

**T. C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI  
EKONOMETRİ PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ENERJİ POLİTİKALARININ ETKİNLİĞİNİN  
EKONOMETRİK ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

**Emre ÇEVİK**

**Danışman**

**Prof. Dr. M. Vedat PAZARLIOĞLU**

**İZMİR - 2013**

**YÜKSEK LİSANS**  
**TEZ/ PROJE ONAY SAYFASI**

**Üniversite** : Dokuz Eylül Üniversitesi 2008800187  
**Enstitü** : Sosyal Bilimler Enstitüsü  
**Adı ve Soyadı** : Emre ÇEVİK  
**Tez Başlığı** : Enerji Politikalarının Etkinliğinin Ekonometrik Analizi: Türkiye Örneği

**Savunma Tarihi** : 27.11.2013  
**Danışmanı** : Prof.Dr.M.Vedat PAZARLIOĞLU

**JÜRİ ÜYELERİ**

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Prof.Dr.M.Vedat PAZARLIOĞLU	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Doç.Dr.Kadir ERTAŞ	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Prof.Dr.Bülent MİRAN	EGE ÜNİVERSİTESİ	

Oybirliği (X)

Oy Çokluğu ( )

Emre ÇEVİK tarafından hazırlanmış ve sunulmuş "Enerji Politikalarının Etkinliğinin Ekonometrik Analizi: Türkiye Örneği" başlıklı Tezi ( ) / Projesi ( ) kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Utku UTKULU  
Enstitü Müdürü

## YEMİN METNİ

Tezli Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Enerji Politikalarının Ekonometrik Analizi: Türkiye Örneği” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

.../.../...

...

Adı SOYADI

İmza

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

**Enerji Politikalarının Etkinliğinin Ekonometrik Analizi: Türkiye Örneği**

**Emre ÇEVİK**

**Dokuz Eylül Üniversitesi**

**Sosyal Bilimler Enstitüsü**

**Ekonometri Anabilim Dalı**

**Ekonometri Programı**

Geçmişte ve gelecekte, insan ihtiyaçlarını karşılamak için en önemli araçlardan biri olan enerji kaynakları, artan nüfus oranı ve hızlı bir şekilde gelişen teknolojiyle beraber, ülkelerin iç ve dış politikalarında ilk sıraya yerleşmiştir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının sonlu olması ve hızlı bir şekilde tüketilmesi, ülkelerin enerji politikalarında alternatif çözümler üretmesine neden olmuştur. Bu nedenle kaynağını tamamen doğadan alan yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi de, teknolojinin yardımıyla, enerji ihtiyacı olan ülkelerde hat safhadadır.

Çalışmanın amacı, popülaritesini doğalgaza bırakan petrolün fiyatındaki esnekliğin doğalgaz, kömür ve elektrik fiyatlarına göre ikamesi araştırılmıştır. Çalışma Türkiye'deki söz konusu enerji kaynakları için araştırılmış olup sanayi sektöründe ana girdilerden biri olan enerjinin farklı kaynaklara göre ikamesi, Türkiye İstatistik Kurumu ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerinden yararlanılarak tespit edilmiştir.

Fiyat esnekliklerinin elde edilebilmesi için translog maliyet fonksiyonu, görünürde ilişkisiz regresyon ile tahmin edilmiştir. Modelden elde edilen katsayılar yardımıyla çapraz Morishima teknik ikame elastikiyetleri de yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler: Enerji Politikaları, Translog Maliyet Fonksiyonu, Morishima Teknik İkame Elastikiyetleri.**

## **ABSTRACT**

**Master's Thesis**

**Econometric Analysis of Efficiency of Energy Policies: The Case of Turkey**

**Emre ÇEVİK**

**Dokuz Eylül University**

**Graduate School of Social Sciences**

**Department of Econometrics**

**Econometrics Program**

**In the past and in the future, energy sources, which are one of the most important tools to meet the needs of human, placed first place in internal and external policies of the countries with the increasing proportion of the population and rapidly developing technology. Since non-renewable energy sources are finite and consumed quickly, countries have to generate alternative solutions to current energy policies. For this reason, with the help of technology, interest in renewable sources of energy is quite on the rise for the energy needed countries.**

**The purpose of the study is to investigate the flexibility in the price of oil whose popularity was left to the natural gas regarding the substitution of natural gas, coal and electricity prices. In this study, by using data from Turkish Statistical Institute and the Ministry of Energy and Natural Resources, energy-one of the main raw materials in the industrial sector of Turkey was identified concerning the substitution of different sources.**

**To obtain price elasticities, the translog cost function was estimated by seemingly unrelated regression. With the help of coefficients achieved from the model coefficients, the cross Morishima elasticities of technical substitution were also interpreted.**

**Keywords: Energy Policies, Translog Cost Function, Morishima Technical Substitution**

# ENERJİ POLİTİKALARININ ETKİNLİĞİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	viii
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
GİRİŞ	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

### TÜRKİYE’NİN ENERJİ KAYNAKLARI VE POLİTİKALARI

1.1. YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI	4
1.1.1. Petrol	7
1.1.2. Kömür	11
1.1.3. Doğalgaz	13
1.1.4. Nükleer Enerji	16
1.1.5. Bor	18
1.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	21
1.2.1. Elektrik Enerjisi	22
1.2.2. Rüzgar	25
1.2.3. Güneş	27
1.2.4. Biyokütle	29
1.2.4.1. Biyodizel	31
1.2.4.2. Biyoetanol (Biyoalkol)	33
1.2.5. Jeotermal	34

1.2.6. Hidrolik Enerji	35
1.3. TÜRKİYE’NİN ENERJİ POLİTİKALARI	36

## **İKİNCİ BÖLÜM**

### **YÖNTEM VE UYGULAMA**

2.1. TRANSLOG MALİYET FONKSİYONU	46
2.2. ALLEN-UZAWA KISMİ İKAMEVE MORISHIMA TEKNİK İKAME ESNEKLİKLERİ	47
2.3. GÖRÜNÜRDE İLİŞKİSİZ REGRESYON	48
2.4. LİTERATÜR ÇALIŞMASI	49
2.5. UYGULAMA	53
2.5.1. Veriler	53
2.5.2. Model Tahminleri	53
2.5.3. Çapraz Fiyat ve Morishima Girdi İkame Esneklikleri	55
SONUÇ	57
KAYNAKÇA	60

## KISALTMALAR

<b>AB</b>	Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	Amerika Birleşik Devletleri
<b>AES</b>	Allen-Uzawa Kısmi İkame Esneklikleri
<b>Ar-Ge</b>	Araştırma ve Geliştirme
<b>BOREN</b>	Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü
<b>BOTAŞ</b>	Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
<b>btep</b>	Bin Ton Eşdeğer Petrol
<b>ÇED</b>	Çevresel Etki Değerlendirmesi
<b>DEKTMK</b>	Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi
<b>DPT</b>	Devlet Planlama Teşkilatı
<b>DSİ</b>	Devlet Su İşleri
<b>EİE</b>	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
<b>EKK</b>	En Küçük Kareler Yöntemi
<b>ETİ</b>	ETİ Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü
<b>ETKB</b>	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
<b>GEKK</b>	Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi
<b>GİR</b>	Görünürde İlişkisiz Regresyon
<b>GSMH</b>	Gayri Safi Milli Hasıla
<b>GSYİH</b>	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
<b>GWh</b>	Gigawatt saat
<b>HES</b>	Hidro Elektrik Santraller
<b>IPCC</b>	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
<b>İTO</b>	İstanbul Ticaret Odası
<b>İTÜ</b>	İstanbul Teknik Üniversitesi
<b>kW</b>	Kilo watt
<b>kWh</b>	Kilo watt saat
<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	Kilo watt saat/metrekare
<b>Ln</b>	Doğal Logaritma
<b>MAM</b>	TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
<b>MTA</b>	Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü



<b>MW</b>	Mega watt
<b>OPEC</b>	Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
<b>PİGM</b>	Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
<b>PV</b>	Fotovoltaik
<b>P<sub>E</sub></b>	Elektrik Fiyatları
<b>P<sub>G</sub></b>	Doğalgaz Fiyatları
<b>P<sub>K</sub></b>	Kömür Fiyatları
<b>P<sub>P</sub></b>	Petrol Fiyatları
<b>RES</b>	Rüzgar Elektrik Santrali
<b>TAEK</b>	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
<b>TARAL</b>	TÜBİTAK Türkiye Araştırma Alanı
<b>tep</b>	Ton Eşdeğer Petrol
<b>TEVEM</b>	Türkiye Enerji Verimliliği Meclisi
<b>TMMOB</b>	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
<b>TPAO</b>	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
<b>TKİ</b>	Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu
<b>TTK</b>	Türkiye Taşkömürü Kurumu
<b>TUBİTAK</b>	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
<b>TUİK</b>	Türkiye İstatistik Kurumu
<b>TÜFE</b>	Tüketici Fiyat Endeksi
<b>TWh</b>	Tigawatt saat
<b>WEC</b>	Dünya Enerji Konseyi

## TABLULAR LİSTESİ

<b>Tablo 1:</b> Türkiye'deki Yenilenemeyen Enerji Kaynaklarının Rezerv Durumları	s. 6
<b>Tablo 2:</b> Türkiye'nin Ülkelerle Olan Doğalgaz Anlaşmalarının Miktar ve Süreleri	s. 14
<b>Tablo 3:</b> Ülkeler Bazında Dünyadaki Bor Rezervleri	s. 19
<b>Tablo 4:</b> Dizel Yakıtle Karıştırılan Biyodizelin Karışım Oranları ve İsimleri	s. 32
<b>Tablo 5:</b> Türkiye'deki HES'lerin Mevcut Durumu	s. 36
<b>Tablo 6:</b> ETKB'nın 2010-2014 Dönemi İçin Stratejik Temaları ve Amaçları	s. 37
<b>Tablo 7:</b> Pay Eşitlikleri Modeli Görünürde İlişkisiz Regresyon Sonuçları	s. 54
<b>Tablo 8:</b> Çapraz Fiyat ve Morishima Girdi İkame Esneklikleri	s. 56

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1:</b> Türkiye’de Petrol Kullanımının Sektörlere Göre Dağılımı	s. 10
<b>Şekil 2:</b> Yıllar İtibariyle Türkiye’de Kömür Üretimi	s. 12
<b>Şekil 3:</b> Yıllar İtibariyle Ülkelere Göre İthal Edilen Doğalgaz Miktarları	s. 15
<b>Şekil 4:</b> Nükleer Santrale Sahip Olan Ülkeler	s. 17
<b>Şekil 5:</b> 2010 Yılı Sonu İtibariyle Dünyada ve Türkiye’de Üretilen Elektrik Enerjisi İçin Kullanılan Kaynakların Dağılımı	s. 24
<b>Şekil 6:</b> Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı	s. 25
<b>Şekil 7:</b> 2010 Yılı Ülkeler Bazında Dünya Biyoyakıt Üretimi	s. 30
<b>Şekil 8:</b> Yıllar İtibariyle Türkiye’de Biyoyakıt Üretimi	s. 31

## GİRİŞ

Dünya'nın oluşumu, ilk insanın yaradılışından milyarlarca yıl öncesine gitmektedir. Bu süreç içerisinde çeşitli canlı türleri yeryüzünde yaşayıp kalıntıları günümüzde insanların enerji olarak kullandıkları hammaddeler, diğer bir deyişle fosil yakıtlar olarak adlandırılan enerji kaynakları oluşmuştur. Teknolojinin hızla ilerlemesi ve insanoğlunun tüm kainatı tanınmasıyla beraber, kullanılabilir enerji türlerinin sadece yeryüzündekilerle sınırlı kalmayıp Güneş gibi önemi ve enerji sığası çok yüksek olan farklı enerji kaynaklarını keşfetmiştir ve halen daha keşfetmeye devam etmektedir. Bütün bunların amacı, insanoğlunun enerjiye duyduğu ihtiyaçtan öne gelmektedir. Enerji, insanların ısınma, barınma, korunma, beslenme, ulaşım, aydınlanma gibi yaşamsal zorunlulukları için doğal bir kaynak, bir hammadde olarak gereksinim durumuna gelmiş, hangi biçim ve türde çevrilip, eyleme dönüştürülmüş olursa olsun, yaşamdaki başat yerini korumuştur (Uğurlu, 2006: 15).

Sanayi devriminden sonra üretimde işgücünün emek-yoğun özelliğini sermaye-yoğun özelliğine bırakması, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde beraberinde bir sorun ortaya çıkarmıştır. Bu sorun, üretimde girdi olarak kullanılan enerji kaynaklarının bir sonunun olmasıdır. Elektriğin keşfedilmesiyle ve yenilenebilir olmasıyla beraber, birçok konuda insanoğlunun günlük yaşantısını kolay hale getirdiği için diğer enerji kaynaklarının kullanımında daha önemli bir yere sahiptir. Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de elektrik enerjisinin üretilmesi ve üretiminde kullanılacak olan kaynağın önemi büyük bir önem arz etmektedir. Ancak gerek coğrafi konumu dolayısıyla gerekse çeşitli doğal kaynaklarına sahip olması nedeniyle Türkiye'de elektrik üretimi konusunda büyük bir sıkıntı arz etmemektedir. Özellikle ham petrol ve doğalgazda yetersiz üretim miktarlarına rağmen, Türkiye'de elektrik üretimi konusunda yerli kaynaklara dayalı imkanlar olduğu bilinmektedir (World Energy Council, 2011: 6).

Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri belirlenirken GSMH'nin önemi mutlakdır. Ancak yurt içinde veya yurt dışında özellikle teknolojiye dayalı üretim miktarı arttıkça çevreye olumsuz etkileri de önemsenecek düzeyde artmaktadır. Küresel

ısınma adı verilen ve Ozon tabakasında meydana gelen hasarlardan dolayı sera gazı etkisi, yerkürenin doğal düzenini bozmaktadır. IPCC raporuna göre iklim değişikliğinde 1,5 ile 2,5 derecelik sıcaklık artışında, % 20 ile % 30 bitki ve hayvan türlerinde yok olma riski söz konusu iken 3,5 derece ve üzeri sıcaklık artışında geri dönülmez etkiler başlar ve canlı türlerinde yok olma riski de artar (İstanbul Ticaret Odası, 2008: 35). Aynı rapora göre 2100 yılına kadar yerkürede 1,4 ile 6,4 derecelik sıcaklık artışı beklenmektedir. Bu durumun öngörülmesiyle ve mevcut yenilenemez enerji kaynaklarının hızla tükenmesinden dolayı global olarak bir işbirliği içinde bulunularak teknolojinin de hızla geliştirilmesinden faydalanılarak artık yenilenemez enerji kaynakları yerini temiz enerji diye adlandırılan çevreye olumsuz etkileri olmayan enerji kaynaklarına yönelmiştir. Türkiye’de bu trende ayak uydurmaya çalışmaktadır. Özellikle hidroelektrik santraller olmak üzere, rüzgar ve güneş enerjisinin kullanımının yaygınlaştırılması konusunda gerekli teşvik ve imkanlar girişimcilere sunulmaktadır.

Enerji tüketiminin modellenmesi ve tahmini, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde politika yapımcılar ve ilgili organizasyonlar için önemli bir rol oynamaktadır. Tüketimin küçümsenmesi, hayata ve ekonomiye yıkıcı olan potansiyel kesintilere yol açabilir, abartılması ise gereksiz yere boşa gitmiş, israf edilmiş finansal kaynakların kullanımına yol açabilir (Kankal ve diğerleri, 2011: 1927). Türkiye’de özellikle doğalgaz ticareti için söz konusu yanlışlar, ülke ekonomisine ciddi zararlar verecek şekilde yapılmıştır. Al ya da öde şeklindeki anlaşmalarla Türkiye, ihtiyacından çok çok fazla doğalgaz alım miktarlarına ilişkin sözleşmeler imzalamış ve gerekli depolama altyapıları oluşturulmadığı için kullanmadığı doğalgazın maliyetlerini ödemek zorunda kalmıştır. Doğalgaz ticareti sözleşmelerinin uzun süreli olması dolayısıyla ve ülke ekonomisini yıpratması nedeniyle izlenen politikalar doğalgaz kullanımını arttırmak yönündedir. Özellikle konutlarda ısınma kaynağı olarak doğalgaz şebekelerinin yaygınlaştırılması ve depolama alanlarına olan yatırımlar, söz konusu problemin çözümüne yönelik yapılan önemli adımlardır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, son 15 yılda petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki % 500 artış olduğundan ve dünyanın politik durumundan dolayı daha da önemli hale gelmiştir (Barış ve Küçükali, 2012: 381). Amerika, Fransa, Almanya gibi gelişmiş ülkelerdeki enerji talebini karşılamak için kurulan nükleer santraller, Çernobil ve

Fukuşima nükleer santral kazalarından sonra yerini yenilenebilir enerji kaynaklarına devretmektedir. Özellikle Almanya, güneş enerjisi üretimi için yoğun çaba sarf etmektedir. Ancak Şu bir gerçektir ki hiçbir ülke yenilenebilir enerjiye tam anlamıyla adapte olamamıştır ve olamayacaktır. Çünkü fosil yakıtlardan ve özellikle nükleer enerjiden elde edilen enerji miktarı, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji miktarlarından oldukça fazladır.

Türkiye'nin, teknoloji yetersizliği ve gerekli altyapıların hazır olmamasından dolayı, yenilenebilir enerji üretimine adapte olması, gelişmiş ülkelere göre daha yavaş olacaktır. Bununla beraber ciddi oranlarda büyüme trendine girip gerekli olan enerji talebini karşılamakta fosil yakıtları bir anda terk edemeyecektir. Dolayısıyla, bu çalışma kapsamında, sanayi üretimi için gerekli olan enerji girdilerinin enerji fiyatları ile ikame edilip edilememesi "Görünürde İlişkisiz Regresyon" ile araştırılıp, Türkiye'nin enerji politikalarının etkinliği tespit edilmeye çalışılmıştır.

## **BİRİNCİ BÖLÜM**

### **TÜRKİYE’NİN ENERJİ KAYNAKLARI VE POLİTİKALARI**

Enerji kaynakları, üretim olanaklarına göre ikiye ayrılmaktadır. Doğadaki kıt enerji kaynakları bu çalışma kapsamında yenilenemeyen enerji kaynakları olarak isimlendirilmiştir. Bu enerji kaynakları, petrol, doğalgaz, taşkömürü, linyit, nükleer enerji ve bordan oluşmaktadır. Şüphesiz ki doğadaki yenilenemeyen enerji kaynakları bunlarla sınırlı değildir. Ancak enerji üretiminde söz konusu kaynaklardan açığa çıkan enerji miktarı, adı geçmeyen birçok enerji kaynağından oldukça fazladır.

Enerji kaynağı olarak yenilenemeyen enerji kaynaklarına alternatif olan ve kaynağını tamamen doğanın döngüsünden elde eden enerji kaynakları ise yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılır. Bu enerji çeşitlerinden en yaygın olarak kullanılanı hidrolik enerjidir. Hidrolik enerjinin yanı sıra rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle ve hidrojen enerjileri de yenilenemeyen enerji kaynaklarına alternatif olarak üretilen yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Elektrik enerjisi de yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Ancak diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı olarak kaynağını dolaylı olarak doğadan almaktadır. Ülkelerin yenilenebilir enerji kullanımına geçmesindeki en önemli etken, fosil yakıt türlerinin ilerleyen dönemlerde toplam talebi karşılayamayacak olması, rezervlerin belirli ülke veya bölgelerle sınırlı olması ve küresel ısınmanın yan etkilerini azaltmak amacıyla olduğu söylenebilir.

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye’deki mevcut yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynaklarının durumundan bahsedilerek özellikle gelişmiş ülkelere kıyasla mevcut politikalarla gerekli olan enerji talebini karşılama yolunda izlenen adımlar tartışılmıştır.

#### **1.1. YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI**

Dünya’da, oluşması yüzyıllarca süren, hayvan ve bitki artıklarından katı, sıvı gaz halinde doğada bulunan ve kimyasal tepkimelerle enerji açığa çıkaran enerji

türlerine yenilemeyen enerji kaynakları denilmektedir. Yenilenemeyen enerji kaynakları, literatürde termik enerji kaynakları olarak da bahsedilmektedir.

Dünya üzerinde birincil enerji kaynaklarını oluşturan fosil enerji kaynakları, petrol, kömür, doğalgaz, nükleer enerji ve bordur. Dünyada 2030 yılı itibariyle, belirlenen ve yapılan etütlere göre tespit edilen kömür rezervlerinin % 25'i, doğalgaz rezervlerinin % 65'i, petrol rezervlerinin % 85'inin sona ereceği tahmin edilmektedir (İstanbul Ticaret Odası, 2007: 21).

Türkiye'nin, tabii kaynaklar bakımından en zengin rezervi taşkömürü ve linyittir. Sadece Türkiye'de değil, dünyada da en zengin rezerv kaynağı kömürdür. Ancak kömürün en büyük dezavantajı, enerji açığı çıkardığında doğaya saldırdığı zehirli gazlardır. Yoğun olarak ulaştırma sektöründe kullanılan petrol için de aynı dezavantaj söz konusudur. Ancak, fosil yakıt artıklarından en riskli ve tehlikelisi ise nükleer kaynakların atıklarıdır. Doğayı, insanı ve besin zincirini direkt olarak etkiledikleri için insan hayatının devamlılığını sürdürebilmesi açısından büyük risk taşımaktadırlar. Ancak insan yaşamının rahat sürdürülebilmesi, yüksek enerji potansiyeline sahip olmaları ve teknolojinin gelişmesi için en ideal enerji kaynakları söz konusu üç enerji kaynağıdır.

Tablo 1'de Türkiye'deki fosil enerji kaynaklarının rezerv miktarları verilmiştir. Tablo 1'de görüldüğü gibi, Türkiye taşkömürü ve linyit rezervlerinde oldukça zengindir. Dikkat çeken bir başka önemli rezerv de toryumdur. Nükleer enerji üretiminde uranyuma alternatif olan toryum, uranyumdan farklı olarak, zenginleştirilerek yakıt olarak kullanılmasıdır. Günümüzde toryumla çalışan ticari ölçekli bir santral bulunmamaktadır, bunun sonucu olarak da toryumun enerji hammaddesi olarak tüketimi yok denecek düzeydedir (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, 2010: 25). Ayrıca toryum, uranyum gibi tek başına kullanılabilen bir enerji kaynağı değildir. Toryumun çeşitli elementlerle zenginleştirilip kullanılması gerekmektedir. Ancak gelecekteki nükleer enerji hammaddeleri için Türkiye'deki toryum rezervleri önemli bir yer tutmaktadır. En önemli rezerv kaynak ise şüphesiz bor rezervleridir. Türkiye dünya bor rezervlerinin % 72'sine sahiptir (ETİ, 2012).



**Tablo 1:** Türkiye’deki Yenilenemeyen Enerji Kaynaklarının Rezerv Durumları

<i>Kaynaklar</i>	<i>Görünür</i>	<i>Muhtemel</i>	<i>Mümkün</i>	<i>Toplam</i>
<i>Taşkömürü (Milyon Ton)</i>	526	425	368,4	1.319,4
<i>Linyit (Milyon Ton)</i>				
<i>Elbistan</i>	4381,3			4381,3
<i>Diğer</i>	6.401	826,767	143,141	7370,9
<i>Asfaltit (Milyon Ton)</i>	40,7	29,5	7,3	77,5
<i>Bitümler (Milyon Ton)</i>	1641,4			1641,4
<i>Ham Petrol (Milyon Ton)</i>	43,13			43,1
<i>Doğalgaz (Milyar m<sup>3</sup>)</i>	6,2			6,2
<i>Bor (Bin ton)</i>	864.500			864.500
<i>Nükleer Kaynaklar (Ton)</i>				
<i>Tabii Uranyum</i>	9.129			9129
<i>Toryum</i>	380.000			380.000

Kaynak: ETİMADEN

Türkiye, enerji kaynakları rezervleri bakımından zengin gibi gözükmesine rağmen, bu kaynakları kullanmak için yeterli teknolojiye sahip değildir. Özellikle nükleer enerji kaynaklarını kullanamadığı gibi, bunları diğer ülkelere pazarlaması söz konusu değildir. Bu durumun çeşitli nedenleri vardır. Uluslararası anlaşmaların en önemli özelliği, ülkelerin diğer ülkeler üzerindeki etkinliği, ikili ilişkiler, ülkelerin anayasaları şeklinde belirtilebilir. Enerji ticareti için durum da sayılan bu özelliklere ek olarak, ülkelerde mevcut rezerv olması ve ilk olarak kendi rezervlerini değerlendirmesi olabilir. Özellikle nükleer enerji kaynağı olan uranyum, çok pahalı olmasına rağmen çok az bir miktar ile yüksek enerji elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla önemli olan konu, çok yüksek rezervlere sahip olmakla sınırlı kalmamak, mevcut rezervleri en etkin şekilde kullanmak için gerekli teknolojinin geliştirilmesi ya da transfer edilmesi şarttır.

### 1.1.1. Petrol

Fosil yakıtların oluşması, milyarlarca yıl sürmektedir. Keşfedildiği günden günümüze kadar fosil yakıtlar içerisinde en kullanışlı, en yaygın olan petrol, çok amaçlı olarak popülaritesini hala korumaktadır. Petrol, yerküre içerisinde organik materyallerin başkalaşımı ile oluşmuş ve gözenekli kayalar içerisinde depolanmış sıvı haldeki hidrokarbonlara ham petrol adı verilmiştir. Petrolün başındaki “ham” terimi işlenmemiş bir hammadde olduğunu göstermektedir.

Petrolün kullanıma başlanması binlerce yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Milattan önce 3000 yıllarında Mezopotamya’da gözlenen yarı katı ve çamurlu maddenin çatlaklar arasından sızması, petrolün bilinen ilk bulunması dönemidir. Bu sızıntı kaynaklarının en bilineni Babil şehri civarlarında şimdiki adıyla Bağdat olarak bilinen Hit bölgesidir. Çinliler ve Mısırlılar başta olmak üzere eski toplumların çoğu, tıp alanında ilaç olarak petrolden yararlanmışlardır. Yılan sokması, saç dökülmesi, romatizma gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde petrol kullanılmıştır. Petrolün yanıcı özelliğinin bilinmesi ise milattan öncesine dayanmaktadır. Tarih kaynaklarına göre, kalelerin surlarını güçlendirmek amacıyla taşların arasına harç yerine asfalt uygulanırdı. Gemilerin tamirâtı ve bakımında da katran önemli rol oynamaktaydı.

19. Yüzyılın ortalarında petrol kullanımı sanayide kullanılmak üzere artmıştır. Ancak dünyada ilk petrol kuyuları 1859 yılında Amerika’da açılıp kullanılır hale getirilmiştir. Bazı Rus kaynaklarına göre de Amerika’daki petrol kuyularının hazır hale getirildiği tarihten onbir sene öncesinde Azerbaycan’ın başkenti olan Bakü’de, 1848 senesinde, petrol kuyularının mevcut olduğu bahsedilmektedir.

Petrol, yirminci yüzyılda ise dünyada birincil enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Özellikle taşımacılık ve sanayi üretiminde önemi arttıkça ve buna paralel olarak dünyadaki sanayi gelişme yaygınlaştıkça petrol sanayisinin uluslararası boyutta ve uluslararası ticarete temel gündem olması kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu nedenle Orta doğu, Arap yarımadası ve Orta Asya’da petrol savaşlarının patlak vermesi ve büyük petrol krizlerinin yaşanması petrolün önemini net bir şekilde ortaya koymaktadır.

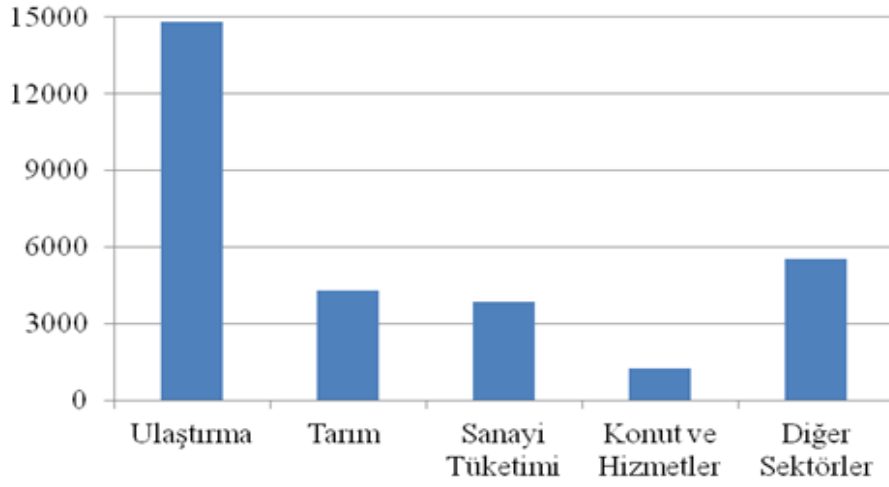
1950'lerin ortalarına kadar petrol endüstri üzerindeki kontrol, beşi Amerikan, ikisi Avrupa kökenli yedi büyük petrol şirketinin elinde kalmıştır (Akgün, 2006: 48). Petrole olan bu öneme karşın küçük şirketler de gereken önemi göstermişlerdir. 1960 yılında ham petrol fiyatlarındaki düşüşü durdurmak amacıyla petrol ihraç eden ülkelerin kurduğu OPEC, 1973 yılında yaşanan petrol krizine kadar bu endüstriyi kontrol altında tutmayı başarmıştır.

Alemdaroğlu (2007) yapmış olduğu çalışmada, dünyada yaşanan petrol krizlerini üç dönemle özetlemiştir. Bunlar, 1970'lerde Arap-İsrail savaşıyla petrol fiyatlarının 3\$/varil'den 13 \$/varil'e kadar artan ve literatüre geçen ilk petrol krizidir. İkinci petrol krizi dönemi ise, 1979 yılında İran İslam devriminin gerçekleşmesini takiben petrol varil fiyatlarının 35\$'a kadar yükseldiği dönemdir. Ancak bu yükseliş 1986 yılından itibaren üretim artışları sağlanarak tekrar 1970'lerdeki seviyesi olan 10\$/varil fiyatına gerilemiştir. Üçüncü önemli dönem ise 1990 yılında ortaya çıkan Körfez krizidir. Bu dönemde ham petrol fiyatları 40\$/varil seviyelerine kadar çıkmıştır. Ancak Mart 2003'te Bağdat'ın bombalanması ile Irak-ABD kaosunun başlaması petrol fiyatlarının seviyesini ve oynaklığını etkileyen önemli jeopolitik olay olarak tarihe geçmiştir (Firuzan, 2010: 4). 2003 yılında ham petrolün varil fiyatı 28\$ civarındayken, bu tarihten sonra ham petrol fiyatları hızlı bir şekilde artmış ve Mart 2012'de ham petrolün varil fiyatı tarihinin en yüksek seviyesi olan yaklaşık 123 \$ olmuştur.

Dünya üzerindeki ispatlanmış petrol rezervlerine bakıldığında, toplam petrol rezervlerinin %5.4'ü Kuzey Amerika'da, %17.3'ü Orta ve Güney Amerika'da, %10.1', Avrupa ve Avrasya'da, %54.4'ü Orta Doğu'da, %9.5'i Afrika'da ve %3.3'ü Asya Pasifik'te yer almaktadır. Ülkeler bazında ise %19.1 ile Birleşik Arap Emirlikleri dünyadaki toplam petrol rezervlerinin en fazlasına sahip olan ülkedir. Dünya petrol rezerv miktarında 2010 yılına oranla %9.3'lük bir artış gerçekleşmiş olmakla birlikte, artan petrol tüketimi nedeniyle 2010 yılında 46.16 yıl olan dünya petrol rezerv ömrü 2011 yılında 44.8 yıla düşmüştür (Türkiye Petrolleri A. O., 2011: 5). 2011 yılı yurtiçi üretilebilir petrol rezervi 310.4 milyon varil (45.43 milyon ton) olup, yeni keşifler yapılmadığı takdirde, bugünkü üretim seviyesi ile yurtiçi toplam ham petrol rezervinin 19.2 yıllık bir ömrü bulunmaktadır (TPAO, 2012: 7).

ETKB'nin 2010 yılı verileriyle, Türkiye, yaklaşık 2.6 milyon ton üretim yaparken, 36.5 milyon ton ithal etmiştir. Yurtiçinde kullanılan petrolün sektörlere göre dağılımı Şekil 1'de verilmiştir. Petrol Türkiye'de yoğun olarak ulaşım sektöründe kullanılmaktadır. Söz konusu sektörde gerek teknolojik gelişmelerin yavaş olması gerekse büyük petrol şirketlerinin ülkelere yaptırımları sonucunda ulaşımında petrolle çalışan araçlara alternatif üretmek son derece yavaş olmuştur. 1996 yılında General Motors, % 100 elektrikle çalışan EV1 aracını üretmiştir. EV1, ilk seri üretimde 800 adet üretilip kapış kapış gitmesine, ABD'de fazlasıyla yaygınlaşmaya başlamasına, hatta benzinlilerin yerini alabilecek bir yapıya sahip olmasına rağmen General Motors tarafından, açıkça "benzinli otomobillerin yerini alması ve petrolün devrini bitirmesi" endişesiyle toplatılan, ezilen, parçalara ayrılan otomobildir. Üretilen bu teknolojinin yok edilmesi, "Who Killed the Electric Car?" belgeselinde yeni teknoloji karşısında kararsız kalan tüketiciler; tek şarjla kısa mesafe gitmeyi sağlayan bataryalar; petrol firmalarının Pazar payı kaybetme ve zarar etme korkusu; bakım, onarım ve tamirleri benzinli araçlara nazaran daha az maliyetli olduğu için satış sonrası hizmetlerde daha az kazanç sağlayacaklarından dolayı firmalar; destek vermediği için hükümet gibi nedenlerin söz konusu olduğunu belirtmektedir (Demirtürk, 2009).

**Şekil 1:** Türkiye’de Petrol Kullanımının Sektörlere Göre Dağılımı (ton)



Kaynak: ETKB

Türkiye’de petrol ve petrol ürünlerinin kullanılması için değişik yöntemlerle teşvikler mevcuttur. TÜİK’in verilerine göre, özellikle ulaştırma sektöründe bu kadar fazla petrol ürünlerinin kullanılması, hükümetlerin yerine getirdiği altyapı olanaklarıdır. 2011 yılı sonu itibariyle toplam 16.089.528 adet, Kasım 2012 itibariyle Türkiye’deki trafiğe kaydı yapılan araç sayısı 523.287 adettir. Bu araçların çoğu petrol ve LPG gibi petrol ürünleri ile çalışmaktadır. Ayrıca deniz, hava ve demiryolu araçlarının da petrol ve petrol ürünleri ile çalıştığını belirtmekte fayda vardır. Özellikle 59. Hükümet ile beraber karayollarına yapılan ciddi yatırımlar, global otomobil üreticilerinin yatırımlarını Türkiye’de daha da aktif hale getirilmesi, Türkiye için petrolün önemini daha da arttırmıştır. Bütün bu teşviklerin nedeni olarak petrol ve petrol ürünlerinden alınan vergi oranlarının çok yüksek olmasıdır ve devlet için ciddi anlamda gelir kaynağıdır.

ETKB’nın yayınlamış olduğu istatistiklere göre, Türkiye 2011 yılı sonu itibariyle 2555,1 ton petrol üretip 36099,4 ton petrol ithal edip 589,5 ton ihraç etmiştir. Bu veriler ışığında Türkiye’nin petrol ihtiyacı hat safhadadır ve yıllar boyunca petrole olan ihtiyaç önemini koruyacaktır. Çünkü insanları toplu taşıma araçlarını kullanmaya yönelik girişimler, Türkiye için yetersizdir. Ayrıca nakliye için kullanılan araçların büyük bir çoğunluğu karayolu araçlarıdır. Özellikle şehirlerarası nakliye ve toplu taşıma konusunda Türkiye’de deniz ulaşımının yanında demiryolu

ulaşımının da azalan ve muhtemel bir krizde fiyatları hızlı bir şekilde artan petrol tüketimini azaltmak amacıyla geliştirilmesi gereklidir. Ayrıca Türkiye karayollarında meydana gelen kaza oranlarını düşürmede demiryolu yatırımlarının da etkisi yüksek olacaktır.

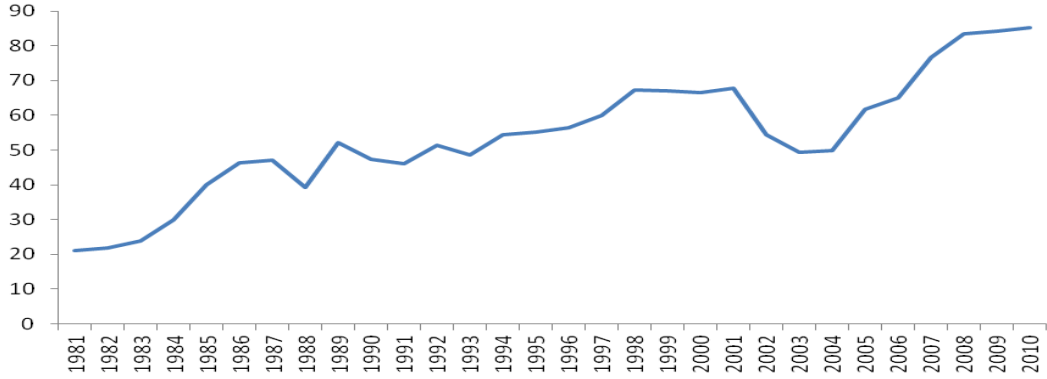
### 1.1.2. Kömür

Fosil yakıtlar içerisinde en yaygın biçimde tedarik edilen ve kullanılan enerji çeşitlerinden biri olan kömür, dünyada beş kıta üzerinde üretilmektedir. Kömür çoğunlukla karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan az miktarda kükürt ve nitrojen içeren, kimyasal ve fiziksel olarak farklı yapıya sahip maden ve kayadır (Türkiye Taşkömürü Kurumu, 2011: 6). Kömür rezervleri diğer fosil yakıtlar gibi dünyanın belirli bir bölümünde değil tüm dünyada yaygın bir şekilde bulunmaktadır (Duru, 2006: 15). Elektrik üretiminde, demir-çelik ve çimento imalatında, endüstriyel süreçlerde buhar üretimi ve ısınma amacı gibi çok çeşitli alanlarda en önemli enerji kaynaklarından biridir.

Dünya’da doğal kaynak bakımından en zengin fosil yakıt rezervi kömürdür. Mevcut üretim seviyeleri ile dünya görünür kömür rezervlerinin ortalama 120 yıllık bir sürede tüketileceği tahmin edilmektedir (TTK, 2012: 10). 2010 yılı itibariyle dünya kömür rezervlerinde 157.010 milyon ton ile Rusya Federasyonu birinciliğe sahip iken 114.500 milyon ton ile Çin Halk Cumhuriyeti ikinci sırada ve toplam 2343 milyon ton kömür rezervinin Türkiye’de olduğu bilinmektedir (BP, 2011).

Türkiye’nin en önemli taşkömürü rezervleri Zonguldak Havzası’nda bulunmaktadır. Havzada -1200 m derinliğe kadar tespit edilmiş toplam jeolojik rezerv 1.31 milyar ton olup bunun %39’u (yaklaşık 514 milyon ton) görünür rezerv olarak kabul edilmektedir (TTK, 2012: 24). Türkiye’de üretilen kömürün yıllar itibariyle gelişimi Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 2 incelendiğinde kömür üretiminde bir artış trendi olduğu dikkat çekmektedir. Ancak 2001 yılında bu trendde bir kırılma meydana gelmiş ve üretim yaklaşık %20 gibi bir azalış göstermiştir. Kuşkusuz ki bu trendin kırılmasında Türkiye’de yaşanan ekonomik krizin etkisi oldukça yüksektir. Yaşanan krizle beraber sanayi üretimi düşerek özellikle elektrik üretiminde bir azalış meydana gelmiştir.

**Şekil 2:** Yıllar İtibariyle Türkiye’de Kömür Üretimi (milyon ton)



Kaynak: BP, 2011.

Türkiye’de ETKB’ye bağlı olup kömür üretimini gerçekleştiren iki kurum vardır. Bunlar Türkiye Taşkömürü Kurumu ve Türkiye Kömür İşletmeleri’dir. TTK, Zonguldak havzasındaki taşkömürü üretimini gerçekleştirirken TKİ bu bölge dışındaki linyit yoğun olmakla beraber üretim gerçekleştirmektedir. Ancak Türkiye’de taşkömürü ve linyit üretimi sadece bu iki kuruluşla sınırlı değildir. Bunların yanı sıra küçük ölçekli özel sektöre ait kömür ocakları da bulunmaktadır.

Dünya’da kömür genellikle ısınma ve elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Bununla beraber yüksek kalorili olması nedeniyle doğaya ciddi anlamda karbondioksit salınımı yapmaktadır. Sera gazı oluşumunu engellemek için, özellikle Kyoto protokolünden sonra ülkeler, enerji üretmek için başta kömür olmak üzere fosil yakıt kullanımını azaltma trendine girmişlerdir. Ancak bu durum, ülkelerin kömür kullanımından vazgeçmeleri anlamına gelmemeleridir. Trenlerin yakıtı olarak kullanılması ve özellikle ısınmada ve elektrik üretiminde gerek yapılan doğalgaz alım anlaşmaları gerekse doğalgaza olan talebin artmasıyla beraber kömür kullanımı yoğun olarak elektrik enerjisi üretimindedir.

### 1.1.3. Doğalgaz

Bir başka yenilenemeyen enerji kaynağı doğalgazdır. Özellikle son 10 yılda, petrol ve kömüre alternatif olarak gerek ısınmada gerekse elektrik üretiminde yükselen bir trendle ana enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. 2010 yılında 188.2 trilyon m<sup>3</sup> olan doğal gaz rezerv miktarı, 2011 yılında %1.5'lik artışla 191 trilyon m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir (TPAO, 2012: 18). Doğalgaz üretimi ile ilgili çalışmalar hızlı bir şekilde devam etmektedir. Ancak Dünya'da doğal gaz rezerv ömrü 57 yıl olarak tahmin edilmektedir.

Türkiye'de 1987 yılından bu yana doğalgazın önemi ve kullanımı giderek artmıştır. Bu durumun nedeni dünya genelinde azalan petrol rezervlerine alternatif enerji kaynaklarının devreye sokulması, Türkiye içinse yapılan doğalgaz anlaşmalarıdır. 1987 yılında doğalgaz tüketimi 500 milyon m<sup>3</sup> iken 2010 yılı sonu itibariyle 39 milyar m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir (BP, 2011). Buna karşılık Türkiye'nin doğal gaz üretimi, TPAO'dan alınan bilgiler ışığında, 2010 yılı sonu itibariyle 726 milyon m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir. Ancak, PİGM'in verilerine göre, Türkiye'deki doğal gaz rezervlerine bakıldığında rezervlardaki gaz 24 milyar m<sup>3</sup>, üretilebilir gaz 18 milyar m<sup>3</sup> ve kalan üretilebilir gaz rezervleri 6 milyar m<sup>3</sup> olarak tahmin edilmektedir. Bu veriler ışığında ve bugünkü üretim koşullarıyla yurtiçi doğal gaz rezervinin 9 yıl gibi bir ömrü bulunmaktadır. Doğal gaz kullanımında tüm rezervler kullanılsa dahi Türkiye'nin artan tüketimiyle beraber dışa bağımlı olduğu aşikardır. Türkiye'de doğalgaz tedariki, iletimi, dağıtımı ve satış işlemleri ile petrol taşımacılığı faaliyetlerini sürdüren kurum Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. Genel Müdürlüğü'dür. Yapılan anlaşmalar ile doğalgaz arz ve talebindeki bu açık, farklı ülkelerden ithal edilerek kapatılmaktadır.

2012 yılı itibariyle Türkiye, Rusya Federasyonu, Cezayir, Nijerya, İran ve Azerbaycan'dan doğalgaz ithal etmektedir. Doğalgaz alım anlaşmaları ve miktarları Tablo 2'de gösterilmiştir. BOTAŞ'tan elde edilen bu bilgiler ışığında doğalgaz ithalatının en büyük tedarikçisi Rusya Federasyonu'dur. Ancak bu tablodaki bilgilere göre Rusya ile 2012 yılında yılda 6 milyar m<sup>3</sup> doğalgaz alım anlaşması ve 2014 yılında bitecektir. Dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, 2010 yılı itibariyle 39 milyar m<sup>3</sup> doğalgaz tüketilirken yapılan ve devrede olan anlaşmalar gereği yılda 51.8



milyar m<sup>3</sup> doğalgaz alımı söz konusudur. Yaklaşık 29 milyar m<sup>3</sup> doğalgaz, Türkiye’de yeterli depolama alanları bulunmadığı için Türkiye’ye gelmemektedir. Anlaşmaların niteliği gereği kullanılmayan doğalgazın maliyetleri ilgili ülkelere ödenmektedir. Bu durum Türkiye ekonomisi açısından çok ciddi bir durumdur. Yapılan doğalgaz anlaşmalarının miktar açısından bu kadar farklı olmasının sebeplerinden biri, önceki hükümetlerin enerji projeksiyonlarında ciddi hatalar yapmasıdır. Uluslararası anlaşmaların tek taraflı iyileştirilmeye gidilmesi gibi bir durum zor olacağından ötürü, Türkiye’de gerek konutlarda ısınma, gerekse elektrik üretimi ve doğalgaz depolama alanlarının kurulmasıyla ilgili önemli gelişmeler mevcuttur.

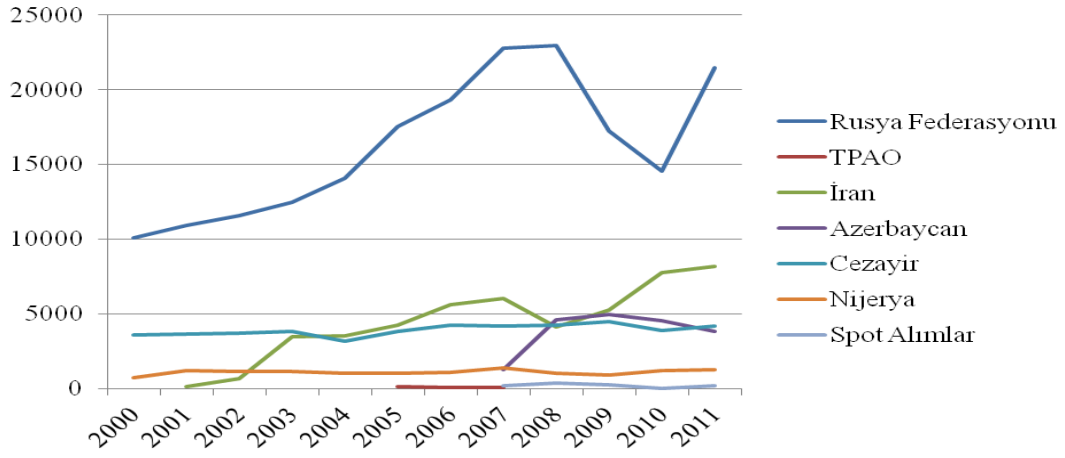
**Tablo 2:** Türkiye’nin Ülkelerle Olan Doğalgaz Anlaşmalarının Miktar ve Süreleri

<i>Mevcut Anlaşmalar</i>	<i>Miktar (Milyar m<sup>3</sup>/yıl)</i>	<i>İmzalanma Tarihi</i>	<i>Süre (Yıl)</i>	<i>Durumu</i>
<i>Rusya Federasyonu (Bati)</i>	6	<i>14 Şubat 1986</i>	25	<i>Devrede</i>
<i>Cezayir (LNG)</i>	4	<i>14 Nisan 1988</i>	20	<i>Devrede</i>
<i>Nijerya (LNG)</i>	1.2	<i>9 Kasım 1995</i>	22	<i>Devrede</i>
<i>İran</i>	10	<i>8 Ağustos 1996</i>	25	<i>Devrede</i>
<i>Rusya Federasyonu (Karadeniz)</i>	16	<i>15 Aralık 1997</i>	25	<i>Devrede</i>
<i>Rusya Federasyonu (Bati)</i>	8	<i>18 Şubat 1998</i>	23	<i>Devrede</i>
<i>Türkmenistan</i>	16	<i>21 Mayıs 1999</i>	30	-
<i>Azerbaycan</i>	6.6	<i>12 Mart 2001</i>	15	<i>Devrede</i>
<i>Toplam</i>	67.8			

Kaynak: BOTAŞ

Şekil 3’de ise Türkiye’nin 2000 yılından itibaren anlaşmalı ülkelerle olan doğalgaz ithalatını göstermektedir. Şüphesiz ki Türkiye’nin en büyük doğalgaz tedarikçisi, tüm dünyanın da olduğu gibi Rusya Federasyonu’dur. Türkiye’nin coğrafi konumu itibarıyla Orta Asya ve Rusya’nın doğalgaz arzını talep eden ülkelere ulaştırabilmesi için çeşitli doğalgaz taşıma anlaşmaları yapılmıştır. Türkiye üzerinden taşınan bu doğalgaz sayesinde ülke ekonomisine yüksek miktarlarda katkı sağlanmaktadır.

**Şekil 3:** Yıllar İtibariyle Ülkelere Göre İthal Edilen Doğalgaz Miktarları (milyon m<sup>3</sup>)



Kaynak: BOTAŞ

Önümüzdeki yıllarda daha da artması beklenen doğalgaz tüketimi dikkate alındığında Türkiye'nin mevcut doğalgaz şebeke alt yapısının geliştirilmesi, bu amaçla BOTAŞ'ın güçlendirilmesi ve yeni doğalgaz alım sözleşmeleri yapabilmesi gerekmektedir (TMMOB, 2010: 32). Enerji ithal eden ülkeler için önemli bir unsur olan arz güvenliğinin sağlanabilmesi ve al ya da öde şeklindeki sözleşmelerin etkin biçimde değerlendirilebilmesi için Türkiye'de yeni depolama tesislerine ve iletim hatlarına olan yatırımların devamlı olması büyük bir önem teşkil etmektedir.

Türkiye'de enerji açığını kapatmak için doğalgaz, yeni enerji kaynaklarının kapasitelerinin gelişmesinde, birçok gereksinim için yaygın olarak kullanılmaktadır. Kılıç ve Kaya (2007) yapmış oldukları çalışmada bu gereksinimleri dört başlıkta toplamışlardır. Bunlar, kömür, linyit ve petrolden daha az çevreye salınım bıraktığı için çevresel neden; Türkiye'nin Orta Doğu, Merkez Asya ve Rusya Federasyonu gibi çok zengin yeraltı kaynaklarına sahip olan ülkelere yakın olduğu için coğrafi neden; sınırları ve denizleri nedeniyle, transit geçişlerle, petrol ve gaz taşımacılığı yapan ülkelere geçiş ve taşıma ücretleri aldığından ekonomik neden ve son olarak çok büyük gaz ihracatçıları olan Hazar ve Merkez Asya ülkeleriyle güçlü ilişkiler kurmak için politik nedenler olarak belirtmişlerdir. Ancak geçmişte yapılan yanlış doğalgaz projeksiyonları da göz önüne alınarak ve yeterli depolama ve kullanım alanı geliştirilmeden Türkiye'nin yeni doğalgaz anlaşmaları yapması son derece yanlış olacaktır.

#### 1.1.4. Nükleer Enerji

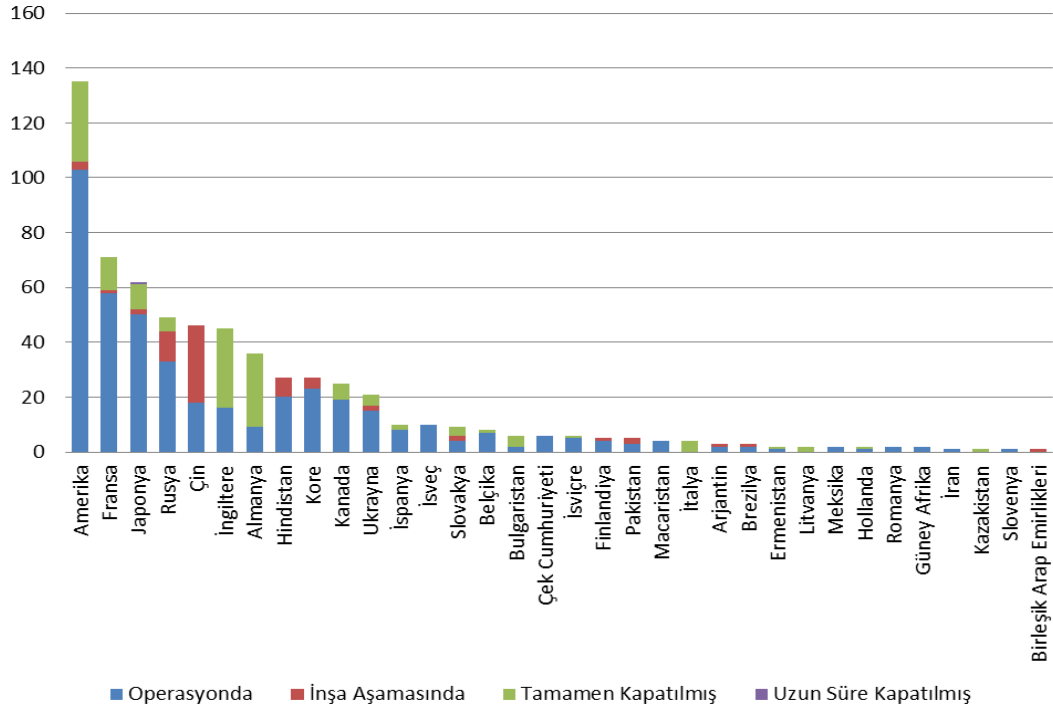
Yenilenemeyen enerji kaynaklarının şüphesiz en tartışmalı ancak bir o kadar yüksek enerji potansiyeline sahip olan enerji türü nükleer enerjidir. Yeni enerji kaynakları arasında teknolojisi en çok gelişen nükleer enerji olmuştur (Tuncer ve Eskibalci, 2003; Ercan, 1996, Aybars, 190). Bu teknolojinin gelişmesiyle beraber ülkelere hatta dünyaya avantajları kadar dezavantajlarını da beraberinde getirmiştir.

Nükleer enerji, çok küçük miktarda enerji girdisiyle, yüksek miktarda enerji açığa çıkmasını sağlar. Tipik bir reaktörde 1 kg uranyumdan elde edilen fisyon enerjisi ile 45 ton odun, 22 ton kömür, 15 ton petrol ve 14 ton likit doğalgazdan elde edilen enerji eşdeğerdir (TAEK, 2010: 7). Ayrıca nükleer santrallerin sera gazı etkisi, diğer yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre oldukça düşüktür. Uranyum atıkları, kömür, petrol ve doğalgaz atıklarından farklı olarak, geri dönüşüm sayesinde tekrar kullanılabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına göre avantajı ise, tepkimelerden sonra açığa çıkardığı enerji çok yüksek olduğu için güneş paneli ve rüzgar santrallerinin kapsadığı alana göre çok çok az yer kaplamaktadır. Bunlara ek olarak bakım ve işletim giderleri de diğer enerji kaynaklarına göre oldukça azdır.

Nükleer enerji için bahsedilen avantajların yanında, dezavantajları da bulunmaktadır. Olası bir reaktör kazası sonrasında, insan sağlığı için son derece tehlikeli sonuçlar meydana gelmektedir. Radyoaktif ışınlar, canlı DNA'sını direkt olarak etkilediği için organizmalarda kalıcı hastalıklara ya da şekil bozukluklarını meydana getirmektedir. Ayrıca söz konusu zararlı ışınlar, yağmur bulutları ile taşınabildikleri için sadece kazanın olduğu bölgeyi değil tüm yerküreyi tehdit altında bırakmaktadır. Fiziksel atıkları çok az miktarda olmasına rağmen oluşturduğu potansiyel tehlikesi diğer katı yakıtların atıklarıyla kıyaslanamaz derecededir.

IAEA'dan alınan bilgilerle, dünya genelinde işletmede olan 437 reaktörden toplamda 373,209 MW toplam net kurulu kapasite olup 68 reaktör inşa halindedir. Şekil 4'den de görüleceği üzere, dünya genelinde en fazla reaktöre sahip olan ülke Amerika Birleşik Devletleri'dir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli nokta ise Çin Halk Cumhuriyeti'nin inşa halinde olan 28 reaktörüdür.

**Şekil 4: Nükleer Santrale Sahip Olan Ülkeler**



Kaynak: IAEA

Gelişmiş ülkeler, nükleer enerji arzından vazgeçememektedirler. Çünkü ciddi anlamda bir enerji arzı söz konusudur. Nükleer reaktörlerin kurulması ve işletilmesi, ülkenin sadece kendi bölgesinin sorumluluğu altında olan bir konu değildir. Reaktör olmayan ve özellikle komşu ülkeler için de ciddi anlamda tehdit içermektedirler. Dolayısıyla İran, Ermenistan, Bulgaristan, Ukrayna, Rusya gibi Türkiye'nin komşusu olan ülkelerdeki reaktörlerden ve olası kazalardan Türkiye direkt olarak etkilenecektir.

Mart 2011'de Japonya'da meydana gelen deprem sonrasında Fukushima Daiichi Nükleer Reaktörleri'nde meydana gelen hasarlar ve çevreye verdiği zararlar, başta Almanya olmak üzere birçok ülkenin nükleer enerjiye olan bakışını olumsuz yönde değiştirmiştir. DEKTMK (2011) raporunda belirttiği gibi, söz konusu kazadan hemen sonra İngiltere'de nükleer endüstrinin güvenliği konusunda bir değerlendirme yapılmıştır; Almanya, sınırları içerisinde aktif olan 17 nükleer güç santralının tamamını 2022 yılına kadar kapatma kararı almıştır; İtalya, Haziran 2011'de bir referandum yaparak "nükleer güç santrallerinin çalışmasının yasaklanmasına ilişkin

kanunun kaldırılmaması” için halk oylamasında katılımcıların %94.5’inden ‘evet’ cevabını almıştır; İsviçre de Almanya gibi söz konusu kazadan hemen sonra aldığı kararla 2019 yılından sonra tüm nükleer güç santrallerini durdurma kararı almıştır. Şekil 4’den de görüleceği üzere İngiltere ve Almanya, toplamda 56 reaktörü tamamen kapatmıştır. Ancak tam anlamıyla nükleer enerjiden vazgeçmemiştir.

Türkiye’de açılacak olan nükleer enerji santralleri konusunda tartışmalar halen daha devam etmektedir. En önemli tartışma noktaları, söz konusu santrallerin işletilmesi, yabancı şirketlerinin kontrolünde olması, hammaddenin ithal edilmesi ve çevresel sorunlardır. Türkiye’nin gittikçe artan enerji talebine bir çözüm bulmalıdır. Maalesef yetersiz teknoloji ve yatırımlarla, söz konusu açığın kapanması oldukça güçtür. Özellikle sanayi sektörü için ana girdi kaynağı olan enerji üretiminin az olması, Türkiye’nin büyüme rakamlarını bir noktada sabitleyecektir. Dolayısıyla sorgulanması gereken husus Türkiye’nin çevresel ve insan sağlığı yönünde hareket edeceği yoksa insanların refah düzeylerini ülkenin gelişmişlik anlamında arttırmasıdır.

Nükleer enerji, ulusal bir sorun değildir. Nükleer santrallerden bir sızıntı olması durumunda ya da herhangi bir kaza sonucunda havaya karışan partiküller, bulutlarla birlikte dünya üzerinde serbestçe dolaşabilmektedir. 28 Mayıs 1986 yılında Çernobil’deki nükleer reaktör kazasından sonra etkileri yaklaşık 30 yıl hissedilmiştir. Türkiye’nin kara ve deniz sınırlarında da reaktörlerin bulunması, Türkiye’de nükleer santral kurulmasa da olası risk taşımaktadır. Kısaca özetlenecek olursa, dünya genelinde aktif olan reaktörlerin hepsinin birden kademeli olarak kapatılması gerekmektedir. İnsan sağlığı ve doğal dengeyi bozacak olan nükleer santrallerin yerine, riski daha az olan enerji türleri entegre edilmelidir.

#### **1.1.5. Bor**

Türkiye için çok büyük stratejik öneme sahip olan bir mineral olan borun varlığı Romalılara kadar uzanmasına rağmen Türkiye’de ilk defa 1852 yılında bulunmuştur. Bor madeni iki yüz elliye yakın sanayi ürünüde kullanılmaktadır. Özellikle deterjan, sabun, seramiki cam ve kimya sektörleri başta olmak üzere kullanılan bu madenin dünya rezervlerinin yaklaşık %72’si Türkiye’dedir. Türkiye

dışındaki ülkelerde dünyanın ancak 50-60 yıllık ihtiyacını karşılayacak olan bor rezervleri bulunurken, Türkiye'deki bor dünyanın hiçbir yerinde üretim yapılmasa bile dünyaya 350 yıl yetecek kapasitededir (Acaroğlu, 2007: 27).

Bor, uzay ve hava araçları, nükleer uygulamalar, askeri araçlar, yakıtlar, elektronik ve iletişim sektörü, tarım, cam sanayi, kimya ve deterjan sektörü, seramik ve polimerik malzemeler, nanoteknolojiler, otomotiv ve enerji sektörü, metalurji ve inşaat gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Tüketilen bor ürünlerinin %90'a yakını cam (yalıtım tipi cam elyafı, tekstil tipi cam elyafı, borosilikat cam), seramik-firit, tarım ve deterjan sektörlerinde yoğunlaşmıştır (ETİ, 2012: 4). Tablo 3 dünyadaki bor rezervleri verilmiştir. Dünyadaki toplam bor rezervlerine bakıldığında Türkiye'yi Rusya ve A.B.D. takip edilmektedir. Dünya bor üretim kapasiteleri incelendiğinde ise Türkiye 2145 bin ton kapasite ile birinci sırada, A.B.D. 1517 bin ton ile ikinci sırada yer almaktadır. Dünyadaki üretim miktarları incelendiğinde ise 2011 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık %9 artarak 4.46 milyon ton, Türkiye'de ise 2011 dünya üretiminin %45.3 pay ile birinci sırada yer almaktadır.

**Tablo 3:** Ülkeler Bazında Dünyadaki Bor Rezervleri (bin ton)

<i>Ülkeler</i>	<i>Toplam rezerv</i>	<i>Dağılım (%)</i>
<i>Türkiye</i>	<i>864.500</i>	<i>72</i>
<i>Rusya</i>	<i>100.000</i>	<i>8</i>
<i>A.B.D.</i>	<i>80.000</i>	<i>7</i>
<i>Çin</i>	<i>47.000</i>	<i>4</i>
<i>Şili</i>	<i>41.000</i>	<i>3</i>
<i>Peru</i>	<i>22.000</i>	<i>2</i>
<i>Bolivya</i>	<i>19.000</i>	<i>2</i>
<i>Kazakistan</i>	<i>15.000</i>	<i>1</i>
<i>Arjantin</i>	<i>9.000</i>	<i>1</i>
<b>TOPLAM</b>	<b>1.205.000</b>	<b>100</b>

Kaynak: ETİMADEN

Hidrojen enerjisi üretiminde kullanılması giderek artmaktadır. Yapısında bor olup hidrojen adsorbe eden ve açığa çıkaran çeşitli maddeler olmasına rağmen, bu konuda söz sahibi olan bor bileşikleri borhidrürlerdir (Uslu, 2007: 418). Bunların içerisinde en önemlisi olan sodyum borhidrür, oda sıcaklığında su ile yüksek basınç olmadan reaksiyona girer ve hidrojen üretir (Fakiroğlu ve diğerleri, 2004: 1373). Hidrojenle çalışan araçlarda sodyum borhidrür kullanımı yaygındır. Ancak sodyum borhidrür kullanımının maliyeti, benzin maliyetinin yaklaşık 40 katıdır (Owen, 2005). Bor, aynı zamanda yakıt pili olarak da enerji üretimine katkı sağlamaktadır. Doğrudan sodyum borhidrürlü yakıt pili özellikle güç gereksinimi düşük olan taşınabilir sivil (telefon, radyo, küçük televizyon, el süpürgesi, vb.) ve askeri (lokal aydınlatma, seyyar telsiz, telefon, elektronik harp cihazları, personel ısıtma, insansız araçlar, vb.) uygulamalarda öneme sahiptir (MAM, 2006: 6). Bütün bunlara ek olarak bor, enerji üretiminde motorlu taşıtlarda katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır.

Türkiye’de borun üretilmesini ETİ Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü yapmaktadır. ETİ Maden, 2012 yılı itibariyle Türkiye’de 1.78 milyon ton rafine bor üretimi gerçekleştirip 1.77 milyon tonu yurtdışına satılmıştır ve bu satıştan yaklaşık 800 milyon \$ gelir elde etmiştir. Bu kadar önemli ve yurtdışından talep edilen bor madeni, maalesef yurtiçinde gerekli önemini gösterememiştir. Bunun en büyük nedeni, boru işlemek ve zenginleştirmek için gerekli teknolojinin Türkiye’de yetersiz kalmasıdır. Bu amaçla, 18.06.2003 tarihli ve 25142 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan 4865 sayılı Kanun’la, ETKB’ye bağlı olarak Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN) kurulmuştur. BOREN’in amacı, Türkiye’de ve dünyada bor ürün ve teknolojilerinin geniş bir şekilde kullanımını, yeni bor ürünlerinin üretimini ve geliştirilmesini sağlamak amacıyla yapılacak olan araştırmalar için gerekli bilimsel ortamı sağlamak, bor ve ürünlerini kullanan ve/veya bu alanda araştırma yapan kamu ve özel hukuk tüzel kişileri ile işbirliği yaparak bilimsel araştırmaları yapmak, yaptırmak, koordine etmek ve bu araştırmalara katkı sağlamaktır (BOREN, 2011: 5). Ancak BOREN’in 2011 yılı faaliyet raporunda da belirttiği gibi, kurumun fiziki altyapısının yetersiz olması, bütçenin kurumun faaliyet alanı için yetersiz olması, personel seçim kriterlerinin net olarak tanımlanmamış olması, kurumsallaşmanın tamamlanmamış olması, faaliyet süreçlerinin iyi tanımlanmamış olması ve görev tanımlarının net olmaması gibi zayıflıklar, Türkiye’de bor madeninin

kullanılmasından ziyade ticaretiyle fayda sağlanmaya gidildiğini açıkça göstermektedir.

## **1.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI**

Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal çevrede sürekli tekrarlanan enerji akımlarının nicelik ve nitelik özelliklerini bozmayacak şekilde kullanımı veya doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağı olarak ifade edilebilir (Üstün ve diğerleri, 2009: 25). Yenilenebilir enerji kaynakları, kendi içerisinde, ikiye ayrılmaktadır. Odun, bitki ve organik maddelerin geleneksel yollarla yakılmasını içeren geleneksel biyokütle ve büyük ölçekli hidrolik enerji “geleneksel yenilenebilir enerji kaynakları” olup bu kaynaklardan uzun yıllardan beri yararlanılmakta; güneş rüzgar, modern biyokütle, jeotermal, küçük hidrolik, dalga ve jeotermal enerji ise “yeni yenilenebilir enerji kaynakları” olarak isimlendirilmektedir (Altuntaşoğlu, 2007: 1).

Dünyada artan enerji talebi karşısında, yenilenemeyen enerji kaynakları ve bu kaynakların çevreye verdiği zarardan dolayı, dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi oldukça artmıştır. Özellikle petrolün önümüzdeki 40-50 yıl içerisinde biteceği tahmin edilmekle beraber, en önemli ve en etkin alternatif enerji kaynağı olan nükleer enerjinin, doğal afetler ve doğadaki tahrip gücü yüksek olduğundan birçok ülke yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi için teşvikler ve politikalar gibi uygulamalara geçmiştir. Türkiye’de ise, serbestleştirilmiş enerji piyasalarında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini teşvik etmek üzere “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” 2005 yılında kabul edilmiştir. Bu Kanun’un temel amacı yenilenebilir enerji kaynaklarının güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı salınımlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç olan imalat sektörünün geliştirilmesidir (DEKTMK, 2010).

Temiz enerji kapsamında Türkiye, alternatif enerji kaynaklarının üretimine tarafsız değildir. Türkiye’nin enerji politika hedefleri, gelecek yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerjideki payını %20’den %30’a çıkarmaktır (Barış ve



Küçükali, 2012: 381). Ancak bu payın on puan gibi bir artış planlanması yeterli olarak görülmeyebilir. Çünkü uzun vadede enerji talebini karşılamada bu oran da kademeli olarak azalacaktır. Enerji üretiminde diğer kaynaklara olan yatırımların daha fazla orana sahip olmasının nedeni, hazır kaynakların en etkin ve hızlı şekilde kullanılmasıdır.

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları bakımından çok çeşitli kaynaklara sahiptir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyet olarak dezavantajlı olması, bu enerjilerin kullanımının yaygınlaşmamasının en büyük nedenidir (Çakıroğlu, 2009: 15). Türkiye'nin ana yenilenebilir enerji kaynakları yakacak odun ve hidrolik enerjidir (Kaygusuz, 2003: 1675). Zengin bitki örtüsü ve farklı iklim koşullarına dayalı olarak, özellikle Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde yıllık güneşlenme süreleri de dikkate alınarak, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi üretiminin, söz konusu bölgelerde etkin hale getirilmesi de elektrik enerjisi talebinde ciddi bir yükün hafifletilmesine olanak sağlayacaktır.

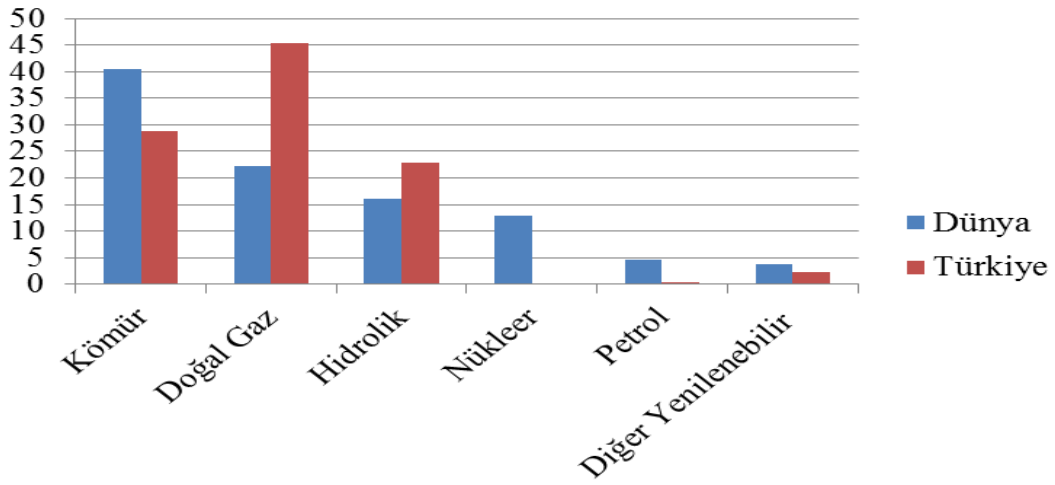
### **1.2.1. Elektrik Enerjisi**

Dünyada en hızlı gelişme gösteren enerji formu elektriktir ve özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde toplumların gelişmeleri ve hayat standartları elektrik sistemlerinin gelişmesiyle, kişi başına elektrik tüketimleriyle, enerji yoğunluklarıyla ölçülmektedir (İTÜ, 2007: 25). Dünyada elektrik üretiminde çeşitli kaynaklar kullanılmaktadır. Avrupa'da başlayan sanayi devrimi ve buharlı makinenin kullanımıyla, özellikle makinelerde kömür kullanımı yaygın bir şekildedir. Günümüzde de elektrik üretiminde başlıca kaynaklardan biri yine kömürdür.

Ancak, petrol, linyit, doğalgaz gibi fosil kaynakların keşfi ile elektrik üretiminde kaynak çeşitliliği artmıştır. Artan enerji talebi ve bu talebi karşılamak için kıt kaynaklardan yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi, elektrik üretiminde kaynak çeşitlendirilmesine yol açmıştır. Gelişen ve gelişmekte olan teknolojiyle beraber, günümüzde elektrik üretimi, hidrolik, termik, rüzgar, güneş, jeotermal ve dalga enerjileriyle sağlanmaktadır. Bu kaynaklara ek olarak, günümüzde kullanılan ve kullanılmaya açılması çok tartışmalara neden olan nükleer enerjiden de elektrik enerjisi üretilmektedir.

Dünyada elektrik enerjisi üretimi günümüzde yoğun olarak kömür ve linyitten sağlanmaktadır. Ancak zaman içerisinde, özellikle petrolün popüler olduğu yıllarda elektrik üretiminde kullanılan enerji çeşitlerinin başında petrol gelmektedir. Zamanla petrolün kullanım alanının genişlemesi ve rezervlerinin hızla azalması, elektrik üretiminde petrolün rolünü kademeli olarak azaltmıştır. Petrol yerine rezervleri daha fazla olan kömüre olan ilgi ise kademeli olarak artmıştır. 1973'te dünya üzerinde üretilen 6115 TWh elektrik enerjisinin üretiminde %24.7 gibi bir paya sahip olan petrol, 2010 yılı sonu itibariyle, 21,431 TWh elektrik enerjisi üretiminde % 4.6'lık paya kadar düşürülmüştür (IEA, 2012:12). Ancak kömürün payı 1973'te % 38.3 iken 2010'da % 40.6'lık paya sahiptir. Kısaca dünya genelinde elektrik enerjisi üretimi için fosil yakıt olmasına rağmen kömürden vazgeçilememiştir. Türkiye'de de durum farklı değildir. Şekil5'de dünyada ve Türkiye'de 2010 yılı sonu itibariyle üretilen elektrik enerjisinin kaynaklara göre dağılımı verilmiştir. Gerek dünya genelinde gerekse Türkiye'de göze çarpan ilk sorun, elektrik enerjisi üretiminde kaynak çeşitlendirmesinin oldukça yetersiz olması ve önceliğin fosil yakıtlara verilmiş olmasıdır. Dünya genelinde elektrik üretiminde kullanılan kaynakların yaklaşık %62'si fosil yakıt olan kömür ve doğalgazdan, Türkiye'de ise % 73'nün söz konusu iki kaynaktan sağlanması oldukça düşündürücüdür. Ayrıca Türkiye'de elektrik enerjisinin üretiminde yaklaşık %45 oranında doğalgaz kullanılması tartışılması gereken bir başka durumdur. Bu durumun en önemli sebebi, yapılan doğalgaz anlaşmalarının 25 yıl gibi uzun vadeli olması, al yada sat türünde maddelerin olması ve doğalgaz depolama alanlarının, ithal edilen doğalgaz miktarına göre neredeyse yok denilecek kadar az olmasıdır. Dikkat çeken bir diğer husus, elektrik enerjisi üretiminde, hem dünya genelinde hem de Türkiye'de, hidrolik enerji dışında, yenilenebilir enerji üretiminin oldukça düşük olmasıdır.

**Şekil 5:** 2010 Yılı Sonu İtibariyle Dünyada ve Türkiye’de Üretilen Elektrik Enerji İçin Kullanılan Kaynakların Dağılımı (TWh)



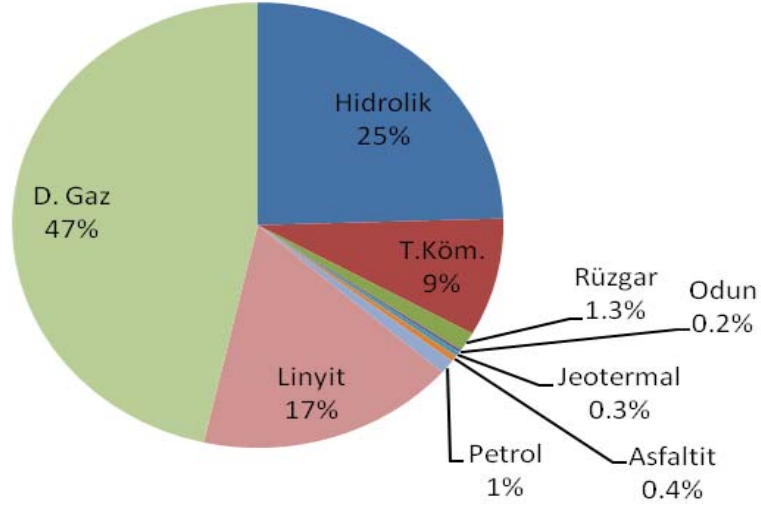
Kaynak: IEA ve ETKB

Türkiye’de elektrik enerjisi üretimi 2010 yılı itibariyle Türkiye’de toplam 211.2Twh elektrik enerjisi üretilmiştir. Bu rakam Avrupa ve Avrasya toplamının % 3.9’unu, dünya toplamının ise yaklaşık %1’ini oluşturmaktadır. Türkiye gelişmekte olan bir ülkedir. Özellikle sanayi alanında son yıllarda üretim rakamlarının hızlı bir şekilde artması, elektrik enerjisi talebini de arttırmıştır.

Elektrik enerjisi üretiminde, Türkiye, kaynakların dağılımını homojen bir şekilde gerçekleştirememektedir. Özellikle Kyoto protokolü ile başlayan süreçte, nedense birincil enerji arzı dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de fosil kaynaklara dayanmaktadır. Günümüzde doğalgaz, petrolün 1900’lü yıllarda yaşadığı yaygın kullanımını günümüzde doğalgaza bırakmaktadır. Elektrik enerjisi üretiminde 2010 yılı itibariyle, % 46.46’lık payla doğalgaz birinci sırada gelmektedir. Şekil 6’da Türkiye’de üretilen elektrik enerjisinin kaynaklara göre dağılımı gösterilmiştir. Coğrafi konumu nedeniyle avantajlara ve dezavantajlara sahip olan Türkiye, elektrik üretimi konusu ile bir sıkıntı yaşaması söz konusu olabilir. Arap baharı ile başlayan Orta Doğu’daki hareketlenmeler ve yönetimlerin değişmesi, Suriye’deki Beşar Esad yönetimine karşı çıkılmasına rağmen, Türkiye’nin en büyük doğalgaz tedarikçileri olan Rusya ve İran hükümetlerinin Suriye yönetimine destek vermesi, uzun dönemde doğalgaz tedarikinde, 2009 yılı başında Rusya’nın Ukrayna’ya ihraç ettiği doğalgazı

kesmesiyle beraber tüm Avrupa’da yaşanan doğalgaz krizinin bir benzerinin olması, Türkiye’yi ciddi sıkıntılara sokabilir.

**Şekil 6:** Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı



Kaynak: ETKB

### 1.2.2. Rüzgar

Dünya üzerinde sıcaklık dağılımı, karaların ve denizlerin farklı özgül ısılarına sahip olması nedeniyle, coğrafik ve çevresel koşullara bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Yeryüzündeki bu sıcaklık farklılığı ve bunun sonucunda oluşan basınç farklılıkları, rüzgarların oluşmasına neden olmaktadır. Rüzgarlar, yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket eden havanın sonucunda meydana gelmektedir.

Dünyanın ihtiyacı olan bütün enerji güneşten gelmektedir. Güneş yeryüzüne saatte 100 000 000 GWh değerinden enerji yaymaktadır. Bu enerjinin yaklaşık %1-2’si rüzgar enerjisine dönüşmektedir (Acaroğlu, 2007: 41). Dolayısıyla rüzgar enerjisi, güneş enerjisinin bir türevidir.

Dünyanın fiziksel yapısının küre biçiminde olması ve hem kendi eksenini etrafında hem de güneş etrafında dönmesinden dolayı, dünyaya gelen güneş ışınları açıları her bölgede farklılık göstermektedir. Dünya üzerine düşen en dik güneş ışınları ekvator ve çevresi üzerindedir. Dolayısıyla ekvator ve çevresi, dünyanın

diğer bölgelerine göre hem daha çok ısınmakta hem de yıl boyunca diğer bölgelere oranla çok fazla farklılık göstermemektedir. Dünya üzerindeki farklı ısınma ve farklı sıcaklık derecesi, hava dolaşımının başlamasına neden olmaktadır. Bilindiği gibi, sıcak hava soğuk havadan daha hafiftir. Dolayısıyla ısınan hava yukarıya yükselir. Dünyanın hem kendi etrafında dönmesi hem de güneş etrafında dönmesi, ağır olan soğuk hava kütesinin hareketine neden olmaktadır.

Bu hava olayından meydana gelen rüzgar enerjisi keşfeden insanoğlu, bu enerjiyi binlerce yıldır yaygın olarak kullanmaktadır. Yel değirmenleri ve yelkenli gemiler bu duruma gösterilebilecek en somut örneklerdir. İlk rüzgar elektriği, 1891 yılında Danimarkalı Profesör Paul La Cour tarafından üretilmiştir. Ancak o dönemlerde, petrol ve petrol türevi yakıtların ucuzluğu nedeniyle rüzgar enerjisinin üretimi ve kullanımı, gerektiği öneminin kaybedilmesine neden olmuştur. Ancak 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi ve artan petrol fiyatları, rüzgar enerjisinin öneminin tekrar hatırlanmasına neden olmuş ve bu enerjinin verimliliğinin ve kullanımının artması için yatırımların başlamasına sebebiyet vermiştir.

Türkiye'de rüzgar enerjisi ile elde edilen rüzgar elektriği, ilk olarak 1986 yılında elde edilmeye başlanmıştır. Uluslararası boyutta ise 1998 yılında her biri 500 kW nominal güce sahip olan üç adet rüzgar türbininden elde edilmeye başlanmıştır. Aynı yıl içerisinde yap-işlet-devret modeli ile açılan ilk rüzgar enerjisi tesisi, on iki adet rüzgar türbininden oluşmaktadır. Herbiri yaklaşık 600 kW nominal güçlü olan bu türbinler, yılda yaklaşık yirmi altı milyon beş yüz bin kWh ile otuz dört milyon kWh arasında enerji üretmektedirler. Günümüzde bu enerji çeşidinin üretilmesi için ETKB'ye başvuru yapan tüzel kişilerin sayısında ciddi bir şekilde artış söz konusudur.

Rüzgar enerjisinin üretilmesi, doğal tahribata ve iklim değişikliğine neden olan sonlu fosil yakıtların kullanımını azaltmaktadır. Bu enerjiyi üreten türbinlerin bakım ve montajları oldukça basittir. Ayrıca bu türbinlerin kurulduğu alanlar, yeniden kullanılabilir. Türbinler arası alanlar çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Türbinler arası mesafeler fazla olduğu için, tarımsal alanlara da dönüştürülebilir. Ancak havadaki basınç farklılıkları nedeniyle, rüzgarların kuvvetli olduğu bölgeler, rakımı yüksek olan bölgeler olduğu için, bu santrallerin kurulmasında dağ yada tepe bölgeler seçilmektedir. Şayet türbinlerin aralıklarının iyi

hesaplanamaması durumunda doğal tahribat kaçınılmaz olacaktır. Aralarında hiçbir boşluk bırakılmaksızın, oldukça fazla sayıda türbin kurulması ve türbinler arasında kalan boş alanların da koridor oluşturmayacak şekilde planlanması hem yerdeki canlıları, hem de kuş ve yarası gibi uçan memeli türlerini çok fazla rahatsız edecektir (Başkaya, 2010: 673).

Dünyada ve Türkiye’de rüzgar enerjisi üretimi ile ilgili politika ve teşvikler son yıllarda hız kazanmıştır. Özellikle Almanya’nın yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin girişimleri hızla devam etmektedir. 2000 yılında çıkarmış olduğu “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Öncelik Verilmesine Dair Kanun” ile yenilenebilir enerji kaynaklarından maksimum derecede faydalanmayı hedeflemiştir. Bu kanunda rüzgar santrallerinin teşvik nedenleri açıklanırken, rüzgar türbinlerinin yeni bir teknoloji olduğu ve bu konudaki teşvikin Almanya’da rüzgar türbini teknolojisinin geliştirilmesine, bu alanda 20,000 kişilik ilave istihdam yaratıldığına, imalat sektörüne ve ihracata önemli katkılar yapıldığına dikkat çekmiştir (Çağlar ve diğerleri,2008: 10). Türkiye’de ise 2005 yılında yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına İlişkin Kanun ile özel sektör aracılığı ile yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretilmesi olanağı sağlanıp 2010 yılı sonu itibariyle 1029,85 MW’lık rüzgar santrali şebekeye bağlı olarak enerji üretimi yapmaya başlamıştır (Bayraç, 2011: 53).

### **1.2.3. Güneş**

Güneş enerjisi, insanların enerji ihtiyacından kat kat fazla enerji içeren ve Türkiye’nin de coğrafi konum itibariyle özellikle Kuzey Avrupa ülkelerine göre çok şanslı olduğu enerji çeşididir (Çakıroğlu, 2009: 36). Yenilenebilir enerji kaynakları içinde, Türkiye için potansiyeli çok yüksek olan güneş enerjisinden iki şekilde elektrik enerjisi üretilebilmektedir. Bunlar güneş kolektörleri ve güneş panelleri, diğer bir deyişle güneş pilleridir. Güneş enerjisi ve yıllık güneşlenme süresi bakımından oldukça avantajlı bir coğrafi konuma sahip olan Türkiye’de, en fazla güneş alan bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesi olup, bu bölgeyi Akdeniz Bölgesi izlemektedir.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde mevcut bulunan, 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak, EİE tarafından yapılan çalışmaya göre; Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3.6 kWh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir (Erdoğan, 2009). Dolayısıyla Türkiye, güneş enerjisi açısından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir.

İlk yatırım giderleri yüksek olan, ancak yakıt masraflarının olmaması nedeniyle işletme masrafları bulunmayan çevre ile uyumlu, güneş kaynaklı enerji üretim sistemlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli uzun vadeli finansman imkânı sağlandığında bu teknolojiler gelişecek ve enerji darboğazlarının konuşulduğu ülkemizde bu kaynaktan en üst seviyede faydalanmanın yolu açılmış olacaktır (Varınca ve Gönüllü, 2006: 274). Özellikle Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde kayıp-kaçak oranının çok olması ve bu bölgelerde güneşlenme sürelerinin de yüksek olması nedeniyle, bölgelere kurulacak olan panellerin, bu bölgeler için önlenemeyen ve Türkiye'de büyük tartışmalara yol açan, elektrik faturalarındaki kayıp-kaçak tutarının diğer vatandaşlar tarafından tahsil edilmesi önlenmiş olur.

Ancak güneş enerjisi konusunda Türkiye, diğer ülkelere göre oldukça geride kalmıştır. 2011 yılı sonu itibariyle dünyadaki bazı ülkelerin fotovoltaik (PV) kurulu güçleri incelendiğinde, 24820 PV ile Almanya, dünya genelinin % 35.8 ile birinci sırada, 12782 PV ile İtalya ikinci, 4914 PV ile Japonya üçüncü sıradadır. 2008 yılı itibariyle büyük bir ekonomik darboğaza giren Yunanistan'da ise 2010 yılına oranla % 207.8lik kapasite artışıyla 2011 yılı sonunda 631 PV kurulu güç mevcut iken Türkiye'de kurulu güç sadece 12 PV kadardır (BP, 2012).

08.01.2011 tarihli Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun'da uygulanacaklar fiyatlarda, biyokütle ile beraber, güneş enerjisine dayalı üretim tesisinde kWh başına 13.3 \$ ile en yüksek miktarı paylaşmaktadır. Ancak sistemin işleyişi ile ilgili belirsizlikler devam etmektedir. Karaca (2012: 22), üretim projeksiyonu ile ilgili, ETKB tarafından açıklanan 600 MW'lık kapasitenin artışı veya yeni kapasite ile ilgili süreç ve planların henüz açıklanmaması, iletim ve dağıtım şirketlerinin gerekli altyapıyı tahsis etmemeleri gibi eksikleri dile getirmiştir.

Bütün bu bilgiler ışığında, Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminde güneş enerjisinin yeri öncelikli değildir. Mevcut potansiyelin kullanımında gerekli kolaylıkların ve fırsatların ilgili kuruluşlar tarafından acilen devreye sokulması gerekmektedir. Özellikle, ekvatora konum olarak Türkiye'den daha kuzeyde bulunan ülkelerin güneş enerjisi üretimine verdikleri önem de göz önünde bulundurulmasıyla, gerekli teknolojinin transferi, altyapının hazırlanması ve daha da önemlisi, güneş enerjisine dayalı üretim projeksiyonunun ve planının hazırlanması gerekmektedir.

#### **1.2.4. Biyokütle**

İnsanoğlunun varoluşundan buyana varlığını devam ettirebilmesi, gerekli besinleri, temiz havayı, suyu kısaca bir insanın yaşaması için gerekli olan bütün ihtiyaçlarını bir şekilde topraktan sağlamaktadır. Teknoloji her ne kadar gelişse de insanoğlunun toprağa ve dolayısıyla tarıma olan ihtiyacı hiç azalmamıştır. Günümüzde yeni kullanılmasına rağmen alternatif enerji kaynaklarının başında toprak mahsullerinden elde edilen ve yenilenebilir olan biyoyakıtlar gelmektedir. Tarımsal ürünlerin ve atık yağların çeşitli kimyasal reaksiyonlar kullanımıyla üretilen, benzin veya motorinle karıştırılarak kullanılan biyoyakıtlar, çevreye zararı olmayan bir çeşit temiz enerjilerdir. Biyoyakıtın en sık ve en yaygın olarak kullanıldıkları şekilleri biyodizel, biyoetanül (biyoalkol) ve biyogazdır.

Biyokütle, biyolojik kökenli fosil olmayan organik madde kütesidir. Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ya da hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanır (Acaroğlu, 2007: 15). Bu enerji kaynağı, fosil yakıtlara nazaran yüz yıldan daha kısa bir sürede yenilenebilen, bitkiler, hayvan artıkları, besin endüstrisi ve orman ürünleri ile evsel atıkları içeren organik maddelerden elde edilmektedir.

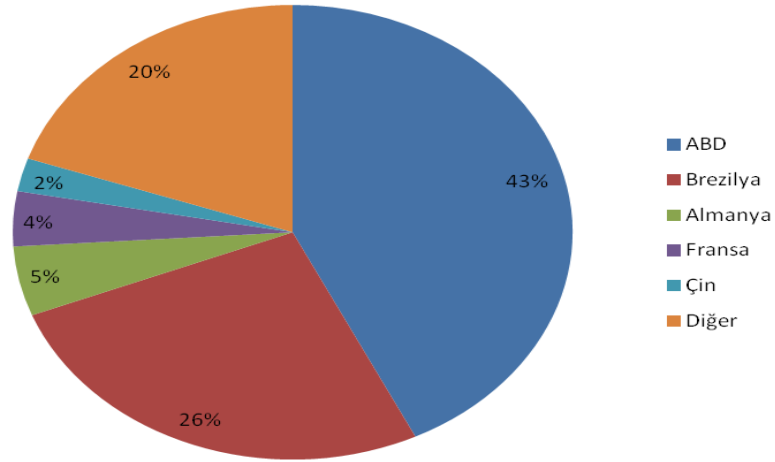
Biyokütle, bulunduğu fiziksel duruma göre üç ana kısımda sınıflandırılır. Bunlar, maddenin fiziksel durumuna benzer şekilde, katı, sıvı ve gaz halidir. Eğer biyokütle katı halde ise katı biyokütle, sıvı halde ise sıvı biyokütle ve eğer gaz halde ise gaz biyokütle diğer bir ifadeyle biyogaz olarak isimlendirilir. Katı biyokütlenin enerji kaynakları odun, bitki artıkları ve tezek gibi maddeler olması ve bu yakıt



türünün konutlarda ısınma ve yemek pişirme amacıyla çok eski devirlerden beri kullanıldığından geleneksel biyokütle adı verilmektedir. Sıvı ve gaz biyokütle de son yıllarda ortaya çıkan ve kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan biyokütle enerji kaynakları olduğu için modern biyokütle enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır (Hatunoğlu, 2010: 10). Sıvı biyokütle, motorlu taşıtlarda yakıt hammaddesi olarak kullanıldığı için yaygın olarak biyoyakıt olarak çalışmalarda ve araştırmalarda kullanılmaktadır.

2010 yılı itibariyle, dünyada 59,261 btep biyoyakıt üretilmiştir (BP, 2011: 5). Üretilen biyoyakıtların ülkelere göre dağılımı Şekil 7’de verilmiştir. A.B.D. ve Brezilya’nın biyoyakıt üretiminde gösterdikleri önem üst düzeydedir. Türkiye’de ise 2010 yılı biyoyakıt üretimi sadece 12 btep düzeyinde olmuştur. Türkiye, biyoyakıt üretimini 2006 yılında başlatmış olup en yüksek üretimi 66 btep ile 2008 yılında gerçekleştirmiştir.

**Şekil 7: 2010 Yılı Ülkeler Bazında Dünya Biyoyakıt Üretimi Payları**



Kaynak: BP, 2011.

Şekil 8’de ise, yıllar itibariyle Türkiye’de biyoyakıt üretimini göstermektedir. Açıkça görülmektedir ki 2008 yılı hariç diğer yıllarda biyoyakıt üretimine çok önem verilmemiştir.

**Şekil 8:** Yıllar İtibariyle Türkiye’de Biyoyakıt Üretimi (btep)



Kaynak: BP, 2011.

#### **1.2.4.1. Biyodizel**

Alternatif dizel yakıtı olan biyodizel, hindistan cevizi, ayçiçeği, kanola (kolza), soya, kenevir, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların, evlerde kullanılan kızartma yağlarının ya da hayvansan yağların bir katalizör ile beraber metanol ve etanol gibi bir alkolle reaksiyona girmesi sonucunda elde edilen enerji kaynağı olarak bilinmektedir.

Biyodizel, esasında petrol ve petrol ürünleri içermez. Ancak saf olarak ya da her oranda petrol kökenli dizel yakıtla karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Bu karışımın yakıt olarak kullanılacak motorda herhangi bir modifikasyona gerek kalmadan veya küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir. Biyodizel, motorinden daha ucuz yakıt üretme düşüncesinin değil, enerji arzının güvence altına alınması ve çevre bilincinin bir ürünüdür (Gürcü, 2008: 42). Biyodizel, dizel ile belirli oranlarda karıştırıldığında bazı özel isimlerle adlandırılmaktadır. Bu karışım oranları ve karışımların aldıkları özel isimler Tablo 4’de verilmiştir.

**Tablo 4:** Dizel Yakıtla Karıştırılan Biyodizelin Karışım Oranları ve İsimleri

<i>Karışımın Adı</i>	<i>Biyodizel Oranı (%)</i>	<i>Dizel Oranı (%)</i>
<i>B5</i>	5	95
<i>B20</i>	20	80
<i>B50</i>	50	50
<i>B100</i>	100	0

Kaynak: EİE.

Biyodizel, tarımsal bitkilerden elde edildiğinden dolayı, doğadaki karbon döngüsünü hızlandırıp sera gazı oluşumunu ve sera etkisini artırıcı yönde etki göstermez. EİE, yapmış olduğu açıklamada, dünyanın en önemli çevresel sorunlarından olan ve fosil yakıtların geri alınamayan karbondioksit emisyonlarının yol açtığı sera etkisi sonucunda ortaya çıkan küresel ısınmadan kaynaklanan olumsuzlukların indirgenmesi bağlamında önemli katkıların sağlandığını belirtmiştir. Biyodizel kullanımında karbon monoksit salınımı, dizel yakıtlara göre %48 daha azdır. Ayrıca bu yakıt türü kükürt içermediğinden dolayı kükürt dioksit emisyonu oluşturmaz ve kanser yapıcı etkenleri azaltıp kanser riskini %90'lara varan oranlara düşmesini sağlamaktadır.

Biyodizel üretimi dünyada gerekli ve önemli düzeyde üretilmemektedir. Dünya üzerinde yaklaşık 28 ülkede biyodizel üretimi ile ilgili çalışmalar sürmektedir. A.B.D., değişik programlarla biyodizel üretimi ve tüketimini desteklemektedir. Bunlardan bazıları, biyoenerji tüketici kredi programı, hava kalitesi geliştirme programı ve temiz yakıt altyapısı için vergi indirimi programıdır. Ayrıca yasal olarak taşıt filolarının alternatif yakıtlarla çalışması için düzenlemeler de mevcuttur. A.B.D.'nin yanı sıra A.B. üyesi ülkelerde de değişik teşvikler mevcuttur. Bu ülkelerin başında Almanya'da biyodizel tüketimi vergilerden muaftır. Biyodizel için vergi kredileri uygulanmaktadır. Almanya, 01.01.2007'den itibaren geçerli olmak üzere Enerji Vergisi Kanunu ile biyoyakıtlara mecburi kota getirmiştir. Bu kotaya göre motorinde %4.4, benzinde 2007 yılı için %1.2, 2008 yılı için %2, 2009 yılı için %2.8 ve 2010'dan itibaren %3.6 biyodizel kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Belçika ile beraber bu ülkede %100 biyodizel, yakıt olarak da kullanılmaktadır. AB ülkelerinden biyodizel üretiminde Almanya'dan sonra ikinci büyük ülke olan Fransa'da benzin istasyonlarında %5 biyodizel+%95 motorin karışımı kullanıcıların

hizmetine sunulmuştur. Bu %5'lik kısım fosil yakıt vergilerinden muafır ve her yıl bu oran arttırılmaktadır (Çengelci ve diğeri,2011; Kaya, 2006). Ayrıca Fransa, dünyaca ünlü Fransız otomobil üreticileri ve petrol şirketlerinin desteklediği projelerle üretimini arttırmaya çalışmaktadır. Bu ülkelerin yanı sıra Avusturya, İtalya, İspanya, İngiltere, Finlandiya, Çek Cumhuriyeti, Yunanistan, Polonya, Malezya, Brezilya, Hindistan, Çin ve Belçika gibi ülkeler de gerek vergi teşviki gerekse biyoyakıt üretimi için gerekli kredi teşvikleri ile biyoyakıtın üretimi ve önemini vurgulayacak ciddi çalışmalarını sürdürmektedir.

#### **1.2.4.2. Biyoetanol (Biyoalkol)**

Alternatif enerji kaynaklarının başında gelen biyoetanol, mısır, şeker pancarı, melas gibi tarım ürünlerinden ya da selüloz içeren hammaddelerden çeşitli kimyasal işlemler sonucu üretilen, günlük hayatta alkol olarak bilinen etil alkolün belirli oranlarda akaryakıtlara karıştırılmasıyla elde edilen bir yakıt türüdür (Erdener ve diğeri, 2007).

Türkiye'de biyoyakıtlara karşı sürdürülen lobi faaliyetlerinin en temel dayanağı biyodizel açısından yeterli hammaddenin ülkemizde bulunmayışı olarak gösteriliyor ancak biyoetanolün hammaddesi olan şekerpancarı, mısır ve buğdayın ülkemizde yoğun şekilde üretilmesine rağmen aynı yasal engellemeler biyoetanolde de görülüyor (Gürcü, 2008). Türkiye'de petrolün 2010 yılı itibariyle toplam sektörün % 53.5'i ulaştırmada kullanılırken biyoyakıtların ulaştırma sektöründe kullanımı sadece %0.081 düzeyindedir. 2012 yılı ÖTV oranlarına bakıldığında motorinde litre başına 1.5945 TL iken biyoyakıtlarda litre başına 1.1209 TL vergi alınmaktadır. Ancak A.B.'de biyoyakıtlar petrol ürünü kapsamında olmadığı için ÖTV'ye tabii değildir.

Türkiye'nin verimli toprakları, yeterli tarım işçisi ve teknolojisi olmasına rağmen ve petrolde dışa bağımlılık ve yurtiçi kullanım hat safhada olmasına rağmen neden biyoyakıtların üretimine ve kullanımına yönelik teşviklerin dünya ve A.B. standartlarında olmadığı sorusu, Türkiye'de enerjiye yapılan yatırımların asıl amacının ne olduğunun sorgulanmasını gerektirmektedir. Yapılan yatırımlar, Türkiye'nin enerji açığını kapatmak amacıyla mı yoksa dışa bağımlılığın devamı

niteliğinde midir? Bu sorunun cevabı aslında tamamıyla büyük petrol şirketlerinin ve gelişmiş ülkelerin çeşitli yaptırımlarıyla az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin üzerinde kurduğu baskı şeklinde açıklanabilir.

### 1.2.5. Jeotermal

Jeotermal enerji (Jeo /yer - termal /ısı) 6371 km yarıçaplı yerkürenin derinliklerinde bulunan ısı enerjisinin, 5 - 35 km kalınlığındaki “Kabuk” bölgesine iletilmesi, oradan yeryüzüne taşınması ve yararlanılması olarak tanımlanabilir (DEKTMK,2011: 12). Yeraltındaki bazı granit gibi sert kayaların oluşturduğu sistemler de bünyelerinde su içermemesine rağmen bir jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilebilir (Arslan, 2006: 39).

Genel olarak jeotermal enerjinin kullanım alanlarını doğrudan ve doğrudan olmayan kullanım olarak ikiye ayırmak mümkündür (Yiğit, 1994: 41). Doğrudan kullanım, konut, sera, şehir, cadde, toprak ısıtması olarak tanımlanabilir. Dolaylı kullanımda ise en önemlisi elektrik enerjisi üretimidir. Fosil enerji kaynaklarına alternatiflerden biri olan jeotermal enerji, ülkelerin elektrik enerjisi üretiminde de kaynak yaratmaktadır. ETKB, yapmış olduğu açıklamada, dünyada jeotermal enerji kurulu gücünün 9,700 MW, yıllık üretimin 80 milyar kWh olup, jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; A.B.D., Filipinler, Meksika, Endonezya ve İtalya olduğunu ve jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarında ilk beş ülkenin Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye olduğunu belirtmiştir.

Türkiye’de jeotermal enerji arama çalışmaları MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. BP’den alınan bilgilerle, Türkiye, 2010 yılı itibarıyla 81.6MW kurulu jeotermal enerji kapasitesi ile dünyada on üçüncü sırada yer almaktadır. Genç tektonik hareketlerin sonucunda oluşan çöküntülerin (grabenlerin), yaygın volkanizmanın, doğal buhar ve gaz çıkışlarının, hidrotermalalterasyonun olması Türkiye’nin önemli bir jeotermal enerji potansiyeli taşıdığını göstermektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997: 67). Bu potansiyel dikkate alınarak jeotermal enerjide elektrik enerjisi üretimi 2011 yılı sonu itibarıyla 694 GWh olup kurulu gücü 114 MW olarak artırılmıştır. ETKB’nin 2010-2014 Stratejik Planı’nda, jeotermal enerjisi kurulu gücünün 300 MW’a çıkarılması hedeflenmiştir (ETKB, 2011: 82).

Jeotermal enerjinin Türkiye'nin taşıdığı potansiyel açısından önemi büyüktür. Çünkü Türkiye'de tarım ve seracılık da yaygın olduğu için doğru kullanımı sadece elektrik üretiminde değil, şehir ısınması gibi ihtiyaçlarında kullanılması ve bu kullanımın yaygınlaştırılması önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarındaki payının artırılması, şüphesiz ki günden güne artan enerji açığının azalmasında faydalı olacaktır. Yenilenebilir enerji politikaları gereği, başta güneş, rüzgar ve jeotermal olmak üzere çevreye olumsuz etkileri en az olan kaynaklar teknoloji geliştirilerek yararlanılma düzeyleri hızla yükseltilmelidir ( Erkul, 2012: 130).

### **1.2.6. Hidrolik Enerji**

Suyun potansiyel enerjisinden faydalanarak kinetik enerji çeşidi olan elektrik enerjisi üretiminde dünyada en yaygın üretilen yenilenebilir enerji kaynağı hidrolik enerjidir. İnsanoğlu enerji gereksinimini hissettiği andan itibaren, doğada var olan potansiyel enerjiyi, kontrol altına alıp kendi lehine kullanmak istemiştir. Bunlardan biri olan hidrolik enerji, özellikle su değirmenlerinin kullanımıyla uzun süredir yaygın olarak kullanılmıştır. Artan teknolojik gelişmelerle beraber, bu enerji türü, barajların inşa edilip elektrik enerjisi üretiminde günümüzde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dünya genelinde en yaygın yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılmasının nedenlerinin başında, azalan fosil enerji kaynakları ve yaşam kaynağı olan suyun devamlı bir kaynak olmasıdır. İşletme ömürleri bakımından, elektrik üretiminde kullanılan termik santrallere nazaran hidroelektrik santraller daha uzun ömürlüdür. Gerek suyun devamlı olması, gerekse işletme ömürlerinin ve bakım maliyetlerinin düşük olmasından dolayı, dünyada hidroelektrik santrallerin yenilendirilmesi yaygın olarak uygulanmaktadır. Gelişmiş ülkeler bu amaçla 1950'li yıllardan önce inşa etmiş oldukları hidroelektrik santrallerin elektromekanik ekipmanlarını yenilemekte, 200-500 \$/kW'lık yeni bir yatırımla yeni bir tesis kazanmakta, teknolojik gelişmeler nedeniyle verim artmakta; arada geçen zaman zarfındaki gözlemlerini ve enerjinin kazandığı önemi de değerlendirerek tesislerinin donatım debisini de revize etmektedir (İTÜ, 2007).

Tablo 5’de, DSİ’nin Türkiye’deki hidroelektrik santraller ve bu santrallere ilişkin bilgileri verilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları bakımından en zengin kaynak olan hidrolik enerji potansiyelini kullanma çalışmaları hızlı bir şekilde değerlendirilmektedir. İnşaatı tamamlanmamış olan projelerle birlikte Türkiye’de HES’lerin sayısı yaklaşık 5.5 katına çıkıp, HES’lerden üretilen yıllık ortalama elektrik üretimi ise yaklaşık 2.5 katına ulaşılacaktır.

**Tablo 5:** Türkiye’deki HES’lerin Mevcut Durumu

<i>Potansiyel</i>	<i>HES Adedi</i>	<i>Toplam Kurulu Kapasite (MW)</i>	<i>Ortalama Yıllık Üretim (GWh/Yıl)</i>	<i>Oran (%)</i>
<i>İşletmede</i>	303	17,372	62,000	38
<i>İnşaat Halinde</i>	256	10,590	35,000	21
<i>İnşaatına Başlanmayan</i> Henüz	1084	19,535	67,000	41
<i>Toplam</i>	1643	47,497	164,000	100

Kaynak: DSİ

Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjiler, doğa şartları ile doğru orantılıdır. Özellikle küresel ısınma ve kutuplardaki buzulların çözülmeleri, mevsim değişikliği gibi faktörler, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimini sekteye uğratabilir. HES’ler için en büyük iki dezavantaj, yapımı uzun zaman alması ve değişen yıllık ortalama yağış miktarları ve buna bağlı olarak gelişen kuraklıktır.

### 1.3. TÜRKİYE’NİN ENERJİ POLİTİKALARI

Türkiye’de enerji talebinin büyük bir kısmı fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır. Ancak bu yakıtlardan özellikle petrol ve doğalgazda tam bir dışa bağımlılık yaşanmaktadır. Gelişmiş ülkeler ve oluşturdukları büyük petrol ve doğalgaz şirketleri, başta Ortadoğu olmak üzere, dünya üzerinde yeraltı kaynakları açısından zengin olan bölgelerin hakimi olması açısından silahlı işgallere varabilecek kadar paylaşım savaşlarına girmişlerdir. Gerek siyasi gerekse askeri müdahale ile

kontrol altına alınan petrol ve doğalgaz rezervleri ile serbest piyasa ekonomisi aracılığı ile enerji fiyatlarını istedikleri gibi yönlendirmektedirler. Türkiye gibi gelişmekte olan dünya ülkeleri için bu koşullarda birincil enerji kaynakları için dışa bağımlı olmak ülke ekonomisini ciddi şekilde olumsuz yönde etkilemektedir.

ETKB, 2010-2014 Stratejik Planı'nda beş adet stratejik tema ve bu temaların gerçekleştirilmesi için 11 adet amaç belirlemiştir. Bunlar Tablo 6'da verildiği gibidir (ETKB, 2010: 32):

**Tablo 6:** ETKB'nın 2010-2014 Dönemi İçin Stratejik Temaları ve Amaçları

<i>Stratejik Temalar</i>	<i>Amaçlar</i>
<i>Enerji Arz Güvenliği</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yerli kaynaklara öncelik verilmek suretiyle kaynak çeşitlendirmesini sağlamak,</li> <li>• Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzı içindeki payını arttırmak, enerji verimliliğini arttırmak,</li> <li>• Serbest piyasa koşullarına tam işlerlik kazandırmak ve yatırım ortamının iyileşmesini sağlamak,</li> <li>• Petrol ve doğalgaz alanlarında kaynak çeşitliliğini sağlamak ve ithalattan kaynaklanan riskleri azaltacak tedbirleri almak</li> </ul>
<i>Ülkenin Enerji Alanında Bölgesel ve Küresel Etkinliği</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ülkenin jeostratejik konumunu etkin kullanarak enerji alanında bölgesel işbirliği süreçleri çerçevesinde Türkiye'yi enerji koridoru ve terminali haline getirmek</li> </ul>
<i>Çevre</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enerji ve tabii kaynaklar alanlarındaki faaliyetlerin çevreye olan olumsuz etkilerini en aza indirmek</li> </ul>
<i>Tabii Kaynaklar</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabii kaynakların ülke ekonomisine katkısını arttırmak</li> <li>• Endüstriyel hammadde, metal ve metal dışı madenlerin üretimini arttırarak yurt içinde değerlendirilmesini sağlamak</li> </ul>
<i>Kurumsal Gelişim</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metal ve metal dışı madenlerin üretimini arttırarak yurt içinde değerlendirilmesini sağlamak</li> <li>• Enerji ve tabii kaynakların yönetiminde etkinliği arttırmak ve enerji ve tabii kaynaklar alanlarında yenilikçiliğin öncüsü ve destekleyicisi olmak</li> </ul>

Kaynak: ETKB.



ETKB'nin stratejik planından da anlaşılacağı gibi, enerji konusunda tedbir alınması gereken en önemli husus enerji arz güvenliğidir. Ayrıca sıralanan amaçlara bakıldığında Türkiye'nin enerji politikasının da kaynak çeşitliliği, çevresel duyarlılık ve rekabetçi yapı temelleri üzerine oturtulduğu görülmektedir (Kaya, 2012: 280). Ülkenin artan büyüme oranları ve yaşanabilmesi olası finansal krizlere karşı üretimin ana girdisi olan enerji çeşitlendirmesi, önemli ölçüde enerjide dışa bağımlı olan bir ülke için acilen çözüm bulunması gereken bir sorundur. Ancak ETKB, enerji ile ilgili stratejik planında, enerji sorunlarına bir bütün olarak bakmaktadır. Türkiye'nin coğrafi ve jeostratejik konumu düşünüldüğünde ve Rusya'nın tutarsız davranışları nedeniyle, Asya'da üretilen doğalgazın Avrupa'ya aktarılmasında, Orta Doğu ve Arap yarımadasında çıkartılan petrolün kara yolu ile Avrupa'ya iletilmesinde köprü vazifesi görmektedir. Bunların yanı sıra, özellikle Kyoto protokolü ile başlayan süreçte, kullanılan enerjinin çevreye minimum düzeyde zarar vermesi hedeflenmektedir.

Aynı raporda enerji ve tabii kaynaklar politikaların ana öğeleri ise şu şekildedir:

- Maliyet, zaman ve miktar yönlerinden enerjinin tüketiciler için erişilebilir olması,
- Serbest piyasa uygulamaları içinde kamu ve özel kesim imkanlarının harekete geçirilmesi,
- Dışa bağımlılığın azaltılması,
- Enerji alanında ülkemizin bölgesel ve küresel etkinliğinin artırılması,
- Tabii kaynaklarımızın ülkemizin ekonomik gelişmesi için en iyi şekilde değerlendirilmesi,
- Enerji ve tabii kaynakların üretiminde ve kullanımında çevre üzerindeki olumsuz etkilerin en aza indirilmesi şeklindedir.

ETKB (2011: 5-6), 'Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrallere İlişkin Bilgiler' adlı raporunda, Türkiye'nin ortaya koyduğu temel enerji stratejilerinden bir tanesini, '2023 yılında elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının en az %30'a çıkarılması hedeflenmektedir' şeklinde belirtmiştir. Ancak söz konusu raporda 'Yenilenebilir enerji kaynakları, dış koşullara bağımlı olmaları (iklim koşullarına bağlı olarak her zaman yeterince güneş, rüzgar ve

su kaynaklarının bulunmaması) nedeniyle günümüzde halen yenilenebilir enerji kaynaklarından yeteri kadar verimli enerji üretimi sağlanamamaktadır' ifadesi yer almaktadır. Birbirleriyle çelişkili anlamlar taşıyan bu iki ifadenin anlamı esasında, Türkiye'nin özellikle elektrik enerjisi üretiminde gerekli teknolojik ve kaynak yatırımlarının önceliğinin yenilenebilir enerji kaynakları yerine nükleer santraller üzerine olduğudur.

Türkiye Sanayi Stratejisi Eylem Planı'nda, DPT Müsteşarlığı sorumluluğunda, firmaların teknolojik gelişimlerine öncelik verileceği, öncelikli plan olarak belirlenmiştir. Dışa bağımlılığın yüksek olduğu savunma, sağlık ve enerji gibi sektörlerden sorumlu kamu kuruluşlarında Ar-Ge destek programları geliştirilecektir ve TÜBİTAK tarafından yürütülen TARAL programı kapsamındaki projelerde ve araştırma altyapısı desteklerinde önceliğin bu alanlara verileceği belirtilmiştir. Yine aynı planda, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü sorumluluğu altında, Türkiye'nin hidrolik, rüzgar, jeotermal, güneş, biokütle ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları öncelikli olmak üzere, enerji kaynaklarının çevre etkileri de dikkate alınarak değerlendirilmesi için kullanılabilir enerji potansiyelleri belirlenip, bu potansiyellerden yararlanma yöntemleri ortaya konulması amaçlı altyapı sektörlerine yönelik politika alanı belirtilmiştir.

Sanlı (2009) yapmış olduğu çalışmada bir politikanın belirlenmesinde üç unsurun önemine dikkat çekmiştir. Bunlar, enstrümanlar, hedefler ve eldeki enstrümanlar ile hedeflerin yakalanması için gerekli modeller/mekanizmalardır. Alım garantisi, vergi indirimleri gibi enstrümanlar ile ileriye yönelik hedeflerin yatırım lisanslama, denetim gibi modellerle politika yapıcının söz konusu alan için uygulanabilir bir politika belirlemesi gerektiği savunulmuştur.

Bilindiği gibi fosil yakıtlar, sonlu enerji kaynaklarıdır ve yeniden oluşmaları bin yıllara kadar varmaktadır. Bu yakıtların sonlu olmalarının yanı sıra enerji açığa çıkardıkları tepkimeden sonra çevreye saldıkları karbonmonoksit gibi zehirli gazlar, küresel ısınmaya yol açmakta ve bununla beraber iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Ülkeler için sanayi ve teknolojinin ilerlemesinde gerekli olan enerji kaynaklarının tedariki ve dünya üzerinde yaşanabilir bir çevre için, doğaya zararı olmayan temiz enerji kaynakları politikaları kararlaştırılmalı ve hayata geçirilmelidir.

Birçok ülkenin ithal ettiği fosil yakıt kaynaklarından enerji üretiminden kaçışın üç önemli argümanı bulunmaktadır. Bu argümanlar şunlardır: (1) Ulusal güvenlik; enerjide diğer ülkelere bağlı olan hiç bir ülkenin güvenli olmaması, (2) petrolün bitmesi; sınırlı bir kaynak olan petrol rezervlerinin en yüksek seviyelerinden düşme eğilimine geçmesi, (3) küresel ısınma korkusu; iklim değişmesine neden olan küresel ısınmanın fosil yakıtların yanmasından kaynaklanması (Aydın, 2011: 9; Hoffman and Simmons, 2010).

Dünya üzerinde artan nüfus yoğunluğu, sanayi ve teknolojinin günden güne ilerlemesi, toplam enerji talebinde hızlı bir artışa neden olmaktadır. Mevcut enerji kaynakları, bu enerji talebini karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Dünya genelinde ülkelerin enerji politikaları incelendiğinde, ciddi ve hızlı bir şekilde yenilenebilir enerji kaynaklarına olan eğilim dikkat çekmektedir. Özellikle gelişmiş ülkeler, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi için teşvik ve politikalarını hayata geçirmekte ve eski ve çevreye zararlı teknolojilerini geliştirmekte olan ülkelere kaydırmaktadır. Gelişmiş ülkelerin enerji için izlediği politikaların ana amacı, ömrü kısa, zararlı ve eski fosil yakıtlar yerine ömrü uzun, verimli ve çevre için zarar teşkil etmeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının üretilmesidir.

Temiz ve birincil enerji kaynaklarından olan elektrik enerjisinin büyük bir çoğunluğu hidroelektrik santrallerinden sağlanmaktadır. Türkiye’de bu amaçla hidroelektrik santrallerinin yapımı ve hayata geçirilmesi konusunda büyük adımlar atılmıştır. Elektrik enerjisinin üretilmesinde hidroelektrik santrallerin yanı sıra kömür, petrol, gaz, uranyum gibi fosil yakıtların yakılması sonucu çıkan enerjiden de elde edilmektedir. Ancak dünya üzerinde yaklaşık olarak yakıtlardan kömürün 60 yıl, petrolün 100 yıl, gazın 50 yıl, uranyumun ise 30 yıl ömrünün kaldığı hesaplanmıştır (Güneli ve diğerleri, 2005). Bu nedenle dünya genelinde alternatif enerji kaynaklarının üretimine olan önem daha da büyük bir anlam kazanmaktadır. 2009 yılında Yüksek Planlama Kurulu Kararı ile uygulamaya konulan “Elektrik Enerjisi Piyasası Arz Güvenliği Strateji Belgesi” Türkiye’nin elektrik üretimindeki uzun vadeli hedeflerini belirlemektedir. ETKB’nin 2010-2014 stratejik planında, söz konusu belge çerçevesinde 2023 yılına kadar tüm yerli kömür ve hidrolik potansiyelin ekonomiye kazandırılması, rüzgar enerjisi kurulu gücünün 20.000 MW,

jeotermal enerji kurulu gücünün 600 MW mertebesine ulaştırılması ve ayrıca elektrik enerjisi üretiminin %5'i nükleer enerjiden sağlanması hedeflendiğini belirtmiştir.

Güneli ve arkadaşları yaptıkları çalışma sonucunda (2005) Türkiye'de ciddi bir enerji politikasının var olmadığı sonucuna varmışlardır. Ayrıca Türkiye'de enerji kaynaklarının verimli kullanılmadığını belirtmişlerdir. Bunun sonucunda sanayi ve konutların kalitesiz ve pahalı enerji tüketmelerine sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Elektrik enerjisi üretiminde hem tarihi mekanların yok edilmesini engellemek amacıyla hem de hidroelektrik santrallerin küresel ısınmaya olumsuz yönde yaptığı etki nedeniyle bu santrallerin yerine alternatif enerji kaynaklarının üretiminin önemini belirtmişlerdir.

Türkiye'de alternatif enerji kaynaklarının üretimine olan önem sadece devlet tarafından verilmemektedir. Türkiye'de faaliyet gösteren çeşitli odalar da aktif çalışmalar içerisindedirler. Düzenledikleri ulusal ölçekli kongre, kurultay ve sempozyumlarla enerji sorununa olan çözüm yollarının tartışılıp öneri sunmaları ortamları sunmaktadırlar.

Biyoyakıt üretim politikaları incelendiğinde, ülkelerin biyoyakıt sürecinde kullanılan hammaddeleri ithal etmek yerine ülke içerisinde yetiştirilen tarımsal ürünlerden sağlamaya çalıştıkları ve ülkelerin tek bir biyoyakıt üretimine ağırlık ermesi göze çarpan politika uygulamalarıdır (Hatunoğlu, 2010: 35). Ülkelerin bu politikaları uygulamaları, ülkelerin iklim şartlarına göre elverişli bir tarım ürünüde uzmanlaşmasına olanak sağlamaktadır. ABD'nin mısır üretiminden biyoetanol üretmesi, Brezilya'nın biyoetanolün hammaddesinde şeker kamışını kullanması, Endonezya ve Malezya gibi ülkelerin palm yağından biyodizel oluşturmaları izlenen tarım ve biyoyakıt politikalarının yansıyan bir durumdur.

Türkiye'de biyoyakıtlar, ilk defa Ankara'da 1931 yılında gerçekleştirilen 'Birinci Ziraat Kongresi'nde ele alınmıştır. Bu kongrenin esas amacı yerli malların miktarının çoğaltılması, kalitelerinin iyileştirilmesi, dünya piyasalarında rekabet gücünün geliştirilerek tarımsal ihracatın yükseltilmesi en önemli amaçlarından biri olarak belirlenmiştir. 20.12.2003 tarihli ve 25322 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 5015 Sayılı Petrol Piyasası Kanunu, biyoyakıtların ilk defa bir altyapıya kavuşmasını sağlamıştır. Bu kanunla beraber, biyodizelin diğer akaryakıtla harmanlanan ürünlerden farklı olarak akaryakıt ile eşdeğer vergiden muaf tutulması sağlanmıştır.

Ayrıca 02.05.2007 tarih ve 26510 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile biyoyakıt kullanımının özendirilmesi sağlanmıştır. Bu kanunun yedinci maddesinin (e) fıkrasında biyoyakıt ve hidrojen gibi alternatif yakıt kullanımının özendirilmesine ilişkin usul ve esasların Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yürürlüğe konulacak yönetmelikle belirleneceği ifade edilmiştir (Hatunoğlu, 2010: 110).

Türkiye, enerji bakımından dışa bağımlı bir ülkedir. ETKB’nin 2011 yılı raporuna göre, 2011 yılı itibariyle enerji üretimi toplam talebin %29’unu karşılarken, geri kalan %71’lik kısmı ithal edilmektedir. Türkiye’deki enerji kaynaklarının büyük bir bölümü (%65) Türkiye’nin doğusunda, tüketim ekonomilerinin büyük bir bölümü (%70) de batısındadır (Alemdaroğlu, 2007: 35).

Enerji talebinin artışları çeşitli nedenlere bağlanabilir. Bu artışın nedenleri sanayileşmenin artması, yeni teknolojilerin kullanımının artması, doğum oranlarının artması olabilir. Ekonomik büyüme enerji talebindeki artışın en önemli nedenidir (Çalışkan, 2009: 305). Enerji arzının belirlenmesinde ise, rezervler, üretim ve yatırım maliyetleri, dönüşüm teknolojileri ile ülkeler ve bölgeler arası ekonomik ve siyasal ilişkiler, ele alınması gereken başlıca faktörler arasında yer almaktadır (Bayraç, H.N.,2011: 132).Enerji politikaları belirlenirken dikkat edilmesi gereken en önemli husus enerji talep tahminlerinin sağlıklı bir şekilde yapılmasıdır. Enerji talep tahminlerinin gerek dünyadaki, gerek ülkedeki gelişmeler doğrultusunda sürekli olarak güncellenmesi doğru bir enerji politikasının ön koşuludur (Pamir, 2005: 70). Enerjide dışa bağımlılığın yüksek olması, Türkiye’nin dış ticaret ve cari açık sorununun temel nedenleri arasında yer almaktadır (Çalışkan, 2009: 311)

BOTAŞ (2011) sektör raporunda, Türkiye’nin ana enerji politika ve stratejilerini;

- Kaynak ve ülke çeşitlendirmesi,
- Yerli kaynakların kullanımı ve geliştirilmesine öncelik verilmesi,
- Farklı teknolojilerin kullanımı ve geliştirilmesi ve yerli üretimin artırılması,
- Ülkemizin enerji ticaret merkezi olma potansiyelinden en iyi şekilde yararlanılması,
- Stratejik petrol ve doğalgaz depolama kapasitesinin artırılması,
- Talep yönteminin etkinleştirilmesi ve verimliliğin artırılması,

-Yakıt esnekliğini artırılması (üretimde alternatif enerji kaynağı kullanımına olanak sağlanması),

-Orta Doğu ve Hazar Bölgesi petrol ve doğalgazın piyasalara ulaştırılması sürecine her aşamada katılım sağlanması,

-Enerji sektörünün, işleyen bir piyasa olarak şeffaflığı ve rekabeti esas alacak şekilde yapılandırılması,

-Bölgesel işbirliği projelerine katılım ve entegrasyon,

-Her aşamada çevresel etkileri göz önünde bulundurmak şeklinde özetlemiştir.

T. C. Dışişleri Bakanlığı'nın "Türkiye'nin Enerji Stratejisi" başlığı altında belirtmiş olduğu şekliyle, Türkiye, AB enerji piyasasına entegrasyonu hedefi doğrultusunda, 2001 yılında kabul edilen Elektrik Piyasası Kanunu ve Doğal Gaz Piyasası Kanunu ile AB direktiflerini uygulayarak, elektrik ve doğalgaz piyasalarını yeniden yapılandırma ve serbestleştirme konusunda kaydadeğer ilerleme göstermiştir.

Halen dışa bağımlılık oranı %70'ler seviyesinde olup, üretim planlamasının gerektirdiği yatırımlar için tedbir alınmaz ise bu oranın %80'lere yükselme eğiliminde olduğu görülmektedir (BOTAŞ, 2011: 20). Bu ifadeler Türkiye için ciddi sonuçların doğuracağına ve hızlı gelişmesine karşın ileride enerji sıkıntısı içine gireceğini göstermektedir.

Gelişmiş ülkelerde enerji sistemlerinin petrol, doğalgaz, kömür, nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere başlıca 5 ana kaynak üzerine oturtulması hedeflenmektedir; ancak Türkiye'de toplam enerji tüketiminin yaklaşık %90'ı petrol, doğalgaz ve kömürden sağlanmakta olup büyük ölçüde ithalata dayanmaktadır (BOTAŞ, 2011: 21). Söz konusu iki kaynaktan sadece kömür, diğer iki rezervden daha fazladır. Ham petrol fiyatlarındaki olası şoklardan, birinci doğalgaz tedarikçisi olan Rusya'nın zaman zaman tutarsız davranışları ve yapılan doğalgaz sözleşmeleri, Türkiye'nin enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, muhakkak zaman alacaktır. Dolayısıyla, var mevcut enerji kaynaklarının da en verimli şekilde kullanılması, üzerinde durulması gereken bir diğer önemli husustur. TEVEM (2010), hazırlamış

olduğu çalışma raporunda, enerji verimliliğinin önemini vurgulamıştır. Söz konusu raporun sonuç kısmındaki zaman-değer matrisinde, acil öncelikli-çok önemli kısımda, üretim ve verimlilik, iletim-dağıtım ve verimlilik, kullanım ve verimlilik, kamu otoritesi, rekabetçi iklim ve enerji, sürdürülebilir kalkınma ve fırsatlar başlıkları altında, özetle, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminin ve geliştirilmesinin önemini ve yenilenebilir enerji yasasının öneminden bahsetmişlerdir. Türkiye'nin enerji açığını kapatması konusunda, potansiyel yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye sokulması, ve bunların üretiminin teşviki muhakkak çok önemlidir. Ancak görünen o ki Türkiye, bunun yerine, hızlı ve çabuk ulaşılabilir enerji kaynaklarını tercih etmektedir. Nükleer enerji, doğalgazın kullanımını yaygınlaştırmak ve önüne geçilemeyen petrol tüketimi ileride enerjide dışa bağımlılığı daha da arttıracaktır. nk enerji, özellikle gelişmekte olan ülkeler için sürekli bir ihtiyaçtır.

Enerji politikaları adına yapılan önemli çalışmalardan bir tanesi de İT (2007) tarafından yapılan çalışmadır. Söz konusu çalışmada sunulan öneriler aşağıdaki gibidir:

1. Tüm yerli enerji kaynaklarının potansiyellerinin doğru olarak belirlenmesi için bilimsel çalışmalar gerçekleştirilmeli ve güncelleştirilmelidir.
2. Mevcut hidroelektrik ve kömür potansiyelleri öncelikli olarak değerlendirilmelidir.
3. Yerli enerji kaynaklarının aranması ve üretiminin arttırılması çalışmaları desteklenmeli ve ilgili araştırmalar teşvik edilmelidir.
4. Enerji sahalarının ve santrallerinin yaşları ve teknik/ekonomik ömürleri dikkate alınarak, rehabilitasyon ve modernizasyonu için gerekli kısa/orta vadeli planlamalar yapılmalıdır.
5. Elektrik retiminde, yerli kaynak kullanımını teşvik edilmeli ve doğalgaz ithalatında kaynak ülke çeşitlendirilmesine gidilmeli, tek ülkeye olan bağımlılık olabildiğince azaltılmalıdır. Doğalgaz yer altı depolama tesisleri hızla devreye girmelidir.
6. Jeotermal ve rüzgar başta olmak üzere, yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanılmalı ve teşvik edilmelidir. Mevcut Yenilenebilir Enerji Yasası'nda teşvikler arttırılmalıdır.

7. Enerji kaynağı çeşitliliği ve teknolojinin kazanılması açısından bir nükleer santral kurulmalıdır.

8. Elektrik iletim ve dağıtım hatlarında iyileştirme ve izlenebilirlik çalışmaları gerçekleştirilerek elektrikteki çok yüksek orandaki kayıp-kaçak durumu azaltılmalı, kaçak petrol ürünleri tüketimi önlenmelidir.

9. TBMM’de onaylanan Enerji Verimliliği Yasası ile ilgili yönetmelikler, kamu-üniversite-sanayi katılımı sağlanarak ivedilikle hazırlanmalıdır.

10. Enerji sektöründe katma değeri de arttıracak olan yerli üretim ve teknolojiler teşvik edilmelidir.

11. Enerji santralleri ve sahaları için alınan lisansların fiziki gerçekleşme yüzdesi sağlama koşulları sorumlulukla izlenmeli ve gerekli yaptırımlar uygulanmalıdır.

12. Enerji sektöründe yaşanan ve önümüzdeki yıllarda artarak yaşanacak teknik eleman (mühendis, ara eleman) açığını karşılayabilmek amacıyla eğitim politikaları bir an önce oluşturulmalıdır.

13. Enerjinin üretimi, iletimi, dağıtımı ve kullanımında çevre korunmalı ve kaynaklar sürdürülebilir olarak işletilmelidir.

Bu önerilerden yola çıkarak, öncelikli sorun olarak, Türkiye’nin mevcut enerji potansiyeli doğru belirlenmemektedir. Bunun en büyük nedeni ise, Türkiye’ye teknoloji transferinin yeteri kadar yapılamamasıdır. Ayrıca eğitim ile ilgili olarak, çok fazla beyin göçü vermesi sonucunda teknik elemanların yetersiz kalması ve gerekli Ar-Ge yatırımlarının olmaması, ileride enerjide dışa bağımlılığının artmasına neden olabilecek göstergelerdir. İnsanların enerjide verimli kullanılmamaları ve bununla ilgili gerekli bilgilendirmenin eksik yapılması da bilinçsiz enerji tüketiminin artmasına neden olmaktadır.



## İKİNCİ BÖLÜM

### YÖNTEM VE UYGULAMA

#### 2.1. TRANSLOG MALİYET FONKSİYONU

Translog maliyet fonksiyonu, mikro iktisatta üretim fonksiyonun modellenmesi için kullanılan Leontief, Cobb-Douglas modelleri gibi kullanılan bir fonksiyon türüdür. Translog maliyet fonksiyonunun diğer fonksiyonel kalıplara göre avantajları vardır. Translog maliyet fonksiyonu girdiler arasında ikame esnekliğinin değişken olmasına izin vermektedir (Bölük, 2010: 84).

Translog maliyet fonksiyonu Eşitlik 1' de yazıldığı gibidir. Eşitlik 1' de C toplam maliyet, Y çıktı düzeyi ve  $P_i$  faktör girdilerinin fiyatıdır (Greene ve Christensen, 1976: 660).

$$\begin{aligned}\ln C = & \alpha_0 + \alpha_Y \ln Y + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\ln Y)^2 \\ & + \sum_i \alpha_i \ln P_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j \\ & + \sum_i \gamma_{Yi} \ln Y \ln P_i\end{aligned}\quad (1)$$

İyi bir üretim yapısına uygun olmak için, maliyet fonksiyonu takip eden düzenleyici koşulları sağlaması gerekmektedir: süreklilik, simetri, fiyatlardaki doğrusal homojenite, fiyatlar ve çıktılardaki monotoniklik ve fiyatlardaki konkavlık (Segal, 2003: 8). Bu nedenle, Eşitlik 1'e Shephard'ın ön kabulü<sup>1</sup> uygulanarak girdi talep eşitliği Eşitlik 2'deki gibi elde edilir. Eşitlik 2'deki  $S_i$ , i inci faktör girdisinin maliyet payını göstermektedir.

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i} = \frac{P_i X_i}{C} = S_i = \alpha_i + \gamma_{Yi} \ln Y + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j\quad (2)$$

Eşitlik 2'de translog maliyet fonksiyonu için düzenleyici koşulların sağlanması için Eşitlik 3'teki varsayımların sağlanması gerekmektedir:

$$\sum_i \alpha_i = 1, \quad \sum_i \gamma_{Yi} = 0, \quad \sum_i \gamma_{ij} = \sum_j \gamma_{ij} = \sum_i \sum_j \gamma_{ij} = 0\quad (3)$$

---

<sup>1</sup>Shephard ön kabulü:  $\frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i}$

Bu kısıtlar modelde tanımlandıktan sonra fiyat esneklikleri Eşitlik 4 ve Eşitlik 5'deki gibi hesaplanmaktadır:

$$\varepsilon_{ii} = \frac{\gamma_{ii}}{S_i} + S_i - 1 \quad (4)$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{S_i} + S_i \quad (5)$$

## 2.2. ALLEN-UZAWA KISMİ İKAMEVE MORISHIMA TEKNİK İKAME ESNEKLİKLERİ

Allen elastikiyeti, çıktı ile diğer girdiler sabit tutulduğunda, girdi fiyatlarındaki % 1'lik değişimin talep edilen i inci girdi miktarındaki yüzde değişmeyi ölçmektedir (Thompson ve Taylor, 1995: 565). Allen-Uzawa Kısmi İkame Esneklikleri (AES), maliyet fonksiyonu ile Eşitlik 6'daki gibi hesaplanır.

$$AES_{ij}(y, w) = \sigma_{ij} = \frac{C(y, w)C_{ij}(y, w)}{C_i(y, w)C_j(y, w)} \quad (6)$$

AES, benzer çapraz fiyat elastikiyetleri olan  $\varepsilon_{ij}$  ve faktör payları  $S_j$ 'nin basit bir fonksiyonu haline Eşitlik 7 ve Eşitlik 8'deki gibi son halini alır:

$$\sigma_{ij} = \frac{\varepsilon_{ij}}{S_j}, \quad i \neq j \quad (7)$$

$$\sigma_{ii} = \frac{\varepsilon_{ii}}{S_i} \quad (8)$$

İçbükeylik koşulunun sağlanması için Allen-Uzawa kısmi elastikiyet matrisinin özdeğerleri negatif yarı tanımlı olması gerekmektedir. Monotonik olması ise, tahmin edilen maliyet paylarında negatif değer olmaması ile sağlanmaktadır.

Ele alınan herhangi iki girdinin fiyat oranlarındaki değişmeye bağlı olarak bu girdilerin kullanım oranlarındaki değişmeyi ölçmek için Morishima girdi ikame esneklikleri hesaplanır (Huang, 1991: 616). Morishima girdi ikame esneklikleri Eşitlik 9 verilen formül ile hesaplanır.

$$\sigma_{ij}^M = \varepsilon_{ij} - \varepsilon_{jj} \quad (9)$$

### 2.3. GÖRÜNÜRDE İLİŞKİSİZ REGRESYON

Translog maliyet fonksiyonunun tahmininde üç aşamalı en küçük kareler yöntemi, en çok olabilirlik yöntemi ve görünürde ilişkisiz regresyon yöntemi, literatürde karşılaşılan yöntemlerdir. Bu gibi yöntemler tutarlıdır ancak genel olarak, geliştirilmiş en küçük kareler yöntemi kadar sayılan GİR kadar etkin değildir (Srivastava ve Mathur: 2011: 6). Dolayısıyla bu çalışma kapsamında translog maliyet fonksiyonu, GİR model yardımıyla elde edilmiştir.

GİR, Zellner (1962) tarafından ortaya atılan bir sistem modelidir. Zellner, Aitken (1935) tarafından geliştirilen geliştirilmiş en küçük kareler yönteminin regresyon eşitliklerinden oluşan bir setin parametrelerinin tahmin edilmesini araştırmıştır. Bu regresyon ile modellerin kalıntıları arasındaki korelasyon göz önüne alınarak sistem bir bütün halinde çözülebilmekte ve etkinlik kaybı önlenmektedir (Tatoğlu, 2012: 52). Bu yöntem, hem farklı yayılıma izin vermesi, hem de kendiyle ilgileşimi düzeltmeye imkan vermesi nedeniyle hata terimlerinin ilişkili olduğu durumlarda EKK'ya göre daha avantajlıdır. GİR, her kesit için farklı olan denklemlerdeki parametrelerin kovaryans matrisinin otomatik olarak tüm model için hesaplanmasına ve bütün hipotez testlerinin ortak olarak yapılmasını sağladığı gibi, standart hataların düzeltilmesine de imkan tanıyarak, farklı yayılma ve kendiyle ilgileşimi de düzeltmektedir (Beck ve Katz: 1995)

Matris notasyonunda GİR sistemi Eşitlik 9'da verildiği gibidir. Eşitlik 10'da  $\mathbf{y}_m$ ,  $T \times 1$  boyutlu vektör;  $\mathbf{X}_m$  rankı  $l_m$  olan yani  $l_m$  üzerinde bağımsız stokastik olmayan değişkenlerin gözlemlerinden oluşan  $T \times l_m$  boyutlu bir matris;  $\boldsymbol{\beta}_m$   $l_m \times 1$  boyutlu regresyon katsayılarının vektörü ve  $\mathbf{u}_m$  herbirinin ortalaması sıfır olan rassal hata terimlerinin  $T \times 1$  boyutlu bir vektördür (Zellner, 1962: 349).

$$\mathbf{y}_m = \mathbf{X}_m \boldsymbol{\beta}_m + \mathbf{u}_m \quad (10)$$

Hata terimi olan  $\mathbf{u}_m$ 'nin varyans-kovaryans matrisi ise Eşitlik 11'de verildiği gibidir. Eşitlik 11'deki  $\mathbf{I}$ ,  $T \times T$  boyutlu birim matris;  $\sigma_{mmt'}$ ,  $t=1,2,\dots,T$  ve  $m, m'=1,2,\dots,M$  için  $\sigma_{mmt'} = E(\mathbf{u}_{mt} \mathbf{u}_{m't'})$  şeklindedir.

$$\Sigma = V(\mathbf{u}) = \begin{bmatrix} \sigma_{11} \mathbf{I} & \sigma_{12} \mathbf{I} & \dots & \sigma_{1M} \mathbf{I} \\ \sigma_{21} \mathbf{I} & \sigma_{22} \mathbf{I} & \dots & \sigma_{2M} \mathbf{I} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sigma_{M1} \mathbf{I} & \sigma_{M2} \mathbf{I} & \dots & \sigma_{MM} \mathbf{I} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1M} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2M} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sigma_{M1} & \sigma_{M2} & \dots & \sigma_{MM} \end{bmatrix} \otimes \mathbf{I} = \Sigma_c \otimes \mathbf{I} \quad (11)$$

$\Sigma$  bilindiği durumda, regresyon modelinin GİR formülasyonu, GEKK yönteminin tahmin edilen parametrelerinin kullanımından daha etkilidir (Sparks, 2004: 16). Dolayısıyla GİR modelden tahmin edilecek katsayılar Eşitlik 12 yardımıyla elde edilir. Eşitlik 11’de görüldüğü üzere, katsayıların tahmininde, GİR modelin EKK’dan farklı yanı, hata terimlerine ait varyans-kovaryans matrisinin de dikkate alınmasıdır.

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\Sigma^{-1}\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\Sigma^{-1}\mathbf{y} \quad (12)$$

EKK yöntemi ile elde edilen tahminler, sistemde yer alan denklemlerin birbirleriyle olan ilişkileri, modelden elde edilen hata terimlerinin ilişkili olmasını sağlar. Bu nedenle şayet sistemdeki modeller tek tek EKK ile çözümlerse sapmasız ve tutarlı ancak etkin olmayan tahminler elde edilir. Bu amaçla Zellner (1962), temeli GEKK’ya dayanan bu modeli, varyans-kovaryans matrisini de ele alan GİR modelini önermiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında EKK’ya göre sapmasız, tutarlı ve etkin tahminlere ulaşıldığı tespit edilmiştir.

## 2.4. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Enerji, ülkelerin milli gelirleri için önemli bir girdidir. Özellikle sanayileşen toplumlarda enerji kullanmadan mal ve hizmet üretmek mümkün değildir. Özellikle 1970’li yıllarda yaşanan iki petrol şokundan sonra gelişmiş ülke ekonomilerinde enerji yoğunluğu (bir birim çıktı üretmek için kullanılan enerji miktarı) trendi ile ilgili büyük tartışmalar olmuştur (Aslan ve Yamak, 2006: 55). Bu tartışmalar sonucunda mevcut olan yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi yenilenebilir enerji kaynaklarına ve üretimlerine doğru yönelmiştir.

Enerji politikaları ile yapılan ekonometrik çalışmalar çok olmasına rağmen ele alınan değişkenler açısından oldukça dardır. Bunun en önemli nedeni ise, enerji ile ilgili gerekli veri setinin çok fazla şeffaf olmamasıdır. Literatürde öne çıkan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Kankal ve diğ. (2011), ETKB'nin enerji tüketimi ile ilgili projeksiyonunu GSMH, nüfus, ithalat ve ihracat değerleri ve işsizlik değişkenleri ile regresyon analizi ve yapay sinir ağları kullanarak elde ettikleri modellerle karşılaştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada dört farklı model oluşturmuşlar ve GSMH, nüfus ve ithalat ve ihracat değerlerinin bağımsız değişken olduğu modelin yapay sinir ağları için en uygun model olduğunu tespit etmişlerdir. Söz konusu modelin, regresyon modellerinden ve diğer üç yapay sinir ağları modellerinden daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Yapay sinir ağı modeli yardımıyla yaptıkları öngörülmede Türkiye'de 2014 yılında enerji tüketiminin 117.0 ve 175.4 mtep olacağı öngörülmemesinde bulunmuşlardır.

Aslan ve Kum (2011), Türkiye'deki 7 sektörün enerji tüketim verilerinin yapısal kırılmalarını araştırmışlardır. Serilere uyguladıkları doğrusallık testi sonuçlarına göre, konut, sanayi ve tarım sektörlerine ait değişkenlerin doğrusal; taşıma, enerji dışı, toplam enerji tüketimi ve çevrim ve enerji sektörü değişkenlerinin doğrusal olmadığı sonuçlarına varmışlardır. Doğrusal değişkenlere uyguladıkları LM yapısal kırılma yılı testi ile konut sektörü için 1983 yılındaki kırılma ile beraber durağan, sanayi sektöründe 1980 yılındaki kırılma ile beraber durağan ve tarım sektöründe 1986 yılındaki kırılma ile beraber durağan oldukları sonucuna varmışlardır. Taşıma, enerji dışı, toplam enerji tüketimi ve çevrim ve enerji sektörü doğrusal olmayan değişkenler için uyguladıkları Kruse Doğrusal Olmayan Birim Kök Testi sonuçlarına göre dört değişkeninde durağan olmadıkları sonuçlarına varmışlardır. Bu sonuçların anlamlarını ise enerji tüketimi için herhangi bir şokun kalıcı olabileceğini ve enerji talep yönetim politikalarının bu sektörlerde kalıcı bir etkiye sahip olacağını belirtmişlerdir.

Fuinhas ve Marques (2012), enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada analize dahil ettiği ülkeler, Portekiz, İtalya, Yunanistan, İspanya ve Türkiye'dir. Söz konusu iki değişken arasındaki ilişkiyi ARLD sınır testi ile incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, enerji tüketimi ile

büyüme arasındaki ilişkinin varlığını, geri dönüş hipotezini destekler biçimde tespit etmişlerdir. Ayrıca bir enerji tüketim politikasının GSMH'yi azaltacağını vurgulamışlardır.

Altınay ve Karagöl (2004), Türkiye için GSMH ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi, Granger nedensellik yönteminin Hsiao versiyonu ile incelemişlerdir. Sonuç olarak, geleneksel birim kök testleri ile serilerde birim kökün varlığını tespit etmişlerdir. Ancak Zivot-Andrews yapısal kırılma testi ile farklı zamanlardaki serilerde kırılma ile beraber trend durağan sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmanın ana sonucu olarak ise Türkiye'de enerji tüketimi ile GSMH arasında, trendden arındırılmış veri için herhangi bir ilişkiye ait kanıt olmadığı sonucunu vurgulamışlardır.

Hossain (2011), yapmış olduğu çalışmada karbon dioksit emisyonu, enerji tüketimi, ekonomik büyüme, dış ticaret açığı ve kentsellik arasındaki dinamik nedensel ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada ele alınan ülkeler, yeni sanayileşmiş ülkeler olup bu ülkeler sırasıyla Brezilya, Çin, Hindistan, Malezya, Meksika, Filipinler, Güney Afrika, Tayland ve Türkiye'dir. Ayrıca bu çalışmada Narayan ve Narayan (2010) tarafından ileri sürülen, uzun dönem elastikiyetinin kısa dönem elastikiyetinden daha az olması durumunda, bu durumun, daha düşük karbondioksit emisyonuna neden olacağı yeni bir yaklaşımını değerlendirilmiştir. Birim kökün varlığını, Levin, Lin ve Chu (LLC), Im, Pesaran ve Shin (IPS), Maddala ve Wu ve Choi panel birim kök testleri ile araştırmışlardır. Bütün panel değişkenlerin birinci farklarda durağan olduğu ve Johansen-Fisher panel eşbütünleşme testinde ise bütün panel değişkenlerin eşbütünleşik olduğu sonucuna varılmıştır. Kısa dönem için ekonomik büyüme ve dış ticaret açığından karbondioksit emisyonuna, ekonomik büyümeden enerji tüketimine, dış ticaret açığından ekonomik büyümeye, kentsellikten ekonomik büyümeye ve dış ticaret açığından kentselliğe nedensel ilişki bulunmasına rağmen, uzun dönemde herhangi bir nedensel ilişki bulunamamıştır. Dış ticaret açığı ve kentselleşmenin karbon emisyonu üzerinde negatif anlamlı etki yaptığını ve uzun dönem eşitliğe ulaşmak için bu dokuz ülkeden en az zamana Meksika'nın, en çok zamana da Türkiye'nin gereksinimi olduğu bulunmuştur.

Halıcıoğlu (2011), yapmış olduğu çalışmada, Türkiye verileri için, toplam ürün, enerji tüketimi, ihracat, sermaye ve işgücü değişkenleri arasındaki dinamik

nedensel ilişkiyi araştırmıştır. Yapılan çalışmada kullanılan yöntem sınır testi olup analiz sonucunda bağımlı değişkenin toplam ürün olduğu durumda değişkenler arasında uzun dönem ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca Granger nedensellik testinin düzeltilmiş bir hali ile uzun dönemde, işgücü, sermaye, ihracat ve enerji tüketiminden toplam çıktıya, hata düzeltme terimi yoluyla nedensellik tespit edilmiştir. Kısa dönemde iki önemli karşılıklı nedensellik tespit etmiştir. Bunlar, enerji tüketimi ile toplam ürün ve ihracat ile toplam çıktıdır.

Say ve Yücel (2006), gelişmekte olan ülkeler için enerji tüketimindeki iki önemli faktör olan ekonomik büyüme ve nüfus artışının toplam enerji tüketimi üzerindeki etkisini EKK yöntemi ile araştırmışlardır. Ayrıca toplam karbondioksit emisyonu ile toplam enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi de yine EKK yöntemi ile araştırmışlardır. Elde ettikleri modellerden toplam enerji tüketimi ve toplam karbondioksit emisyonlarını 2015 yılı için öngörülme yapmışlardır. Toplam karbondioksit emisyonu öngörülerini, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli yöntemi ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak,

Ertuğrul (2010), 3 Mart 2011 tarihinde Elektrik Piyasası Kanunu'nun yayımlanmasıyla, öncelikle elektrik ve doğalgaz sektörleri olmak üzere enerji sektörünün yeniden yapılandırma sürecini incelemiştir. Yapmış olduğu çalışmada endeks ayrıştırma analizini kullanarak elde ettiği enerji verimliliği serisi bağımlı değişken olmak üzere, kişi başına yurtiçi hasıla, kişi başına elektrik tüketimi ve yapısal reform değişkenlerini, EKK yöntemi ile tahmin etmiştir. Analiz sonucunda kişi başına yurtiçi hasıla ve kişi başına elektrik tüketimi değişkenlerinin katsayılarını beklentiler dahilinde bulmasına rağmen, istatistiki olarak anlamlı olmadığı sonucuna varmıştır. Yapısal reform göstergesi değişkenini ise negatif ve istatistiki olarak anlamlı bulmuştur. Enerji sektöründe 2001 yılında başlatılan yeniden yapılandırma sürecinin enerji verimliliğini pozitif yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Bu çalışma kapsamında, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için vazgeçilemez olan enerji kaynaklarından olan petrol, kömür, doğalgaz ve elektrik enerjilerinin birbirleriyle değişim ilişkileri incelenmiştir. Söz konusu veri seti, 1981-2012 yılları arasını kapsamakta olup TUIK'den elde edilmiştir. Değişkenler, petrol, kömür, doğalgaz, elektrik tüketimi ve 1994 fiyatları ile reelize edilmiş söz konusu değişkenlerin fiyatları ve GSYİH'dır. Çalışma dahilinde Translog Maliyet

Fonksiyonu yardımıyla pay eşitlikleri modeli elde edilmiştir. Söz konusu model GİR sistem eşitliği ile tahmin edilip elde edilen katsayılar yardımıyla kısmi ikame esneklikleri yorumlanmıştır.

## **2.5. UYGULAMA**

### **2.5.1. Veriler**

Bu çalışma kapsamında kullanılan veriler, TÜFE (1994 fiyatlarıyla) kömür, petrol, doğalgaz, elektrik fiyatları ve yurtiçindeki toplam tüketimleri; sanayi üretim endeksi ve 2001 ve 2008 yıllarına ait ekonomik krizlerin etkisini ölçmek amacıyla kullanılan yapay değişkenden oluşmaktadır. Söz konusu veriler, TÜİK, ETKB ve BP'nin resmi sayfalarından elde edilmiştir.

### **2.5.2. Model Tahminleri**

GİR modelin sonuçları Tablo 7'de verildiği gibidir. Tahmin edilen modellerden sıfırdan küçük yalnızca üç tahmin belirlenmiştir. Ancak bunlar, sıfıra çok yakın değerler olduğu için modelin monotonik olmasını engellememektedir. İçbükeylik kontrolünde, Allen-Uzawa kısmi esneklik matrisinin özdeğerlerinden bir tanesinde pozitif değer bulunmaktadır. Tahmin edilen modeldeki Allen-Uzawa kısmi ikame esnekliklerinin özdeğerlerinden belli bir kısmı pozitif ise bunların sıfıra yakın olmaları ve sayılarının %5 civarında olması durumunda, makul sınırlarda bir ihlalin olduğu düşünülebilir (Gökalp ve Pazarlıoğlu, 2010: Laure ve diğerleri, 1996: 661). Modellerin  $R^2$  değerleri incelendiğinde, % 96.07, % 64.63 ve % 93.87 değerleri, modellerin oldukça iyi açıklama düzeylerine sahip olduğu söylenebilir.



**Tablo 7:** Pay Eşitlikleri Modeli GİR Sonuçları

<i>BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN</i>	<i>BAĞIMLI DEĞİŞKEN</i>			
	$S_P$	$S_K$	$S_E$	$S_G^{**}$
$C$	5.6729* (3.701)	-1.3298 (-1.400)	-0.52087 (-0.2999)	-2.82223
$Ln(Sanayi)$	-0.4552* (-4.001)	0.10598 (1.465)	0.16181 (1.269)	0.18741
$Ln\left(\frac{P_P}{P_G}\right)$	0.37853* (7.056)	-0.12829* (-4.343)	-0.29837* (-5.949)	0.04363
$Ln\left(\frac{P_K}{P_G}\right)$	-0.12829* (-4.343)	0.1259* (4.515)	-0.11628* (-3.362)	0.11867
$Ln\left(\frac{P_E}{P_G}\right)$	-0.29837* (-5.949)	-0.11628* (-3.362)	0.53048* (7.418)	-0.11583
$D$	0.005265 (-0.60532)	-0.012966 (-1.102)	0.014232 (0.8385)	-0,006531
$R^2$	0.9607	0.6463	0.9387	
$\bar{S}$	0.31414	0.18468	0.46336	0.03782

\*0.05 önem düzeyinde anlamlıdır.

\*\*Toplam kısıtdan hesaplanmıştır.

Pay eşitlikleri modelinin katsayıları incelendiğinde, sanayi üretim endeksinde % 10'luk artış, kömür üretiminin toplam maliyet payındaki oranını % 10; doğalgazın toplam maliyet payındaki oranını % 18.74; elektrik üretiminin toplam maliyet payındaki oranını % 16.18 arttırmakta olup petrolün toplam maliyet içerisindeki payını % 45.52 azaltmaktadır. İstatistiki olarak anlamlı olan doğalgaz ve elektrik fiyatlarının sanayi üretimde ne derece önemli olduğu bir kez daha belirtilmiştir. Kriz yıllarını gösteren yapay değişkenler incelendiğinde, elektrik üretiminin toplam maliyetteki payı, krizlerden diğer değişkenlere göre oldukça fazla duyarlıdır. Bunun nedeni, global petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki oynaklıkların, elektrik üretiminde hammadde olan doğalgazın kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Elektrik fiyatlarındaki artış ise kömür ve doğalgazın toplam maliyet payı içerisindeki oranını

azaltmaktadır. Bunun nedeni, elektrik fiyatları artınca talep azalacak ve elektrik üretiminde kullanılan iki ana girdinin üretimi de azalacaktır.

### 2.5.3. Çapraz Fiyat ve Morishima Girdi İkame Esneklikleri

GİR modelden elde edilen katsayılar yardımıyla, çapraz fiyat esneklikleri ve Morishima teknik ikame esneklikleri de hesaplanabilmektedir. Enerji girdileri için çapraz fiyat esneklikleri ve Morishima teknik ikame esneklikleri Tablo 8’de verildiği gibidir. Tablo 8’de köşegen dışındaki değerler, çapraz fiyat esneklikleridir. Pozitif işaretli olanlar, iki girdi arasında rekabet ilişkisi bulunduğunu veya birbirinin ikamesi olduklarını; negatif işaretli olanlar ise tamamlayıcılık ilişkisi içinde bulduklarını göstermektedir (Kumbasaroğlu ve Dağdemi, 2010: 200). 3.32 değer ile doğalgaz ile kömür arasındaki rekabet ilişkisi, bir başka deyişle ikame mallar oldukları, özellikle elektrik üretimi ve ısınmada söz konusu iki ürünün hammadde oldukları göz önünde tutulursa Türkiye için önemi bir kez daha belirtilebilir. Çapraz fiyat elastikiyetleri incelendiğinde, en katı girdi talebi esnekliği, -2.31 ile doğalgaza aitken, en yüksek esneklik 0.608 ile petrole aittir. Enerji tüketiminde en yüksek ikame, doğalgaz ile kömür arasındadır. Doğalgazın fiyatının artması, kömüre olan talebi arttırmaktadır. Bir diğer önemli ikame ise, doğalgaz ile petrol arasındadır. Doğalgazın fiyatının artması, petrole olan talebin artmasına neden olmaktadır.

Teknik ikame esnekliği, herhangi iki girdinin fiyatları arasındaki oranda meydana gelecek değişimin, bu girdilerin kullanımları arasındaki oranda yolaçacağı oransal değişimi ölçmektedir (Chiang, 1985: 385). Bu bilgi ışığında kömür ve doğalgaz arasındaki ilişkinin en yüksek derecede olması, tamamen elektrik üretiminde ana girdi olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye’nin elektrik enerjisi üretimi konusunda, iki kaynağın da sonlu olacağı düşünülerek alternatifler üretmesi yolunda girişimlerini hızlandırılması gerekmektedir. Özellikle ısınmada tercih edilen kaynaklar doğalgaz, elektrik ve kömür olması, elde edilen sonuçlarda bunların birbirlerinin ikamesi olduğunu doğrulayıcı niteliktedir.

Tablo 8’deki bir diğer sonuç ise Morishima girdi ikame esneklikleridir. Morishima girdi ikame esnekliğinin işareti pozitif ise iki girdi arasında ikame; işaret negatif ise söz konusu iki girdi tamamlayıcıdır (Chambers, 1988: 107). Bu bilgiler

ışığında, kömür ile doğalgaz, kömür ile doğalgaz ve doğalgaz ile petrol arasında ikame söz konusudur. Göze çarpan en önemli ikame, kömür ile doğalgaz arasında olmaktadır. Doğalgaz fiyatlarındaki % 1'lik artış, kömür talebini % 56.33 arttırmaktadır. Tamamlayıcı girdilerden ise göze çarpan değer, elektrik ile doğalgaz arasında olmaktadır. Bütün bu sonuçlar ışığında, Türkiye'nin özellikle elektrik enerjisi üretiminde kömür ve doğalgaza olan bağılılığıdır.

**Tablo 8:** Çapraz Fiyat ve Morishima Girdi İkame Esneklikleri

<i>Fiyat Esneklikleri</i>				
	<i>Petrol</i>	<i>Kömür</i>	<i>Elektrik</i>	<i>Doğalgaz</i>
<i>Petrol</i>	0.5191108	-0.2237004	-0.4864213	0.1910108
<i>Kömür</i>	-0.380518	-0.1335945	-0.1662701	0.6803826
<i>Elektrik</i>	-0.329777	-0.06626944	0.6082133	-0.2121669
<i>Doğalgaz</i>	1.586954	3.323157	-2.600017	-2.310095
<i>MorishimaGirdi İkame Esneklikleri</i>				
<i>Petrol</i>		-0.7428112	-1.005532	-0.3281
<i>Kömür</i>	-0.2469236		-0.03267561	0.813977
<i>Elektrik</i>	-0.9379904	-0.6744828		-0.8203802
<i>Doğalgaz</i>	3.897049	5.633252	-0.2899223	

## SONUÇ

Türkiye, son yıllarda yaptığı atılımla gelişmekte olan ülkeler içerisinde ekonomisi hızlı şekilde gelişen bir ülke olduğunu ve bunun da sürekli olabileceğini göstermiştir. Ülkelerin kalkınması, refahının artması muhakkak ekonomik güçle olmaktadır. Ekonominin güçlenmesi de teknoloji, verimli işgücü ve sanayileşmeden geçmektedir. Bu çalışma kapsamında, Türkiye’de sanayinin gelişmesi, uluslararası pazarda etkin bir role sahip olması ve en önemlisi gelişmiş ülke olmak yolunda kat etmesi için gereken adımlardan bir tanesi olan enerji politikaları irdelenmiştir.

Şüphesiz ki gelişmiş ülkeler, dünya enerji kartelini elinde tutmaktadır. Yirminci yüzyılın başından bu yana özellikle petrol savaşları ve bu savaşların getirdiği petrol krizleri, daha çok gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerine büyük ölçüde zarar vermiştir. Türkiye’de dahil olmak üzere, gelişmekte olan ülkeler üzerinde bir baskı oluşturup yapılan enerji anlaşmalarını kendi çıkarları doğrultusunda kullanmışlardır. Zengin rezervlere sahip olan ülkelere gerek siyasi gerekse askeri müdahalelerle baskı oluşturarak rezervlerini bir şekilde ele geçirip enerji kartelini oluşturmuşlardır.

Bu nedenle, ülkeler için enerji son derece önemli bir konudur. Bu konuya ilişkin politikalar da mevcut kapasiteyi iyi analiz edip en verimli şekilde kullanılması gerekmektedir. Dünya genelinde kullanılan enerji kaynaklarının büyük bir çoğunluğu fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır. Bu kaynakların hızlı bir şekilde artan enerji talebini bir yere kadar karşılayabileceği aşıkardır. Ayrıca bu kaynakların doğaya verdiği tahribat nedeniyle gelişmiş ülkeler artık yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmekte ve bu kaynakların üretimine ilişkin ciddi bir araştırma içerisinde oldukları. Ancak gerçek şu ki, bu kaynaklardan hiçbir ülke vazgeçememektedir.

Türkiye’de günümüzde yaklaşık olarak % 70 oranında enerjide dışa bağımlılık söz konusudur. Geçmişte yanlış değerlendirmeler sonucu yapılan yanlış doğalgaz anlaşmaları ile doğalgaz depolama alanı da olmadığı için kullanmadığı doğalgazın ücretini ödemekte ve ülke ekonomisine ciddi anlamda zarar vermektedir. Bu nedenle özellikle 2002 yılı sonrasında ülke genelinde özellikle konutlara doğalgaz iletimi için ciddi bir altyapı sistemi kurulması başlanmış ve halen bu çalışmalar devam etmektedir. Ayrıca doğalgaz depolama alanları genişletilmektedir.

Bu ülke ekonomisi için olumlu bir yatırımdır. Ancak bunun sonucunda özellikle elektrik üretimi ve konutlarda ısınmada doğalgaza, bir başka deyişle, dışa bağımlılık daha da artacaktır.

Türkiye için en zengin rezerv olan kömür, ülke içi ihtiyacı karşılasa da mevcut rezervlerin daha etkin şekilde üretime geçirilmesi önemlidir. Ancak fosil yakıtlar içerisinde sera gazı salınımına yol açacak zararlı gazların üretiminde kömür ilk sıralarda yer almaktadır. Kyoto Protokolü'nden sonra Türkiye için ekonomik olarak fayda yerine zarar sağlaması olasıdır. Bir diğer önemli konu ise nükleer enerjidir. Nükleer enerjinin olası bir kaza sonrasında kalıcı hasarının derecesi tartışılmazdır. Bu nedenle nükleer enerji, aslında Türkiye'nin değil, dünya ülkelerinin genel bir sorunudur. Çernobil nükleer santralinde yaşanan kazanın etkileri, tüm Avrupa'da hissedildiği gibi Türkiye'de de hissedilmiştir. Ayrıca Bulgaristan ve Ermenistan'da bulunan reaktörler de eski reaktörlerdir. Söz konusu ülkelerdeki reaktörlerde yaşanabilecek bir kazada Türkiye direkt olarak etkilenecektir. Artan enerji açığını kapatmak amacıyla önümüzdeki yıllarda Türkiye'de nükleer santral ve santraller, mevcut hükümetin politikalarıyla açılacaktır. Enerjide dışa bağımlılık açısından bu önemli bir gelişmedir ve bu santrallerin günümüz teknolojisiyle kurulacağı için olası riskler en aza indirilecek gibi görünmektedir.

Türkiye nüfusu günden güne artmaktadır. Nüfusla beraber ülke ekonomisi, refah düzeyi ve kişi başına GSMH'da artmaktadır. Gelir düzeyi arttıkça insanlar, daha rahat bir yaşam tarzı için kendi araçlarını almayı ve toplu taşıma araçlarını tercih etmemeyi seçmektedir. Yabancı kaynaklı otomobil firmalarının da Türkiye'de fabrika kurmaları, ulaşım sektörü için Türkiye'nin sahip olduğu pazar potansiyelini fark ederek, özel araç satın almaları için bir teşvik haline getirmiştir. Maalesef Türkiye'de özellikle toplu taşımada gerekli alt yapı ve teşvik olmadığı için özel araç sayısında artışlar söz konusudur. Araç artışındaki bu rakamlar, direkt olarak petrol tüketimini arttırmaktadır. Dolayısıyla Türkiye'nin petrol ithalatının önüne geçmesi yada azaltması mümkün gibi görünmüyor. Bu nedenle, gerek denizde gerekse karada petrol arama-sondaj çalışmaları hızlı bir şekilde devreye sokulmalıdır.

Mevcut hükümet politikalarında, devlet üretiminden ziyade şahıslara teşviklerle enerji üretimi artırılması hedeflenmektedir. Ancak enerji verimliliği

konusunda üzerine düşen görevi de tam anlamıyla yerine getirememektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut enerji payı içerisindeki teşvikler yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle Türkiye, fosil yakıtlardan vazgeçebilmiş değildir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin tamamı kullanılsa da elde edilen enerji, fosil yakıtlardan elde edilebilecek enerjiden çok düşük kalmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma kapsamında, her ne kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına değinilmiş olsa da en önemli dört enerji kaynağının birbirleriyle olan ilişkileri incelenmiştir.

Çalışma kapsamında, GİR model kullanılıp elde edilen katsayılarla çapraz fiyat esneklikleri ve Morishima girdi ikame esneklikleri elde edilmiştir. Yapılan analiz sanayi sektörünü ele almakla beraber, gelişmişlik yolunda Türkiye'nin enerji politikaları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kömür ve doğalgaz Türkiye için sanayi sektöründe çok önemli yer tutmaktadır. Bu iki enerji kaynağı, çevrim santrallerinde elektrik enerjisi üretiminde kullanıldığı için işletmelerde ana masraf kalemlerinden biri olan elektrik enerjisi kullanımını masraflarını parasal olarak da etkilemektedir. Bunun yanı sıra nükleer santrallerin de devreye sokulmasıyla yurt için sanayileşme artması da olasıdır. Bütün bu üretim masraflarının azalması, tüketiciye olumlu yansıyor refah ve gelir düzeylerini de etkileyecektir ve dolaylı olarak gelişen Pazar payını koruyup dünya ekonomisinde önemli yer tutacaktır.

Türkiye, enerji politikalarında acilen çeşitlendirmeye gitmelidir. Özellikle doğalgazda Rusya'nın neredeyse tek tedarikçisi olması ilerleyen zamanlarda sıkıntıya düşmesine neden olabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye sokulması ivedi bir şekilde yapılmalıdır. Enerji verimliliği konusunda, halk daha fazla bilgilendirilmelidir. Elektrikte kayıp-kaçak oranı minimum düzeye getirilmelidir. Yeraltı kaynaklarının rezervleri doğru şekilde tespit edilip bunların derhal üretime geçmesi sağlanmalıdır. Nükleer santraller ve HES'ler devreye sokulup enerjide dışa bağımlılık arttırılmalıdır. Enerji için gerekli teknolojinin transfer edilmesi gerekmektedir. Kısaca özetlenecek olursa, Türkiye'de belirli fosil yakıtlarının çeşitlendirilmesi için gerekli önlemler alınmalı, enerjide çeşitlilik sağlanmalıdır.

## KAYNAKÇA

- Acaroğlu, M. (2007). *Alternatif Enerji Kaynakları*. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Aitken, A. C. (1935). On Least Squares and Linear Combination of Observations. *Proceedings of The Royal Society of Edinburgh*. 55: 42-48.
- Akgün, A. (2006). *Petrol Fiyatlarındaki Değişmenin İMKB-100 Endeksine Etkisi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Alemdaroğlu, N. (2007). *Enerji Sektörünün Geleceği Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye'nin Önündeki Fırsatlar*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 2007-29.
- Altınay, G. ve Karagol, E. (2004). Structural Break, Unit Root, and The Causality Between Energy Consumption and GDP in Turkey. *Energy Economics*. 26: 985-994.
- Altuntaşoğlu, Z. T. (2007). Yenilenebilir Enerjide Son Durum, Hedefler Ve Uygulanan Politikalar. *Türkiye VII.Enerji Sempozyumu Kitabı*.Düzenleyen TMMOB Ankara. 22-24 Ekim 2007.
- Aslan, A. ve Kum, H. (2011). The Stationary of Energy Consumption for Turkish Disaggregate Data By Employing Linear and Nonlinear UnitRoot Tests. *Energy*. 36: 4256-4258.
- Arslan, E. (2006). *Jeotermal Enerjiden Yararlanılarak Kuyu İçi Eşanjörü Yardımıyla Konut Isıtılması ve Sıcak Su İhtiyacının Karşılanması*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Denizli: Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aslan, N. ve Yamak, T. (2006). Türkiye'nin Enerji Sorununun Alternatif Enerji Kaynakları Açısından Değerlendirilmesi. *Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi*. 11(1): 53-76.

Aybars, N. (1990). Nükleer Enerjinin Fayda ve Zararları. *İnsan ve Kainat*. Ağustos : 36-39.

Aydın, L. (22.07.2011). *Türkiye'nin Enerji Açığı Sorunu ve Çözüm Önerileri*. <http://www.sde.org.tr/userfiles/file/Enerji%20Acigi%20Sorunu%20Analiz.pdf>, (24.02.2012).

Barış, K. ve Küçükali, S. (2012). Availability of Renewable Energy Sources in Turkey: Current Situation, Potential, Government Policies and The EU Perspective. *Energy Policy*. 42: 377-391.

Başkaya, Ş. (2010). Hidroelektrik Santralleri (HES) ve Rüzgar Enerjisi Santralleri'nde Çevresel Etki Değerlendirmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Kitabı, Artvin Çoruh Üniversitesi Artvin. 20-22 Mayıs 2010, s. 668-676.

Bayraç, H. N. (2009). Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye: Petrol ve Doğalgaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 10 (1): 115-142.

Bayraç, H. N. (2011). Küresel Rüzgar Enerjisi Politikaları ve Uygulamaları. *Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*. 30 (1): 37-57.

Beck, N. ve Katz, J. (1995). What to do (and not to do) with Time-Series Cross-Section Data. *The American Political Science Review*. 89 (3): 634-647.

BOREN (11.10.2012).*2011 Yılı Faaliyet Raporu*  
[.http://www.sp.gov.tr/upload/xSPRapor/files/j9lgG+faaliyet\\_2011.pdf](http://www.sp.gov.tr/upload/xSPRapor/files/j9lgG+faaliyet_2011.pdf), (21.12.2012).

BOTAŞ (26.09.2012).*2011 Yılı Sektör Raporu*.  
[http://www.botas.gov.tr/icerik/docs/faalrapor/2011/tur/fr2011\\_001-021.pdf](http://www.botas.gov.tr/icerik/docs/faalrapor/2011/tur/fr2011_001-021.pdf), (21.12.2012)



Bölük, G. (2010). *Türkiye Elektrik Piyasasında Gelişmeler: Reform, Performans ve Talep Analizi*. (Yayınlanmış Doktora Tezi). Antalya: Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Chambers, R. G. (1988). *Applied Production Economies: A Dual Approach*. Cambridge University Press.

Chiang, A.C. (1984). *Fundamental Methods of Mathematical Economics*. 3rd Ed. McGraw-Hill.

Çağlar, Ü., Cansel, C., Çakan, E., Onan, M. T. ve Kocaoğlu, Ş. (2008). Türkiye'nin Atıl Enerji Kaynağı: Rüzgar Enerjisi. 2. Ulusal İktisat Kongresi Kitabı Düzenleyen Dokuz Eylül Üniversitesi, İ.İ.B.F. İktisat Bölümü İzmir. 20-22 Şubat 2008, s.1-16.

Çakıroğlu, Ü. Ö. (2009). *Türkiye'nin Enerji Sektörünün Ekonomik Analizi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çalışkan, Ş. (2009). Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılık ve Enerji Arz Güvenliği Sorunu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 25: 297-310.

Çengelci E., Bayrakçeken H. ve Aksoy F. (2011). Hayvansal ve Bitkisel Yağlardan Elde Edilen Biyodizelin Dizel Yakıtı İle Karşılaştırılması. *Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 3(1): 41-53.

DEKTMK (29.12.2011). *Enerji Raporu-2011*.

<http://www.dektmk.org.tr/upresimler/enerjiraporu2012.pdf>, (03.01.2012).

Demirtürk, B. (27.09.2009). *Politik Bir Cinayet: EV 1*.

[http://www.cevreciyiz.com/is\\_ve\\_cevre/default.aspx?SectionId=192&ContentId=6677](http://www.cevreciyiz.com/is_ve_cevre/default.aspx?SectionId=192&ContentId=6677), (25.02.2012).

Doug L. Hoffman, D. L. ve Simmons, A. (2010). *The Energy Gap: How to Solve the World Energy Crisis, Preserve the Environment & Save Civilization*. The Resilient Earth Press.

Duru, O. (2006). *Türkiye Kömür İthalatında Deniz Taşımacılığı Arz-Talep Analizi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ercan, T. (1996). *Nükleer Enerji Kullanma Olanakları ve Riskleri*. Ankara: M.T.A. Yayını.

Erdoğan, H., Gümüş, B. ve Efe, B. S. (2009). Yoğunlaştırıcı Güneş Enerji Santralleri ve Ilısu HES'e Alternatif Olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne Uygulanabilirliği. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, Düzenleyen: TMMOB-EMO Diyarbakır. 19-21 Haziran 2009.

Erkul, H. (2012). Jeotermal Enerjinin Ekonomik Katkıları ve Çevresel Etkileri: Denizli-Kızıldere Jeotermal Örneği. *Yönetim Bilimleri Dergisi*. 10(19): 1-30.

Ertuğrul, H.M. (2010). Türkiye'de Enerji Sektöründeki Yapısal Reformların Enerji Verimliliği Üzerine Etkileri. *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*. 1(2): 145-171.

ETİ (2012). ETİ Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Bor Rezervleri. <http://www.etimaden.gov.tr/bor-rezervleri-72s.htm> (12.07.2013).

ETİ (05.06.2012). *ETİ Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Bor Sektör Raporu*. [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Sektor\\_Raporu\\_ETI\\_MADEN\\_2011.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_ETI_MADEN_2011.pdf) (12.07.2012).

ETKB (09.07.2010). *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı*. [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/ETKB\\_2010\\_2014\\_Stratejik\\_Planı.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/ETKB_2010_2014_Stratejik_Planı.pdf), (12.02.2011).

ETKB (27.10.2011). *Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler*.

[http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Nukleer\\_Santraller\\_ve\\_Ulkemizde\\_Kurulacak\\_Nukleer\\_Santrale\\_Ilişkin\\_Bilgiler.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Nukleer_Santraller_ve_Ulkemizde_Kurulacak_Nukleer_Santrale_Ilişkin_Bilgiler.pdf), (15.11.2011).

Fakioğlu E., Yürüm Y. ve Veziroğlu T.N. (2004). A Review of Hydrogen Storage Systems Based on Boron and Its Compounds. *Int. Journal of Hydrogen Energy*. 29: 1371-1376.

Firuzan, E. (2010). Türkiye Petrol Fiyatları Oynaklığının Modellenmesi. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*. 12: 1-17.

Fuinhas, J. A. ve Marques, A. C. (2012). Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Portugal, Italy, Greece, Spain and Turkey: An ARDL Bounds Test Approach (1965–2009). *Energy Economics*. 34: 511-517.

Gökalp, M. F. ve Pazarlıoğlu, M. V. (2010). Türkiye İmalat Sanayi İhracatında Enerji Esnekliği. *Turgut Ozal International Conference On Economics and Politics - I "Global Crises and Economic Governance*, Düzenleyen Turgut Özal Üniversitesi Malatya. 15-16 Nisan 2010.

Greene, W. H. ve Christensen, L. R. (1976). Economies of Scale in U.S. Electric Power Generation. *The Journal of Political Economy*. 84 (4): 655-676.

Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. (1997). *Enerji ve Çevre*. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayını.

Güneli, S. S., Filimci, S. ve Ayğan, K. (2005). Enerji Politikalarına Genel Bakış ve Alternatif Enerji Politikaları. *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, Düzenleyen TMMOB-EMO, Mersin. 19-21 Ekim 2005.

Gürücü, G. (2008). *Biodizel Atık Yağlardan Biodizel Eldesi*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Enerji ve Çevre Uyumu Euromat Entegre Matbaacılık.

Halıcıoğlu, F. (2011). A Dynamic Econometric Study of Income, Energy and Exports in Turkey. *Energy*. 36: 3348-3354.

Hatunoğlu, E. E. (2010). *Biyoyakıt Politikalarının Tarım Sektörüne Etkileri*. (Yayınlanmış Uzmanlık Tezi). Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı.

Hossain, Md. S. (2011). Panel Estimation for CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Trade Openness and Urbanization of Newly Industrialized Countries. *Energy Policy*. 39: 6991-6999.

Huang, K.S. (1991). Factor Demands in the U.S. Food-Manufacturing Industry. *American Journal of Agricultural Economics*. 73(3): 615-620.

İstanbul Ticaret Odası (2008). *Enerji ve Çevre Uyumu*. İstanbul: Euromat Entegre Matbaacılık.

İstanbul Teknik Üniversitesi (2007). *Türkiye’de Enerji ve Geleceği- İTÜ Görüşü*. İstanbul: İTÜ Yayınları.

Kankal, M., Akpınar, A., Kömürcü, M. İ. ve Özşahin, T. Ş. (2011). Modeling and Forecasting of Turkey’s Energy Consumption Using Socio-Economic and Demographic Variables. *Applied Energy*. 88: 1927-1939.

Karaca, İ.H. (18.09.2012). *Türkiye Güneş Enerjisi Sektöründe GENSED’in Rolü ve Mevzuata İlişkin Beklentiler*.

[http://www.gensed.org/pdf/sunum\(ire nec2012\\_ismailhakkikaracasunum\).pdf](http://www.gensed.org/pdf/sunum(ire nec2012_ismailhakkikaracasunum).pdf)

(15.02.2013).

Kaya C. (2006). *Düşük Bitkisel Yağların Biodizel Üretimi*.(Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Diyarbakır: Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kaya, İ. S. (2012). Uluslararası Enerji Politikalarına Bir Bakış: Türkiye Örneği. *Uluslararası Enerji Hukuku Sempozyumu*, Düzenleyen Çağ Üniversitesi, Mersin. 11-12 Mayıs 2012.

Kaygusuz, K. (2003). Energy Policy and Climate Change in Turkey. *Energy Conversion and Management*. 44: 1671-1688.

Kılıç, F. Ç. ve Kaya, D. (2007). Energy Production, Consumption, Policies and Recent Developments in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 11: 1312-1320.

Kumbasaroğlu, H. ve Dağdemir, V. (2010). Erzurum İlinde Buğday, Arpa ve Çavdarda Girdi Talebi Araştırması. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 16: 194-200.

Laure, B., Dissou, Y., ve West, G.E. (1996). Model Specification and Economies of Size in the Canadian Brewing Industry. *Review of Agricultural Economies*. 18: 655-667.

MAM (2006). *Production of Sodium Borohydride and Fuel Cell with Direct Sodium Boron*. <http://www.mam.gov.tr/english/ee/sib/ee-aet-fuelcell.htm>, (20.07.2011).

Miran, B., Abay, C. ve Günden, C. (2002). Pamukta Girdi Talebi: Menemen Örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 39(3): 88-95.

Narayan, P. K. ve Narayan, S. (2010). Carbondioxide and Economic Growth: Panel Data Evidence from Developing Countries. *Energy Policy*. 38: 661–666.

Owen J. (2005). Prospects for Borates as Raw Materials in a Hydrogen Economy. *Proceedings International Hydrogen Energy Congress and Exhibition*, Düzenleyen IHEC, İstanbul. 13-15 Temmuz 2005.

Özen, E. (2010). *Avrupa Parasal Birliği Piyasa Disiplinini Zayıflatır Mı? Kamu Maliyesi Riskinin Uzun Dönemli Kamu Tahvil Getirilerinde Fiyatlandırılması*. (Yayınlanmış Uzmanlık Tezi). Ankara: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası.

Pamir, N. (2005). Enerji Politikaları ve Küresel Gelişmeler. *Stratejik Analiz*. Aralık: 68-74.

Sanlı, B. (2009). Enerji Politikaları ve Planlamanın Geleceği'ne Bir Bakış. *VII. Enerji Sempozyumu*. Düzenleyen TMMOB, Ankara. 17-19 Aralık 2009.

Say, N. P. ve Yücel, M. (2006). Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions in Turkey: Empirical Analysis and Future Projection Based on An Economic Growth. *Energy Policy*. 34: 3870-3876.

Segal, D. (2003). A Multi-Product Cost Study of the U.S Life Insurance Industry. *Review of Quantitative Finance and Accounting*. 20 (2): 169-186.

Sparks, R. (2004). SUR Model Applied to Environmental Situation With Missing Data and Censored Values. *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*. 8(1): 15-32.

Srivastava A. ve Mathur, S.K. (2011). Rising Wage Inequality in India: A Translog Cost Function Analysis. *Journal of Business and Policy Research*. 6 (1): 1-15.

TAEK (24.08.2010). *Günümüzde Nükleer Enerji*. <http://www.taek.gov.tr/belgeler-formlar/yayinlar/bilgi-dokumanlari/G%C3%BCn%C3%BCm%C3%BCzde-N%C3%BCkleer-Enerji/>, (05.11.2011).

TAEK (25.01.2013). *Toryum*. <http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/172-nukleer-yakit-cevrimi/471-toryum.html>, (04.03.2013).

Tatoğlu, F.Y. (2012). *İleri Panel Veri Analizi-Stata Uygulamalı*. İstanbul: Beta Yayımcılık.

TEVEM (28.10.2011). *Türkiye Enerji ve Enerji Verimliliği Çalışmaları Raporu-Yeşil Ekonomiye Giriş*. <http://www.enver.org.tr/UserFiles/CKUpload/Upload/tevem-2.pdf>, (29.11.2011).

Thompson, P. ve Taylor, T. G.(1995). The Capital-Energy Substitutability Debate: A New Look. *The Review of Economics and Statistics*. 77 (33): 565-569.

TMMOB (2010). *Türkiye'nin Enerji Görünümü-Oda Raporu*. Ankara: Türkiye Makine Mühendisleri Odası Yayınları, Ankamat Matbaacılık.

TPAO (03.08.2011). *2010 Yılı Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu*. [http://www.tpa.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/sektorraporu\\_2010.pdf](http://www.tpa.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/sektorraporu_2010.pdf), (29.11.2011).

TPAO (18.05.2012). *2011 Yılı Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu*. [http://www.tpa.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/2011\\_Yili\\_Hampetrol\\_ve\\_Dogal\\_Gaz\\_Sektor\\_Raporu.pdf](http://www.tpa.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/2011_Yili_Hampetrol_ve_Dogal_Gaz_Sektor_Raporu.pdf), (02.06.2012).

TTK (28.05.2012). *Türkiye Taş Kömürü Kurumu Genel Müdürlüğü Taş Kömürü Sektör Raporu*. [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Sektor\\_Raporu\\_TTK\\_2011.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TTK_2011.pdf), (01.06.2012).

Tuncay, G. ve Eskibalcı, M. F. (2003). Türkiye Enerji Hammaddeleri Potansiyelinin Değerlendirilebilirliği. *İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*. 16(1): 81-92.

Uğurlu, Ö. (2006). *Türkiye'de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Uslu, T. (2007). Bor Madeninin Enerji Kaynağı Olarak Kullanılması. *TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu - Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye Gerçeği Sempozyumu*, Düzenleyen: TMMOB, Ankara.22-24 Ekim 2007.

Üstün, A.K., Apaydın, M., Filik, Ü., B. ve Kurban, M. (2009). Kyoto Protokolü Kapsamında Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikalarına Genel Bir Bakış. *V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Kitabı*, Düzenleyen: TMMOB-EMO, Diyarbakır. 19-21 Haziran 2009, s.23-28.

Varınca, K. B. ve Gönüllü, M. T. (2006). Türkiye'de Günes Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Arastırma. *I. Ulusal Günes ve Hidrojen Enerjisi KongresiKitabı*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Eskişehir. 21-23 Haziran 2006, s.270-275.

Zellner, A. (1962). An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias. *Journal of the American Statistical Association*. 57 (298): 348-368.

[www.bp.com](http://www.bp.com)

[www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr)

[www.etimaden.gov.tr](http://www.etimaden.gov.tr)

[www.iaea.org](http://www.iaea.org)

[www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)