli VRS modeline bakacak olursak;

$$\max_{\phi, \lambda} \phi, \quad (3.17)$$

Öyleki;

$$-\phi y_i + Q\lambda \geq 0, \quad (3.18)$$

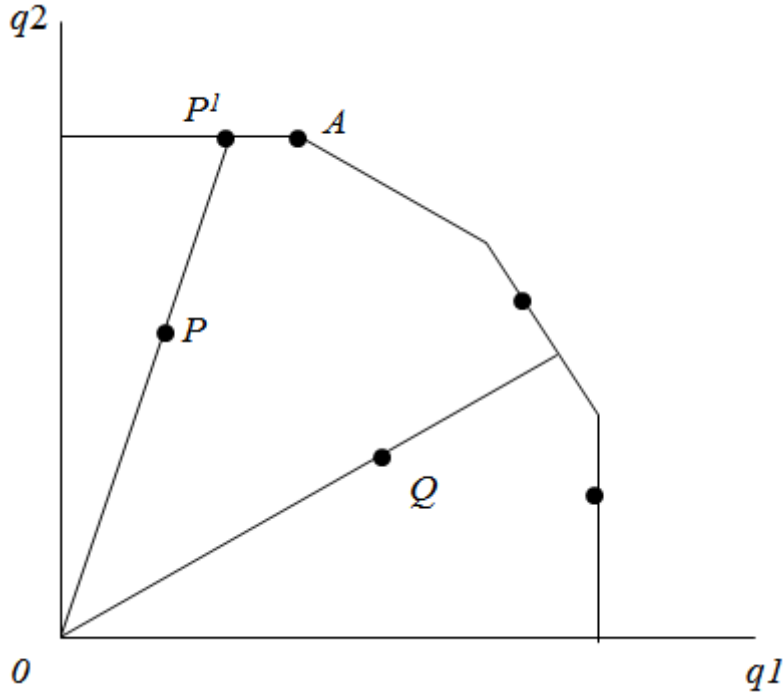
$$x_i - X\lambda \geq 0, \quad (3.19)$$

$$I1'\lambda = 1, \quad (3.20)$$

$$\lambda \geq 0, \quad (3.21)$$

$1 \leq \phi \leq \infty$ koşulunda geçerlidir ve $\phi-1$ i-inci KVB tarafından girdiler sabit tutulduğunda elde edilebilecek çıktılardaki oransal artıştır. $1/\phi$ TE puanını belirler, bu puan sıfırla bir arasında değişir (*bu puan DEAP tarafından raporlanan çıktı yönelimli TE puanıdır*).

İki çıktının söz konusu olduğu çıktı yönelimli VZA örneği, parçalı doğrusal üretim olasılıkları eğrisiyle gösterilebilir. Bu eğrinin altında yer alan gözlemler ve eksenlere dik açı yapan eğri üzerindeki parçalar çıktı aylak değişkeninin oluşmasına sebep olurlar, üretim noktası bir ışın aracılığıyla eğrinin söz konusu kısımlarında tahmin edilip hesaplanabilmektedir.



Kaynak: Coelli vd. (2005)

Şekil 27. Girdi Odaklı VZA'nın Grafiks gösterimi

Şekil 27'de, P noktası P^1 noktası olarak tahmin edilebilir/gösterilebilir. P^1 noktası da sınır üzerindedir fakat etkin sınırda yer almamaktadır. Bunun sebebi q_1 üretiminin daha fazla girdi kullanmadan AP^1 kadar artırılabilir olmasıdır. Dolayısıyla q_1 çıktısı için çıktı aylak değişkeni durumu söz konusudur.

Önemli olan bir nokta girdi yönelimli ve çıktı yönelimli VZA modellerinin tamamen aynı sınırı tahmin ediyor olmasıdır; dolayısıyla iki yöntemde de aynı KVB kümesi etkin olarak tanımlanacaktır. Etkinsiz KVB'lerdeki etkinlik ölçüm yöntemleri iki model için farklılık göstermektedir.

3.4.4. İstenmeyen Çıktı Modeli

Modern toplumlarda çevre koruma bilinci çerçevesinde hava kirliliği ve tehlikeli atıklar gibi sosyal aktiviteler ve ürünlerin istenmeyen çıktıları toplumsal kötülükler olarak tanınlanmaktadır. Böylece, daha az istenmeyen çıktıları üretilmesi için teknolojilerin geliştirilmesi, üretimin her alanında ilgilendiren önemli bir konudur. VZA genellikle daha az girdi kaynaklarına göre daha fazla çıktı üreten bir etkinlik ölçütü olduğunu varsayar. İstenmeyen çıktıların varlığında, yani, teknolojinde etkisiyle daha fazla arzu edilen çıktılar (*istenen çıktılar*) ve daha az arzu edilmeyen çıktılar (*istenmeyen çıktılar*) daha az girdi kaynaklarına göre etkili kabul edilmelidir. VZA Literatüründe, birçok yazar bu amaç için yöntemler önermiştir.

Tone (2001)'de bizim modelimizde oluşan aynı sorunu aylak tabanlı VZA modelini uygulamıştır. Aylak tabanlı VZA, radyal olmayan ve odaksız, ve doğrudan etkinlik ölçüsü üretiminde girdi ve çıktı aylakları kullanılır.

İstenmeyen çıktı modeli iki değişkene sahiptir: Kötü çıktı modeli (*BadOutput Model*) ve Değişkenlerine Ayrılamayan Model (*NonSeparable model*)'dir. Arzu edilmeyen model, arzu edilen (*istenen*) ve arzu edilmeyen (*istenmeyen*) çıktıları birbirinden bağımsız olarak incelerken; değişkenlerine ayrılamayan model ise iyi ve kötü çıktılar arasında bir bağlantı olduğunu varsayar. İkinci durumda istenmeyen çıktılardaki azalma aynı zamanda birbirleri ile yakından bağlı olan istenen çıktılarda da düşüşe yol açacağı durumu ortaya çıkmaktadır (Tone, 2001).

Çıktı matrisi (Y)'yi ayrıştırdığımızda ($Y^g Y^b$), ve Y^g istenen çıktı matrisini temsil ederken, Y^b ise istenmeyen çıktı matrisini temsil eder. KVB (x_0, y_0) için, ayrışma (x_0, y_0^g, y_0^b) ile temsil edilir.

Üretim olanakların setini tarif edecek olursak:

$$P = \{(x, y^b, y^g) | x \geq X\lambda, y^g \leq Y^g\lambda, y^b \geq Y^b\lambda, L \leq e\lambda \leq U, \lambda \geq 0\} \quad (3.22)$$

λ yoğunluk vektörünü temsil ederken, L ve U alt ve üst yoğunluk vektörleri sınırını temsil etmektedir. Kötü çıktılı modelde, bir KVB (x_0, y_0^g, y_0^b) kötü çıktıların sunumunda etkin ise, eğer orada hiçbir vektör (x, y^g, y^b) $\in P$ bu tür $x_0 \geq x, y_0^g \leq y^g, y_0^b \geq y^b$ ile en azından biri kesin eşitsizliktir.

Bu çalışmada kullanılan model, (Tone 2001)' in geliştirdiği aylak tabanlı modele istenmeyen çıktıyı eklemleyerek oluşturulan İstenmeyen Çıktı Modeli'dir. Bu model, radyol olmayan ve odaksız bir modeldir. Bu modele ilişki etkinlik değerine elde ederken girdi ve çıktı aylıklılığını (*yani çıktı eksikliğini ve girdi fazlasını*) kullanmaktadır. İstenmeyen Çıktı Modeli-Aylak Tabanlı model Eşitlik (3.23)'de gösterilmiştir:

$$p^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_{io}^-}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{s} \left(\sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{ro}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{y_{ro}^b} \right)} \quad (3.23)$$

Kısıtlar

$$x_0 = X\lambda + s^- \quad (3.24)$$

$$y_0^g = Y\lambda + s^g \quad (3.25)$$

$$y_0^b = Y\lambda + s^b \quad (3.26)$$

$$L \leq e\lambda \leq U \quad (3.27)$$

$$s^-, s^g, s^b, \lambda \geq 0. \quad (3.28)$$

Burada, s^- girdilerdeki ve s^b kötü girdilerdeki aşırılıkları ifade ederken, ve s^g iyi çıktılardaki eksikliği ifade etmektedir. s_1 ve s_2 , s^b ve s^g öge miktarını göstermektedir ve $s = s_1 + s_2$. Modelin optimal çözümü $(p^*, s^{-*}, s^{g*}, s^{b*})$ 'dir. Eğer yalnızca $p^* = 1$ örneğin; $s^{-*} = 0$, $s^{g*} = 0$, $s^{b*} = 0$ olduğuda KVB (x_0, y_0^g, y_0^b) 'nin istenmeyen çıktı düzeyinde etkin olduğu açıklanabilir. Eğer KVB etkin değilse, örneğin; $p^* < 1$ ise, KVB'lerin etkin olabilmesi ya da iyileştirme yapılabilmesi için girdilerde ve istenmeyen çıktılarda aşırılıkları, istenen çıktılarda eksiklikleri silerek ulaşabiliriz.

$$x_0 \Leftarrow x_0 - s^{-*} \quad (3.29)$$

$$y_0^g \Leftarrow y_0^g - s^{g*} \quad (3.30)$$

$$y_0^b \Leftarrow y_0^b - s^{b*} \quad (3.31)$$

ile tanımlanmaktadır.

Ayrımsal programı Charnes-Cooper dönüşümü ile eşdeğer bir doğrusal programa dönüşebilir. Doğrusal programın dual tarafını dikkate alacak olursak, sabit ölçeğe göre sabit getirili (CRS) için değişken'de dual programla Eşitlik (3.32)'de açıklanmaktadır:

$$\max u^g y_0^g - v x_0 - u^b y_0^b \quad (3.32)$$

Kısıtlar:

$$u^g Y^g - vX - u^b Y^b \leq 0 \quad (3.33)$$

$$v \geq \frac{1}{m} [1/x_0] \quad (3.34)$$

$$u^g \geq \frac{1 + u^g y_0^g - v x_0 - u^b y_0^b}{s} \left[1/y_0^g \right] \quad (3.35)$$

$$u^b \geq \frac{1 + u^g y_0^g - v x_0 - u^b y_0^b}{s} \left[1/y_0^b \right] \quad (3.36)$$

Dual değişkenler olan v ve u^b ; kötü çıktılar ve sanal fiyat(maliyet) girdileri olarak yorumlanabilir. Buna karşık u^g iyi çıktıların fiyatını temsil eder. Bu model KVB'ler için optimal sanal maliyetler ve fiyatları elde etmek amacıyla, her KVB için kârın $u^g y_0^g - v x_0 - u^b y_0^b$ sıfırı aşmadığı ve KVB'lerin kârını maksimize $u^g y_0^g - v x_0 - u^b y_0^b$ etmesi beklenmektedir. Görünüşe göre, optimal kar en iyi ihtimalle 0'a eşit olacak ve KVB etkin olarak tanımlanacak.

Arzu edilmeyen çıktı modelinde, iyi ve kötü çıktıları analiz yapılmadan önce ağırlıklandırılması yapılır. Üretimde, iyi ve kötü çıktıların ağırlıklandırılması $w_1 (\geq 0)$ ve $w_2 (\geq 0)$ yapılır, sonra model nispi bir ağırlıklandırmasını

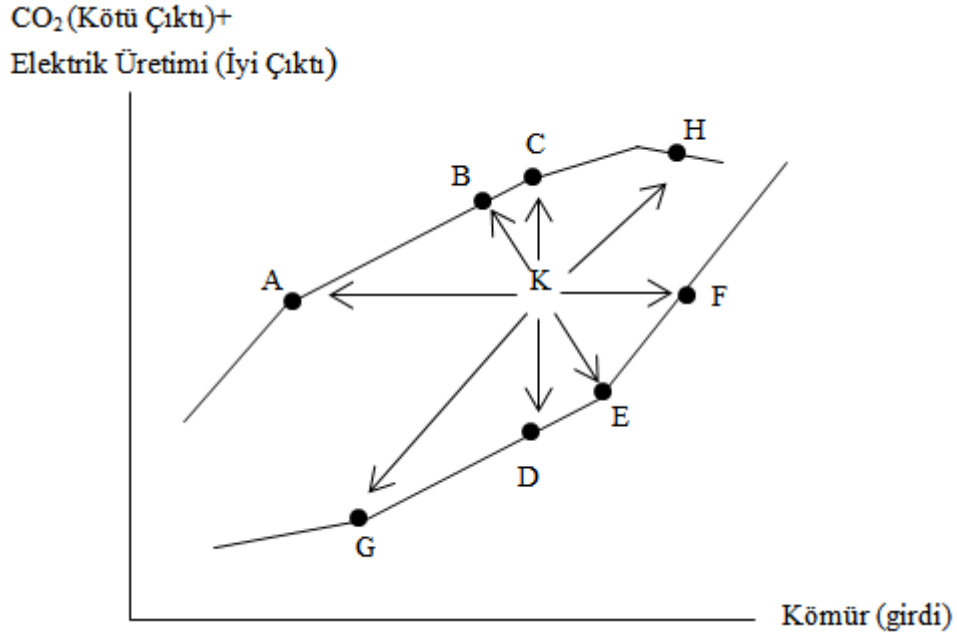
$W_1 = s w_1 / (w_1 + w_2)$ ve $W_2 = s w_2 / (w_1 + w_2)$ şeklinde yapar ve Eşitlik (3.23)'e entegre ettiğimizde ise Eşitlik (3.37) ortaya çıkmaktadır;

$$p^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_{i0}^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s} \left(W_1 \sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{r0}^g} + W_2 \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{y_{r0}^b} \right)} \quad (3.37)$$

Ağırlıklandırma $w_1 = 1$ ve $w_2 = 1$ olduğu varsayılır. Kötü çıktıların önem derecelerine göre, w_1 'e karşı w_2 'nin ağırlıklandırılması artırılır yada azaltılır (Tone, 2011).

Elektrik enerjisi üreten santralleri dikkate aldığımızda, enerji girdisi olarak kömür, arzu edilmeyen çıktı olarak CO₂ ve arzu edilen çıktı olarak elektrik üretimini ele alalım. Elektrik enerjisi üretiminde hedeflenen yani arzu edilen çıktının üretilmesinin yanında arzu edilmeyen çıktıların da oluşması kaçınılmazdır. Arzu edilmeyen çıktıların (CO₂) azaltılması için iki türlü yol vardır:

1. Elektrik enerjisi üreten santrallerde kömürün yakılmasıyla oluşan CO₂'nin; kömür tüketimini azaltarak, kömür tüketiminden kaynaklanan CO₂ gazı azaltılabilir. Buna doğal azalma (*natural reduction*) denmektedir.
2. İşletme performansından kaynaklanan (*corporate effort*) CO₂ gazının azalmasıdır. Bununda iki yolu vardır: İlki kaliteli kömür kullanılarak CO₂ salınımını azaltmak, ikincisi yeni üretim teknolojisini (*temiz kömür teknolojisi*) üretime dahil ederek CO₂ azaltmak mümkündür.



Kaynak: Sueyoshi ve Goto, (2011).

Şekil 28. İstenmeyen Çıktı Modelinde Etkin Sınır

Şekil 28’de görüldüğü gibi iki tane etkin sınır oluşmaktadır. Alt sınır (L) istenmeyen çıktı etkin sınır iken, üst sınır (U) istenen çıktı etkin sınırıdır.

K noktasında etkinsiz bulunan enerji santrali işletme performansını geliştirmesi için istenen çıktıları artıracak ve/veya girdi miktarından bir azalıma ihtiyaç duyacaktır. Yani K noktasından, B noktasına doğru kayacaktır. A, B ve C noktaları, istenen çıktılar için etkinliği sağlayacağı noktalardır.

K noktasında etkinsiz olan KVB santrali, çevresel etkinliğini artırmak için istenmeyen çıktı düzeyini (CO_2) azaltacak ve/veya enerji girdisini azaltacak (*doğal azalma*) yada artıracaktır (*kurumsal çaba*). Kömür girdisinin azaltılmasıyla, CO_2 salınımı azalacak, doğal azalma, K noktasında etkinsiz olan santralin, G noktasına kaymasına neden olacaktır. Eğer santrale yeni teknoloji entegre edilirse (*temiz kömür teknolojisi*), daha fazla girdi ile daha az istenmeyen çıktı elde edilmiş olacak, K

noktasında etkinsiz olan santral, E noktasına kaymasına neden olacaktır. D, E, ve F noktaları; istenmeyen çıktılar için etkinliği sağlayacağı noktalardır.

Sonuç olarak, işletme performansı ile çevresel performansın etkin sınıra ulaşma çabaları zıttır. Söz konusu bu durum, enerji girdilerindeki azalış işletme performansını artırıcı olarak görülmekte iken, enerji girdilerindeki artış, istenmeyen çıktılarda azalma şartıyla işletme performansı etkin oluyor (Sueyoshi ve Goto, 2011).

Zhu ve Ang (2008) göre, üretimi sürecinden arzu edilen ve arzu edilmeyen çıktıların oluşması dışında, girdileri de enerji-enerji olmayan girdiler olarak ikiye ayırmaktadır. Üretim faktörleri; enerji olmayan girdisi (x), enerji girdisi (e), istenen çıktı (y) ve istenmeyen çıktı (u) ile tanımlanır. Enerji girdilerin L farklı enerji kaynağından oluştuğu unutulmamalıdır. Ortak üretim süreci modellemesinde üretim teknolojisini Eşitlik (3.37)' de şu şekilde açıklanmaktadır:

$$T = \{(\mathbf{x}, \mathbf{e}, \mathbf{y}, \mathbf{u}): (\mathbf{x}, \mathbf{e}) \text{ üretir } (\mathbf{y}, \mathbf{u})\} \quad (3.37)$$

Üretim teorisinde, T kapalı ve sınırlandırılmış seti için, çıkış yakınlığını garanti ve sonlu miktarda olduğunu ima ederek varsaymaktadır. Buna mütabiken, üretim fonksiyonu içinde girdiler ve istenen çıktıları genellikle güçlü bir biçimde kullanılır. Dolayısıyla eğer $(x, e, y, u) \in T$ ve

$x', e' \geq (x, e)$ (veya $y' \leq y$ sonra ise $(x', e', y, u) \in T$ (veya $x, e, y' \in T$) olarak ifade edilmektedir.

Enerji üretiminde istenmeyen çıktı olarak genellikle CO_2 , SO_2 , NO_x gibi istenmeyen çıktılar ortaya çıkmaktadır. Fare vd. (1989), istenen ve istenmeyen

çıktılar içinde bulunduran makul bir ortak üretim modeli için iki koşul ön plana çıkmaktadır:

- Çıktılar zayıf bir biçimde kullanılır, örneğin; eğer $(x, e, y, u) \in T$ ve $0 \leq \theta \leq 1$, sonra $(x, e, \theta y, \theta u) \in T$.
- İstenen çıktılar ve istenmeyen çıktılar boş ortaktır, birbirinden bağımsızdırlar, örneğin; eğer $(x, e, y, u) \in T$ ve $u = 0$, sonra $y = 0$.

Birinci koşul istenmeyen çıktılarda azalma serbetçe değil fakat oransal olarak istenen ve istenmeyen çıktıları azaltmak mümkündür. İkinci koşulda ise, eğer istenmeyen çıktıları ortadan kaldırmak isteniliyorsa üretim sürecini sona erdirmek gerekecektir. Bu çalışmada, KVB'nin enerji etkinliği performanslarının ölçülmesi ve k-ıncı gözlenen verinin üzerinde enerji olmayan girdiler, enerji girdileri, istenen ve istenmeyen çıktılar, çevresel VZA teknolojisinin sabit getirili ölçeğe (CRS) göre sunuşu şu şekilde ifade edilebilir. K adet karar birimi için, N adet enerji olmayan girdi, L adet enerji girdisi, M adet istenen çıktı, J adet istenmeyen çıktı olduğu varsayımı altında herbir KVB_k'ye ilişkin ($k=1, \dots, K$) ait enerji olmayan girdiler x_{nk} ($n=1, \dots, N$), enerji girdileri e_{lk} ($l=1, \dots, L$), istenen çıktılar y_{mk} ($m=1, \dots, M$), istenmeyen çıktılar ise u_{jk} ($j=1, \dots, J$) ile ifade edilmektedir. k indisi karar birimlerini, n ve l sırasıyla enerji olmayan girdileri ve enerji girdilerini; m ve j ise sırasıyla istenen ve istenmeyen çıktıları temsil etmektedir.

$$T = \{(\mathbf{x}, \mathbf{e}, \mathbf{y}, \mathbf{u}) : \sum_{k=1}^K z_k x_{nk} \leq x_n, \quad n = 1, \dots, N \quad (3.38)$$

$$\sum_{k=1}^K z_k e_{lk} \leq e_l, \quad l = 1, \dots, L \quad (3.39)$$

$$\sum_{k=1}^K z_k y_{mk} \geq y_{ml}, \quad m = 1, \dots, M \quad (3.40)$$

$$\sum_{k=1}^K z_k u_{jk} = u_j, \quad j = 1, \dots, J \quad (3.41)$$

$$z_k \geq 0, \quad k = 1, \dots, K \quad (3.42)$$

olarak tanımlanmıştır. z_k , değerlendirilen karar biriminin etkin sınırla olan ilişkisini gösterir. Sabit getirili ölçek çevresel VZA teknolojisi, birçok etkinlik ölçümüne entegre olmuş, özelliklede çevresel performans ölçümünde ve çevre kirletici olarak nitelendirilerin verimlilik tahmininde kullanılmaktadır (Zhou ve Ang, 2008).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

AB ÜLKELERİ VE TÜRKİYE ENERJİ SEKTÖRLERİNİN ETKİNLİKLERİNİN ANALİZİ

4.1. Amaç ve Yöntem

Alan çalışması bölümünde, enerji sektöründe VZA uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Uygulama çalışmasının amacı, AB ülkeleri ile Türkiye enerji ve elektrik sektörlerinin dinamiklerinin incelenmesi ve bu sektörlerin VZA yöntemi yardımıyla 2010 dönemine ilişkin detaylı etkinlik analizleri ve durum tespitinin yapılması ayrıca elde edilen sonuçlar çerçevesinde öneriler geliştirmektir. Bu bağlamda, AB ülkeleri ve Türkiye, girdi yönlü CCR ve BCC modeller ile İstenmeyen Çıktı Modeli kullanılarak etkinlik ölçülmekle birlikte, bahsedilen KVB'lerin ölçek etkinlikleri de belirlenmiş ve tüm değişkenlere ilişkin geliştirme oranları da ortaya konulmuştur.

Enerji ve elektrik sektörü içinde dört tane model oluşturulmuştur.

- 1) Genel Model-A girdi kısmında; İşgücü, Gayri Safi Sermaye Oluşumu (*Gayri Safi Yurtİçi Yatırım*), Primer Enerji Tüketimi; çıktı kısmında GSYİH ve CO₂ verileri ile 23 ülke (*Almanya, Avusturya, Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İtalya, İrlanda, İspanya, İsveç, Letonya, Litvanya, Macaristan, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Yunanistan ve Türkiye*),
- 2) Genel Model-B girdi kısmında; İşgücü, Gayri Safi Sermaye Oluşumu (*Gayri Safi Yurtİçi Yatırım*), Primer Enerji Tüketimi; çıktı kısmında

GSYİH verileri ile 23 ülke (*Almanya, Avusturya, Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İtalya, İrlanda, İspanya, İsveç, Letonya, Litvanya, Macaristan, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Yunanistan ve Türkiye*),

3) Üretim Modeli-A girdi kısmında; Kurulu Güç, Kömür Tüketimi, Gaz Tüketimi, Petrol ve Türevleri Tüketimi, Diğer Tüketim; çıktı kısmında Toplam Net Elektrik Üretimi ve CO₂ verileri ile 15 ülke (*Almanya, Avusturya, Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Hollanda, İspanya, İsveç, Litvanya, Macaristan, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya ve Türkiye*)

4) Üretim Modeli-B girdi kısmında; Kurulu Güç, Kömür Tüketimi, Gaz Tüketimi, Petrol ve Türevleri Tüketimi, Diğer Tüketim; çıktı kısmında Toplam Net Elektrik Üretimi verileri ile 15 ülke (*Almanya, Avusturya, Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Hollanda, İspanya, İsveç, Litvanya, Macaristan, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya ve Türkiye*)

için VZA uygulamaları¹⁷ gerçekleştirilmiştir.

Diğer taraftan, Genel Model'lere ilişkin girdi ve çıktı verileri EUROSTAT, Worldbank ve BP (2011) Dünya Enerji İstatistik Raporu, Üretim Modelleri'ne ilişkin girdi ve çıktı verileri EUROSTAT, TEİAŞ, ve Eurelectric 2009, 2010, 2011 raporlarından derlenmiştir.

¹⁷ Çalışmada verilerin etkinlik analizleri DEA-Solver Pro 8.0 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Uygulamada, gerçek etkinlik farklarının ortaya konulabilmesi amacıyla öncelikle uluslararası bilimsel çalışmalarda kullanılmış olan girdi ve çıktılar dikkate alınmıştır. Diğer bir ifadeyle, KVB'lerin etkinlik seviyelerinde nedensel olarak doğrudan ilgili olmayan girdi ve/veya çıktıların kullanılmasının, VZA uygulamasının başarısına olumsuz etki yapabileceği düşünülerek KVB'lerin etkinliklerini daha iyi ifade edebilecek girdi ve çıktılarından yararlanılmıştır.

Enerji sektöründe yapılan analizlerde, Genel Model-A ve Üretim Modeli-A, İstenmeyen Çıktı Modeli ile etkinlik analizi yapılmış; Genel Model-B ve Üretim Modeli-B girdi yönlü CCR-BCC modelleriyle yardımıyla ilgili zarflama modellerine görece etkinlik yapıları konulmuş ve ölçek farkları belirlenmiştir. Tüm KVB'ler için ayrıca girdi unsurlarına yönelik potansiyel gelişme oranları da tespit edilmiştir.

CCR modelini baz alan VZA uygulamasında, Charnes vd. (1978) tarafından ortaya konulan, zarflama yüzeyi sabit ölçek getiri varsayımına dayanan girdi ve çıktı yönlü doğrusal programlama modelinin matris formu dikkate alınmıştır.

Diğer yandan, BCC modeline dayanan VZA uygulamalarında ise, Banker vd. (1984) tarafından önerilen, zarflama yüzeyi değişken ölçek getiri varsayımına dayalı girdi ve çıktı yönlü BCC modeli dikkate alınmıştır.

Son olarak, AB ülkeleri ve Türkiye'den oluşan KVB'lerin ölçek büyüklerinden kaynaklanan etkinlik farkları ise, Coopers vd. (2006) tarafından ifade edilen, her KVB için hesaplanan Teknik etkinlik değerinin Saf Teknik Etkinlik değerlerine bölünmesi sonucu ile elde edilmiştir.

4.2. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi

Tezin uygulama çalışmasında yer alan Genel Model-A ve Genel Model-B' in oluşturulmasında dikkat edilen literatür çalışması Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Genel Model Literatür Çalışması

MODEL -1 (Genel Model-A)		MODEL -2 (Genel Model-B)		
Girdiler - İşgücü - Gayri Safi Sermaye Oluşumu (Gayri Safi Yurt İçi Yatırım) - Primer Enerji Tüketimi Çıktı - Gayri Safi Yurt içi Hasıla - CO₂		Girdiler - İşgücü - Gayri Safi Sermaye Oluşumu (Gayri Safi Yurt İçi Yatırım) - Primer Enerji Tüketimi Çıktı - Gayri Safi Yurt içi Hasıla		
Yazarlar	Model	Girdi	Çıktı	Uygulanan Yer
1996, Politt	DEA-CRS-Tobit	-Sermaye Birikimi -İş Gücü -Yakıt Tüketimi	-Elektrik Enerjisi	Birleşik Krallık
2006, Hu ve Wang	DEA-TFEE-BCC-CCR	-İş Gücü -Sermaye Birikimi -Enerji Tüketimi	-GSYİH	Çin
2007, Enflo ve Henriques	TFEE-EST-CRS	-Sermaye Birikimi -İş gücü -Enerji Tüketimi	-GSYİH	OECD
2008, Zhou, Poh ve Ang	DEA-DDF	-İş gücü -Enerji Tüketimi	-GSYİH -SO _x -NO _x -CO ₂	OECD
2008, Zhou ve Ang	DEA	-Sermaye Birikimi -İş gücü -Kömür Tüketimi -Petrol Tüketimi -Doğal gaz Tüketimi -Diğer Enerjilerin Tüketimi	-GSYİH -CO ₂	OECD
2009, Wang, Wang ve Wang	DEA-CRS	-Sermaye Birikimi -İş gücü -Toplam Birincil Enerji Tüketimi	-GSYİH -CO ₂	Çin
2010, Chang ve Hu	TFEPI	-Sermaye Birikimi -İş Gücü -Enerji Tüketimi	-GSYİH	Çin
2010, Yeh, Chen ve Lai	DEA-CCR	-İş Gücü -Sermaye Birikimi -Kömür Tüketimi -Petrol Tüketimi -Elektrik Tüketimi	-GSYİH -SO ₂ Emisyonu -CO ₂ Emisyonu	Çin-Tayvan
2010, Yong-Jie ve Zhong-Ying	DEA-Malmquist-TFEE	-Sermaye Girdisi -İş Gücü -Enerji Tüketimi	-GSYİH	Çin

Yazarlar	Model	Girdi	Çıktı	Uygulanan Yer
2011, Dongxiao, Xin ve Huanhuan	DEA-CCR	-Toplam Enerji Tüketimi -Sermaye Yatırımları -İş Gücü	- GSYİH	Çin
2011, Guo, Zhu, Fan ve Xie	DEA-CRS	-Sermaye Birikimi -İş Gücü -Enerji Tüketimi	- GSYİH -CO ₂ Emisyonu	Çin
2011, Lee, Hu ve Kao	DEA-CRS-VRS-TFEE	-Gerçek Sermaye Birikimi -İş Gücü -Kömür Tüketimi -Gaz Yağı Tüketimi -Elektrik Tüketimi	- GSYİH	Çin
2011, Şimşek	DEA	-Sermaye Birikimi -İş Gücü -Enerji Tüketimi	-GSYİH -CO ₂ Emisyonu	Türkiye
2011, Wei, Ni ve Sheng	DEA-VRS-CRS-SE	-İş Gücü -Sermaye Birikimi -Enerji Tüketimi	- GSYİH	Çin
2011, Yang, Yang ve Chen	SFA	-Sermaye Birikimi -İş Gücü -Enerji Tüketimi	- GSYİH -SO ₂	Çin
2011, Zhang, Cheng, Yuan ve Gao	DEA-BCC-VRS-Girdi	-Sermaye Birikimi -İş Gücü -Enerji Tüketim	- GSYİH	Gelişmekte Olan Ülkeler(OECD)
2012, Wang, Zhou ve Zhou	DEA-Ekonomik Etkinlik Çevresel Etkinlik Ekonomik-Çevresel Etkinlik	-Sermaye Birikimi -İş Gücü -Toplam Enerji Tüketimi	- GSYİH -CO ₂ Salınımı	Çin

Pollitt (1996), makalesinde 1989 yılında faaliyet gösteren, kamuya ve özel sektöre ait 78 nükleer enerji santralin göreceli üretim verimliliğini incelemek için VZA kullanmıştır.

Hu ve Wang (2006), yeni tanımlan indeks ile 1995-2002 dönemine ilişkin Çin'in 29 idari bölgesinin enerji verimliliği analiz etmiştir. Çin'deki her bölgenin, her yıl enerji girdi hedefini belirlemek için VZA modelini kullanmıştır.

Zhou, vd. (2008), geçmiş çalışmalar göz önüne alındığında genellikle radyal verimlilik ölçümü kavramını takip eden, çevresel performansı ölçümünü veri

zarflama yoluyla yapmıştır. Özet olarak, çevresel performansın radyal olmayan VZA yaklaşımı ile 1995-1997 yılları arasında OECD ülkeleri arasında yapmıştır.

Wang vd. (2009) çalışmasında, geleneksel enerji verimliliği değerlendirme modellerinde çoğu zaman enerji ve enerji ile ilgili faktörler arasında çevrenin enerji etkisi ve ikame etkisi ihmal edilerek, sadece enerji tüketimi ve ekonomik çıktılar ele alınmıştır. Toplam faktör enerji verimliliği çerçevesi altında, istenmeyen çıktılar ve enerji ile ilgili faktörler kabul etmiş ve Süper Etkinlik Gri-VZA modeline dayanan enerji verimliliğine yeni bir değerlendirme modeli uygulamıştır. 1995-2005 panel verisi kullanılan bu ampirik araştırma bize gösteriyor ki Çin' in toplam enerji etkinliği düşük ve belli bir seviyede de düşme eğilimi göstermiş ve bölgesel enerji verimliliği farkını da ortaya koymuştur.

Yeh vd. (2010), bu çalışmada 2002-2007 periyodunu içeren Çin ve Tayvan arasındaki enerji kullanım verimliliğini değerlendirmek için Veri Zarflama Analizi modeli kullanmıştır. Bu çalışmanın en önemli katkıları, enerji kullanım verimliliğinin başka deyişle Çin ve Tayvan arasındaki etkinliğin karşılaştırılmasının, sistematik sürecin açık bir şekilde tanımlanmış olmasıdır. Veri Zarflama Analizi çerçevesinde, arzu edilemeyen iki çıktının (SO_2 ve CO_2) dikkat çekici birçok değerli sonuçlara sahip olması ve bu sonuçların ekonomik kalkınmaya ve çevre koruma uygulamasına büyük katkı sağlamıştır.

Dongxiao vd. (2011), çalışmasında, bir gösterge sistemi olan "Toplam Faktör Enerji Etkinliğini" oluşturarak, toplam güç tüketimi, sabit sermaye yatırımı ve işgücünü girdi olarak ve GSYİH ise çıktı faktörü olarak modeline koymuştur. Devamında, Shanxi eyaletinin elektrik enerjisi etkinliğinin ampirik analizini yapmak için VZA modeli adapte etmiştir.

Guo vd. (2011), bu çalışmada VZA, enerji iletişim teknolojisi (ECT) ve Enerji Yapısal Ayarlama için olası karbon salınımı düşüşlerini hesaplayarak Çin yönetiminde bulunan 29 vilayetin (*Tibet ve Tayvan eksik verileri olduğu için alınmamıştır*) karbon salınımı performansının değerlendirilmesi için kullanmıştır.

Wei vd. (2011), bu çalışmada, 1980-2007 periyodunda 156 ülkenin toplam verimlilik kapsamını izleyen VZA metodunu kullanarak “Toplam Faktör Enerji Teknik Etkinlik” indeksi üzerine kurulmuş ve ülkelerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Wang vd. (2012), birkaç verimlilik modeli kurmuş ve bu modeller verimlilik değerlendirme çerçevesi içine istenmeyen çıktıkların entege olmasını çevre dostu üretim teknolojisine dayandırmıştır.

Genel Model-A’da, girdi olarak; işgücü, gayri safi sermaye oluşumu (*Gayri Safi Yurt İçi Yatırım*), primer enerji tüketimi ve çıktı olarak GSYİH ve CO₂ kullanılmıştır. Girdi ve çıktılar belirlenirken uluslararası literatür incelenmiş, genel olarak Sermaye (K), Emek (L), Yakıt (F) ve Arzu Edilen Çıktı ve Arzu Edilmeyen Çıktı üzerinde durulmuştur. Zhou ve Ang (2008), ve Wang vd. (2009) yaptığı çalışmalar esas alınmıştır.

Genel Model B’de girdi olarak; işgücü, gayri safi sermaye oluşumu (*Gayri Safi Yurt İçi Yatırım*), primer enerji tüketimi ve çıktı olarak GSYİH kullanılmıştır. Girdi ve çıktılar belirlenirken uluslararası literatür incelenmiş, genel olarak Sermaye (K), Emek (L), Yakıt (F) ve Çıktı (Q) üzerinde durulmuştur Hu ve Wang (2006) ve Zhang vd. (2011) yaptığı çalışmalar esas alınmıştır.

Zhou ve Ang (2008), literatürde yaygın biçimde kullanılan Veri Zarflama Analizi yoluyla, 1997-2001 döneminde ilişkin 21 OECD ülkesinin ekonomi genelinde enerji etkinlik performansının etkinlik analizini yapmıştır. Enerji etkinliği

inceleyen literatür çalışmalarında yaygın olarak, girdilerde ve çıktılarda ayrışma yapılmadan modele konulmuştur. Zhou (2008), 6 girdi ve 2 çıktı olmak üzere modelini kurmuştur. Girdileri enerji ve enerji olmayan girdiler, çıktıları ise istenen ve istenmeyen çıktılar olarak ayırıp, modelini dört farklı faktör değişkeniyle incelemiştir. Enerji girdilerini, kömür tüketimi, petrol tüketimi, gaz tüketimi ve diğer enerjiler olmak üzere dörde; enerji olmayan girdileri sermaye birikimi ve işgücü olmak üzere ikiye ayırmıştır. Çıktılarda ise; istenen çıktı olarak GSYİH ve istenmeyen çıktı ise CO₂ salınımını almıştır.

Wang vd. (2009), yıllar itibariyle sürekli büyüyen Çin ekonomisinin ve artmakta olduğu enerji tüketiminin büyük bir problem yarattığı aşıkardır. Problemlerden bazıları, arz-talep arasındaki dengesizlik, ve uluslararası toplululardan ve devletlerinden dikkatini çeken sera gazı emisyonlarındaki artışlardır. Çin, Kaynak-ekonomisi ve çevre-dostu politikalarla Çin tarafından hazırlanan 11.Beş Yıllık plan çerçevesinde enerji yoğunluğunu %20'ye indirmeyi amaçlamaktadır. Wang vd. (2009) yaptığı bu çalışmada, 1995-2005 döneminde ilişkin, enerjinin kömüre dayalı ve düşük kalitede olmasından, enerji tüketiminden kaynaklanan çok sayıda karbür, sülfür ve nitrit gibi istenmeyen çıktılarından oluşmasından dolayı, kömür tüketimini ve istenmeyen çıktıları en aza indirmek ve Çin Eyaletlerinin etkinlik analizi sonuçlarını Veri Zarflama Analizi süper etkinlik modeli ile karşılaştırmıştır. Wang (2008), 3 girdi ve 2 çıktı olmak üzere modelini kurmuştur. Girdi olarak; işgücü, sermaye birikimi ve birincil enerji tüketimi; çıktı olarak GSYİH ile CO₂ emisyonu modele katmıştır.

Hu ve Wang (2006), 1995-2002 dönemine ilişkin Çin'in 29 idari bölgesini Veri Zarflama Analizi yaklaşımıyla toplam-faktör enerji etkinliğini ölçmüştür. VZA modelinde; işgücü, sermaye birikimi, enerji tüketimi ve tarım bitkilerinin toplam

ekilen alanını girdi olarak ele alıp, reel GSYİH'ı tek çıktı olarak ele alıp modelini kurmuştur.

Zhang vd. (2011), 1980-2005 döneminde ilişkin geliştirmekte olan 23 ülkenin enerji etkinliğini inceleyerek, toplam-faktör çerçevesinde yaklaşmıştır. Etkinlik analizini yaparken, ilk önce toplam-faktör enerji etkinliği ve değişen eğilimleri VZA pencere analizi ile araştırmıştır. Kesitsel ve zaman çeşitlendirme metoduyla modelin verimliliği ölçülmüştür. Tobit regresyonu yoluyla, total-faktör enerji etkinliği ile kişi başına gelirin U-shaped ilişkisinin olduğu ortaya çıkmıştır.

Genel Model-A ve Genel Model B için girdileri ve çıktıları tanımlarsak;

İş gücü, ülkedeki çalışan sayısı baz alınarak modelimizde kullanılmıştır. Ülkedeki çalışan sayısı direk olarak üretime katıldığı için GSYİH da dolaylı olarak etkilemektedir. Şöyle ki çalışan sayısının artması, o ülkedeki üretimin miktarının artmasına neden olmakta, üretimle beraber GSYİH'ın da artması beklenmektedir. Oysa kaynaklar daha etkin kullanıldığı takdirde, kurmuş olduğumuz Genel Model-A ve Genel Model-B'de daha az işgücüyle daha çok GSYİH elde etmek mümkün olacaktır. Genel olarak literatürde, işgücünü almasının sebebini, iktisadi görüş olarak, işgücü değişkenin girdi olarak belirlenmesi emek (L) etkinliğini ölçebilmek için büyük önem arz etmektedir. Sonuç olarak daha az işgücüyle, daha çok GSYİH üretmenin yolları aranmaktadır.

Gayri safi sermaye oluşum miktarı, o ülkedeki sermaye stoğunu gösterir. GSSO, yüzdesel ve Amerikan Doları ($USD \$$) cinsinden gösterilebilmektedir. Genel Modellerimizde, GSSO Amerikan Doları ($USD \$$) cinsiden alınmıştır. Ülkeler özellikle fosil yakıtlara bağımlı ülkeler, enerji fiyatlarında yaşanacak artış ya da enerji arzındaki yaşanacak azalış sonrasında oluşabilecek ekonomik bozulmayı

(*GSYİH düşmesi gibi*) gayri safi sermaye stoğu eriyebilmektedir. Böyle bir durumda kaynakların yatırıma dönüşmesi beklenmemektedir. Genel Model-A ve Genel Model-B’de, minimum düzeyde GSSO kullanarak, optimal çıktı düzeyi hedeflemektedir. Bununla beraber, sermaye (K) etkinliğini ölçebilmek için GSSO’yu girdi tarafına koymamız gerekmektedir.

Birincil enerji tüketimi; enerjinin doğrudan kaynaktan kullanılması ya da herhangi bir dönüşüme veya dönüşüm işlemine tabi olmadan kullanımının sağlanması anlamına gelmektedir. Birincil enerji tüketimi, milyon ton petrol eşdeğeri cinsinden ölçülmekte olup, petrol, gaz, kömür, nükleer, hidro ve diğer yenilenebilir enerjiden oluşmaktadır. Birincil enerji tüketimi, yakıt (F) etkinliğinin ölçülebilmesi için girdi tarafından bulunması gerekmektedir. Başka bir deyişle, birincil enerji tüketimini azaltarak, kaynakların daha etkin ve verimli kullanılmasıyla, çıktı miktarını artırılabilir.

GSYİH, belirli bir zaman diliminde, bir ülkenin sınırları içinde üretilen tüm nihai mal ve hizmetlerin parasal değerini ifade etmektedir. GSYİH dolar tahminleri satınalma gücü paritesi (*SAGP*) hesaplamalarından elde edilmiştir. *SAGP* ülkeler arasındaki fiyat düzeyi farklılıklarını ortadan kaldırarak farklı para birimlerinin satın alma güçlerini eşitleyen bir değişim oranını ifade etmektedir. *SAGP* hesaplaması, nispi yaşam maliyeti ve ülkeler arası enflasyonu hesaba kattığı için, gelirlerdeki gerçek farklılıkların potansiyel olarak bozulmasına yol açan kur bazlı hesaplamaya göre daha yararlı olmaktadır. Genel Model-A için istenen çıktı olarak modele dahil edilmektedir.

CO_2 , fosil yakıtların kullanılması sonucu ortaya çıkan CO_2 salınımı oldukça büyük bir sorun teşkil etmektedir. CO_2 emisyonu, enerji santrallerin bacasından,

arabaların egzozundan, seraların ve ısınmak için yakılan fosil yakıtların atmosfere saldığı zararlı gazlardan bir tanesi olarak ifade edilmektedir. Ülkeler, fosil yakıtlara olan bağımlılığı ve bununla beraber CO₂ emisyonunu azaltabilmek için yenilenebilir enerjiye yönelmişlerdir. Genel Model-A için istenmeyen çıktı olarak modele dahil edilmektedir.

Genel Model-A ve Genel Model-B’de, Belçika ve Lüksemburg birleştirilmiş bulunmaktadır. BP Dünya Enerji İstatistik Raporunlarında iki ülkeyi bir arada aldığından dolayı, iki ülkenin girdi ve çıktı değişkenleri toplanıp modele dahil edilmiştir.

Genel Model-A ve Genel Model-B; işgücü, sermaye birikimi ve enerji tüketimini minimum düzeyde etkin bir biçimde kullanarak, optimal çıktıyı elde etmeye dair güçlü, güvenilir ve yönlendirilebilir sonuçlar vermeyi amaçlamaktadır. Genel Model-B’den farklı olarak, Genel Model-A’da GSYİH çıktısının yanına CO₂ istenmeyen çıktısı ilave edilerek, KVB’lerin etkinlik analizi yapılmıştır. Literatür araştırmalarında genel olarak girdi yönlü etkinlik analizleri yapılmıştır. Girdi yönlü yapılmasındaki temel amaç, GSYİH ve CO₂ çıktıları kontrol edilemediğinden, elimizdeki girdileri kontrol edip minimize edebileceğimizden girdi yönlü CCR-BCC ve kötü-çıkıtlı model kullanılmıştır.

Tablo 7. Üretim Modeli Literatür Çalışması

MODEL-3 (Üretim Modeli-A) Girdiler • Kurulu Güç • Kömür Tüketimi • Doğal gaz Tüketimi • Sıvı yakıt Tüketimi • Diğer Tüketim Çıktılar • Toplam Net üretim • CO₂	MODEL-4 (Üretim Modeli-B) Girdiler • Kurulu Güç • Kömür Tüketimi • Doğal gaz Tüketimi • Sıvı yakıt Tüketimi • Diğer Tüketim Çıktı • Toplam Net üretim
---	--

Yazarlar	Model	Girdi	Çıktı	Uygulanan Yer
1986, Fare, Grosskopf, ve Pasurka	Görelilik Etkinlik	-Sermaye Birikimi -İş Gücü -Kömür Tüketimi -Petrol Tüketimi -Doğal gaz Tüketimi	-Net Elektrik Üretimi -Partiküler Madde - SO_2 - NO_2 -Isı Karakteristik -Santralin Yaşı -Kurulu Gücü Yüzdesi	ABD
1994, Yaisawarng ve Klein	DEA-Malmquist-CRS-VRS	-Yakıt Tüketimi -İş Gücü -Sermaye Birikimi	-Net Elektrik Üretimi - SO_2	ABD
1994, Golany, Roll ve Rybak	DEA-VRS	-Kurulu Güç -Yakıt Tüketimi -Emek Gücü	-Üretilen Enerji -Açık Kalma Süresi -Operasyonel Parametrelerde Sapmalar - SO_2 Emisyonu	İsrail
1998, Goto ve Tsutsui	DEA-CCR/AR BCC/AR	-Kurulu Güç -Kullanılan Yakıt Miktarı -Toplam Çalışan Sayısı -Enerji Alım Miktarı	-Konutlara Satılan Enerji Miktarı - Endüstriyel, Ticari, Toptan ve Diğer Yerlere Satılan Enerji	Japonya ve Birleşik Krallık
2001, Sueyoshi ve Goto	SA-DE-CCR-BCC-SE	-Kurulu Güç (Termik Santral) -Toplam Yakıt Tüketimi (Petrol, Kömür ve Gaz) -Termik Santrallerde Çalışan Sayısı	-Toplam Elektrik Üretimi	Japonya
2006, Pasurka	ID-SDA	-Sermaye Birikimi -Çalışan Sayısı -Kömür Tüketimi -Petrol Tüketimi -Gaz Tüketimi	-Net Elektrik Üretimi - SO_2 Salınımı - NO_2 Salınımı	ABD
2008, Estache, Tovar ve Trujillo	DEA-TFP-CRS-VRS	Model1 -Sermaye Birikimi -İş Gücü Model2 -Sermaye Birikimi -İş Gücü Model3 -Sermaye Birikimi -İş Gücü	Model1 -Enerji Üretimi -Tüketiciler Model2 -Enerji Üretimi Model3 -Tüketiciler	Afrika
2009, Qin and Siying	DEA-MB	-Kömür Tüketimi -Gaz Tüketimi -Petrol Tüketimi	-Toplam Üretim	Çin
2009, Yang ve Politt	DEA-VRS-CRS	-Kurulu Güç -Çalışan Sayısı -Yıllık Yakıt Tüketimi	-Yıllık Net Üretim - SO_2 Emisyonu	Çin

Yazarlar	Model	Girdi	Çıktı	Uygulanan Yer
2011, Fallahi, Ebrahimi ve Ghaderi	DEA-CRS-VRS	-Kurulu Güç -Yakıt Tüketimi -Elektrik Kullanımı -Ortalama Çalışma Süresi	-Net Elektrik Üretimi	İran
2011, Sueyoshi ve Goto	DEA-CRS-VRS	-Çalışan Sayısı -Kurulu Güç -Kömür Tüketimi -Petrol Tüketimi -Gaz Tüketimi	-Elektrik Üretimi -CO ₂ Salınımı	Japonya

Yaisawang ve Klein (1994) çalışmasında, VZA'yı, 1980'lerde Amerika'da kömür yakıtlı elektrik santralleri için Malmquits girdi tabanlı verimlilik endeksini kullanmıştır. Emisyon çıktıları özellikle kükürt emisyonunu kontrol etmek için girdi belirlenmiş ve teknik verimlilik değişiklikleri, teknolojiye değişiklikler ve ölçek etkinliği değişiklikleri endekslere ayırmıştır.

Golany vd. (1994) makalesinde, İsrail Elektrik Topluluğu'nun enerji santrallerinin işletme verimliliğini ölçmek ve değerlendirmek için bir uygulama olan VZA'yı uygulamıştır. Ağırlıklı tarama işleminden sonra potansiyel girdi ve çıktı faktörlerinden en uygun olanını içeren belirleme listesi oluşturmuştur.

Estache vd. (2008), çalışmasında Afrika'nın elektrik firmaları verimlilik düzeylerini, değişimlerini ve kaynak evrimlerini belgeleyen ve bu zamana kadar Afrika'da yapılan ilk etkinlik çalışmasıdır. Analiz ile, Güney Afrika Güç Havuzu'na üye olan 12 ülkede hizmet veren oniki operatör incelenmiştir.

Qin ve Siying (2009), bu çalışmada VZA altında, kütle denliğini ele alarak, kömür, doğal gaz ve petrol girdileri ile bu fosil yakıtların yakılmasıyla oluşan CO₂ gazının, karbon minimizasyonu ile maliyet minimizasyonu tahmin edilmiştir.

Yang ve Politt (2009) yaptığı çalışmada, bir araştırma örneğine dayanan Çin'deki kömür yakıtlı enerji santrallerinin, altı farklı VZA bazlı performans değerlendirme modeli ile araştırmıştır. Çalışma, yalnızca performans ölçüm metodolojisi için katkıda bulunmamış, aynı zamanda Çinli kömür yakıtlı enerji santralleri için politika önerileri de sunmuştur.

Üretim Model-A'da, girdi olarak kurulu güç ve yakıt tüketimi, çıktı olarak ise toplam net üretim ve gaz salınımı kullanılmıştır. Girdi ve çıktılar belirlenirken uluslararası literatür incelenmiş, genel olarak kullanılan girdiler: çalışan sayısı, kurulu güç, yakıt tüketimi ve çıktı olarak toplam net elektrik üretimi ve CO₂ emisyonu üzerinde durulmuştur. Pasurka (2006) ve Sueyoshi ve Goto (2011) yaptığı çalışmalar esas alınmıştır. Üretim Modeli-A ve Üretim Modeli-B 2010 yılına ilişkin çalışan sayısı verileri eksik olduğundan modelimize dahil edilmemiştir.

Geleneksel etkinlik analizler ölçümlerinde, girdilerin üretimde kullanılması sonucu oluşan çıktıların analizleri yapılmıştır. Fakat üretim yapılırken istenmeyen çıktıların oluşması kaçınılmazdır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda istenmeyen çıktılarda etkinlik analizlerine dahil edilmiştir

Üretim Modeli-B'de, girdi olarak kurulu güç (*enerji olmayan girdi*) ve yakıt tüketimi (*enerji girdisi*), çıktı olarak ise toplam net üretim (*istenen çıktı*) kullanılmıştır. Sueyoshi ve Goto (2001) ve Fallahi vd. (2011) çalışmaları Üretim Modeli-B'nin girdi ve çıktıları oluşmasında esas alınmıştır.

Üretim Modeli-A'ya ilişkin girdiler ve çıktılar belirlenirken dikkate alınan makaleleri inceleyecek olursak; Pasurka (2006), ortam üretim modelindeki iyi ve kötü çıktıların uzaklık fonksiyonlarını kullanarak, 1987-1995 periyodunda kömür

yakıtlı elektrik santralleri tarafından salınan NO₂ ve SO₂ değişiklikler ile ilişkili faktörlerin göreceli önemini hesaplamıştır. Yeni ayrışma modeli ile salınımlardaki değişiklikler göz önüne alınarak, teknik etkinlik değişikliği, teknik değişiklik, yakıt artışı ve yakıt olmayan girdiler ile iyi-kötü çıktıların değişimi incelenmiştir. Pasurka (2006) modeline, girdi olarak; sermaye birikimi, çalışan sayısı, ısı içeriği (*kömür, petrol ve doğalgaz*) belirlerken; çıktı olarak, net elektrik üretimi (*istenen çıktı*) ve SO₂-NO_x emisyonunu (*istenmeyen çıktı*) koymuştur. Yapılan bu çalışmada, SO₂ salınımının azalmasının yolu olarak, çıktı karışımının değişmesini gerektirdiğini, NO_x salınımının azalması yolu olarak, yakıt tüketiminin azalması ve çıktı karışımının değişmesi olarak bulunmuştur.

Sueyoshi ve Goto (2011), çalışmasında, enerji firmalarının birleşik (*operasyonel ve çevresel*) etkinliğini ölçülmesinde yeni VZA yaklaşımı kullanmıştır. Literatürde yaygın olarak, santraller çalışırken istenen (*iyi*) çıktılar (*elektrik*) dışında, aynı zamanda istenmeyen (*kötü*) çıktılar da (CO₂) üretirler. Önerilen yaklaşım, enerji firmalarının performansını daha iyi değerlendirilmesi için bir çıktıları ayırma başka deyişle istenen ve istenmeyen çıktı olarak ayrılması taraftarıdır. Sueyoshi ve Goto (2011) modeline ilişkin girdileri, enerji girdisi ve enerji olmayan girdi olarak ikiye ayırmış; enerji girdisi olarak kömür tüketimi, petrol tüketimi ve sıvılaştırılmış doğal gaz kullanmış; enerji olmayan girdi olarakta kurulu güç ve çalışan sayısını modele dahil etmiştir. Çıktı olarak elektrik üretiminde kullanılan fosil yakıtlardan elde edilen toplam enerji (*istenen çıktı*) ve CO₂ emisyonu (*istenmeyen çıktı*) olarak karşımıza çıkmaktadır. Modeldeki amaç, işletme performansı ve çevresel performansın ölçümesidir.

Üretim Modeli-B'ye ilişkin girdiler ve çıktılar belirlenirken dikkate alınan makaleleri inceleyecek olursak; Sueyoshi ve Goto (2001), 1984-1993 dönemine ilişkin Japonya elektrik enerjisi santrallerin aylak yaklaşımı VZA yöntemiyle etkinliğin ölçülmesidir. Elektriğin, hem üretici hem de tüketici tarafından ekonomik olarak depolanamadığından, elektrik arzı-talebi arasında çok iyi bir dengenin kurulması görüşündedir. Sueyoshi ve Goto (2001) modeline ilişkin girdileri, fosil yakıtla çalışan kurulu güç (*MW*), toplam yakıt tüketimi (*kömür, petrol ve doğal gaz*) miktarı (10^9 *kcal*) ve fosil yakıt santrallerinde toplam çalışan sayısıdır. Çıktı ise, toplam elektrik enerjisi üretimi (*GWh*) miktardır.

Fallahi vd. (2011), makalesinde, enerji verimliliği belirleyicileri, otuziki elektrik enerjisi üreten yönetim şirketlerinin 2005-2009 dönemine ilişkin İran'da ampirik çalışmasını incelemiştir. Çalışmada, bu şirketlerin üretim değişikliğini ve göreceli teknik etkinlik değişimini tahmini edebilmek için parametrik olmayan VZA modeli kullanmıştır. Fallahi vd. (2011) modeline ilişkin; girdiler, kurulu güç (*MW*), yakıt tüketimi (10^6 *kalori*), çalışan sayısı, elektrik üretmek için kullanılan enerji tüketimi (*MWh*), ortalama çalışma süresi (*saat*) ele alınmış; tek çıktı olarak, net elektrik üretimi (*MWh*) seçilmiştir ve altı model kurularak, İran Elektrik Üretim İşletmelerinin etkinlikleri ölçülmüştür.

Çalışan sayısı enerji girdi modellerinin değişmez unsuru olmasına rağmen, elektrik sektöründe çalışan sayısını gösteren verinin azlığı, gerek AB gerekse TÜİK iş istatistiklerinde elektrik üretiminde çalışan sayısının D3511 “Elektrik enerjisi

üretimi” verisi sadece 2009 yılı Türkiye için mevcut olup¹⁸ ve, AB ülkeleri için de oldukça eksik olduğundan, 2010 yılına ilişkin dönemde çalışan sayısı Üretim Modeli-A ve Üretim Modeli-B’de kullanılmamıştır.

Kurulu güç, bir sistemi besleyen kurulu makinelerin (*elektrik üreten makineler*) anma güçlerinin toplamıdır. Literatürde yaygın olarak, kurulu gücü megawatt (MW) olarak ölçülmektedir. Yakıt tüketimi ise enerji santrallerini çalıştırmak için, yada bir santralin elektrik yada ısı üretebilmesi için gerekli olan ısı miktarına denir. Üretim modelinde, girdi olarak bulunan yakıt tüketimi 4 farklı bileşenine ayırarak (*kömür, petrol, doğal gaz ve diğer yakıtlar*) hangi yakıttan ne kadar azaltılmasını gerektiğini açıkça göstermektedir. Bunun dışında her bir yakıt tüketimi ölçmek için farklı ölçüm birimleri vardır. Üretim modelinde kolaylık sağlaması açısından milyon ton petrol eşdeğeri (mtoe) cinsinden ölçülmektedir.

Modelde çıktı olarak belirlediğimiz, toplam net elektrik üretimidir. Toplam net elektrik üretim, brüt elektrik üretimi ile güç istasyonlarının yardımcı servislerinin tüketiminin farkına eşittir. Toplam net elektrik üretimi gigawatt (GWh) olarak ölçülmektedir.

CO₂, fosil yakıtların kullanılması sonucu ortaya çıkan CO₂ salınımı oldukça büyük bir sorun teşkil etmektedir. CO₂ emisyonu, enerji santrallerin bacasından, arabaların egzozundan, seraların ve ısınmak için yakılan fosil yakıtların atmosfere saldığı zararlı gazlardan bir tanesi olarak ifade edilmektedir. Ülkeler, fosil yakıtlara olan bağımlılığı ve bununla beraber CO₂ emisyonunu azaltabilmek için yenilenebilir

¹⁸ NACE-1 kodlama sistemiyle “Elektrik Üretiminde Çalışan Sayısı”, TÜİK iş istatistiklerinde bu kod E4011 olarak görülmektedir. Ancak TÜİK veri setine baktığımızda 2003-2008 yılları arasında E4011 kodlu “Elektrik Üretiminde Çalışan Sayısı” hesaplanmamıştır.

enerjiye yönelmişlerdir. Üretim Modeli-A'ya istenmeyen çıktı olarak modele dahil edilmektedir.

4.3. Varsayımlar

Enerji ve elektrik piyasasında VZA uygulaması yapılan eleştirilen ve teorilerin kabulleri üç modelde kendini göstermektedir. Bunlara ilaveten bazı ek yaklaşımlarda bulunulmuş olup, bu kapsamda tez çalışmasına yönelik varsayımlar aşağıda özetlenmiştir.

VZA, veri tabanlı bir analiz yöntemi olduğundan, homojen üretim birimlerinin karşılaştırılmasını gerektirir. Genel olarak birimlerin benzer birkaç yol ile anlaşılmaktadır. Homojenlik varsayımını adı altında, üç varsayım vardır. Bunlar;

- Karşılaştırılacak KVB'in benzer aktiviteleri gerçekleştirmeleri,
- Bütün KVB' nin benzer aralıklı kaynaklara ulaşabilir olması,
- Karşılaştırılacak KVB'in benzer bir çevrede faaliyet gösterdiklerini

varsayılr (Dyson vd., 2001).

VZA yöntemiyle ülkeler arası etkinlik ve verimlilik kıyaslaması yapan çalışmalarda homojenliği sağlamak için benimsenen ortak bir yaklaşım öncelikle karşılaştırılan ülkeleri benzerliklerine göre gruplamaktır. Bu varsayımlar altında AB ülkeleri ile Türkiye benzer aktiviteleri gerçekleştirdiği, benzer aralıklı kaynaklara ulaşılabilir olması ve benzer bir çevrede faaliyet gösterdiklerinden dolayı, modellerimizde karşılaştırılmıştır.

Diğer bir yaklaşım ise, ele alınan ülke, sektör veya firmalara özgü bir takım çevresel nitelikli değişkenlerdeki farklılıkları dikkate alan analizler gerçekleştirmektedir (Çınar, 2010). İlgili literatür çalışmasında, “istenmeyen faktörler” ya da “çevresel” etkinlik analizine dahil edilmesi için uygulanan 5 modelde (*ayırma modelleri, tek aşamalı, iki aşamalı, üç aşamalı, dört aşamalı*) toplamaktadır (Yang ve Pollitt, 2009).

Bunlardan ilki olan model, ayırma modelleri, örneklem benzerliklerine göre gruplanarak, önce grup içinde sonra da gruplar arasında karşılaştırma yapılmaktadır. İstatistikte faktör analizine benzeyen bir yöntemdir. Bu model örneklemdeki birim sayısını fazla olması halinde kullanılır.

İkinci model homojen yapının bozulmasına neden (*tahmin edilemeyen çıktılar örneğin CO₂ salınımı*) olan girdi ve çıktıların sonuçları etkileme yönünün belirlenmesiyle Pastor (2002)’un 5 aşamalı modelinin ilk kısmı olan “tek aşamalı” analizleri içerir. Üçüncü Model ise modeli dışsal olarak etkileyebilecek değişkenlerin bağımsız olarak kurulan regresyonlarla desteklenmesiyle çevresel etkilerin belirlenmesi ve sonuç olarak modellerin mantığına dayandırılmaktadır (Banker ve Morey, 1986; McCarty ve Yaisawarng, 1993; Yang ve Pollitt, 2009).

Dördüncü Model’de stokastik ve beşinci modelde tobit regresyon analizleri yardımıyla analizler uygulanmaktadır (Yang ve Pollitt, 2009).

Bu çalışmanın varsayımları, KVB olarak belirlenen ülkelerin enerji ve elektrik sektörlerinin benzerliklerinin yanında, farklılıkları olduğu halde kıyaslanabilir olmalarıdır. AB ülkeleri ve Türkiye’nin benzer ekonomik ve coğrafi özelliklere sahip olması, enerji ve elektrik üretim-dağıtım sistemlerinde benzer girdileri ve çıktıları kullanmaktadırlar. Ayrıca bu ülkelerde AB tarafından topluca

belirlenen (*AB Enerji Politikası*) benzer koşullara uyum sağlamak durumundadırlar. Buna rağmen olağan bir durum karşısında firmalar, politika yapıcılar tarafından topluca belirlenen koşullarını değiştirebilmektedirler. Tabi bu durum da politika yapıcıların değiştiremeyeceği faktörler de mevcuttur. Örneğin 2008 yılından Ankara’da yaşanan su krizi buna en çarpıcı örnektir. Bahar ayında yağmurun az yağmasından ve o senenin diğer senelere göre çok kurak geçmesinden dolayı barajların yeteri kadar dolmamasına neden olmuş, Hirfanlı barajından sağlanan elektrik Ankara şebekesine verilememiştir. Devamında politik güçlerin kısa zamanda değiştiremeyeceği (*GSYİH, tüketim, talep v.b.*) gibi faktörler de vardır. Sonuç olarak modelimizi oluştururken bir çok varsayım altında homojenlik oluşturulmaya çalışılmıştır.

Özellikle seçilen veri kümesinin karşılaştırılabilir, ölçülebilir ve yorumlanabilir olmasına özen gösterilmiştir. Analizi birimlerinin yetersiz olmasından kaynaklanan nedenlerden dolayı ikinci model (*tek aşamalı*) ve üçüncü model (*iki aşamalı modelin*) elektrik üretimi ile doğrudan ilgili ve KVB kontrolü altında olan ve kontrol altında olmayan değişkenler belirlenmiş ve ayrılmıştır.

Genel Modellerimizde, Pollitt (1996), Hu ve Wang (2006) ve Zhou ve Ang (2008) makaleleri çerçevesinde, daha az emekle, daha az sermaye ve enerji tüketimi harcayarak, aynı GSYİH düzeyini elde etmemiz amaçlanmıştır. KVB’lerin performansının artırılmasında çıktılarda azalma olmadan girdilerde yapılacak olan iyileştirmeler sonucu, GSYİH kontrol edemediğimizden dolayı optimum girdiyi elde etmemizi sağlayacak “girdi odaklı” yöntem kullanılmıştır.

Üretim Modellerimizde, Goto ve Tsutsui (1998), Sueyoshi ve Goto (2001), Pasurka (2006), ve Fallahi vd. (2011), elektrik üretim sektörü gibi çıktının belirli sözleşmelerle ve talebe bağlı olmasından dolayı girdi odaklı yöntem kullanılmıştır.

4.4. Veri Seti Hakkında Bilgiler

Genel Model-A ve Genel Model-B için kullandığımız girdi ve çıktıların etkinlik analizinde kullanılan 2010 yılına ait veri setine ilişkin olarak hazırlanan genel istatistiksel bilgiler sunulmaktadır. İşgücü sayısı $\times 10^3$ ile, GSSO ve GSYİH milyar Amerikan Doları (USD \$) ve primer enerji tüketimi ise mtoe olarak ifade edilmektedir.

Tablo 8. Genel Model-A ve Genel Model-B için AB Ülkeleri ve Türkiye 2010 Yılı Veri Setine İlişkin Betimsel İstatistikler

İstatistikler-2010	Girdiler			Çıktılar	
	İş Gücü $\times 10^3$	Gayrisafi Sermaye Oluşumu (Milyar ABD \$)	Primer Enerji Tüketimi (Mtoe)	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (Milyar ABD \$)	CO ₂ Emisyonu (Mtoe)
Ortalama	11.476,82	142.305,96	81,03	744.089,74	193,36
Ortanca	5.125,80	68.087,12	41,26	314.721,37	80,45
Standart Sapma	11.701,06	152.770,97	85,13	840.125,45	208,18
Varyans	136.914 $\times 10^3$	23.338 $\times 10^6$	7.247,58	705.810 $\times 10^6$	43.337,72
En Büyük Değer	41.683,60	526.653,79	319,46	3.044.241,58	828,19
En Küçük Değer	1.634,70	9.902,77	6,05	60.382,73	15,59
Arahık	40.048,90	516.751,03	313,41	2.983.858,86	812,60

EUROSTAT, Worldbank ve BP 2011 raporundan elde edilen verilere ilişkin olarak hazırlanan 2010 yılına ait betimleyici istatistiksel bilgi Tablo 8’de görülmektedir.

Tablo 8 incelendiğinde, AB üye devletlerinin enerji sektöründeki farklılıklarını, sektörün enerji ile istihdama katkısı hakkında genel hatlarıyla bilgi vermektedir. Genel Modeller’de kullandığımız değişkenlerimizin özellikleri analiz edilmiştir. Tabloda, ortalama, ortanca, standart sapma, varyans, en büyük değer, en küçük değer ve aralık değerleri hesaplanmıştır.

Ortalamalara bakıldığında, işgücü ortalaması $11.476,82 \times 10^3$ iken, GSSO 142.305,96 milyar Amerikan doları, primer enerji tüketimi 81,03 mtoe, GSYİH 744.089,74 ve CO₂ emisyonu 193,36 mtoe seviyesindedir.

Betimleyici istatistiklere ek olarak genel modelimizdeki değişkenlerimizin korelasyon katsayılarına ilişkin değerler Tablo 9’da gösterilmiştir:

Tablo 9. Genel Modellere İlişkin Korelasyon Matrisi

Korelasyon	İş Gücü $\times 10^3$	Gayrisafi Sermaye Oluşumu (Milyar ABD \$)	Primer Enerji Tüketimi (Mtoe)	GayriSafi Yurtiçi Hasıla (Milyar ABD \$)	CO2 Salınımı (Mtoe)
İş Gücü $\times 10^3$	1,000	0,966	0,955	0,970	0,960
Gayrisafi Sermaye Oluşumu (Milyar ABD \$)	0,966	1,000	0,979	0,987	0,945
Primer Enerji Tüketimi(Mtoe)	0,955	0,979	1,000	0,989	0,964
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (Milyar ABD \$)	0,970	0,987	0,989	1,000	0,966
CO2 Salınımı (Mtoe)	0,960	0,945	0,964	0,966	1,000

Korelasyon katsayısına bakmamızdaki amacımızı girdi ve çıktılarımızın yönü ve boyutu hakkında genel bir fikir sahibi olmayı amaçlanmaktadır.

Tablo 9’da 2010 yılına ait girdi ve çıktı arasındaki korelasyon katsayılarına bakıldığında, girdi ve çıktıların birbirleri ile olan ilişkilerinin gücünün çok kuvvetli ve pozitif yönlü olduğu yorumunu yapabilmektedir. En düşük diyebileceğimiz

korelasyon katsayısı 0,945 ile CO₂ salınımı ile GSSO arasında iken en yüksek korelasyon katsayısı ise, 0,98 olarak görmekteyiz. 0,98 korelasyon katsayısı primer enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki ilişkini çok güçlü ve pozitif yönlü olduğunu, primer enerji tüketimindeki değişimin GSYİH’da güçlü bir değişikliğe yol açtığı yorumunu yapabiliriz.

Üretim Modeli-A ve Üretim Modeli-B’de kullandığımız girdi ve çıktıların etkinlik analizinde kullanılan 2010 yılı veri setine ilişkin olarak hazırlanan genel istatistiksel bilgiler yıllar itaibari ile Tablo 10’da sunulmaktadır.

Tablo 10. Üretim Modeli-A ve Üretim Modeli-B için AB Ülkeleri ve Türkiye 2010 Yılı Veri Setine İlişkin Betimsel İstatistikler

İstatistikler-2010	Girdi					Çıktı	
	Kurulu Güç (MW)	Kömür Tüketimi (Mtoe)	Gaz Tüketimi (Mtoe)	Sıvı Yakıtlar (Mtoe)	Diğer Enerjilerin Tüketimi (Mtoe)	Toplam Net Üretim (GWh)	Gaz Salınımı (mtoe)
Ortalama	40.077,01	11,28	7,06	0,62	1,15	147.171,80	63,31
Ortanca	20.074,00	4,79	2,04	0,23	0,02	79.464,00	28,84
Standart Sapma	45.355,30	15,50	9,90	0,97	2,28	160.492,70	77,92
Varyans	2.057x10 ⁶	240,10	98,07	0,95	5,20	25.757x10 ⁶	6072,23
En Büyük Değer	166.509	56,35	34,79	3,44	8,04	591.366	275,32
En Küçük Değer	2.583	0	0,24	0	0	5.347	0,90
Aralık	163.926	56,35	34,55	3,44	8,04	586.019	274,42

Bu bölümde ülkelerin sektördeki durumlarına genel bir fikir sahibi olabilmek için betimleyici istatistikler modelde kullanılan değişkenlerin özellikleri analiz edilmiştir. Genel olarak Üretim modellerinde kullanılan girdi ve çıktıların ortalamalarına baktığımızda; kurulu güç 40.077,01 MW, kömür tüketimi 11,28 mtoe,

gaz tüketimi 7,06 mtoe, sıvı yakıt tüketimi 0,62 mtoe, diğer yakıt tüketimi 1,15 mtoe, toplam net üretim 147.171,80 GWh ve gaz salınımı ise 63,31 mtoe'dir.

Betimleyici istatistiklere ek olarak genel modelimizdeki değişkenlerimizin korelasyon katsayılarına ilişkin değerler Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Üretim Modellerine İlişkin Korelasyon Matrisi

Korelasyon	Kurulu Güç (MW)	Kömür Tüketimi (Mtoe)	Gaz Tüketimi (Mtoe)	Sıvı Yakıtlar (Mtoe)	Diğer Enerjilerin Tüketimi (Mtoe)	Toplam Net Üretim (GWh)	Gaz Salınımı (Mtoe)
Kurulu Güç (MW)	1,000	0,839	0,663	0,726	0,345	0,990	0,890
Kömür Tüketimi (Mtoe)	0,839	1,000	0,554	0,358	0,313	0,876	0,972
Gaz Tüketimi (Mtoe)	0,663	0,554	1,000	0,422	0,332	0,713	0,721
Sıvı Yakıtlar (Mtoe)	0,726	0,358	0,422	1,000	0,066	0,644	0,464
Diğer Enerjilerin Tüketimi (Mtoe)	0,345	0,313	0,332	0,066	1,000	0,376	0,366
Toplam Net Üretim (GWh)	0,990	0,876	0,713	0,644	0,376	1,000	0,927
Gaz Salınımı (Mtoe)	0,890	0,972	0,721	0,464	0,366	0,927	1,000

Korelasyon katsayısına bakmamızdaki amacımızı girdi ve çıktılarımızın yönü ve boyutu hakkında genel bir fikir sahibi olmayı amaçlamaktır.

Tablo 11'de 2010 yıllarına ait girdi ve çıktı arasındaki korelasyon katsayılarına bakıldığında, en yüksek korelasyon katsayısı 0,99 kurulu güç ile toplam net üretim arasında pozitif yönde ve güçlü bir ilişkinin olduğunu görülmektedir.

Korelasyon tablosundaki en küçük korelasyon katsayısı ise, 0,06 diğer enerjilerin tüketimi ve sıvı yakıtlar arasındaki ilişki olup, nötre yakın bir durum sergilemektedir. Tablo 11'i yorumlamaya devam edecek olursak, diğer enerjilerin tüketimi girdisi, diğer girdiler ile zayıf ve pozitif yönlü bir korelasyona sahip olduğu

görülmektedir. Korelasyon matrisinin verdiği bir başka sonuç ise, kömür tüketimi ile gaz salınımının 0,97 yüksek oranda pozitif yönde korelasyona sahip olduğu görülmektedir.

4.5. Etkinlik Analizi Sonuçları

VZA uygulaması, Genel Modelde 23 ülke ve Üretim Modeli'nde 15 ülke üzerinde CCR, BCC ve İstenmeyen Çıktı modelleri bağlamında gerçekleştirilmiş olup, elde edilen etkinlik analizi sonuçları aşağıdaki başlıklarda model sırası ile yer almaktadır.

4.5.1. Genel Model-A ve Analiz Sonuçları

2010 yılına ilişkin Genel Model-A'yı istenmeyen çıktılar modelinde arzu edilmeyen çıktı modeli ile yapılan sabit ve değişken ölçekli analizler kapsamında Genel Model-A girdileri;

- İşgücü
- Gayri Safi Sermaye Oluşumu (Gayri Safi Yurt İçi Yatırım)
- Primer Enerji Tüketimi

Çıktılar ise;

- Gayri Safi Yurt içi Hasıla'dır.
- CO₂ Salınımı'dır.

Genel Model-A'ya ilişkin arzu edilmeyen model ile analiz edilmiş, teknik etkinlik (TE), saf teknik etkimlik (STE) ve ölçek etkinliği (SE) sonuçları Tablo 12'de gösterilmektedir.

Tablo 12. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-A'nın Teknik Etkinlik (TE), Saf Teknik Etkimlik (STE) ve Ölçek Etkinliği (SE) Sonuçları

2010	TE	STE	SE
Almanya	0,681	1,000	0,681
Avusturya	0,806	0,869	0,927
Belçika-Lüksemburg	0,601	0,746	0,805
Birleşik Krallık	0,756	1,000	0,756
Bulgaristan	0,348	0,437	0,796
Çek Cumhuriyeti	0,414	0,453	0,915
Danimarka	0,767	0,807	0,950
Finlandiya	0,584	0,596	0,981
Fransa	0,902	1,000	0,902
Hollanda	0,567	0,735	0,772
İtalya	0,751	1,000	0,751
İrlanda	1,000	1,000	1,000
İspanya	0,655	0,850	0,770
İsveç	1,000	1,000	1,000
Litvanya	0,587	1,000	0,587
Macaristan	0,557	0,571	0,974
Norveç	1,000	1,000	1,000
Polonya	0,443	0,547	0,809
Portekiz	0,626	0,695	0,900
Romanya	0,464	0,524	0,884
Slovakya	0,556	0,644	0,864
Türkiye	0,564	0,721	0,781
Yunanistan	0,633	0,718	0,882
Ortalama	0,663	0,782	0,855

Genel Model-A, enerji etkinliğini ölçmek için oluşturmuş olduğumuz bir modeldir. Bu modelde ülkelerin harcadığı enerjinin ne kadarını etkin olarak kullandığını, işgücünü, sermaye stokunu ve birincil enerji tüketimini minimum düzeyde ele alarak, belirli bir GSYİH elde edilebileceğini incelemektedir.

Genel Model-A'nın kötü çıktı yönlü etkinlik skorlarına bakıldığında TE, STE ve SE seviyeleri 1'e eşit olan ülkelerin tam etkin durumda olduğu yorumunu

yapmaktayız. Tablo 12’de görüleceği üzere, yapılan analiz sonucunda, tam etkinlik gösteren ülkeler,

- TE’de etkin olan ülkeler İrlanda, İsveç ve Norveç,
- STE’de etkin olan ülkeler Almanya, Birleşik Krallık, Fransa, İtalya, İrlanda, İsveç, Litvanya ve Norveç,
- SE’de etkin olan ülkeler İrlanda, İsveç ve Norveç’tir.

Modelimizde teknolojinin gelişmiş olduğu Almanya, Birleşik Krallık, Fransa ve İtalya’nın Saf Teknik Etkinlikte etkin olduğu görülmektedir. Ortalamanın üzerinde olup etkin olmayan ülkelere baktığımızda;

- TE; Almanya, Avusturya, Birleşik Krallık, Danimarka, Fransa ve İtalya
- STE; Avusturya, Danimarka ve İspanya,
- SE; Avusturya, Çek Cumhuriyet, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Macaristan, Portekiz, Romanya, Slovakya ve Yunanistan’dır.

Türkiye’nin referans kümesi olarak İrlanda gözükmemektedir. KÇ_C modelinde Türkiye’nin etkinsizliği 0,564 iken, referans seti İrlanda ($\lambda_i=6,04$)’tir. KÇ_V modelinde Türkiye’nin etkinsizliği 0,721 iken, referans seti İrlanda ($\lambda_i=0,55$) ve Birleşik Krallık ($\lambda_{BK}=0,45$)’tir.

Tablo 13. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-A İstenmeyen Çıktı Modeli Odaklı Sabit Getiri Ölçeğinde İyileştirme Yüzdeleri

2010	İş Gücü	Gayrisafi Sermaye Oluşumu	Primer Enerji Tüketimi	CO2 Salınımı	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
Almanya	-15,51%	-35,26%	-24,58%	-20,04%	0,00%
Avusturya	-6,62%	-41,96%	-9,63%	0,00%	0,00%

2010	İş Gücü	Gayrisafi Sermaye Oluşumu	Primer Enerji Tüketimi	CO2 Salınımı	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
Belçika-Lüksemburg	0,00%	-37,73%	-43,24%	-43,07%	0,00%
Birleşik Krallık	-17,65%	-27,27%	-15,44%	-11,30%	0,00%
Bulgaristan	-64,64%	-51,09%	-54,34%	-49,15%	0,00%
Çek Cumhuriyeti	-41,57%	-55,38%	-48,96%	-47,98%	0,00%
Danimarka	-13,74%	-34,88%	-11,23%	-8,84%	0,00%
Finlandiya	-14,88%	-39,78%	-46,57%	-26,77%	0,00%
Fransa	-3,04%	-22,26%	-4,17%	0,00%	0,00%
Hollanda	-7,30%	-40,11%	-44,52%	-44,76%	0,00%
İtalya	-11,59%	-44,55%	-12,20%	-5,51%	0,00%
İrlanda	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
İspanya	-25,95%	-51,93%	-21,88%	-3,81%	0,00%
İsveç	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Litvanya	-57,27%	-31,71%	-21,05%	-15,73%	0,00%
Macaristan	-45,51%	-39,13%	-32,21%	-19,31%	0,00%
Norveç	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Polonya	-50,51%	-46,41%	-37,56%	-49,35%	0,00%
Portekiz	-44,05%	-42,86%	-20,30%	-5,27%	0,00%
Romanya	-64,43%	-54,84%	-29,71%	-17,16%	0,00%
Slovakya	-45,60%	-52,14%	-20,16%	-18,24%	0,00%
Türkiye	-49,01%	-43,72%	-20,44%	-20,93%	0,00%
Yunanistan	-27,43%	-30,86%	-23,38%	-30,06%	0,00%
Ortalama	-26,36%	-35,82%	-23,55%	-19,01%	0,00%

Tablo 13'e baktığımızda, kötü çıktı odaklı sabit getirili modelde, etkin olan İrlanda, İsveç ve Norveç'te bir değişiklik yapılması söz konusu değildir. Örnek olarak Türkiye'yi ele aldığımızda, bu modele göre etkin hale gelebilmek için herhangi birisini gerçekleştirmesi halinde etkin hale gelecektir: işgücünde %49,01'lik bir azaltma, GSSO'da %43,72'lik bir azaltma, primer enerji tüketiminde %20,44'lük bir azaltma, CO₂ emisyonunda %20,93 bir azaltma yaptığı takdirde etkin hale gelecektir.

AB ile Türkiye'yi karşılaştırdığımızda ise, Türkiye'nin etkin hale gelebilmesi için yaklaşık AB'den 2 katı kadar işgücü azaltmasına gitmesi görülmektedir. Diğer faktörlerde AB ile hemen hemen aynı azaltmaya gideceği görülmektedir.

Tablo 14. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-A İstenmeyen Çıktı Modeli Odaklı Değişken Getiri Ölçeğinde İyileştirme Yüzdeleri

2010	İş Gücü	Gayrisafi Sermaye Oluşumu	Primer Enerji Tüketimi	CO2 Salınımı	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
Almanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Avusturya	-3,90%	-29,51%	-2,67%	-2,41%	0,00%
Belçika-Lüksemburg	0,00%	0,00%	-17,01%	-52,74%	0,00%
Birleşik Krallık	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bulgaristan	-46,77%	-42,53%	-49,75%	-45,57%	0,00%
Çek Cumhuriyeti	-37,39%	-49,79%	-45,85%	-45,77%	0,00%
Danimarka	-10,57%	-30,71%	-8,46%	-6,85%	0,00%
Finlandiya	-13,66%	-38,28%	-45,92%	-26,15%	0,00%
Fransa	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Hollanda	0,00%	-0,88%	-20,59%	-52,79%	0,00%
İtalya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
İrlanda	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
İspanya	-13,41%	-28,01%	0,00%	-2,75%	0,00%
İsveç	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Litvanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Macaristan	-44,50%	-37,16%	-31,15%	-18,42%	0,00%
Norveç	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Polonya	-41,77%	-29,86%	-28,17%	-44,04%	0,00%
Portekiz	-39,83%	-35,32%	-15,18%	-1,03%	0,00%
Romanya	-61,13%	-47,50%	-24,15%	-12,59%	0,00%
Slovakya	-29,64%	-47,27%	-15,50%	-14,90%	0,00%
Türkiye	-39,07%	-24,52%	-7,23%	-11,77%	0,00%
Yunanistan	-20,42%	-19,18%	-17,07%	-26,05%	0,00%
Ortalama	-17,48%	-20,02%	-14,29%	-15,82%	0,00%

Tablo 14'e baktığımızda, kötü çıktı odaklı değişken getirili modelde, etkin olan ülkelerde bir değişiklik yapılması söz konusu değildir. Örnek olarak Türkiye'yi ele aldığımızda, bu modele göre etkin hale gelebilmek için herhangi birisini gerçekleştirmesi halinde etkin hale gelecektir: işgücünde %39,07'lik bir azaltma, GSSO'da %24,52'lik bir azaltma, primer enerji tüketiminde %7,23'lük bir azaltma, CO₂ emisyonunda %11,77 bir azaltma yaptığı takdirde etkin hale gelecektir.

Türkiye ile AB'yi karşılaştırdığımızda, Türkiye'nin etkin hale gelebilmesi için AB'den 2 katından daha fazla işgücü ve AB'nin yarısı kadar primer enerji tüketimi azaltılmasına gitmesi görülmektedir. Diğer faktörler için AB ile hemen hemen aynı azaltmaya gideceği görülmektedir.

Tablo 15. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-A İlişkin Sabit ve Değişken Ölçekli Modeline Göre Ortalama Gelişme Oranları

Girdi ve Çıktı	KÇ _c	KÇ _v
	2010	2010
İş Gücü	-0,264	-0,175
Gayrisafi Sermaye Oluşumu	-0,358	-0,200
Primer Enerji Tüketimi	-0,235	-0,143
CO₂ Salınımı	-0,190	-0,158
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	0,000	0,000

Tablo 15'de yer alan potansiyel iyileştirme oranları dikkate alındığında, AB'nin etkinlik seviyelerinin geliştirilmesi amacıyla, ölçeğe göre sabit getirili modelde etkin sınırdaki yer almayan AB'nin, bu modele göre etkin hale gelebilmesi için şu hedeflerden herhangi birisini gerçekleştirmesi yeterli olacaktır; işgücü %26,4 oranında azaltılması, gayri safi sermaye oluşumunun %35,8 azaltılması, primer enerji tüketimi %23,5 azaltılması, CO₂ salınımı %19 azaltılması gerekmektedir.

Ölçeğe göre değişken getirili modelde ise AB etkin sınıra gelebilmek için, işgücü %17,5 oranında azaltılması, gayri safi sermaye oluşumunun %20,0 azaltılması, primer enerji tüketimi %14,3 azaltılması, CO₂ salınımı %15,8 azaltılması gerekmektedir.

AB, girdilerdeki herhangi birisini azalttığında etkin hale gelecektir. GSYİH ve GSSO ekonomide birçok girdi ve çıktıya bağlı olduğu için AB'nin müdahale edebilme olasılığı düşüktür. Bu durumda AB, işgücü, primer enerji tüketimi ve CO₂

belirtilen hedefler dahilinde etkin sınıra gelmek için gerçekçi ve rasyonel hedefler olduğu söylenebilir.

4.5.2. Genel Model-B ve Analiz Sonuçları

2010 yılına ilişkin girdi yönlü olarak CCR-BCC modeliyle yapılan analizler kapsamında Genel Model-B girdileri;

- İşgücü
- Gayri Safi Sermaye Oluşumu (Gayri Safi Yurt İçi Yatırım)
- Primer Enerji Tüketimi

Çıktı ise;

- Gayri Safi Yurt içi Hasıla'dır.

Genel Model-B ilişkin girdi yönlü, teknik etkinlik (TE), saf teknik etkimlik (STE) ve ölçek etkinliği (SE) sonuçları Tablo 16'de gösterilmektedir.

Tablo 16. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-B'nin Teknik Etkinlik (TE), Saf Teknik Etkinlik (STE), ve Ölçek Etkinliği (SE) Sonuçları

2010	TE	STE	SE
Almanya	0,828	1,000	0,828
Avusturya	0,885	0,937	0,944
Belçika-Lüksemburg	0,902	0,996	0,906
Birleşik Krallık	0,846	1,000	0,846
Bulgaristan	0,489	0,575	0,851
Çek Cumhuriyeti	0,570	0,595	0,958
Danimarka	0,888	0,909	0,976
Finlandiya	0,798	0,821	0,972
Fransa	0,846	1,000	0,846
Hollanda	0,852	0,990	0,861
İtalya	0,883	1,000	0,883
İrlanda	1,000	1,000	1,000
İspanya	0,781	0,886	0,881
İsveç	0,800	0,882	0,906
Litvanya	0,790	1,000	0,790
Macaristan	0,678	0,686	0,988
Norveç	1,000	1,000	1,000
Polonya	0,624	0,717	0,871
Portekiz	0,797	0,837	0,953

2010	TE	STE	SE
Romanya	0,703	0,746	0,942
Slovakya	0,798	0,845	0,945
Türkiye	0,796	0,907	0,877
Yunanistan	0,766	0,827	0,926
Ortalama	0,797	0,879	0,911

Modelimizde CCR-BCC girdi yönlü etkinlik skorlarına bakıldığında TE_{CCR} , STE_{BCC} ve SE seviyeleri 1'e eşit olan ülkelerin tam etkin durumda olduğu yorumunu yapmaktayız. Tablo 16'da görüleceği üzere, yapılan analiz sonucunda, tam etkinlik gösteren ülkelerimiz,

- TE'de etkin olan ülkeler; İrlanda ve Norveç,
- STE'de etkin olan ülkeler, Almanya, Birleşik Krallık, Fransa, İtalya, İrlanda ve Norveç,
- SE'de etkin olan ülkelere baktığımızda, İrlanda ve Norveç'tir.

Ölçek büyüklüğünden kaynaklanan SE değerlerinin yer aldığı Tablo 16 incelendiğinde, Veri Zarflama Analizleri sonucunda CCR ve BCC modellerine dayanılarak elde edilen ölçek etkinliğinde “1” değerini alan ülkeler için optimal faaliyet gösterdiği ifadesi kullanılabilir.

SE değerleri “1” olmayan diğer ülkelerin TE_{CCR} ve STE_{BCC} etkinlikleri arasındaki değer farklarının ölçek farklılığından kaynaklandığı belirtilebilir.

Modelimizde teknolojinin gelişmiş olduğu Almanya, Birleşik Krallık, Fransa ve İtalya'nın Saf Teknik Etkinlikte etkin olduğu görülmektedir. Ortalamanın üzerinde olup etkin olmayan ülkelere baktığımızda;

- TE’de, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, İspanya, Litvanya, Macaristan, Polonya, Portekiz, Romanya, Türkiye ve Yunanistan,
- STE’de, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Macaristan, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya ve Yunanistan,
- SE’de, Almanya, Belçika-Lüksemburg, Birleşik Krallık, Bulgaristan, Fransa, Hollanda, İtalya, İspanya, İsveç, Litvanya, Polonya ve Türkiye’dir.

Türkiye’nin referans kümesi olarak İrlanda gözükmektedir. CCR modelde Türkiye’nin etkinsizliği 0,795 iken, referans seti İrlanda ($\lambda_i=6,04$)’tir. BCC modelde Türkiye’nin etkinsizliği 0,907 iken, referans seti İrlanda ($\lambda_i=0,49$), İtalya ($\lambda_{IT}=0,36$) ve Birleşik Krallık ($\lambda_{BK}=0,15$)’tir

Tablo 17. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-B Girdi Odaklı Sabit Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri

2010	İş Gücü	Gayrisafi Sermaye Oluşumu	Primer Enerji Tüketimi	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
Almanya	-17,24%	-28,31%	-17,24%	0,00%
Avusturya	-11,55%	-41,79%	-11,55%	0,00%
Belçika-Lüksemburg	-9,78%	-9,78%	-19,92%	0,00%
Birleşik Krallık	-17,65%	-27,27%	-15,44%	0,00%
Bulgaristan	-64,64%	-51,09%	-54,34%	0,00%
Çek Cumhuriyeti	-43,01%	-49,63%	-43,01%	0,00%
Danimarka	-13,74%	-34,88%	-11,23%	0,00%
Finlandiya	-20,17%	-20,17%	-30,79%	0,00%
Fransa	-15,36%	-27,61%	-15,36%	0,00%
Hollanda	-14,79%	-14,79%	-23,26%	0,00%
İtalya	-11,70%	-44,20%	-11,70%	0,00%
İrlanda	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
İspanya	-25,95%	-51,93%	-21,88%	0,00%
İsveç	-20,01%	-20,01%	-25,79%	0,00%
Litvanya	-57,27%	-31,71%	-21,05%	0,00%
Macaristan	-45,51%	-39,13%	-32,21%	0,00%
Norveç	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Polonya	-50,51%	-46,41%	-37,56%	0,00%
Portekiz	-44,05%	-42,86%	-20,30%	0,00%

2010	İş Gücü	Gayrisafi Sermaye Oluşumu	Primer Enerji Tüketimi	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
Romanya	-64,43%	-54,84%	-29,71%	0,00%
Slovakya	-45,60%	-52,14%	-20,16%	0,00%
Türkiye	-49,01%	-43,72%	-20,44%	0,00%
Yunanistan	-27,43%	-30,86%	-23,38%	0,00%
Ortalama	-29,10%	-33,18%	-22,01%	0,00%

Tablo 17’e baktığımızda, girdi odaklı sabit getirili modelde, etkin olan ülkelerde İrlanda ve Norveç’te bir değişiklik yapılması söz konusu değildir. Örnek olarak Türkiye’yi ele aldığımızda, bu modele göre etkin hale gelebilmek için herhangi birisini gerçekleştirmesi halinde etkin hale gelecektir: işgücünde %49,01’lik bir azaltma, GSSO’da %43,72’lik bir azaltma ve primer enerji tüketiminde %20,44’lük bir azaltma yaptığı takdirde etkin hale gelecektir.

Türkiye ile AB’yi karşılaştırdığımızda, Türkiye’nin etkin hale gelebilmesi için AB’den yaklaşık 2 katı kadar işgücü ve AB’nin %10 kadar fazlası primer enerji tüketimine azaltması beklenmektedir. Diğer faktörler için AB ile hemen hemen aynı azaltmaya gideceği bilinmektedir.

Tablo 18. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-B Girdi Odaklı Değişken Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri

2010	İş Gücü	Gayrisafi Sermaye Oluşumu	Primer Enerji Tüketimi	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
Almanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Avusturya	-6,26%	-22,78%	-6,26%	0,00%
Belçika-Lüksemburg	-0,44%	-0,44%	-16,18%	0,00%
Birleşik Krallık	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bulgaristan	-46,77%	-42,53%	-49,75%	0,00%
Çek Cumhuriyeti	-40,49%	-40,49%	-40,49%	0,00%
Danimarka	-11,77%	-25,79%	-9,08%	0,00%
Finlandiya	-17,85%	-28,76%	-37,70%	0,00%
Fransa	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Hollanda	-1,01%	-1,01%	-18,43%	0,00%
İtalya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
İrlanda	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

2010	İş Gücü	Gayrisafi Sermaye Oluşumu	Primer Enerji Tüketimi	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
İspanya	-16,55%	-14,51%	-11,36%	0,00%
İsveç	-11,75%	-11,75%	-22,55%	0,00%
Litvanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Macaristan	-44,88%	-34,84%	-31,39%	0,00%
Norveç	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Polonya	-42,03%	-28,33%	-28,33%	0,00%
Portekiz	-41,43%	-26,45%	-16,34%	0,00%
Romanya	-62,38%	-38,87%	-25,41%	0,00%
Slovakya	-29,64%	-47,27%	-15,50%	0,00%
Türkiye	-41,62%	-9,25%	-9,25%	0,00%
Yunanistan	-20,79%	-17,27%	-17,27%	0,00%
Ortalama	-18,94%	-16,97%	-15,45%	0,00%

Tablo 18’e baktığımızda, girdi odaklı değişken getirili modelde, etkin olan ülkelerde Almanya, Fransa, İtalya, İrlanda, Litvanya, ve Norveç’te bir değişiklik yapılması söz konusu değildir. Örnek olarak Türkiye’yi ele aldığımızda, bu modele göre etkin hale gelebilmek için herhangi birisini gerçekleştirmesi halinde etkin hale gelecektir: işgücünde %41,62’lik bir azaltma, GSSO’da %9,25’lik bir azaltma ve primer enerji tüketiminde %9,25’lik bir azaltma yaptığı takdirde etkin hale gelecektir.

Türkiye ile AB’yi karşılaştırdığımızda, Türkiye’nin etkin hale gelebilmesi için AB’den 2 katından fazla işgücü, primer enerji tüketiminde AB’nin primer enerji tüketiminden yaklaşık %6 ve GSSO’dan yaklaşık %7’den daha az bir iyileştirme ile etkin noktaya gelebilmektedir.

Tablo 19. 2010 Yılına İlişkin Genel Modellerin Girdi Yönlü CCR-BCC Modellerinin Ortalama Geliştirme Oranı

Girdi ve Çıktı	CCR	BCC
	2010	2010
İş Gücü	-0,291	-0,189
Gayrisafi Sermaye Oluşumu	-0,332	-0,170
Primer Enerji Tüketimi	-0,220	-0,154
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	0,000	0,000

Tablo 19’da girdi ve çıktı unsurlarının potansiyel gelişme oranları büyük önem taşımaktadır. Diğer yandan, ülkelerin etkinlik seviyelerinin yükseltilmesi için aşağıda sunulan iyileştirme oranlarının uygulanması önem taşımaktadır. AB’nin etkinlik seviyelerinin geliştirilmesi amacıyla, ölçeğe göre sabit getirili modelde etkin sınırdaki yer almayan AB’nin, bu modele göre etkin hale gelebilmesi için şu hedeflerden herhangi birisini gerçekleştirmesi yeterli olacaktır; işgücü %29,1 oranında azaltılması, gayri safi sermaye oluşumunun %33,2 azaltılması, primer enerji tüketimi %22,0 azaltılması gerekmektedir.

Ölçeğe göre değişken getirili modelde ise AB etkin sınıra gelebilmek için, işgücü %18,9 oranında azaltılması, gayri safi sermaye oluşumunun %17,0 azaltılması, primer enerji tüketimi %15,4 azaltılması gerekmektedir.

AB, girdilerdeki herhangi birisini azalttığında etkin hale gelecektir. GSYİH ve GSSO ekonomide birçok girdi ve çıktıya bağlı olduğu için AB’nin müdahale edebilme olasılığı düşüktür. Bu durumda AB, işgücü, primer enerji tüketimi ve CO₂ belirtilen hedefler dahilinde etkin sınıra gelmek için gerçekçi ve rasyonel hedefler olduğu söylenebilir.

Genel Model A ve Genel Model-B’lerinde KVB’lerin etkinlik skorları incelendiğinde;

Tablo 20. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-A ve Genel Model-B’nin Etkinlik Skorlarının Karşılaştırılması

Genel Model-A	TE	STE	SE	Genel Model-B	TE	STE	SE
Almanya	0,681	1,000	0,681	Almanya	0,828	1,000	0,828
Avusturya	0,806	0,869	0,927	Avusturya	0,885	0,937	0,944
Belçika-Lüksemburg	0,601	0,746	0,805	Belçika-Lüksemburg	0,902	0,996	0,906
Birleşik Krallık	0,756	1,000	0,756	Birleşik Krallık	0,846	1,000	0,846
Bulgaristan	0,348	0,437	0,796	Bulgaristan	0,489	0,575	0,851
Çek Cumhuriyeti	0,414	0,453	0,915	Çek Cumhuriyeti	0,570	0,595	0,958
Danimarka	0,767	0,807	0,950	Danimarka	0,888	0,909	0,976
Finlandiya	0,584	0,596	0,981	Finlandiya	0,798	0,821	0,972
Fransa	0,902	1,000	0,902	Fransa	0,846	1,000	0,846
Hollanda	0,567	0,735	0,772	Hollanda	0,852	0,990	0,861
İtalya	0,751	1,000	0,751	İtalya	0,883	1,000	0,883
İrlanda	1,000	1,000	1,000	İrlanda	1,000	1,000	1,000
İspanya	0,655	0,850	0,770	İspanya	0,781	0,886	0,881
İsveç	1,000	1,000	1,000	İsveç	0,800	0,882	0,906
Litvanya	0,587	1,000	0,587	Litvanya	0,790	1,000	0,790
Macaristan	0,557	0,571	0,974	Macaristan	0,678	0,686	0,988
Norveç	1,000	1,000	1,000	Norveç	1,000	1,000	1,000
Polonya	0,443	0,547	0,809	Polonya	0,624	0,717	0,871
Portekiz	0,626	0,695	0,900	Portekiz	0,797	0,837	0,953
Romanya	0,464	0,524	0,884	Romanya	0,703	0,746	0,942
Slovakya	0,556	0,644	0,864	Slovakya	0,798	0,845	0,945
Türkiye	0,564	0,721	0,781	Türkiye	0,796	0,907	0,877
Yunanistan	0,633	0,718	0,882	Yunanistan	0,766	0,827	0,926
Ortalama	0,663	0,779	0,856	Ortalama	0,797	0,876	0,911

Şekil 20’de Genel Modellere ilişkin AB ülkelerinin ve Türkiye’nin etkinlik skorları incelendiğinde, CO₂ emisyonun etkinlik skorlarını düşürdüğünü görmekteyiz. Eğer ülkelerde istenmeyen çıktı olarak CO₂ emisyonu olmaması, ülkelerin etkinlik skorunda artışa yol açacağı gözükmemektedir. AB ve Türkiye enerji politikalarında ortak olarak ortaya çıkan sonuçlardan en önemlisi, fosil yakıtlara olan

bağımlılığı azaltarak, hem CO₂ emisyonunu düşürmek hem de enerji güvenliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla kendi bölgelerindeki yenilenebilir enerji potansiyellerini kullanarak enerji etkinliklerini artırmaktır.

4.5.3. Üretim Modeli-A ve Analiz Sonuçları

2010 yılına ilişkin Üretim Modeli-A'yı istenmeyen çıktılar modelinde arzu edilmeyen çıktı modeli ile yapılan sabit ve değişken ölçekli analizler kapsamında Üretim Modeli-A girdileri;

- Kurulu Güç
- Kömür Tüketimi
- Doğal gaz Tüketimi
- Sıvı yakıt Tüketimi
- Diğer Tüketim

Çıktı ise;

- Toplam Net Üretim'dir.
- CO₂ Salınımı'dır.

Üretim Modeli-A'ya ilişkin arzu edilmeyen çıktı modeli ile analiz edilmiş, teknik etkinlik (TE), saf teknik etkimlik (STE) ve ölçek etkinliği (SE) sonuçları Tablo 21'de gösterilmektedir.

Tablo 21. 2010 Yılına İlişkin İstenmeyen Çıktı Modeli Teknik Etkinlik (TE), Saf Teknik Etkinlik (STE) ve Ölçek Etkinliği (SE) Sonuçları

2010	TE	STE	SE
Almanya	0,284	1,000	0,284
Birleşik Krallık	1,000	1,000	1,000
Bulgaristan	1,000	1,000	1,000
Çek Cumhuriyeti	1,000	1,000	1,000
Finlandiya	1,000	1,000	1,000
Hollanda	0,352	1,000	0,352

2010	TE	STE	SE
İspanya	1,000	1,000	1,000
İsveç	1,000	1,000	1,000
Letonya	1,000	1,000	1,000
Litvanya	0,382	0,382	1,000
Macaristan	0,210	0,370	0,568
Polonya	1,000	1,000	1,000
Portekiz	0,223	0,231	0,964
Romanya	1,000	1,000	1,000
Türkiye	1,000	1,000	1,000
Ortalama	0,763	0,866	0,878

Üretim Modeli-A, enerji etkinliğini ve çevresel etkinliği ölçmek için oluşturmuş olduğumuz bir modeldir. Bu modelde ülkelerin harcadığı enerjinin ne kadarını etkin olarak kullandığını, kurulu güç, kömür tüketimi, doğal gaz tüketimi, sıvı yakıt tüketimi ve diğer tüketimler minimum düzeyde ele alarak, belirli bir toplam net üretim ve gaz salınımını elde edilebileceğini incelemektedir.

Üretim Modeli-A'nın, kötü çıktı yönlü etkinlik skorlarına bakıldığında TE, STE ve SE seviyeleri 1'e eşit olan ülkelerin tam etkin durumda olduğu yorumunu yapmaktayız. Tablo 21'de görüleceği üzere, yapılan analiz sonucunda, tam etkinlik gösteren ülkeler,

- TE'de etkin olan ülkeler Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, İspanya, İsveç, Letonya, Polonya, Romanya ve Türkiye,
- STE'de etkin olan ülkeler Almanya, Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Hollanda, İspanya, İsveç, Letonya, Polonya, Romanya ve Türkiye,
- SE'de etkin olan ülkeler Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, İspanya, İsveç, Letonya, Litvanya, Polonya, Romanya ve Türkiye'dir.

Modelimizde teknolojinin gelişmiş olduğu Almanya ve Hollanda Saf Teknik Etkinlikte etkin olduğu görülmektedir. Ortalamanın altında etkin olmayan ülkelere baktığımızda;

- TE; Almanya, Hollanda, Litvanya, Macaristan, Portekiz,
- STE; Litvanya, Macaristan, Portekiz
- SE; Hollanda, Macaristan, Portekiz'dir.

Türkiye'nin kötü çıktı odaklı sabit getirili ve değişken getirili modelde Türkiye etkin çıktığı için referans kümesi kendisidir.

Tablo 22. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-A İstenmeyen Çıktı Modeli Odaklı Sabit Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri

2010	Kurulu Güç (MW)	Kömür Tüketimi (Mtoe)	Gaz Tüketimi (Mtoe)	Sıvı Yakıtlar (Mtoe)	Diğer Enerjilerin Tüketimi (Mtoe)	Gaz Salınımı (Mtoe)	Toplam Net Üretim (GWh)
Almanya	-12,72%	-99,68%	-90,54%	-73,80%	-11,80%	-97,32%	0,00%
Birleşik Krallık	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bulgaristan	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Çek Cumhuriyeti	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Finlandiya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Hollanda	0,00%	-31,76%	-93,14%	-46,90%	-83,74%	-77,45%	0,00%
İspanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
İsveç	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Letonya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Litvanya	-28,37%	0,00%	-88,19%	-97,48%	0,00%	-85,73%	13,56%
Macaristan	-2,82%	-99,43%	-97,10%	-80,94%	-63,87%	-96,94%	0,00%
Polonya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Portekiz	-30,83%	-99,31%	-94,36%	-90,22%	-20,14%	-96,43%	0,00%
Romanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Türkiye	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ortalama	-4,98%	-22,01%	-30,89%	-25,96%	-11,97%	-30,26%	0,90%

Tablo 22'ye baktığımızda, kötü çıktı odaklı sabit getirili modelde, etkin olan Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, İspanya, İsveç, Letonya, Polonya, Romanya ve Türkiye'de bir değişiklik yapılması söz konusu değildir. Örnek olarak Almanya'yı ele aldığımızda, bu modele göre etkin hale gelebilmek için herhangi birisini gerçekleştirmesi halinde etkin hale gelecektir: Kurulu gücünde %12,72'lik bir azaltma, kömür tüketiminde %99,68'lik bir azaltma, gaz tüketiminde %90,54'lük bir azaltma, sıvı yakıtlarda %73,80'lik bir azalma, diğer enerji tüketiminde %11,80'lik bir azalma, gaz salınımında %97,32'lik bir azaltma yaptığı takdirde etkin hale gelecektir.

AB ile Türkiye'yi karşılaştırdığımızda ise, Türkiye etkin bir ülke olduğu için herhangi bir azaltmaya gitmesine gerek görülmemektedir.

Tablo 23. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-A İstenmeyen Çıktı Odaklı Değişken Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri

2010	Kurulu Güç (MW)	Kömür Tüketimi (Mtoe)	Gaz Tüketimi (Mtoe)	Sıvı Yakıtlar (Mtoe)	Diğer Enerjilerin Tüketimi (Mtoe)	Gaz Salınımı (Mtoe)	Toplam Net Üretim (GWh)
Almanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Birleşik Krallık	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bulgaristan	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Çek Cumhuriyeti	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Finlandiya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Hollanda	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
İspanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
İsveç	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Letonya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Litvanya	-28,37%	0,00%	-88,19%	-97,48%	0,00%	-85,73%	13,56%
Macaristan	0,00%	-44,48%	-85,41%	-75,28%	-46,71%	-68,37%	0,00%
Polonya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Portekiz	-26,96%	-99,36%	-88,07%	-89,69%	-26,24%	-93,46%	0,00%
Romanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Türkiye	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ortalama	-3,69%	-9,59%	-17,44%	-17,50%	-4,86%	-16,50%	0,90%

Tablo 23'e baktığımızda, kötü çıktı odaklı değişken getirili modelde, etkin olan ülkelerde bir değişiklik yapılması söz konusu değildir. Örnek olarak Litvanya'ya ele aldığımızda, bu modele göre etkin hale gelebilmek için herhangi birisini gerçekleştirmesi halinde etkin hale gelecektir Kurulu gücünde %28,37'lik bir azaltma, gaz tüketiminde %88,19'luk bir azaltma, sıvı yakıtlarda % 97,48'lik bir azalma, gaz salınımında %85,73'lük bir azaltma yaptığı takdirde etkin hale gelecektir.

AB ile Türkiye'yi karşılaştırdığımızda ise, Türkiye etkin bir ülke olduğu için herhangi bir azaltmaya gitmesine gerek görülmemektedir. Litvanya'nın 2010 yılında değer düşüklüğünün nedeni ise, İgnalina nükleer tesislerinin kapatılması Litvanya'nın birliğe katılım müzakerelerinin en önemli maddelerinden biri olarak görülebilir.¹⁹

Girdilere baktığımızda, kurulu gücün düşürülmesi işletme yada ülke bakımından pek makul olmadığı için, yakıt tüketimlerinde azaltmaya ve arz edilmeyen çıktılarda ise CO₂ emisyonu azaltmasına, giderek etkin noktaya ulaşmaya çabalamalıdır.

Tablo 24. 2010 Yılına İlişkin İstenmeyen Çıktı Modeli Sabit ve Değişken Getiri Ölçekleklerine Göre Ortalama Gelişme Oranları

Girdi ve Çıktı	KÇ _C	KÇ _V
	2010	2010
Kurulu Güç	-0,050	-0,037
Kömür Tüketimi	-0,220	-0,096
Gaz Tüketimi	-0,309	-0,174
Sıvı Yakıtlar Tüketimi	-0,260	-0,175
Diğer Enerjilerin Tüketimi	-0,120	-0,049
Gaz Salınımı	-0,303	-0,165
Toplam Net Üretim	0,009	0,009

¹⁹ Litvanya Sovyet Döneminden Kalma Nükleer Santrali Kapattı, (05.01.2010). Euractiv.

Tablo 24’de yer alan potansiyel iyileştirme oranları dikkate alındığında, AB’nin etkinlik seviyelerinin geliştirilmesi amacıyla, ölçeğe göre sabit getirili modelde etkin sınırdaki yer almayan AB’nin, bu modele göre etkin hale gelebilmesi için şu hedeflerden herhangi birisini gerçekleştirmesi yeterli olacaktır: Kurulu gücün %5 oranında azaltılması, kömür tüketiminin %22 oranında azaltılması, gaz tüketiminin %31 oranında azaltılması, sıvı yakıtlar tüketiminin %26 oranında azaltılması, diğer enerjilerin tüketiminin %12 oranında azaltılması, gaz salınımının %30 oranında azaltılması gerekmektedir.

Ölçeğe göre değişken getirili modelde ise AB etkin sınıra gelebilmek için, kurulu gücün %4 oranında azaltılması, kömür tüketiminin %1 oranında azaltılması, gaz tüketiminin %17 oranında azaltılması, sıvı yakıtlar tüketiminin %17 oranında azaltılması, diğer enerjilerin tüketiminin %5 oranında azaltılması, gaz salınımının %17 oranında azaltılması gerekmektedir.

4.5.4. Üretim Modeli-B ve Analiz Sonuçları

2010 yılına ilişkin Üretim Modeli-B’yi CCR ve BCC girdi yönlü model kullanılmıştır. Üretim Modeli-B girdileri;

- Kurulu Güç
- Kömür Tüketimi
- Doğal gaz Tüketimi
- Sıvı yakıt Tüketimi
- Diğer Tüketim

Çıktı ise;

- Toplam Net Üretim’dir.

Üretim Modeli-B'yi ilişkin CCR ve BCC girdi yönlü modeli ile analiz edilmiş, teknik etkinlik (TE), saf teknik etkinlik (STE) ve ölçek etkinliği (SE) sonuçları Tablo 25'de gösterilmektedir.

Tablo 25. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-B'nin Teknik Etkinlik (TE), Saf Teknik Etkinlik (STE), ve Ölçek Etkinliği (SE) Sonuçları

2010	TE	STE	SE
Almanya	0,833	1,000	0,833
Birleşik Krallık	1,000	1,000	1,000
Bulgaristan	1,000	1,000	1,000
Çek Cumhuriyeti	1,000	1,000	1,000
Finlandiya	1,000	1,000	1,000
Hollanda	0,976	1,000	0,976
İspanya	1,000	1,000	1,000
İsveç	1,000	1,000	1,000
Letonya	1,000	1,000	1,000
Litvanya	0,881	1,000	0,881
Macaristan	0,886	0,969	0,914
Polonya	1,000	1,000	1,000
Portekiz	0,682	0,709	0,962
Romanya	1,000	1,000	1,000
Türkiye	1,000	1,000	1,000
Ortalama	0,947	0,977	0,969

Üretim Modeli-B, enerji etkinliğini ölçmek için oluşturmuş olduğumuz bir modeldir. Bu modelde ülkelerin harcadığı enerjinin ne kadarını etkin olarak kullandığını, kurulu güç, kömür tüketimi, doğal gaz tüketimi, sıvı yakıt tüketimi ve diğer tüketimler minimum düzeyde ele alarak, belirli bir toplam net elektrik üretim elde edilebileceğini incelemektedir.

Üretim Modeli-B'nin, girdi yönlü etkinlik skorlarına bakıldığında TE, STE ve SE seviyeleri 1'e eşit olan ülkelerin tam etkin durumda olduğu yorumunu yapmaktayız. Tablo 25'de görüleceği üzere, yapılan analiz sonucunda, tam etkinlik gösteren ülkeler,

- TE’de etkin olan ülkeler Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, İspanya, İsveç, Letonya, Polonya, Romanya ve Türkiye,
- STE’de etkin olan ülkeler Almanya, Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Hollanda İspanya, İsveç, Letonya, Litvanya, Polonya, Romanya ve Türkiye,
- SE’de etkin olan ülkeler Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, İspanya, İsveç, Letonya, Polonya, Romanya ve Türkiye’dir.

Ortalamanın altında etkin olmayan ülkelere baktığımızda;

- TE; Almanya, Litvanya, Macaristan, Portekiz,
- STE; Macaristan, Portekiz
- SE; Almanya, Litvanya, Macaristan, Portekiz’dir.

Türkiye’nin CCR ve BCC girdi yönlü modelde Türkiye etkin çıkmıştır. Almanya’nın referans kümesi olarak Bulgaristan, Finlandiya, İsveç ve Türkiye gözükmemektedir. CCR modelinde Almanya’nın etkinsizliği 0,833 iken, referans seti Bulgaristan ($\lambda_i=4,19$), Finlandiya ($\lambda_i=3,38$), İsveç ($\lambda_i=0,36$) ve Türkiye ($\lambda_i=0,50$)’dir. BCC modelinde ise Almanya etkin çıktığı için referans kümesi kendisidir.

Tablo 26. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-B Girdi Odaklı Sabit Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri

2010	Kurulu Güç (MW)	Kömür Tüketimi (Mtoe)	Gaz Tüketimi (Mtoe)	Sıvı Yakıtlar (Mtoe)	Diğer Enerjilerin Tüketimi (Mtoe)	Toplam Net Üretim (GWh)
Almanya	-16,74%	-16,74%	-16,74%	-16,98%	-16,74%	0,00%
Birleşik Krallık	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bulgaristan	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Çek Cumhuriyeti	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Finlandiya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Hollanda	-2,42%	-2,42%	-91,07%	-42,97%	-81,20%	0,00%
İspanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

2010	Kurulu Güç (MW)	Kömür Tüketimi (Mtoe)	Gaz Tüketimi (Mtoe)	Sıvı Yakıtlar (Mtoe)	Diğer Enerjilerin Tüketimi (Mtoe)	Toplam Net Üretim (GWh)
İsveç	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Letonya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Litvanya	-36,92%	-11,94%	-89,60%	-97,78%	-11,94%	0,00%
Macaristan	-11,42%	-11,45%	-86,21%	-74,38%	-29,76%	0,00%
Polonya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Portekiz	-31,82%	-31,82%	-41,69%	-69,23%	-31,82%	0,00%
Romanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Türkiye	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ortalama	-6,62%	-4,96%	-21,69%	-20,09%	-11,43%	0,00%

Tablo 26'ya baktığımızda, girdi yönlü sabit getirili modelde, etkin olan Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, İspanya, İsveç, Letonya, Polonya, Romanya ve Türkiye'de bir değişiklik yapılması söz konusu değildir. Örnek Almanya'yı ele aldığımızda, bu modele göre etkin hale gelebilmek için herhangi birisini gerçekleştirmesi halinde etkin hale gelecektir: Kurulu gücünde %16,74'lik bir azaltma, kömür tüketiminde %16,74'lik bir azaltma, gaz tüketiminde %16,74'lik bir azaltma, sıvı yakıtlarda %16,98'lik bir azalma, diğer enerji tüketiminde %16,74'lik bir azaltma yaptığı takdirde etkin hale gelecektir.

AB ile Türkiye'yi karşılaştırdığımızda ise, Türkiye etkin bir ülke olduğu için herhangi bir azaltmaya gitmesine gerek görülmemektedir.

Tablo 27. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-B Girdi Odaklı Değişken Ölçekli İyileştirme Yüzdeleri

2010	Kurulu Güç (MW)	Kömür Tüketimi (Mtoe)	Gaz Tüketimi (Mtoe)	Sıvı Yakıtlar (Mtoe)	Diğer Enerjilerin Tüketimi (Mtoe)	Toplam Net Üretim (GWh)
Almanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Birleşik Krallık	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bulgaristan	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Çek Cumhuriyeti	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Finlandiya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

2010	Kurulu Güç (MW)	Kömür Tüketimi (Mtoe)	Gaz Tüketimi (Mtoe)	Sıvı Yakıtlar (Mtoe)	Diğer Enerjilerin Tüketimi (Mtoe)	Toplam Net Üretim (GWh)
Hollanda	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
İspanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
İsveç	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Letonya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Litvanya	-28,37%	0,00%	-88,19%	-97,48%	0,00%	13,56%
Macaristan	-3,05%	-20,74%	-82,91%	-73,65%	-37,13%	0,00%
Polonya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Portekiz	-29,09%	-29,09%	-85,26%	-85,43%	-29,09%	0,00%
Romanya	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Türkiye	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ortalama	-4,03%	-3,32%	-17,09%	-17,10%	-4,41%	0,90%

Tablo 27'ye baktığımızda, girdi yönlü değişken getirili modelde, etkin olan ülkelerde bir değişiklik yapılması söz konusu değildir. Örnek olarak Litvanya'yı ele aldığımızda, bu modele göre etkin hale gelebilmek için herhangi birisini gerçekleştirmesi halinde etkin hale gelecektir. Kurulu gücünde %28,37'lik bir azaltma, gaz tüketiminde %88,19'luk bir azaltma, sıvı yakıtlarda % 97,48'lik bir azaltma yaptığı takdirde etkin hale gelecektir.

AB ile Türkiye'yi karşılaştırdığımızda ise, Türkiye etkin bir ülke olduğu için herhangi bir azaltmaya gitmesine gerek görülmemektedir.

Tablo 28. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modellerinin Girdi Yönlü CCR-BBC Modellerin Ortalama Geliştirme Oranları

Girdi ve Çıktı	KÇ _C	KÇ _V
	2010	2010
Kurulu Güç	-0,066	-0,040
Kömür Tüketimi	-0,050	-0,033
Gaz Tüketimi	-0,217	-0,171
Sıvı Yakıtlar Tüketimi	-0,201	-0,171
Diğer Enerjilerin Tüketimi	-0,114	-0,044
Toplam Net Üretim	0,000	0,009

Tablo 28’de yer alan potansiyel iyileştirme oranları dikkate alındığında, AB’nin etkinlik seviyelerinin geliştirilmesi amacıyla, ölçeğe göre sabit getirili modelde etkin sınırdaki yer almayan AB’nin, bu modele göre etkin hale gelebilmesi için şu hedeflerden herhangi birisini gerçekleştirmesi yeterli olacaktır; kurulu gücün %7,7 oranında azaltılması, kömür tüketiminin %5 oranında azaltılması, gaz tüketiminin %22 oranında azaltılması, sıvı yakıtlar tüketiminin %20 oranında azaltılması, diğer enerjilerin tüketiminin %11 oranında azaltılması, gerekmektedir.

Ölçeğe göre değişken getirili modelde ise AB etkin sınıra gelebilmek için, kurulu gücün %4 oranında azaltılması, kömür tüketiminin %3 oranında azaltılması, gaz tüketiminin %17 oranında azaltılması, sıvı yakıtlar tüketiminin %17 oranında azaltılması, diğer enerjilerin tüketiminin %4 oranında azaltılması, gerekmektedir.

AB, girdilerdeki herhangi birisini azalttığında etkin hale gelecektir. Girdilere baktığımızda, kurulu gücün düşürülmesi işletme yada ülke bakımından pek makul olmadığı için, yakıt tüketimlerinde azaltmaya giderek etkin noktaya ulaşmaya çabalamalıdır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Çağımızın en büyük ihtiyaçlarının başında enerji gelmektedir. Günümüzde çok gereksinim duyulan ve tüketilen enerji kaynakları bilindiği üzere; fosil, su, jeotermal kaynaklar, hidrokarbonlar, güneş, rüzgâr, nükleer enerji vb.dir. Dünyanın artan enerji talebine karşılık, enerji kaynakları çeşitlenmekte, akabinde dünya nüfusu da paralel olarak artmaktadır. Bu yüzden hem enerji gereksinimi hem de tüketim, her geçen gün biraz daha artmaktadır. Enerjinin giderek artan önemi nedeniyle enerji kaynakları özellikle petrol ve doğal gaz değerlendirilmekte, gelişmiş ülkeler bu fosil yakıtlar üzerinde güç sahibi olmak istemektedir. Fosil yakıtların çevreye saldığı zehirli gazların (CO_2 , SO_2 , NO_2 gibi) küresel ısınmaya da yol açtığı gizlenemez bir gerçektir. Buna rağmen, dünya fosil yakıtlardan vazgeçmeye niyetli görünmemektedir.

Çağın en çok tüketilen ürünü olan enerji, tüm dünya toplumlarında eşit olarak da dağılmamıştır. Bununla beraber enerji kaynaklarının özellikle fosil kaynak rezervlerinin sınırlı olması ve kömür, petrol ve doğal gazın yenilenebilir enerji kaynaklarından olmadığından günün birinde tümüyle tükeneyeceğinin bilinmesi, gelişmiş ülkeleri ister istemez alternatif enerji arayışına yönlendirmektedir. Kısacası, nasıl ki, ekonomi biliminin en önemli görevi, kıt kaynaklar ile sınırsız insan gereksinimleri arasında denge kurmak, bölüşümü planlamak ise, enerji konusunda da ekonomi aynı sorumluluk altındadır.

Tüm dünyayı göz önünde bulundurduğumuzda, çok büyük bir enerji kıtlığından söz edilmemekte, temel sorun enerji kaynaklarının kıtlığı değil, kullanımı ve paylaşımından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden dolayı kaynakların özellikle enerji kaynaklarının etkin ve verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

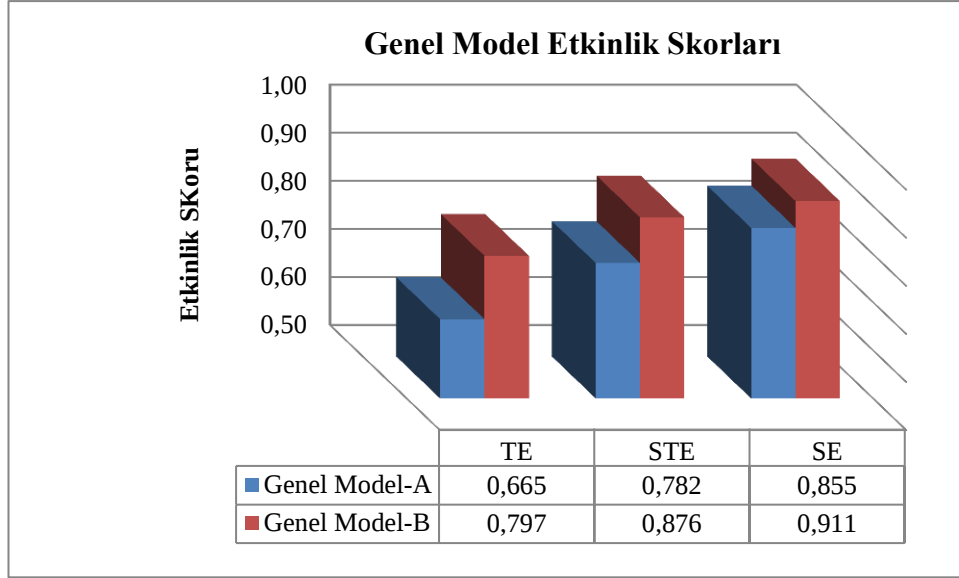
Parametrik olmayan yöntemler arasında yer alan ve ilk defa Charnes vd. (1978) tarafından ortaya atılan VZA yönteminin, akademisyenler ve sektörde bulunan kişiler tarafından son yıllarda yoğunlukla başvurulanan bir etkinlik analizi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada, VZA'nın temel kavramları ve ortaya konulan modelleri incelemiş olup, bu analiz yönteminin AB ve Türkiye'deki enerji sektöründe uygulanabilirliği ampirik olarak araştırılmış bulunmaktadır. Çalışmanın literatür bölümünde, VZA yöntemine yönelik olarak öncelikle etkinlik kavramı incelemiştir. Bu analiz kapsamında kullandığımız modeller açıklanmıştır.

Alan çalışmasında ise, VZA yönteminin AB ülkeleri ve Türkiye enerji sektörüne dört ayrı model uygulanmıştır. AB ülkeleri ve Türkiye enerji sektörleri girdi yönlü CCR ve BCC modelleri ile İstenmeyen Çıktı Modeli ile etkinlik analizleri yapılmıştır.

Bu kapsamda, 2010 yılına ilişkin Genel Model-A ve Genel Model-B'de 23 ülke, Üretim Modeli-A ve Üretim Modeli-B'de 15 ülke göreceli etkinlik sıralamaları yapılmıştır.

2010 yılına ilişkin Genel Model-A, sabit ve değişken getirili arzulan edilmeyen çıktı modeli yaklaşımı ile Genel Model-B, CCR ve BCC modelleriyle yapılan analizlerin genel sonuçları Şekil 29 'da sunulmaktadır.



Şekil 29. 2010 Yılına İlişkin Genel Model-A ve Genel Model-B Etkinlik Skorları

Şekil 29'da 2010 yılına ilişkin Genel Model-A için istenmeyen çıktı modeli ve Genel Model-B için VZA girdi yönlü modellerin teknik etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği karşılaştırılması verilmiştir.

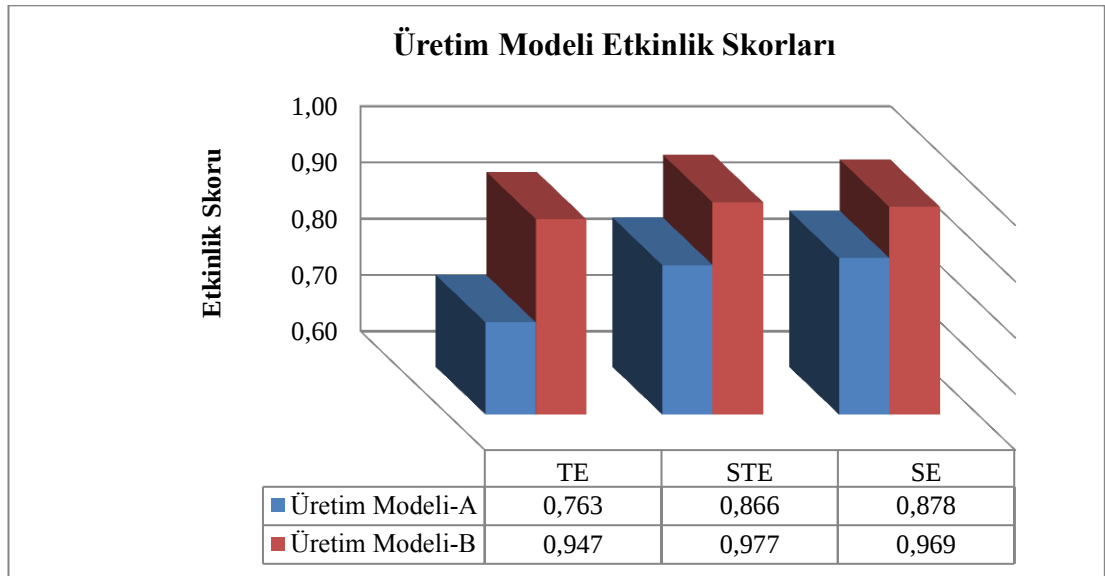
Genel Model-B'de bulunan KVB'lerin teknik etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği Genel Model-A'dan yüksek çıkmıştır. Bununda en önemli sebebi olarak arzulan edilmeyen çıktı olan CO₂'nin, Genel Model-A'nın etkinliğini olumsuz yönde etkilemesidir. Ortalama etkinlik skorları incelendiğinde Genel Model-B, Genel Model-A'dan teknik etkinlik olarak %13,30 daha etkin , saf teknik etkinlik olarak %9,75 ve ölçek etkinliği olarak %5,49 daha etkin çıkmıştır. Genel Model-

A'da ve Genel Model-B'de ortalama etkinlik skorunun üzerindeki ülke sayısı bağlamında;

- Genel Model-A'da 2010 yılına ilişkin CCR modeli için %39,13'ünün, VRS modeli için %47'83'ünün,
- Genel Model-B'de 2010 yılına ilişkin CRS modeli için %56,52'sinin, VRS modeli için %60'87'sinin,

ortalamanın üzerinden performans sergilediği belirlenmiştir. Böylece KVB'lerinin 2010 yılında Genel Model-B'deki etkinliklerinin Genel Model-A ya oranla yüksek çıkmıştır.

Üretim Modeli-A istenmeyen çıktı modeli ve Üretim Modeli-B için VZA girdi yönlü modellerin teknik etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 30. 2010 Yılına İlişkin Üretim Modeli-A ve Üretim Modeli-B Etkinlik Skorları

Şekil 30'da 2010 yılına ilişkin Üretim Modeli-A için arzu edilmeyen çıktı modelinin ve Üretim Modeli-B için VZA girdi yönlü modellerinin Teknik Etkinlik, Saf Teknik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği karşılaştırılması verilmiştir.

Üretim Modeli-B'de bulunan KVB'lerin teknik etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği Üretim Modeli-A'dan yüksek çıkmıştır. Bununda en önemli sebebi olarak, istenmeyen çıktı olan CO₂'nin Üretim Modeli-A'nın etkinliğini olumsuz yönde etkilemesidir. Ortalama etkinlik skorları incelendiğinde Üretim Modeli-B, Üretim Modeli-A'dan teknik etkinlik olarak %18,34 daha etkin , saf teknik etkinlik olarak %11,15 ve ölçek etkinliği olarak %9,10 daha etkin çıkmıştır. Üretim Modeli-A'da ve Üretim Modeli-B'de ortalama etkinlik skorunun üzerindeki ülke sayısı bağlamında;

- Üretim Modeli-A'da 2010 yılına ilişkin CRS modeli için %66,67'sinin, VRS modeli için %80,00'ünün,
- Üretim Modeli-B'de 2010 yılına ilişkin CRS modeli için %73,33'ün, VRS modeli için %86,67'sinin,

ortalamanın üzerinden performans sergilediği belirlenmiştir. Böylece KVB'lerinin 2010 yılına Üretim Modeli-B'deki etkinliklerinin Üretim Modeli-A'ya oranla yüksek çıkmıştır.

Bu çalışmanın amacı, ülkelerin genel performanslarını tespit etmekten ziyade enerji ve elektrik üretim performanslarını ölçmektir. Analizler çerçevesinde enerjinin ve elektrik üretiminin ne kadar etkinsiz kullanıldığı ve etkinsiz enerjinin ve elektrik üretiminin nasıl etkin hale geleceğine dair, iyileştirme oranları sunulmuştur.

Dünya ülkeleri, insan sağlığına zarar veren, asit yağmurlarına neden olmasından dolayı doğanın bozulmasına ve iklimlendirme nedeniyle CO₂ salınımının azaltılması konusunda 1997 yılında Kyoto Protokolü imzalamıştır. Atmosferdeki CO₂ salınımını azaltmaya yönelik çeşitli alternatifler bulunmakta olup yenilenebilir enerjiye geçiş söz konusu alternatiflerden birisi olarak kabul görülmektedir.

Halen birincil enerji tüketiminde kaynak olarak fosil yakıt enerji lerin kullanılması, dünya genelinde CO₂ salınımını azaltıcı bir yönde etki yapmamasına neden olmaktadır. Yenilenebilir enerjinin henüz birincil enerji tüketiminde yer almamasından dolayı, ülkeler yada enerji santrali şirketleri hem çevresel hem de işletme etkinliklerini geliştirmesi beklenmektedir. Ülkeler ömrü dolmak üzere veya ömrü dolmuş olan elektrik santrallerini, çevresel ve işletme etkinliği yüksek olan, gaz türbinleri ve/veya temiz kömür enerji üretim teknolojisine sahip yeni enerji alternatiflerine yönelmektedir. Buna rağmen, yeni fosil yakıtlı santrallerin; büyük miktarda yatırım, gelişmiş teknoloji, uzun kurulum süreci ve enerji talep edenlerle uzun süre müzakere sürecinden dolayı kurulması mümkün görünmemektedir.

Kyoto Protokolü'nün getirdiği CO₂ emisyonundaki kısıtlamalar nedeniyle, özellikle gelişmiş ülkeler yeni fosil enerji santralleri yerine yenilenebilir enerji santrallerine yönelmişlerdir. Örnek olarak, Almanya enerji politikasının 2020 yılına kadarki hedeflerinden biri, elektrik enerjisi üretimindeki yenilenebilir enerjisinin payını %20'ye çıkartmaktır. Yüksek miktarda elektrik kullanan gelişmiş ülkelerin bahsedilen enerji dönüşümünü başarması zordur. Son olarak gündemde olan Almanya'da kurgulanmış üretim ve dağıtım kapasitesinden dolayı hatların yenilenebilir enerjileri kaldırmayacağı görülmektedir. Yeterli alt yapının olması dahilinde yenilebilir enerji birincil enerji tüketimi olarak kullanılabilir.

Bunu müteakip, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanabilmek için bir ülkenin kaynaklarında (hidro gücünden, güneşinden, rüzgarından) faydalanması gerekir. Eğer o ülkede baraj kurmak için yeterli su kaynakları bulunmuyorsa, ortalama gün süresi kısa ve güneş ışınlarının düşme açısı yetersizse, ve yeteri kadar rüzgar yoksa, bu ülkenin çevresel ve işletme etkinliğini geliştirmek üzere yeni teknoloji entegre edilmiş fosil santralleri kullanmaya devam etmesi önerilir.

Ampirik çalışmada kurulan modelleri karşılaştırdığımızda, etkinlik skorları bakımından istenmeyen çıktı modeller (Genel Model-A ve Üretim Modeli-A), CCR ve BCC modellere (Genel Model-B ve Üretim Modeli-B) göre daha etkinsiz çıkmışlardır. İstenmeyen çıktı modellerinin etkinsiz çıkmasının en büyük nedeni, salınımın üretim sürecinin değişmez bir çıktısı olmasından kaynaklanmaktadır. CO₂ salınımının azaltılması için, ya fosil yakıtlı enerji kaynaklarının tüketimlerinin azaltılması (doğal azalma) yada temiz kömür teknolojisini kullanarak CO₂ emisyonu miktarını azaltmak mümkün olmaktadır.

Kurulan Genel Model-A ve Genel Model-B’de, Türkiye’nin ölçek etkinliğinin etkin olmadığı görülmekte ve AB ortalamasının altında olduğu gözlenmektedir.

İstenmeyen çıktı modellerin sonuçlarına bakacak olursak, istenmeyen çıktı olarak CO₂ salınımı modele dahil edildiğinde, edilmeyen modele göre çok ciddi değişiklikler görülmemektedir. İstenmeyen çıktı modellerinde etkin olan ülkeler, CCR ve BCC modellerinde de etkin olduğu görülmüştür.

Genel Model-B’de etkinsiz çıkan Türkiye, Genel Model-A’da açısından da etkinsiz çıkmıştır. İstenmeyen çıktı modellerinde CO₂ salınımının eklenmesi

sonucunda, CCR ve BCC modellerine göre etkinliği daha düşük çıkmıştır. Genel modeller çerçevesinde, Türkiye'nin emek, sermaye , enerji tüketimi ve CO₂ salınımı yönünden etkinsiz olması, özellikle fosil enerji kaynaklarının diğer üretim faktörleriyle etkin kullanılmadığı sonucu çıkarılabilir. Litvanya'daki ölçek etkinliğin bu denli düşük çıkmasının nedeni ise, AB'ye uyum çalışmaları sürecinde 2010 yılında ömrünü doldurmuş nükleer santrallerin kapatması olarak gösterilebilir.

Dünyanın büyük bir bölümü (*özellikle AB bölgesi*), birincil enerji tüketim kaynaklarından fosil yakıtlara yüksek oranda bağımlıdır. 2010 yılı AB'nin enerji bağımlılık çeşitlerine baktığımızda, kömür ve türevlerinde %58, doğal gazda %62, petrol ve türevlerinde %84, toplamda ise % 52 seviyesindedir. AB'nin bazı ülkeleri, fosil yakıtlara bağımlılığı yüksek olmasına rağmen, nükleer enerji santrallerinin (*Fransa, İsveç, Macaristan, Slovakya, Finlandiya, Romanya ve Bulgaristan*) kurulu olmasından dolayı enerji toplam enerji bağımlılıkları düşük çıkmaktadır. Uluslararası çevre örgütlerinin nükleer enerjiye karşı çıkması, 1986 Çernobil ve 2011 Fukushima nükleer santrallerinin patlaması sonucu ekonomiye ve çevreye verdiği olağanüstü zararlardan dolayı, fosil yakıtlardaki enerji bağımlılığını, nükleer enerjiye değil yenilenebilir enerjiye yönlendirmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Genel Model-A'yı incelediğimizde, gerek Türkiye'in gerekse AB'nin emekte, sermayede, enerji tüketiminde ve CO₂ salınımında yüksek oranda etkinsiz olduğu görölmektedir. Türkiye'nin ve AB'nin enerji piyasasındaki çevresel etkinliğini geliştirebilmesi açısından sırasıyla %20,93 ve %19,01 oranında CO₂ salınımı azalımına gitmesi öngörölmüştür. İşletme etkinliği yani Türkiye ve AB'nin enerji etkinliğini artırmak için ise emek ve birincil enerji tüketiminde herhangi birinde iyileştirme yaptıkları takdirde etkin olacağı görölmektedir.

Genel Model-B'yi kurmamızdaki amaç, arzu edilmeyen çıktı olan CO₂ salınımının modeller arası karşılaştırma yapmamıza imkan vermesidir. Sonuçta, arzu edilmeyen çıktının Genel Model-A ve Üretim Model-A'ya dahil edilmesiyle, Genel Model-B ve Üretim Modeli-B'ye göre daha etkinsiz çıkmasını görmemize yardımcı olmuştur.

Tüketilen enerjinin etkin ve verimli kullanılması çok önemlidir. Gelişmekte olan ülkeler enerjiyi etkin kullanmamasından dolayı, bu yönde oluşturulacak politikalar, enerji etkinliğini sağlama yolunda önemli adımlar atmış gelişmiş ülkelerin tecrübelerini ve önerilerini dikkate alması son derece önemlidir.

Ülkeler enerji etkinliğini ve çevresel etkinliğini artırmak istiyorlarsa, ülkelerin fosil yakıtlara olan desteğini kaldırarak, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmesi gerekir. Bu desteğin başarılı olabilmesi için uzun vadede sürekli desteklenmeli, teşvik edilmeli ve sürdürülebilir olmasına özen gösterilmelidir. Bu politikalar uygulanırken, sürekli revize edilmesi gereklidir. Aksi takdirde revize edilmeyen politikalar enerji etkinliğini olumsuz yönde etkileyebilir.

Tüketicileride önemli ek görevler düşmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle az enerji tüketen, enerji tasarrufu yapan ev eşyaları (*"A" sınıfı düşük enerji tüketen beyaz eşyaların olması ve bilgisayarların-televizyonların daha az karbon salınımı yapması*) üretilmeye başlaması bunun en güzel örneğidir. Tüketicilerin bu yönde alışveriş yapması teşvil edilebilir.

Enerji sektörünün rekabetçi ve talep gören bir sektör olduğundan etkinlik açısından büyük önem taşımaktadır. Rekabetçi bir ortam yaratıldığı takdirde enerji sektörüne çekilebilecek doğrudan yatırımlar, hem üretimi hem de etkinliği artırabilir.

Fazla enerji kullanılması, hem çevrenin kirlenmesine hem de enerji kaynaklarının tükenmesine neden olmaktadır. Belirli bir ülkenin kalkınması, gelişmesi ve büyümesi için daha fazla enerji tüketmesinden ziyade, var olan enerji potansiyeli kullanması gerektiğini değerlendirilmektedir. Yaşadığımız çağda, hayatın her alanında ihtiyaç duyduğumuz enerjinin verimli ve etkin kullanımı, kritik öneme haizdir.

Sonuç olarak, çağın egemen ve yükselen değeri olan enerji, vazgeçilmez ihtiyaçların başında gelmektedir. Halihazırda önemli enerji kaynağı olan petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların hızla tükenmesi enerji kaynaklarının dikkatli kullanılması gerektiğine işaret etmektedir. Bu duruma bağlı olarak, fosil yakıtların diğer yakıtlara oranla alış fiyatının yüksek oluşu (*nükleer enerji hariç*) ekonomik olarak da rasyonel bulunmamaktadır. Ülkelerin enerji konusundaki etkinliklerini sürekli artırmaları ve halen enerjinin önemini koruduğu güncel süreç içerisinde gelişen teknolojileri uyarlayarak sistem kayıplarını önlemeleri ve sektörel verimliliklerini yükseltmeleri gerektiği düşünülmektedir.

Bu bağlamda, tez çalışması kapsamında Türkiye ve AB ülkelerindeki enerji sektörlerinin enerji ve çevresel etkinliklerinin VZA yaklaşımıyla araştırılmasının, enerji politikalarının belirlenmesi açısından karar vericiler nezdinde anlamlı sonuçlar verebileceği de değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Abbott, M., Doucouliagosa, C., (2003), “The Efficiency of Australian Universities: A Data Envelopment Analysis”, **Economics of Education Review**, Vol: 22, 89–97.
- Ali, A.I., Seiford, L.M., (1993), “The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis”, in Fried, H.O., C.A.K., Lovell and S.S., Schmidt (Eds), **The Measurement of Productive Efficiency**, Oxford University Press, New York, 120-159.
- Andersen, P., Petersen, N. C., (1993), “A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis”, **Management Science**, Vol: 39, No: 10, 1261-1264.
- Atmaca, M.E., (2010), “Elektrik Piyasasında Portföy Optimizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Avkıran, N.K., (1999), “An Application Reference For Data Envelopment Analysis In Branch Banking: Helping The Notice Researcher”, **International Journal of Bank Marketing**, Vol:17, No:5, 206-220.
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., (1984), “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, **Management Science** , Vol: 30, No: 9, 1078-1092.
- Banker, R.D., Morey, R.C., (1986), “ The Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis”, **Management Science** , Vol: 32, No: 12, 1613-1627.

- Banker, R.D., Thrall, R.M., (1992) “Estimation of Returns to Scale Using Data Envelopment Analysis”, **European Journal of Operational Research**, 62, 74–84.
- Bessent, A., vd.,(1984), “Educational Productivity Council Employs Management Science Methods to Improve Educational Quality”, **Interfaces**, Vol: 14, No: 6, 1-8.
- Broyles, D., (2006), “ What is Energy”, **Trafford Publications**, United States.
- Chang, T.P., Hu, J. L., (2010), “Total-Factor Energy Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change: An Empirical Study of China”, **Applied Energy**, Vol: 82, 3262–3270.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., (1978), “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, **European Journal of Operational Research**, Vol: 2 , 429-444.
- Charnes, A., vd., (1995), “Data Envelopment Analysis:Theory, Methodology and Applications”, **Kluwer**.
- Coelli, T., (1996), “A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program”, **CEPA Working Paper**, 96/08.
- Coelli, T.J., Perelman, S., Romano, E., (1999), “Accounting for Enviromental Influences in Stochastic Frontier Models: With Application to International Airlines”, **Journal of Productivity Analysis**, 11, 251-273.
- Coelli, T.J., Rao, D.S.P., O'Donnell, C.J., Battese, G.E., (2005), “An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis”, Second Edition, **Springer**, New York.

- Cooper W.W., Seiford L.M., ve Tone K., (2006), “Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses with Dea-Solver Software and References”, **Springer**, New York.
- Cooper, W.W., Li,S., Seiford, L.M., Tone, K., (2001), “Sensitivity and Stability Analysis in DEA: Some Recent Developments”, **Journal of Productivity Analysis**, Vol:15, No:3, 217-246.
- Çınar, Y., (2010), “Türkiye ile AB Üyesi Ülkelerin Elektrik Üretim Sektörlerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi: 2000-2006 Dönemi için Uluslararası Bir Karşılaştırma”, **Sosyoekonomi**, Özel Sayı, 93-136.
- Demir, F., Karabıyık, A., Ermişoğlu, E., Küçük, A., (2008), “ABD Mortgage Krizi” , **Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu Çalışma Tebliği**, Sayı:3, 1-100.
- Dinler, Z., (2009), “ Mikro Ekonomi ”, 20.Baskı, **Ekin Yayınevi**, Bursa.
- Dongxiao, N., Xin, L., Huanhuan, Q., (2011), “Empirical Analysis on Shanxi Electric Energy Efficiency by DEA Model”, **Cross Strait Quad-Regional Radio Science and Wireless Technology Conference**, 1184-1187.
- Dyson, R.G., vd., (2001), “Pitfalls and Protocols in DEA”, **European Journal of Operational Research**, Vol:132, No: 2, 245-259.
- Erdem, F.Ş., Yürekli Z., (2006), “AB Enerji Politikasına Genel Bir Bakış”, **Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi**, Türkiye 10. Enerji Kongresi, 319-328.

- Erkut, H., Polat, S., (1993), “Türk Sanayinde Verimlilik Analizi için Simülasyon Modeli, Araştırma Projesi Raporu”, **İ.T.Ü. Endüstri Mühendisliği, İstanbul.**
- Estache, A., Tovar, B., Trujillo, L., (2008), “How Efficient Are African Electricity Companies? Evidence From the Southern African Countries”, **Energy Policy**, Vol: 36, 1969–1979..
- Fallahi, A., Ebrahimi, R., Ghaderi, S.F., (2011), "Measuring Efficiency and Productivity Change in Power Electric Generation Management Companies By Using Data Envelopment Analysis: A Case Study", **Energy**, Vol: 36, 6398-6405.
- Fare, R., Grosskopf, S., Pasurka, C., (1986), “Effects On Relative Efficiency in Electric Power Generation Due T Environmental Controls”, **Resorce and Energy**, Vol: 8, 167-484.
- Fare, R., Grosskopf, S., Lovell, C.A.K., Pasurka, C., (1989), “Multilateral Productivity Comparisons When Some Outputs Are Undesirable: A Nonparametric Approach”, **The Review of Economics and Statistics**, 71, 90–98
- Fare, R., Grosskopf, S., Lovell, C.A.K., (1994), “Production Frontiers”, **Cambridge University Press**, United Kingdom.
- Fare, R., Grosskopf, S., Roos, P., (1998), “Malmquist Productivity Indexes: A Survey of Theory and Practice,. in R. Fare, S. Grosskopf and R. R. Russell (eds) Index Numbers: Essays in Honour of Sten Malmquist”, **Kluwer Academic Publishers**, Boston/London/Dordrecht.

- Farrell, M. J., (1957), “The Measurement of Productive Efficiency”, **Journal of the Royal Statistical Society**, Vol: 120, No: 3, 253-290.
- Førsund, F.R., Hjalmarsson, L., (1979), “Generalised Farrell Measures of Efficiency: an Application to Milk Processing in Swedish Dairy Plants”, **The Economic Journal**, 89, 294–315.
- Førsund, F.R., Hjalmarsson, L., (1987), “Analyses of Industrial Structure. A Putty-Clay Approach”, Stockholm: **Almqvist & Wiksell International**, Sweden.
- Forsund, F.R., Sarafoglou, N., (2004), “The Tale of Two Research Communities: Thw Diffusion of Research On Productive Efficiency Memorandum”, **Dipartimento Di Economia Politica**, Siena, 1-48.
- Giokas, D. I., Pentzaropoulos, G. C., (2008), “Efficiency Ranking of the OECD Member States in the Area of Telecommunications: A composite AHP/DEA study”, **Telecommunications Policy**, 32, 672–685.
- Golany, B., Roll, Y., (1989) , “An application procedure for DEA”, **OMEGA**, 17(3), 237-250.
- Golany, B., Roll, Y., Rybak, D., (1994), “Measuring Efficiency of Power Plants in Israel by Data Envelopment Analysis” **IEEE Transactions On Engineering Management**, Vol: 41, No: 3, 291-301.
- Golany, B., Yu, G., (1997), “Theory and Methodology Estimating Returns to Scale in DEA”, **European Journal of Operational Research**, Vol: 103, 28-37.
- Goto, M., Tsutsui, M., (1998), “Comparison of Productive and Cost Efficiencies Among Japanese and US Electric Utilities”, **Omega, Int. J. Mgmt Sci.**, Vol: 26, No: 2, 177-194.

- Gökgöz, F., (2009), “Data Envelopment Analysis For Turkish Banks: Evidence on the Financial Efficiencies of the Commercial and Investment Banks”, **Banking and Finance Letters**, 1(2), 43-50.
- Gökgöz, F., (2009), “Veri Zarflama Analizi ve Finans Alanına Uygulanması”, **Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi**, Yayın No:597, Ankara.
- Gökgöz, F., (2010), “ Financial Efficiency Analyses for the Mutual funds in Turkish Capital Markets”, **6th International Conference on Business, Managment and Economics**, Vol:2, 34-55.
- Grosskopf, S., Moutray, C.,(2001), “Evaluating Performance in Chicago Public High Schools in the Wake of Decentralization”, **Economics of Education Review**, Vol: 20, 1–14.
- Guo, X. D., vd., (2011), “Evaluation of Potential Reductions in Carbon Emissions in Chinese Provinces Based On Environmental DEA”, **Energy Policy**, Vol: 39, 2352–2360.
- Hu, J. L., Wang, S. C., (2006), "Total-Factor Energy Efficiency of Regions in China”, **Energy Policy**, V. 34, 3206–3217.
- Karacabey, A.A., 2001 “Veri Zarflama Analizi”, **Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi**, Tartışma Metinleri, No:33, 1-12.
- Karacabey, A.A., Gökgöz, F., (2010), “Türk Reel Sekötrü İçin Karşılaştırmalı Etkinlik Ölçümü: Veri Zarflama Analizi Uygulaması”, **İstatistik Araştırma Dergisi**, 7(1), 100-116.
- Kazgan, G., (2005) “Türkiye’de Ekonomik Krizler: (1929-2001), Nedenleri ve Sonuçları Üzerine Karşılaştırmalı Bir İrdeleme”, **İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları**, 1.Baskı, İstanbul.

- Koopmans, T.J., (1951), “Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities”, in **Activity Analysis of Production and Allocation**, T.C. Koopmans (ed.), Wiley, New York, 1951.
- Kuaha, C.T., Wonga, K.Y., (2011), “Efficiency Assessment of Universities Through Data Envelopment Analysis”, **Procedia Computer Science**, Vol: 3, 499–506.
- Lam, P. L., Shiu, A., (2010), “Economic Growth, Telecommunications Development and Productivity Growth of the Telecommunications Sector: Evidence Around the World”, **Telecommunications Policy**, 34, 185–199.
- Lee, Y. C., Hu, J. L., Kao, C. H., (2011), "Efficient Saving Targets of Electricity and Energy For Regions in China", **Electrical Power and Energy Systems**, Vol: 33, 1211–1219.
- Lovell, C.A.K., (1993), “ Production Fronties and Productive Efficiency”, in Fried, H.O., C.A.K., Lovell and S.S., Schmidt (Eds), **The Measurement of Productive Efficiency, Techniques and Applications**, Oxford University Press, New York.
- Lovell, C.A.K., (1994), “ Linear Programming Approaches to the Measurement and Analysis of Productive Efficiency”, **TOP**, 2, 175-248.
- Majumdar, S. K., Venkataraman, S., (1998), “Network Effects and the Adoption of New Technology: Evidence From the U.S Telecommunications Industry”, **Strategic Management Journal**, 19, 1045-1062.
- Montoneri, B., vd., (2011), “A Learning Performance Evaluation with Benchmarking Concept for English Writing Courses”, **Expert Systems with Applications**, 38(12), 14542-14549.

- Ng, Y.C., Li. S.K., (2000), “Measuring the Research Performance of Chinese Higher Education Institutions: An Application of Data Envelopment Analysis”, **Education Economics**, 8:2, 139-156.
- Norman, M., Stoker, B., (1992), “Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance”, **The Journal of Operational Research Society**, Vol: 43, No:9, 919-920.
- Öner, B., (2006), “Avrupa Birliği’nde Enerji Verimliliği”, **Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi**, Türkiye 10. Enerji Kongresi, 329-336.
- Pasurka, C. A., (2006), “Decomposing Electric Power Plant Emissions within A Joint Production Framework”, **Energy Economics**, Vol: 28, 26–43.
- Pollitt, M. G., (1996), “Ownership and Efficiency in Nuclear Power Production”, **Oxford Economic Papers**, Vol: 48, No: 2, 342-360.
- Qin, L., Siying, C., (2009), “Environmental and cost efficiency analysis of Electric Power Generation using DEA-MB model”, **IEEE**, 1-4.
- Ray, C.S., (1991), “Resource-Use Efficiency in Public Schools: A Study of Connecticut Data”, **Management Science**, Vol:37, No:2, 1620-1628.
- Resti, A., (1999), "How Should We Measure Bank Efficiency? A Comparison of Classic and Recent Techniques Based on Simulated Data", **Current Topics in Quantitative Finance**: 109-126,139.
- Seiford, L.M., (1996), “Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of the Art (1978-1995)”, **Journal of Productivity Analysis**, 7, 99-138.
- Sohtaoğlu, N. H., (2010), “Türkiye’nin Enerji Dışalım Bağımlılığındaki Eğilimlerin AB Üyesi Ülkelerle Karşılaştırılması”, **VII. TMMOB Enerji Sempozyumu**.

- Sueyoshi, T., Goto, M., (2001), “Slack-Adjusted DEA for Time Series Analysis: Performance Measurement of Japanese Electric Power Generation Industry in 1984-1993”, **European Journal of Operational Research**, Vol: 133, 232-259.
- Sueyoshi, T., Goto, M., (2011), “DEA Approach For Unified Efficiency Measurement: Assessment of Japanese Fossil Fuel Power Generation”, **Energy Economics**, Vol: 33, 292–303.
- Sueyoshi, T., Goto, M., (2012), “DEA Radial Measurement For Environmental Assessment And Planning: Desirable Procedures to Evaluate Fossil Fuel Power Plants”, **Energy Policy**, Vol: 41, 422–432.
- Sun, S., (2002), “ Measuring the Relative Efficiency of Police Precincts Using Data Envelopment Analysis”, **Socio- Economic Planning Science**, Vol: 36, 51-71.
- Şimşek, N., (2011), “Türkiye’nin Çevresel Enerji Etkinliği ve Toplam Faktör Verimliliği: Karşılaştırmalı Bir Analiz”, **Ege Akademik Bakış**, C. 11 S. 3, 379-396.
- Tarım, A., (2001), “Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı” , **Sayıştay Yayınları**, Araştırma-İnceleme-Çeviri Dizisi, Ankara.
- Tone K., (2011), “User’s Guide to DEA-Solver-Pro (Professional Version 8.0)”, **Saitech-Inc**, 1-81.
- Ulucan, A., (2002), “ISO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe

- Göre Getiri Yaklaşımları İle Değerlendirmeler”, **S.B.F.Dergisi**, Cilt 57, Sayı 2.
- Ulucan, A., Karacabey, A.A., (2002), “İMKB Hisse Senedi Piyasasının Teknik Etkinliğinin AB Aday ve Üye Ülkelerle Karşılaştırmalı Analizi”, **A.Ü. Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi**, Cilt 2, Sayı 3, 101-11.
- Ulucan, A., Atıcı, K.B., (2010), “Enerji ve Çevre Konularında Parametrik Olmayan Etkinlik Analizi ve Türkiye Elektrik Sanayii Uygulaması”, **Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 28, Sayı 1, 173-20.
- Uri, N. D., (2001), “The Effect of Incentive Regulation on Productive Efficiency in Telecommunications”, **Journal of Policy Modeling**, 23, 825-846.
- Ünsal, E., (2004), “Mikro İktisada Giriş”, 2.Baskı, **Turhan Kitapevi**, Ankara.
- Wang, Q., Wang, S., Wang, X., (2009), “Research on Total Factor Energy Efficiency in China Based on Super Efficiency Grey DEA Model”, **Proceedings of 2009 IEEE International Conference on Grey Systems**, 1542-1547.
- Wang, Q., Zhou, P., Zhou, D., (2012), “Efficiency Measurement with Carbon Dioxide Emissions: the Case of China”, **Applied Energy**, Vol: 90, 161–166.
- Waxman, H.C., vd., (1997), “Classroom Process Differences in Inner-City Elementary Schools”, **The Journal of Educational Research**, 91:1, 49-59.
- Wei, C., Ni, J., Sheng, M., (2011), “China’s Energy Inefficiency: A Cross-Country Comparison”, **The Social Science Journal**, Vol: 48, 478–488.

- Yaisawarng S., Klein, J. D., (1994), "The Effects of Sulfur Dioxide Controls on Productivity Change in the U.S. Electric Power Industry", **The Review of Economics and Statistics**, Vol: 76, No: 3, 447-460.
- Yang, H. H., Chang, C. Y., (2009), "Using DEA Window Analysis to Measure Efficiencies of Taiwan's Integrated Telecommunication firms", **Telecommunications Policy**, 33, 98–108.
- Yang, H., Pollitt, M., (2009), "Incorporating Both Undesirable Outputs and Uncontrollable Variables into DEA: The Performance of Chinese Coal-Fired Power Plants", **European Journal of Operational Research**, Vol: 197, 1095–1105.
- Yang, M., Yang, F. X., Chen, X. P. (2011), "Effects of Substituting Energy With Capital on China's Aggregated Energy and Environmental Efficiency", **Energy Policy**, Vol: 39, 6065–6072.
- Yeh, T., Chen, T., Lai, P., (2010), "A Comparative Study of Energy Utilization Efficiency Between Taiwan and China", **Energy Policy**, Vol: 38, 2386–2394.
- Yorcan, A., (2009), "Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Etkileri", **Bilge Strateji**, C.1, S.1, 24-39.
- Zhang, X. P. vd., (2011), "Total-Factor Energy Efficiency in Developing Countries", **Energy Policy**, Vol: 39, 644–650.
- Zhao, X. J., vd. (2011), "Mutual funds performance evaluation based on endogenous benchmarks", **Expert Systems with Applications**, 38(4): 3663-3670.

Zhou, P., Ang, B.W., (2008), “Linear Programming Models For Measuring Economy-Wide Energy Efficiency”, **Energy Policy**, Vol: 36, 2911–2916.

Zhou, P., Ang, B.W., Poh, K.L., (2008), “A Survey of Data Envelopment Analysis in Energy and Environmental Studies”, **European Journal of Operational Research**, Vol: 189, 1–18.

Raporlar

British Petroleum (BP), (2011), “BP Statistical Review of World Energy 2011”,
<http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2011.pdf>, (Erişim Tarihi: Kasım 2011).

Centre Virtuel de la Connaissance sur l'Europe (CVCE), (2011), “The European Communities”,
<http://cvce.eu/obj/The_European_Communities-en-3940ef1d-7c10-4d0f-97fc-Ocf1e86a32d4.html>, (Erişim Tarihi: Mayıs 2012).

Department of Energy Office of Nuclear Energy, Science and Technology (DOE), (2002), “The History of Nuclear Energy”,
<<http://www.ne.doe.gov/pdfFiles/History.pdf> (Erişim Tarihi: Ocak 2012)

ENTSO-E, (2011), “Scenerio Outlook and System Adequacy Forecast 2011-2025”,
<<https://www.entsoe.eu/system-development/system-adequacy-and-market-modeling/soaf-2011-2025/>>, (Erişim Tarihi: Mart 2012).

Enerji ve Tabii Kaynakları Bakanlığı (ETKB), (2011), “Bütçe Sunumu”,

<http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/2012_Plan_ve_Butce_Komisyonu_Konusmasi.pdf>, (Erişim Tarihi, Mayıs 2012)

Eurelectric, (2009), “Statistics and Prospects for the European Electricity Sector 37th Edition EURPROG 2009”,

<<http://www2.eurelectric.org/DocShareNoFrame/Docs/1/NGNJBDPBO KPLPEPLCPEFIJHLPDBG9YCD9DBG3PDBG9Y/Eurelectric/docs/CLS/2009-180-0004-2009-180-0004-01-E.pdf>>, (Erişim Tarihi Şubat: 2012).

Eurelectric, (2010), “Power Statistics Full Report”,

<<http://www.eurelectric.org/PowerStats2010/KeyDocuments.asp>>, (Erişim Tarihi: Şubat 2012).

EUROSTAT, (2011), “Europe in Figures Yearbook”,

<http://epp.EUROSTAT.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-CD-11-001/EN/KS-CD-11-001-EN.PDF>, (Erişim Tarihi: Şubat 2012).

The European Parliament and The Council of The European Union, (2003),

“Directive 2003/55/EC Of The European Parliament And Of The Council Of 26 June 2003, Concerning Common Rules For The Internal Market in Natural Gas”,

<<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:176:0037:0037:EN:PDF>>, (Erişim Tarihi: Kasım 2011).

The European Parliament and The Council of The European Union, (1996),

“Directive 96/92/EC of the European Parliament and of the Council of 19 December 1996 concerning common rules for the internal market in

electricity”,

<<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1997:027:0020:0029:EN:PDF>>, (Erişim Tarihi: Kasım 2011).

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), (2010), “Faaliyet Raporu”,

<http://www.epdk.gov.tr/documents/strateji/rapor_yayin/yillik_faaliyet_raporlari/Sgb_Rapor_Yayin_Yillik_Faaliyet_Raporlari_2010.pdf>, (Erişim Tarihi: Mart 2012).

Elektrik  retim Anonim şirketi (EüAş), (2010), “Elektrik Yıllık Raporu”,

<http://www.euas.gov.tr/apk%20daire%20baskanligi%20kitapligi/YILLIK_RAPOR_2010.pdf>, (Erişim Tarihi: Mart 2012).

İktisadi Kalkınma Vakfı (İKV), (2005), “Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası”,

<<http://www.ikv.org.tr/pdfs/5b42999e.pdf>>, (Erişim Tarihi: Kasım 2011)

Özelleştirme İdaresi Başkanlığı (ÖİB), (2006), Faaliyet Raporu,

<<http://www.oib.gov.tr/2010/dosyalar/2006faaliyetraporu.pdf>>, (Erişim Tarihi: Ocak 2012).

Türkiye Elektrik İletim Anonim şirketi (TEİAş), (2010), “Sektör Raporu”,

<http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TEIAS_2010.pdf>, (Erişim Tarihi: Ocak 2012).

TEİAş, (2010), Türkiye Elektrik  retim-İletim İstatistikleri,

<<http://www.teias.gov.tr/istatistik2010/%C4%B0statistik%202010.htm>>, (Erişim tarihi: Aralık 2011)

TEİAş, (2011), Türkiye Elektrik Enerjisi 10 yıllık  retim Kapasite Projeksiyonu (2011-2020),

<<http://www.teias.gov.tr/projeksiyon/KAPASITEPROJEKSIYONU2011.pdf>>, (Erişim Tarihi: Aralık 2011)

TETAş, (2009), “Sektör Raporu“, Erişim Ocak 2012,

<http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TETAS_2009.pdf>, (Erişim Tarihi: Ocak 2012)

Elektronik Web Siteleri

British Petroleum (BP), <<http://www.bp.com>>, (Erişim Tarihi: Mart 2012).

Elektrik Üretim A.ř. (EÜAş), <<http://www.euas.gov.tr/>>, (Erişim Tarihi: Mayıs 2012).

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), <<http://www.epdk.org.tr/>>, (Erişim Tarihi: Mayıs 2012).

Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), <<http://www.enerji.gov.tr>>, (Erişim Tarihi: şubat 2012).

Euroelectric, <<http://euroelectric.org>>, (Erişim Tarihi: Ocak 2012).

European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENSTO-E), <<http://www.entsoe.eu>>, (Erişim Tarihi: Kasım 2011).

EUROSTAT-Veritabanı,

<<http://epp.EUROSTAT.ec.europa.eu/portal/page/portal/EUROSTAT/home/>>, (Erişim Tarihi: Mayıs 2012).

EUROSTAT-Glossary,

<http://epp.EUROSTAT.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Category:Glossary>, (Erişim Tarihi: Mayıs 2012).

Stepney, M.J., (21 Ekim 2008), “A Brief History of Bretton Woods System, Time Business”,

<<http://www.time.com/time/business/article/0,8599,1852254,00.html>>

(Erişim Tarihi: Mart 2012).

Nükleer Enerji Karşıtları Nükleersiz Japonya’yı kutluyor (5 Mayıs 2012),

<<http://tr.euronews.com/2012/05/05/nukleer-enerji-karsitlari-nukleersiz-japonya-yi-kutluyor/>>, (Erişim Tarihi: Mayıs 2012).

Litvanya Sovyet Döneminden Kalma Nükleer Santrali Kapattı (5 Ocak 2010),

<<http://www.euractiv.com.tr/4/article/litvanya-sovyet-dneminden-kalma-nukleer-santrali-kapatt-008378>>, (Erişim Tarihi: Mart 2012).

Özelleştirme Dairesi Başkanlığı (OİB), <<http://www.oib.gov.tr>>, (Erişim Tarihi Mart 2012).

The World Bank, <<http://www.worldbank.org>>, (Erişim Tarihi: şubat 2012).

Türkiye Elektrik İletim A.ř (TEİAş), (2010), “Türkiye Elektrik-Üretim İstatistikleri”

<<http://www.teias.gov.tr/>>, (Erişim Tarihi: Ekim 2011).

Türkiye Elektrik İletim A.ř (TEİAş), (2010), “Türkiye ENTSO-E Bağlantısı”,

<<http://www.teias.gov.tr/>>, (Erişim Tarihi: Ekim 2011).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <<http://www.tuik.gov.tr/Stard.do>>, (Erişim

Tarihi: Ekim 2011).

Yenilenebilir Enerji şoku. (20 Mart 2012),

<<http://www.dw.de/dw/article/0,,15822133,00.html>>, (Erişim Tarihi: Mayıs 2012).

ÖZET

Bu çalışmada Türkiye ve AB ülkelerin enerji ve elektrik sektörleri incelenerek, Türkiye ve AB ülkelerinin enerji istatistikleri verilmiş ve enerji için hedefledikleri politikalar incelenmiştir. Bu bağlamda Türkiye ve AB ülkelerinin enerji ve elektrik sektörlerinin analizi yapılmış, parametrik olmayan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi kullanılarak, Türkiye ve AB ülkeleri açısından etkinlik analizi yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında oluşturulan modeller çerçevesinde, 2010 yılı için enerji ve elektrik sektörünün, VZA ile CCR ve BCC ile İstenmeyen Çıktı modeli kullanılarak etkinlik analizi yapılmış ve etkinlik skorları vasıtasıyla karşılaştırılması yapılmıştır.

Sonuç olarak Veri Zarflama Yöntemi ile, Türkiye ve AB ülkelerinin enerji ve elektrik sektörlerinin 2010 yılı etkinliklerinin belirlenmesinde anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Piyasası, Türkiye Enerji Piyasası, AB Enerji Piyasası
Veri Zarflama Analizi, Etkinlik, CCR, BCC, SE

ABSTRACT

In this study, energy and electricity sectors of Turkey and EU countries have been examined, energy statistics of Turkey and EU countries have shown and the targeted policies for the energy sector have explained. In this regard, energy and electricity sectors of Turkey and EU countries have analyzed; efficiency analysis have made for both parties by using a non-parametric method Data Envelopment Analysis' (DEA) CCR, BBC and SE scores. As a part of the study, efficiency models have constructed to test the efficiency of energy and electricity sectors for year 2010. The energy and electricity performances of Turkey and EU countries has been analyzed by CCR-BCC models and undesirable output model of DEA technique and compared with respect to the efficiency scores.

As a consequence, by using Data Envelopment Analysis, meaningful results have been obtained in determinig Turkey and EU countries' energy and electricity industries' efficiency levels for year 2010.

Keywords: Energy Market, Turkey's Energy Market, EU Energy Market, Data Envelopment Analysis, Efficiency, CCR, BCC, SE