

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**DOKTORA PROGRAMI**

**TÜRKİYE'DE ENERJİ TÜKETİMİ EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN  
BÖLGESEL VE SEKTÖREL ANALİZİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Can USTA**

**MAYIS-2015**

**TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**DOKTORA PROGRAMI**

**TÜRKİYE’DE ENERJİ TÜKETİMİ EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN  
BÖLGESEL VE SEKTÖREL ANALİZİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Can USTA**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Metin BERBER**

**MAYIS-2015**

**TRABZON**

## ONAY

*Can Usta* tarafından hazırlanan “*Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Bölgesel ve Sektörel Analizi*” adlı bu çalışma 29.05.2015 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda (*oybirliği /oyçokluğu*) ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İktisat Anabilim dalında **doktora tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Metin Berber (Başkan)

Prof. Dr. Ömer YILMAZ (Üye)

Prof. Dr. Hüseyin DAĞLI (Üye)

Prof. Dr. Yakup KÜÇÜKKALE (Üye)

Doç. Dr. Servet CEYLAN (Üye)

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylıyorum.

Prof. Dr. Ahmet ULUSOY

Enstitü Müdürü

## **BİLDİRİM**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her tür yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

**Can USTA**

**29.05.2015**

## ÖNSÖZ

Enerji, tarihin ilk evrelerinden günümüze kadar bilerek veya bilmeyerek etkileşim içinde olunan en önemli kavramlardan biridir. Bu gerçeklikten hareketle kavram, bilimsel olarak çeşitli açılardan incelenmiştir. Tarih, politika, uluslararası ilişkiler, ekonomi, üretim, çevre ve ekoloji gibi pek çok değişkenle ilişkisi araştırılan enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi de merak konusu olmuştur. Enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisi farklı değişkenler, ülkeler, dönemler ve yöntemler itibariyle araştırılmıştır. Yapılan çalışmalardan farklılaşmak ve literatüre katkı sağlamak adına çalışmada Türkiye’de bölgesel ve sektörel enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde etkisi olup olmadığı konusu teorik ve ampirik açıdan analiz edilmiştir.

Doktora eğitimim süresince ve bu çalışmanın her aşamasında değerli önerileriyle bana yol gösteren, ilgi, sabır, yardım ve her türlü desteğini benden esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Metin BERBER hocama sonsuz şükran ve teşekkürlerimi sunarım. Tez jürimde bulunmalarından onur duyduğum ve sabırla bana yol gösteren hocalarım; Sayın Prof. Dr. Hüseyin DAĞLI, Sayın Prof. Dr. Yakup KÜÇÜKKALE, Sayın Prof. Dr. Ömer YILMAZ ve Sayın Doç. Dr. Servet CEYLAN’a değerli eleştiri ve katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmanın ekonometrik bölümünün oluşturulmasında değerli katkı, yardım ve bilgilerini benden esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Murat Can GENÇ ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Aykut KARAKAYA hocalarıma teşekkürü borç bilirim. Ayrıca destek ve sabırlarıyla her zaman yanımda olan değerli eşim, çocuklarım ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Trabzon, Mayıs 2015

Can USTA

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	X
ABSTRACT .....	XI
TABLolar LİSTESİ .....	XII
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	XIV
GRAFİKLER LİSTESİ .....	XV
KISALTMALAR LİSTESİ .....	XVI
GİRİŞ.....	1-4

## BİRİNCİ BÖLÜM

1. TEMEL KAVRAMLAR VE TEORİK YAPI.....	5-57
1.1. Enerji Kavramı .....	5
1.2. Enerji Kaynakların Sınıflandırılması .....	6
1.2.1. Birincil Enerji Kaynakları.....	6
1.2.1.1. Yenilenemeyen Kaynaklar (Stok Kaynaklar) .....	8
1.2.1.2. Yenilenebilen Kaynaklar (Akım Kaynaklar) .....	10
1.2.2. İkincil Enerji Kaynakları .....	13
1.3. Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisinin Mikro Temelleri .....	14
1.3.1. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu .....	15
1.3.2. CES Üretim Fonksiyonu .....	16
1.3.3. LINEX Üretim Fonksiyonu.....	17
1.3.4. Leontief Üretim Fonksiyonu .....	18

1.4. Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisinin Makro Temelleri .....	19
1.4.1. Hakim İktisat Anlayışında Büyüme ve Enerji .....	21
1.4.1.1. Klasik Ekonomilerde Büyüme ve Enerji.....	21
1.4.1.2. Neoklasik Ekonomide Büyüme ve Enerji .....	23
1.4.1.2.1. Neoklasik Büyüme Teorisinin Doğal Kaynaklar İle Genişletilmesi .....	25
1.4.1.3. İçsel Büyüme Teorilerinde Büyüme ve Enerji.....	28
1.4.1.3.1. İçsel Büyüme Teorisinin Doğal Kaynaklar İle Genişletilmesi .....	30
1.4.2. Ekolojik Ekonomi Modelinde Büyüme ve Enerji .....	32
1.4.2.1. Ekolojik Ekonomide Öne Çıkan Yaklaşımlar .....	37
1.4.2.1.1. Kenneth Boulding'in Yaklaşımı .....	38
1.4.2.1.2. Nicholas Georgescu-Roegen'in Yaklaşımı .....	39
1.4.2.1.3. Herman Daly'nin Yaklaşımı.....	40
1.4.2.1.4. Reiner Kümmel'in Yaklaşımı.....	41
1.4.2.1.5. Robert U. Ayres'in Yaklaşımı .....	42
1.4.2.1.6. B.C. Beaudreau'nun Yaklaşımı .....	45
1.4.2.1.7. Öne Çıkan Diğer Yaklaşımlar .....	46
1.5. Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisini Etkileyen Faktörler .....	48
1.5.1. Enerji ve Diğer Girdiler Arasındaki İkame ve Tamamlayıcılık İlişkisi .....	48
1.5.2. Teknolojik Yenilik ve Enerji Etkinliği.....	50
1.5.3. Enerji Kalitesi ve Enerji Girdisi Bileşiminde Kaymalar .....	54
1.5.4. Çıktı Bileşiminde Kaymalar .....	54
1.6. Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisinde Dışsallıklar .....	55
1.6.1. Çevresel Kuznets Eğrisi .....	56

## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE TARAF OLDUĞU ENERJİ

<b>ANLAŞMALARİ .....</b>	<b>58-101</b>
2.1. Birincil Enerji Kaynakları Rezerv ve Üretimi .....	58
2.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları Rezerv ve Üretimi.....	59
2.1.1.1. Kömür.....	60
2.1.1.1.1. Taş Kömürü .....	61
2.1.1.1.2. Linyit .....	63
2.1.1.2. Petrol .....	64
2.1.1.3. Doğal Gaz.....	67
2.1.1.4. Diğer Yenilenemeyen Enerji Kaynakları .....	70
2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Rezerv ve Üretimi.....	73
2.1.2.1. Hidrolik Enerji.....	74
2.1.2.2. Biyokütle Enerjisi.....	76
2.1.2.3. Jeotermal Enerji.....	79
2.1.2.4. Güneş Enerjisi .....	80
2.1.2.5. Rüzgar Enerjisi.....	81
2.2. İkincil Enerji Kaynakları Üretimi .....	82
2.2.1. Elektrik Enerjisi Üretimi .....	82
2.3. Nihai Enerji Tüketimi .....	85
2.3.1. Nihai Enerji Tüketimi İçinde Elektrik Tüketiminin Payı.....	87
2.3.2. Nihai Enerji Tüketiminin Sektörel ve Bölgesel Dağılımı .....	88
2.3.3. Nihai Enerji Tüketimi ve Kişi Başına Milli Gelir .....	90
2.4. Enerji İthalatı ve Dışa Bağımlılık .....	91
2.5. Enerji Politikaları ve Anlaşmalar.....	93



2.5.1. Petrol Taşımacılığı Anlaşmaları.....	94
2.5.1.1. Irak - Türkiye Ham Petrol Boru Hattı .....	94
2.5.1.2. Bakü – Tiflis – Ceyhan (BTC) Ham Petrol Boru Hattı .....	94
2.5.2. Doğal Gaz Taşımacılığı Anlaşmaları.....	95
2.5.2.1. Doğu Anadolu Hattı .....	95
2.5.2.2. Mavi Akım .....	95
2.5.2.3. Bakü-Tiflis-Erzurum Hattı .....	96
2.5.2.4. Güney Kafkasya Doğal Gaz Boru Hattı Projesi .....	97
2.5.2.5. Türkiye – Yunanistan – İtalya Doğal Gaz Bağlantısı.....	97
2.5.2.6. Irak – Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı Projesi.....	98
2.5.2.7. Türkiye-Avusturya Doğal Gaz Boru Hattı Projesi (NABUCCO).....	98
2.5.2.8. Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi (TANAP).....	98
2.5.3. Kyoto Protokolü .....	99

### ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

<b>3. ENERJİ TÜKETİMİ EKONOMİK BÜYÜME LİTERATÜRÜ .....</b>	<b>102-153</b>
3.1. Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisi.....	102
3.1.1. Gelişmiş Ülkelerde Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisi .....	102
3.1.2. Gelişmekte Olan Ülkeler Açısından İlişkinin İncelenmesi .....	106
3.2. Türkiye’de Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisi.....	108
3.3. İlişkinin Sektörel ve Bölgesel Olarak İncelenmesi.....	118
3.3.1. İlişkinin Sektörel Açısından İncelenmesi .....	119
3.3.2. İlişkinin Bölgesel Açısından İncelenmesi.....	124
3.4. İlişkinin Farklı Ekonometrik Yöntemlerle Tahmini .....	127
3.4.1. Yatay Kesit Yöntemiyle İlişkinin Tahmini .....	128
3.4.2. Zaman Serileri Yöntemiyle İlişkinin Tahmini .....	129

3.4.3. Panel Yöntemiyle İlişkinin Tahmini .....	143
---	-----

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

<b>4. EKONOMETRİK YÖNTEM, VERİ SETİ VE BULGULAR.....</b>	<b>154-178</b>
4.1. Ekonometrik Yöntem.....	154
4.1.1. Zaman Serisi Analizi .....	154
4.1.1.1. Birim Kök Analizi .....	155
4.1.1.2. Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi.....	157
4.1.2. Panel Veri Analizi .....	158
4.1.2.1. Sabit Etkiler Modeli .....	159
4.1.2.2. Tesadüfî Etkiler Modeli.....	160
4.1.2.3. Model Seçimi .....	161
4.2. Ekonometrik Bulgular .....	163
4.2.1. Zaman Serisi Analiz Sonuçları .....	163
4.2.1.1. Veri Seti.....	163
4.2.1.2. Birim Kök Analiz Sonuçları.....	164
4.2.1.3. Toda-Yamamoto Nedensellik Sonuçları .....	165
4.2.2. Panel Veri Analiz Sonuçları .....	167
4.2.2.1. Veri Seti ve Ekonometrik Model.....	167
4.2.2.2. Düzey 2 Bölgeleri İçin Panel Regresyon Sonuçları .....	169
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>179</b>
<b>YARARLANILAN KAYNAKLAR .....</b>	<b>187</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>208</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>209</b>

## ÖZET

Çalışmada Türkiye’de bölgesel ve sektörel enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi teorik ve ampirik olmak üzere iki aşamada incelenmiştir. İlk olarak iktisat okullarının enerji tüketimi büyüme ilişkisine bakışları teorik olarak ortaya konulmuştur. Daha sonra Türkiye’nin enerji piyasası incelenmiştir. İkinci olarak da Türkiye ekonomisi için sektörel bazda zaman serisi analizi ve bölgesel bazda da panel veri analizi yöntemleri kullanılarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki test edilmiştir. Sektörel enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, 1970-2012 dönemi ait yıllık veriler ve Toda-Yamamoto (1995) Nedensellik Testi kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre ulaştırma ve sanayi sektörleri enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü bir nedensellik olduğu sonuca varılmıştır. Ayrıca tarım ve konut enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Enerji tüketimi büyüme ilişkisinin bölgesel olarak incelenmesinde İBBS Düzey 2 Bölgeleri esas alınmıştır. Bölgesel enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, bu bölgelere ait 2004-2011 dönemi yıllık verileri kullanılarak test edilmiştir. Düzey 2 bölgeleri hem tüm bölgeler itibariyle hem de nispeten gelişmiş ve daha az gelişmiş bölgelere ayrılarak analize katılmıştır. Gayri safi katma değer, kamu yatırımları, istihdam ve elektrik tüketim verileri kullanılarak panel regresyon analizi yapılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre bölgesel enerji tüketimi ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Bölgesel Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, İİBS Düzey 2 Bölgeleri, Panel Veri Analizi, Zaman Serisi Analizi,

## **ABSTRACT**

In this study the impact of the regional and sectoral energy consumption on the economic growth in Turkey has been examined in two stages. Firstly, the view of economic schools to relationship energy consumption and growth has been exposed and then Turkey's energy market has been examined. Secondly, the relationship between energy consumption and economic growth has been tested for Turkey's economy using time series analysis at sectoral basis and using panel data analysis methods at regional basis. The impact of the sectoral energy consumption on economic growth has been analyzed using the Toda- Yamamoto (1995) Causality Test and annual data of 1970-2012 period. The results indicate that the presence of a bi-directional causal relationship between GDP and industrial and transport energy consumption. On the contrary, there are no causal relationship between GDP and agriculture and residential energy consumption.

Annual data of 2004-011 period has been used at NUTS 2 level, while it is investigated the impact of the regional energy consumption on the economic growth. Level 2 regions participated in the analysis as a whole beside relatively advanced and less advanced regions. Panel regression analysis have been made by using Gross value added, public investments, employment and electricity of consumption data. In this study is concluded that regional energy consumption affected positively economic growth.

**Keywords:** Regional Energy Consumption, Economic Growth, NUTS 2 Level, Panel Data Analysis, Time Series Analysis

## TABLolar LİSTESİ

<b><u>Tablo Nr.</u></b>	<b><u>Tablonun Adı</u></b>	<b><u>Sayfa Nr.</u></b>
1	Uluslararası Genel Kömür Sınıflandırması.....	9
2	Birincil Enerji Kaynakları Üretimi (Btep) .....	59
3	Türkiye'deki Taş Kömürü Rezervleri (Ton).....	61
4	TTK Satılabilir Üretim Miktarları (Ton).....	62
5	Kurumlar İtibariyle Linyit Rezervleri .....	63
6	Linyit Üretimi (Bin Ton).....	64
7	Yıllar İtibariyle Ham Petrol Üretimi .....	66
8	Yıllar İtibariyle Doğal Gaz Üretimi (m <sup>3</sup> ).....	69
9	Hidrolik Enerjide Dünyada Öne Çıkan Ülkeler .....	74
10	Dünya Bioyakıt Üretimi .....	76
11	Dünya Biodizel Üretimi .....	77
12	Nihai Enerji Tüketimi .....	85
13	Sektörlere Göre Nihai Enerji Tüketimi (Btep).....	89
14	2013 Yılı Enerji Talep, Üretim ve İthalat (Btep) .....	92
15	Enerji İthalatının Toplam İthalat İçindeki Payı (Milyar Dolar).....	93
16	Çalışmada Kullanılan Değişken Çiftleri .....	103
17	Zaman Serisi Kullanan Çalışmalar .....	136
18	Panel Veri Metodjisi Kullanan Çalışmalar .....	151
19	ADF Birim Kök Testi Sonuçları .....	164
20	PP Birim Kök Testi Sonuçları.....	165
21	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları .....	167
22	İllerin ve Bölgelerinin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeks Değerlerine Göre Sıralaması.....	170
23	Model 1 Tahmin Sonuçları.....	171
24	Model 2 Tahmin Sonuçları.....	173
25	Model 3 Tahmin Sonuçları.....	174

<b><u>Tablo Nr.</u></b>	<b><u>Tablonun Adı</u></b>	<b><u>Sayfa Nr.</u></b>
26	Model 4 Tahmin Sonuçları.....	175
27	Model 5 Tahmin Sonuçları.....	176
28	Model 6 Tahmin Sonuçları.....	177
29	Model 7 Tahmin Sonuçları.....	178

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil Nr.</u>	<u>Sekil Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
1	Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	7
2	Ekolojik Ekonomi Faaliyet Akım Şeması.....	34
3	Dolaylı Enerji Tüketimi ve İkame Sınırları.....	50
4	İkame ve Nötr Teknik Değişiklik.....	51
5	Enerji Tasarruf Edici veya Enerji Kullanan Teknik Değişiklik.....	52
6	Çevresel Kuznets Eğrisi: Kalkınma Çevre İlişkisi.....	56
7	Kamu Elektrik Sektörünün Yeniden Yapılandırılması.....	83

## GRAFİKLER LİSTESİ

<b><u>Grafik Nr.</u></b>	<b><u>Grafiğin Adı</u></b>	<b><u>Sayfa Nr.</u></b>
1	Dünya Petrol Rezervlerinin Bölgesel Dağılımı (%).....	65
2	Doğal Gaz Rezervleri.....	68
3	Türkiye’de Elektrik Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı.....	84
4	Nihai Enerji Tüketimi İçinde Elektrik Tüketiminin Payı.....	87
5	Türkiye’de Kişi Başına Gelir ve Kişi Başına Enerji Tüketimi İlişkisi.....	91



## KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ADF	: Genişletilmiş Dickey Fuller
AIC	: Akaike Bilgi Kriteri
APEC	: Asya Pasifik Ekonomik İşbirliği Teşkilatı
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
ARDL	: Gecikmesi Dağıtılmış Otoresgressif Sınır Testi
ASEAN	: GÜney Doğu Asya Ülkeleri Birliği
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BOTAş	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.ř.
BP	: British Petroleum
BTC	: Bakü Tiflis Ceyhan
BTEP	: Bin Ton Petrol Eşdeğeri
CES	: Sabit İkame Esnekliği
CSP	: Odaklanmış Güneş Enerjisi
DF	: Dickey Fuller
DGBH	: Doğal Gaz Boru Hattı
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
ECM	: Hata Düzeltme Modeli
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi

EKK	: En Küçük Kareler
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPIAŞ	: Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	: Elektrik Üretim A.Ş.
FMOLS	: Değiştirilmiş Sıradan En Küçük Kareler
GEPA	: Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
GES	: Güneş Enerjisi Santrali
GMM	: Geliştirilmiş Moment Metodu
GSKD	: Gayri Safi Katma Değer
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HES	: Hidroelektrik Santrali
HPBH	: Ham Petrol Boru Hattı
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
İBBS	: İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırması
KBGSYİH	: Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
KEP	: Kilogram Petrol Eşdeğeri
KKTC	: Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
KTEP	: Kiloton Petrol Eşdeğeri
KPSS	: Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin Durağanlık Testi
KWh	: Kilowatt saat

LINEX	: Doğrusal Üstel
LNG	: Likit Doğal Gaz
LPG	: Likit Petrol Gazı
MWh	: Megawat saat
MTA:	: Maden Tetkik ve Arama Kurumu
MTEP	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
NUTS	: İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
OLS	: Sıradan En Küçük Kareler
PİGM	: Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
PP	: Phillips Perron Birim Kök Testi
PV	: Fotovoltatik
RGSYİH	: Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
SCP	: Güney Kafkasya Doğal Gaz Boru Hattı Projesi
SEM	: Sabit Etkiler Modeli
SIC	: Schwarz Bilgi Kriteri
TEAŞ	: Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş.
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
TEM	: Tesadüfi Etkiler Modeli

TEMİ	: Transatlantic Exploration Mediterranean International Pty. Ltd.
TETAŞ	: Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu
TTK	: Türkiye Taşkömürü Kurumu
TPAO	: Türkiye Petrolleri A.O.
TÜFE	: Tüketici Fiyatları Endeksi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜPRAŞ	: Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.
TWh	: Tera Watt Saat
TYDL	: Toda Yamamoto Dolado Lutkepohl Nedensellik Testi
UAEA	: Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
UECM	: Kısıtlanmamış Hata Düzeltme Modeli
VAR	: Vektör Otoregresyon
VECM	: Vektör Hata Düzeltme Modeli
WDI	: Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri
WEC	: Dünya Enerji Konseyi

## GİRİŞ

İnsanlık tarihinin ilk evrelerinden itibaren insanoğlunun ele aldığı ve düşündüğü en önemli kavramlardan birisi enerji olmuştur. İlk zamanlardan beri en temel ihtiyaçlar için çeşitli şekillerde kullanılan enerji, Sanayi Devrimi ile birlikte kitlesel üretime geçilmesine paralel olarak yeni bir boyut kazanmıştır. Sanayi Devrimi enerjiye olan ihtiyacın artmasına ve yeni arayışların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Enerjiye olan ihtiyacın artmasında etkin olan sanayileşme, aynı zamanda insanların şehir merkezlerinde toplanmasına neden olmuş ve hızlı nüfus artışını beraberinde getirmiştir. Bu durum döngüsel olarak enerjiye olan ihtiyacın daha da artmasına neden olmuştur.

Enerjiye olan ihtiyacın artması yeni arayışların yanında birçok çatışmanın hatta savaşların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Enerji kaynaklarının yeryüzünde farklı alanlara dağılmış olması ülkelerin sınırlarının değişmesini hatta egemenliklerini kaybedip tarih sayfalarına karışmasını beraberinde getirmiştir. Küreselleşen dünyada çatışmaları beraberinde getiren enerji kimi zaman da insanoğluna çeşitli işbirliği imkânları sağlamıştır. Yapılan enerji anlaşmaları ülkelerin ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli hale gelmiştir. Fakat genel itibariyle değerlendirildiğinde enerji kaynaklarını doğru yönetemeyen veya enerji güvenliğini sağlayamayan ülkeler topraklarını başka ülkelere bırakmak zorunda kalmıştır.

Enerjinin, nüfus artışı, kentleşme, siyasal faktörler ve çevre gibi değişkenlerle olan ilişkileri yanında ekonomi teorisi ile de etkileşimi söz konusudur. Üretimin, emek ve sermayenin bir fonksiyonu olarak ifade edildiği klasik üretim fonksiyonu zamanla doğal kaynakları ve daha dar çerçevede düşünülecek olursa enerjiyi kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Bu durumda üretim, emek ve sermaye yanında enerjinin bir fonksiyonudur denilebilir.

Toplam enerji kullanımının toplam üretim artışı üzerindeki etkisi yıllar boyu tartışma konusu olmuştur. Yapılan bazı çalışmalar, enerji tüketiminden büyümeye doğru olması beklenen etkiyi tespit edemezken, bazıları ise büyümeden enerji tüketimine doğru

bir etki tespit etmiştir. Böyle bir ilişkinin varlığının veya yönünün tespit edilmesi oluşturulacak olan enerji politikaları açısından son derece önemlidir.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesinde dört hipotez sıranmaktadır. Birincisi olan büyüme hipotezine göre enerji tüketimindeki bir artış reel GSYİH'da artışa neden olur. İkinci olarak tasarruf hipotezi, eğer reel GSYİH'daki bir artış enerji tüketiminde bir artışa neden olursa doğrulanır. Üçüncü olarak nötr hipotezi enerji tüketimi ve reel GSYİH arasında nedensel ilişkinin yokluğu tarafından desteklenir. Dördüncü olarak, geri besleme hipotezine göre, enerji tüketimi ve reel GSYİH ilişkili olup, bir diğerinin tamamlayıcısı olarak çok iyi hizmet edebilir. Enerji tüketimi ve büyüme arasındaki iki yönlü nedenselliğin mevcudiyeti geri besleme hipotezini destekler.

II. Dünya savaşı sonrası ülkelerin hızlı büyüme sürecine girmesi enerjiye olan talep ve ihtiyacın artmasına neden olmuştur. Bunun yanında yoğun enerji kullanımı nedeniyle çevresel sorunlar da ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu gelişmeler enerji konusuna ilgiyi artırmıştır. Önceleri iktisadi düşünce okulları toprak ve doğal kaynak kavramlarını kullanırken, yaşanan gelişmelere paralel olarak enerji kavramını kullanmaya başlamışlardır. Böylece enerjinin ekonomik faaliyetlerdeki yeri teorik olarak inceleme konusu yapılmıştır. Enerji darboğazlarının yaşandığı 1970'li yıllarda ise enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi amprik olarak incelenmeye başlanmıştır. Yapılan çalışmalarda oldukça tartışmalı sonuçlar elde edilmiştir. Hatta hemen hemen aynı dönem, ülke ve yönetime sahip çalışma sonuçları bile farklı çıkmıştır.

Enerji kaynaklarının kıt olması yeni arayışları da beraberinde getirmiştir. Bu enerji kaynaklarının bazılarını yenilemek mümkün iken bazılarını yenilemek mümkün olmamaktadır. Petrol, kömür ve doğal gaz gibi enerji kaynakları, yıllar belki asırlar içerisinde oluşmaktadır. Bu kaynakların kullanımıyla birlikte rezervleri giderek azalmakta ve günümüz itibariyle stoklarının tükenmesine çok kısa süreler bulunmaktadır. Öte yandan fosil yakıt olarak da tabir edilen bu kaynakların kullanım sürelerinin azalması yeni teknolojilerin gelişmesine de vesile olmaktadır. Mesela otomobillerde kullanılan petrol ve petrol türevi kaynakların rezervlerinin hızla azalması elektrikle çalışan araçların veya biyoyakıt olarak tabir edilen ve bitkilerden elde edilen yakıtlarla çalışan araçların veya teknolojilerin gelişmesini beraberinde getirmiştir. Yine bunun gibi çeşitli ihtiyaçlar için

mevcut kullanılan enerji kaynaklarının yerine güneş, rüzgâr gibi yenilenebilen enerji kaynaklarının ve teknolojilerinin gelişmesi için çalışmalar hızla devam etmektedir.

Konuya olan merak özellikle 1970’li yıllarda ortaya çıkan petrol darboğazının ülke ekonomilerini olumsuz yönde etkilemesiyle artmıştır. Petrol darboğazları, ülkelerin hem iç hem de dış göstergelerini olumsuz yönde etkilemiştir. Dünyada yaşanan bu gelişmelere paralel olarak Türkiye’de de enerji ve büyüme ilişkisine olan ilgi hızla artmıştır. 1980’li yıllara doğru hızla yükselen enflasyon oranının, dış ticaret açıklarının ve cari açığın artmasında 1970’li yıllarda yaşanan enerji şoklarının etkisi olduğu bir gerçektir. Ayrıca 1980’li yıllarda hızla yaşanan liberalleşme hareketleri enerji piyasasını da etkilemiştir. Günümüzde enerjinin üretilmesinden dağıtılmasına kadar çeşitli alanlarda özelleştirme uygulamaları ve özel teşebbüs işletmeleri giderek artmıştır. Burada özetlenen gelişmeler sonucunda, enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisi merak ve tartışma konusu olmaya devam etmiştir.

Türkiye’de enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Bununla birlikte bu çalışmalarda çelişkili sonuçlar ortaya koyulmuştur. Ayrıca sektörel olarak konuyu inceleyen az sayıda çalışma vardır. Çok sektörlü bir yapı içinde ilişkiyi inceleyen bir çalışma bulunmaktadır. Fakat bu çalışmada da teoriyle ters düşen sonuçlar raporlanmıştır. Öte yandan Türkiye’de ilişkinin bölgesel analizini yapan çalışma ise bulunmamaktadır. Bu nedenlerle gerek sektörel gerekse bölgesel olarak enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisi incelenerek ekonomik teoriye katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Dört bölümden oluşan çalışmada enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin sektörel ve bölgesel analizini yapmak amacıyla birinci bölümde enerji kavramı ve türleri tanıtılmıştır. Bu bölümde ayrıca ilişkinin teorik çerçevesi oluşturulmaya çalışılmış, bu kapsamda sıklıkla kullanılan üretim fonksiyonları incelendikten sonra hakim iktisat anlayışının enerjiye bakışı ele alınmıştır. Daha sonra da enerjiyi, üretimin tek birincil faktörü olarak gören ekolojik iktisat anlayışı incelenmiştir. Öte yandan enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi etkileyen faktörler de bu bölümde ele alınmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde Türkiye’nin sahip olduğu enerji kaynakları potansiyeli, üretim ve tüketim miktarları ele alınarak, enerji arz ve talep dengesi ortaya

koyulmuştur. Küresel ve bölgesel anlamda Türkiye'nin taraf olduğu anlaşmalar ve yürütülen politikalar yine bu bölüm kapsamında ele alınmıştır.

Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin sektörel ve bölgesel enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz etmek amacıyla üçüncü bölümde literatür incelemesi yapılmıştır. Literatür incelemesi, çalışmayla bir bütünlük sağlaması bakımından, kullanılan ekonometrik yöntem, ülkelerin gelişmişlik seviyesi, sektörel ve bölgesel yapılan çalışmalar şeklinde sınıflandırılmıştır.

Dördüncü bölümde ise çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemlerin teorik açıklamaları yapılmış, veri seti ortaya koyulduktan sonra ekonometrik analiz gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de enerji tüketimi büyüme ilişkisinin sektörel analizinde zaman serisi metodolojisi tercih edilmiştir. Zaman serisi analizinde ele alınan dönem 1970-2012 dönemidir. Bu ilişkinin bölgesel bazda analizinde İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırması (İBBS) Düzey 2 bölgeleri esas alınmıştır. Düzey 2 bölgeleri 26 alt bölgeden oluşmaktadır. İBBS, uygulamaya 2002 yılında geçtiğinden dolayı bu bölgelere ait veriler 2004 yılında yayımlanmaya başlanmıştır. Bu nedenle ilişkinin bölgesel olarak analiz edilmesinde 2004-2011 dönemi veriler mevcut olduğundan zaman serisi analizi yapılamamıştır. Veri setindeki bu yetersizlik panel veri metodolojisi kullanılarak giderilmiştir. Ekonometrik analizden elde edilen sonuçlar yine bu bölüm içerisinde ayrı ayrı ortaya konulmuştur.

Çalışmadan elde edilen bulgular sonuç ve öneriler kısmında değerlendirilmiş ve bu doğrultuda oluşturulan politika önerilerine yer verilmiştir. Ayrıca teoriye nasıl bir katkı sağlandığı ve bundan sonraki çalışmalarda neler yapılabileceği konusunda araştırmacılara bir takım tavsiyelerde bulunulmuştur.



## BİRİNCİ BÖLÜM

### 1. TEMEL KAVRAMLAR VE TEORİK YAPI

Bu bölümde önce enerji kavramı açıklanmış ve temel türleri ortaya koyulmuş, sonra enerji kaynaklarının sınıflandırması yapılmıştır. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesinde kullanılan ve teorik yapıyı oluşturan hakim iktisat anlayışı ile ekolojik iktisat anlayışının enerjiye bakışı ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

#### 1.1. Enerji Kavramı

Yararlı iş yapabilme yeteneğine enerji denir. Birçok farklı enerji türü bulunmaktadır. Bunlardan önemli olan bazıları şunlardır (Elektrik Üretim A.Ş. [EÜAŞ] Enerji Çeşitleri, (t.y.), <http://www.euas.gov.tr/Sayfalar/EnerjiCesitleri.aspx>):

**Mekanik Enerji:** Faydalı iş yapabilen hareket enerjisidir. Hareket enerjisi (kinetik enerji) elektrik santrallerinde suyun türbine çarpması şeklinde bir dönüşüm yapıldığında mekanik enerji olarak ortaya çıkmaktadır. Elde edilen mekanik enerji ile her hangi bir iş yapılabileceği gibi elektrik enerjisi de üretilebilmektedir.

**Isı Enerjisi (Termal Enerji):** Kömür, petrol, linyit, doğalgaz gibi yakıtların yakılmasıyla ısı enerjisi ortaya çıkmaktadır. Elde edilen ısı enerjisi ilk önce türbinler yardımıyla mekanik enerjiye, daha sonra da jeneratörler yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir.

**Kimyasal Enerji:** Kimyasal tepkime sonucunda ortaya çıkan enerjiye kimyasal enerji adı verilmekteyiz. Günlük hayatta kullanılan pil ve aküler kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklerdir. Pil ve akülerde elektrik enerjisinin depolanması kimyasal yöntemlerle yapılmaktadır. Kimyasal enerji; mekanik, ısı ve ışık enerjisine dönüştürülebilmektedir.

Nükleer Enerji: Uranyum, Plütonyum gibi ağır atomların bölünmesi veya helyum, hidrojen, lityum gibi hafif çekirdeklerin birleşmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Günümüzde birçok ülke, nükleer enerjiden elektrik enerjisi elde etmek amacıyla faydalanmaktadır.

Yerçekimi Enerjisi: Yerçekimi sonucunda faydalı iş yapılmasını sağlayan enerjiye yerçekimi enerjisi adını vermekteyiz. Örneğin akmakta olan bir nehir barajdan yerçekimi kuvveti ile aşağı düşerken türbin kanatlarına çarparak, türbini dönmesine sebep olmakta ve elektrik enerjisinin oluşmasını sağlamaktadır.

Elektrik Enerjisi: Cisimlerin atom yapısındaki elektronların hareket etmesiyle oluşan kuvvete elektrik enerjisi adı verilmektedir. Elektrik enerjisi maddeye ait bir özelliktir. Gözle görülmez fakat tesiriyle hissedilir.

Enerji kullanıldığında, bir tür enerjiden diğer bir türe dönüşmektedir. Örneğin, barajlarda düşmekte olan suyun yerçekimi enerjisi, türbini döndürdüğünde mekanik enerjiye dönüşmektedir. Bu mekanik enerji, dönen türbinin ucunda bulunan jeneratörde elektrik enerjisine dönüşmektedir.

## **1.2. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması**

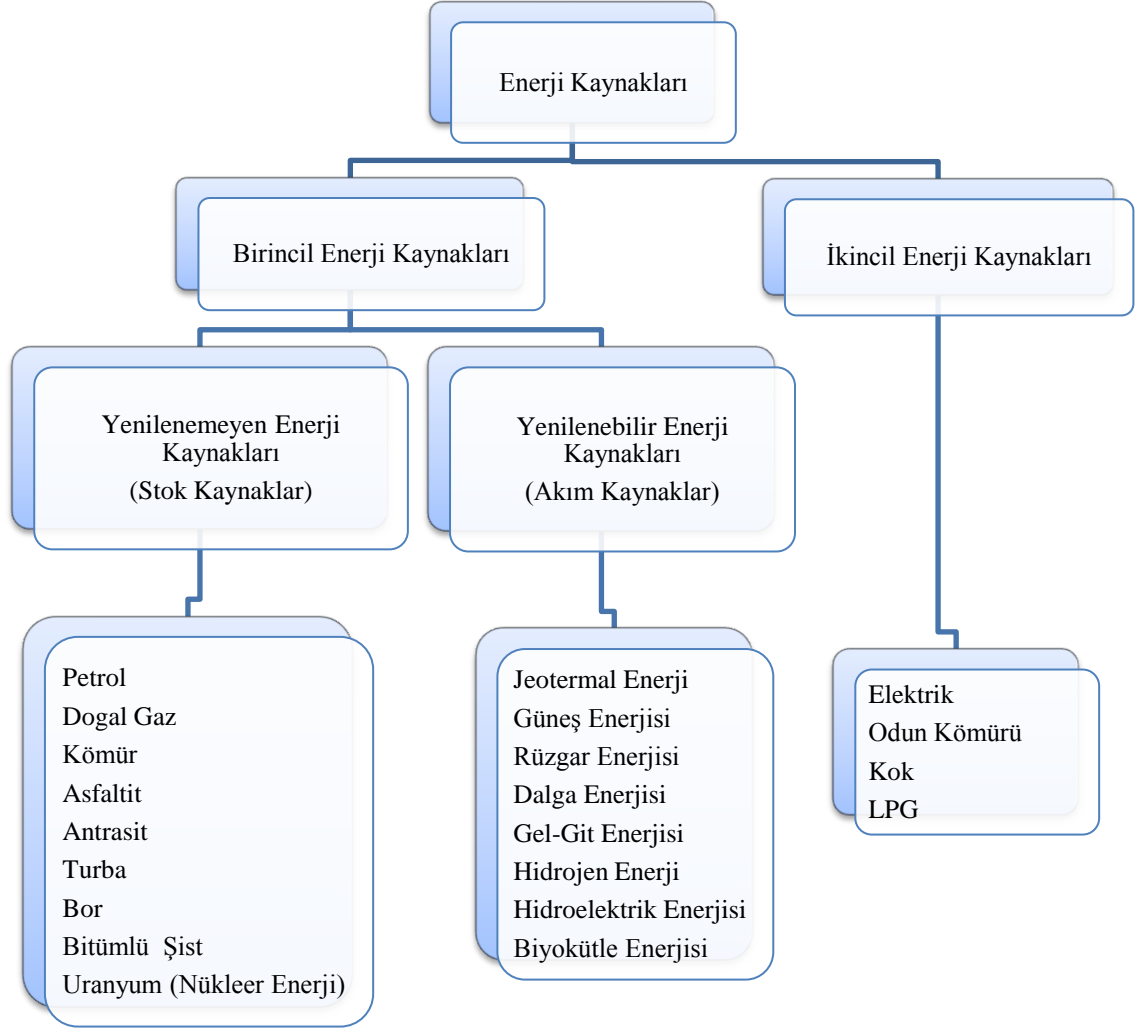
Enerji kaynakları çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Bununla birlikte yaygın olarak birincil enerji kaynakları ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır. Birincil enerji kaynakları; petrol, kömür, diğer kömür çeşitleri (turba, antrasit, bitümlü şist, asfaltit), doğal gaz, nükleer enerji, hidrolik enerji, jeotermal enerji, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, denizlerden elde edilen dalga ve gel-git enerjisi, odun, hayvan ve bitki artıklarıdır. İkincil enerji kaynakları; başta elektrik olmak üzere kok kömürü, şehir gazı, sıvılaştırılmış petrol gazıdır (Başol, 1992: 115).

### **1.2.1. Birincil Enerji Kaynakları**

Birincil enerji kaynakları da kendi içinde petrol, doğal gaz, kömür gibi yenilenemeyen enerji kaynakları ve hidrolik enerji, rüzgâr enerjisi ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Sabır, (t.y.): 1). Şekil 1'de

enerji kaynaklarının sınıflandırılması ve birincil enerji kaynaklarının bu sınıflandırmadaki yeri gösterilmiştir.

**Şekil 1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması**



**Kaynak:** Tarafımızdan oluşturulmuştur.

Birincil enerji kaynaklarının belirgin özelliği onların doğada serbestçe bulunuyor olmasıdır. Örneğin petrol ve kömür gibi kaynaklar binlerce yıllık bir oluşum süreci geçiren yerin altında bulunan enerji kaynaklarıdır. Yine yeryüzünü ısıtan güneş, dünya tarihinin ilk zamanlarından günümüze kadar adeta sonsuz bir enerji kaynağıdır.

### 1.2.1.1. Yenilenemeyen Kaynaklar (Stok Kaynaklar)

Yenilenemeyen kaynakların özelliği doğada değişmeyen sabit bir miktarda olmasından ileri gelir. Bu kaynaklar bir kere tüketildiği zaman yerlerine yenileri gelmediği için, aynı zamanda stok kaynaklar olarak da adlandırılır. Bu kaynaklar içerisinde, yeraltı madenleri, ham petrol, kömür gibi kaynaklar sayılabilir (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005: 103).

Yenilenemeyen kaynaklar da iki şekilde ele alınabilir. Bunlar, kendiliğinden tükenen ve tükenmeyen stok kaynaklardır. Kendiliğinden tükenen veya bozulabilen stok kaynaklar, insan müdahalesi olmadan kendiliğinden ortadan kalkabilmektedir. Mesela, doğal gaz bir stok kaynaktır ve bazen, yeraltı su kaynaklarında olduğu gibi kayalar arasındaki bir çatlaktan yeryüzüne çıkarak atmosfere karışabilir. Yine radyoaktif bir madde olan Uranyum, zamanla radyoaktivitesini kaybederek kurşun bileşeni haline dönebilir. Kendiliğinden tükenmeyen veya bozulmayan stok kaynaklar ise, eğer insanlar tarafından bir şekilde kullanılmazsa, uzun yıllar özelliklerini koruyarak yerlerinde kalabilirler. Örneğin, yeraltı petrol yatakları bu türden bir stok kaynaktır (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005: 104). Yenilenemeyen enerji kaynakları Şekil 1'de de görüldüğu gibi, petrol, doğal gaz, kömür, asfaltit, antrasit, turba, bor, bitümlü sist ve nükleer enerjiden oluşmaktadır.

Petrol; başlıca hidrojen ve karbondan oluşan ve içerisinde az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunan çok karmaşık bir bileşimdir. Normal şartlarda gaz, sıvı ve katı halde bulunabilir. Gaz halindeki petrol, imal edilmiş gazdan ayırt etmek için genelde doğal gaz olarak adlandırılır. Ham petrol ve doğal gazın ana bileşenleri hidrojen ve karbon olduğu için bunlar "Hidrokarbon" olarak da isimlendirilirler. Doğal gaz; havadan hafif, renksiz ve kokusuz bir gazdır. Yer altında, petrolün yakınında bulunur (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı [ETKB] Petrol, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol>).

Kömür; karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan az miktarda kükürt ve nitrojen içeren, kimyasal ve fiziksel olarak farklı yapıya sahip maden ve kayadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) kömürü temelde iki şekilde sınıflandırmaktadır. Bunlar Sert Kömürler ve Kahverengi Kömürlerdir. Bu

kömürler ve alt sınıflandırmaları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Devlet Planlama Teşkilatı [DPT], 2009: 9-10).

Asfaltit; petrolün metamorfize olmasıyla oluşmuş bir kömür çeşididir. Antrasit; karbon itibariyle en zengin bir taşkömürü çeşididir. Turba; taşkömürü oluşumunun ilk safhasındaki halidir (Başol, 1992:137).

**Tablo 1: Uluslararası Genel Kömür Sınıflandırması**

<b>A. Taşkömürü</b>	<b>B. Kahverengi Kömürler</b>
1. Koklaşabilir Kömürler (Yüksek fırınlarda kullanıma uygun kok üretimine izin veren kalitede)	1. Alt Bitümlü Kömürler (4.165-5.700 kcal/kg arasında ısı değeri olup siyah renklidir)
2. Koklaşmayan Kömürler a. Bitümlü Kömürler (5390-7700 kcal/kg ısı değerde olup koyu siyah renklidir) b. Antrasit (7000 kcal/kg üzerinde ısı değerde olup parlak siyah renklidir)	2. Linyit ( 4.165 kcal/kg'ın altında ısı değerde olup kahve renklidir)

**Kaynak:** DPT, 2009: 11.

Isıl değerleri açısından bakıldığında, Tablo.1'de de görüldüğü gibi 4165 kcal/kg altında ısı değeri olanlar linyit olarak sınıflandırılır. 4165-5700 kcal/kg ısı değeri olanlar alt bitümlü ve 5700 kcal/kg'den yüksek ısı değere sahip olanlar antrasit ve bitümlü şist olarak adlandırılan bir taş kömürü çeşididir.

Bitümlü şeyl, kerojen adı verilen mumsu organik madde içeren ince taneli sedimanter bir kayadır. Literatürde en yaygın kullanımı petrolü şeyl (oil shale) olan, ısıtıldığında petrol ve gaz üretilen bu organik kayalar, bitümlü şist, bitümlü şeyl ve bitümlü marn olarak da anılmaktadır. Bitümlü şeylin inorganik ve organik olmak üzere iki ana bileşeni vardır. Bitümlü şeyle yeterli ısı ve basınç uygulanarak şeyl petrolü ve şeyl gazı elde edilir (Şengüler, (t.y.), <http://www.mta.gov.tr/v2.0/birimler/redaksiyon/index.php?id=bulten12>). Türkiye'de kaya gazı olarak da anılan şeyl gazı, adını içinde bulunduğu kayaç

türünden almaktadır. Kaya gazı, şeyl adı verilen tortul kayacın küçük gözeneklerinde bulunan gazdır. Petrol ve doğal gaz, oluştuğu ana kayayı terk ederek farklı kayalar içerisinde yerleşir. Ancak bu göç sırasında oluşan petrol veya doğal gazın bir bölümü ana kayada kalır. Şeyl gazı (kaya gazı) oluştuğu ana kayayı terk etmeyen ve oluştuğu kayacın gözeneklerinde kalan petrolden elde edilen gazdır (Şengüler, 2012: 44).

Bor; yeryüzünde toprak, kayalar ve suda yaygın olarak bulunan bir elementtir. Bor mineralleri, yapılarında farklı oranlarda bor oksit ( $B_2O_3$ ) içeren doğal bileşiklerdir. Bu mineraller öncelikle fiziksel işleme tabi tutularak zenginleştirilir daha sonra rafine edilerek çeşitli kimyasal bor bileşiklerine dönüştürülür (ETKB Bor (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Bor>).

Nükleer enerji; atom çekirdeklerinin parçalanması sonucunda açığa çıkan enerjidir. Bugün için uranyum ve toryum nükleer enerji hammaddeleri kapsamına girmektedir. Ancak, toryuma dayalı nükleer santrallerin henüz ekonomik boyutta devreye girmemeleri nedeniyle, toryum halen sırasını bekleyen bir nükleer yakıt hammaddesi durumundadır. Uranyum doğada hiçbir zaman serbest olarak bulunmaz. Çeşitli elementlerle birleşerek uranyum minerallerini meydana getirir. Yerkabuğunda yüzlerce uranyum minerali vardır; ancak bunların büyük çoğunluğu ekonomik boyutta uranyum içermezler (ETKB Uranyum ve Toryum (t.y.), <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uranyum-ve-Toryum>).

### **1.2.1.2. Yenilenebilir Kaynaklar (Akım Kaynaklar)**

Yenilenebilir kaynaklar, miktarı dönem içinde dalgalı bir seyir izlese de genel olarak değişmeyen, ortamın doğal şartları içinde varlıklarını koruyabilen ve özelliklerini değiştirmeyen kaynaklardır. Bu kaynaklar insanlar tarafından etkilenen ve etkilenmeyenler olmak üzere iki alt gruba ayrılır (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005: 105).

Yenilenebilir kaynakların bir kısmı insan faaliyetlerinden etkilenebilirken bir kısmı ise etkilenmemektedir. İnsanlar tarafından etkilenen yenilenebilir kaynaklar, insan kullanımına bağlı olarak azalır veya yok olabilirler. Çoğu tabiat olayları insan faaliyetlerinden ya hiç etkilenmemekte ya da kısmen etkilenmektedir. Örneğin güneşin hareketleri, atmosferdeki kozmik olaylar, denizdeki dalgalar, rüzgâr ve yağışlar gibi tabiat olayları insanların engelleyemeyeceği ve büyük ölçüde etkileyemeyeceği hususlardır

(Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005: 106).Yenilenebilir enerji kaynakları, jeotermal, güneş, rüzgar, dalga, gel-git, hidrojen, hidroelektrik ve biokütle enerjisinden oluşmaktadır.

Jeotermal enerji; yerin derinliklerindeki kayalar içinde birikmiş olan ısıнын akışkanlarca taşınarak rezervuarlarda depolanması ile oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal kaynaklar yoğun olarak aktif kırık sistemleri ile volkanik ve magmatik birimlerin etrafında oluşmaktadır (ETKB Jeotermal (t.y.), <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>).

Güneş enerjisi; güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan ışınma enerjisidir. Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir: fotovoltaik güneş teknolojisi ve ısıl güneş teknolojileri. Fotovoltaik güneş teknolojileri ile fotovoltaik hücreler denen yarı-iletken malzemeler kullanılarak güneş ışığı doğrudan elektriğe çevrilirken, ısıl güneş teknolojileriyle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabilceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir (ETKB Güneş Enerjisi ve Teknolojileri (t.y.), [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g\\_enj\\_tekno.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx)).

Rüzgâr enerjisi; ısıları farklı olan hava kütlelerinin yer değiştirmesiyle oluşur. Güneşten yeryüzüne ulaşan enerjinin %1-2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Rüzgâr türbinleri, yenilenebilir nitelikte olan hava akımını elektrik enerjisine dönüştürmektedir (ETKB Rüzgar Enerjisi (t.y.), [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx)).

Dalga enerjisi; direk olarak dalga yüzeyinden veya yüzey altındaki dalga basınçlarından elde edilir. Dalgalar deniz veya okyanusların yüzeyinde esen rüzgârlar tarafından üretilir. Dünyanın birçok yerinde rüzgâr sürekli dalgalar oluşturacak kadar düzenli ve sürekli eser. Deniz ve okyanus dalgalarında çok büyük enerji vardır. Dalga enerjisi makineleri dalgaların yüzey hareketlerinden veya dalga basınçlarından direk olarak enerji üretir. Dalga enerjisini kullanmak için birçok çeşit teknoloji projelendirilmiştir. En elverişli tasarımlardan birkaçının ticari kullanım için uygulama testleri yapılmaktadır. Dalga enerji teknolojileri kıyıda, kıyıdan biraz uzakta ve açık denizde kurulmak için tasarlanmıştır. Denizden biraz uzakta kurulacak sistemler suyun 40 metreden fazla derinine

yerleştirilir (ETKB Dalga Enerjisi Teknolojisi (t.y.), <http://www.eie.gov.tr/teknoloji/dalga.aspx>).

Gel-git enerjisi; ay ve güneşin hareketleri neticesinde oluşan suların yükselmesi alçalmasına bağlı olarak elde edilen enerjidir. Bu enerjinin kullanılabilmesi için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan biri körfeze boydan boya baraj veya barikat kurularak gelgitler sıkıştırılması, barajın diğer tarafındaki su yeterli seviye farkına ulaştığında geçitler açılarak, su türbinlere doğru akıtılması ve türbinler jeneratörler vasıtasıyla elektrik üretimini sağlamasıdır. Bir diğer gelgit teknolojisi olarak da gel-git çitleri tasarlanmaktadır. Gel-git çitleri, dev turnikeleri andırmaktadır. Bu turnikeler gelgitler olduğunda dönerek enerji üretirler. Gel-Git enerjisinden yararlanmak için tasarlanan bir diğer yöntem ise suyun altına yerleştirilecek olan gelgit türbinleridir (Demirtaş, 2010: 28).

Hidrojen; evrenin en basit ve en çok bulunan elementi olup, renksiz, kokusuz, havadan 14.4 kez daha hafif ve tamamen zehirsiz bir gazdır. Hidrojen bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir. 1 kg hidrojen 2.1 kg doğal gaz veya 2.8 kg petrolün sahip olduğu enerjiye sahiptir. Ancak birim enerji başına hacmi yüksektir. Hidrojen doğada serbest halde bulunmaz, bileşikler halinde bulunur. En çok bilinen bileşiği ise sudur. Isı ve patlama enerjisi gerektiren her alanda kullanımı temiz ve kolay olan hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su ve/veya su buharı olmaktadır. Hidrojen petrol yakıtlarına göre ortalama 1.33 kat daha verimli bir yakıttır. Hidrojenden enerji elde edilmesi esnasında su buharı dışında çevreyi kirletici ve sera etkisini artırıcı hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir. Hidrojen gazı farklı yöntemlerle elde edildiği gibi su, güneş enerjisi veya onun türevleri olarak kabul edilen rüzgâr, dalga ve biyokütle ile de üretilebilmektedir (ETKB Hidrojen Enerjisi (t.y.), [http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h_enerjisi.aspx)). Hidrojen enerjisinin başta su olmak üzere diğer kaynaklardan elde edilebilir olması nedeniyle ikincil enerji olarak da düşünülür.

Hidroelektrik santraller (HES) akan suyun gücünü elektriğe dönüştürürler. Akan su içindeki enerji miktarını suyun akış veya düşüş hızı tayin eder. Büyük bir nehirde akan su büyük miktarda enerji taşımaktadır. Ya da su çok yüksek bir noktadan düşürüldüğünde de yine yüksek miktarda enerji elde edilir. Her iki yolla da kanal ya da borular içine alınan su, türbinlere doğru akar, elektrik üretimi için pervane gibi kolları olan türbinlerin dönmesini



sağlar. Türbinler jeneratörlere bağlıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler (ETKB Hidroelektrik Enerjisi Nedir (t.y), [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h\\_hidrolik\\_nedir.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx)).

Biokütle veya biomas; geniş anlamda yaşayan organizmalardan üretilen madde anlamına gelir. Biokütlenin elde edildiği çeşitli kaynaklar bulunmaktadır. Bunlar, odun ve tarımsal kaynaklar (saman, mısır koçanları, pamuk atıkları, hayvansal atıklar v.b.), şehir kanalizasyon atıkları ve endüstriyel organik (kağıt endüstrisindeki siyah likör, şeker sanayisinden küspe) atıklardır. Geleneksel olarak biokütle, birkaç bin yıldır enerji kaynağı olarak zaten bilinmektedir. Örneğin, odunun direkt yakılmasıyla elde edilen ısı enerjisi yemek pişirmede ve ısınmada zaten kullanılmaktadır. 21. yüzyılda biokütlenin modern kullanımı ise enerji yoğunluğunun artırılarak yakıtla çevrilmesini içerir. Genel olarak biokütlenin modern enerji formları katı (ağaç, pellet\* vb.), sıvı (etanol, biodizel vb.) ve gaz (biyogaz, hidrojen vb.) olarak gruplandırılabilir. Biokütle; termal, biyolojik ve fiziksel süreçlerle hidrojen, etanol, metanol veya metan gibi çeşitli enerji kaynaklarına çok çeşitli tekniklerle dönüştürülebilir. Biyogaz teknolojisi, biokütle gazlaştırılması ve piroliz\*\* ile sıvı ve gaz yakıt formları elde edilebilir (Üçgül ve Akgül, 2010: 3).

### **1.2.2. İkincil Enerji Kaynakları**

İkincil enerji kaynakları, birincil enerji kaynaklarından elde edilen kaynaklar olarak ifade edilir. Bu kaynaklardan öne çıkanlar başta elektrik olmak üzere odun kömürü, kok ve Likit Petrol Gazı (LPG)'dir. Petrolden elde edilen pek çok ürün de ikincil enerji kaynağı olarak incelenebilir.

Elektrik temelde iki sistem kullanılarak üretilir. Bunlar, termik ve hidrolik sistemlerdir. Termik santrallerde doğal gaz, petrol ve kömür gibi birincil enerji kaynakları yakılarak elde edilen buhar vasıtasıyla üretim gerçekleştirilir. Nükleer santrallerde de uranyum maddesi işleminden geçirilerek daha doğru bir ifadeyle parçalanarak elde edilecek ısı su buharına dönüştürülerek elektrik üretilir. Hidrolik santrallerde ise suyun türbinlerden

---

\*Pellet, odun artıklarının kurutulup, öğütülerek talaş haline getirildikten sonra yüksek basınçla sıkıştırılmasıyla çapı 6-10 mm boyutlarında oluşturulan maddedir (Üçgül ve Akgül, 2010:5).

\*\*Piroliz, biyokütleden oksijensiz ortamda organik moleküllerin parçalanmasıyla gaz elde etme işlemidir (Üçgül ve Akgül, 2010:7).

geçmesi sağlanarak elde edilecek mekanik enerji vasıtasıyla elektrik üretimi gerçekleştirilir.

Günümüzde doğal gaz, petrol, kömür, uranyum gibi sonlu birincil enerji kaynaklarını kullanan sistemlerin yanında, jeotermal, güneş, rüzgâr ve gel git enerjisi gibi yenilenebilir nitelikte ve bu yönüyle sonsuz bir kaynak niteliğinde olan birincil enerji kaynaklarının kullanımı az da olsa mevcuttur. Yenilenebilir enerji kaynaklarına bağlı elektrik üretiminin maliyetlerin düşürülmesine bağlı olarak payının zaman içinde artması kaçınılmaz olacaktır.

Dünya elektrik üretiminin %66'ını oluşturan termik santral üretiminin %25'i ABD'de, %17'si Çin'de, %6'sı ise Japonya'dadır. Toplam üretimin %15'ini oluşturan nükleer santral üretiminin %30'u ABD'de, %16'sı Fransa'da, %11'i Japonya'dadır. Toplam üretimin %17'sini oluşturan HES kaynaklı üretimin %14'ü Çin'de, %12'si Kanada'da, %11.5'i Brezilya'da, %9'u ise ABD'dedir. Toplam üretimin %2'sini oluşturan termal, güneş ve rüzgârla üretilen elektriğin %27'si ABD'de, %12'si Almanya'da, %6'sı ise İspanya ve Japonya'da üretilmektedir (ETİ Menkul Kıymetler, 2008: 10).

LPG, petrol veya doğal gazdan elde edilen ve bu yönüyle ikincil enerji kaynağıdır. Tüpgaz olarak da ifade edilen LPG tüp formatında evlerde ve sanayide kullanıldığı gibi otogaz olarak araçlarda kullanılmaktadır.

Odun kömürü, odunun havasız bir ortamda kömürleştirilmesiyle elde edilen katı kısımdır. Hava olmayınca odun kül oluncaya kadar yanmaz, fakat kimyasal olarak dekompoze olarak kömür halini alır (Göker ve Akbulut, 1994: 35).

Kok, antrasit ve veya taş kömürün (bitümlü kömür) kuru damıtılmasıyla elde edilir. Kok gözeneklidir. Kokun kimyasal bileşimi gibi fiziksel özellikleri de kullanılan kömüre ve damıtma sıcaklığına bağlıdır (Yıldız, 2013: 30).

### **1.3. Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisinin Mikro Temelleri**

Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz eden çalışmalarda yoğun olarak kullanılan ve ilişkinin mikro temellerini oluşturan üretim fonksiyonları aşağıda açıklanmıştır.

### 1.3.1. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu

Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, ekonomik analizlerde yaygın bir şekilde kullanılan bir üretim fonksiyonudur. Genel olarak, üretimde işgücü ve sermaye gibi iki üretim faktörü kullanıldığında fonksiyon şu şekilde gösterilir:

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

Burada Q, üretim miktarını, L işgücü miktarını, K sermaye miktarını, A pozitif değer alan bir sabiti ve  $\alpha$  ise pozitif bir katsayıyı gösterir. Bu üretim fonksiyonunun genelleştirilmiş şekli şöyledir:  $Q = L^\alpha K^\beta$ . Burada,  $\beta=1-\alpha$  eşitliği söz konusudur.  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayıları 0 ile 1 arasında değerler alır. Eğer  $\alpha + \beta = 1$  ise ölçeğe göre sabit getiri;  $\alpha + \beta > 1$  ise ölçeğe göre artan getiri ve  $\alpha + \beta < 1$  olursa ölçeğe göre azalan getiri söz konusu olur. A parametresi teknoloji parametresi olup, teknoloji arttıkça artmaktadır.  $\alpha$ , parametresinin değeri üretimin işgücü esnekliği veya işgücüne göre kısmi üretim esnekliğidir\*. İşgücü miktarında %1'lik bir artışın üretimi yüzde olarak ne kadar artıracakını gösterir.  $\beta$  parametresinin değeri de üretimin sermaye esnekliğini veya sermayeye göre kısmi üretim esnekliğini gösterir. Benzer şekilde sermaye miktarında %1'lik bir artışın üretimi yüzde olarak ne kadar artıracakını gösterir (Yaylalı, 2004: 190-191).

Yenilenemeyen doğal kaynakları ve üretilmiş sermayeyi içerecek şekilde Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonu şu şekilde yazılabilir:  $Q = AK^\alpha R^\beta$ . Burada A sabiti,  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayıları, K sermayeyi ve R de yenilenemeyen doğal kaynakları göstermektedir. Yenilenemeyen doğal kaynaklarda analize başlamak diğer doğal kaynakları dışlaması nedeniyle eleştirilir (Perman ve diğerleri, 1999: 151). Daha genel bir enerji değişkenini içine alacak şekilde aynı fonksiyon,  $Y = K^\beta L^\gamma E^{1-\beta-\gamma}$  şeklinde yazılabilir. Denkleminde yer alan K sermayeyi, L emeği ve E enerjii göstermektedir. Ayrıca  $\beta$ ,  $\gamma$  ve enerji değişkeninin katsayısı pozitif olup toplamları bire eşittir. Yani ölçeğe göre sabit getiri söz konusudur. Ayrıca girdiler arasındaki ikame esnekliği sabit ve bire eşittir. Böylece bir girdideki

---

\* Üretim esnekliği,  $E_Q$ , bütünü üretim faktörlerinin miktarındaki %1 değişme karşısında, üretim miktarında meydana gelen % değişme olarak tanımlanır. Yani üretim miktarındaki yüzde değişimin, üretim faktörleri miktarındaki yüzde değişmeye oranıdır:  $E_Q = \frac{\text{Üretim miktarındaki \% değişme}}{\text{Faktör miktarındaki \% değişme}}$  (Yaylalı, 2004: 188).

yüzdeler bir azalış diğer girdilerdeki yüzdeler bir artışla tamamıyla telafi edilir (Sorrel ve Dimitropoulos, 2007: 163).

### 1.3.2. CES Üretim Fonksiyonu

İki değişkenli Sabit İkame Esnekliği (CES) üretim fonksiyonu şu şekilde yazılabilir:

$$Y = (K^{\rho} + bL^{\rho})^{1/\rho} \quad (2)$$

Burada K ve L sırasıyla sermaye ve emeği göstermektedir. a ve b ise katsayıları ifade etmekte olup sıfırdan büyük ve toplamları bire eşittir. Yani sabit ikame söz konusudur. Burada  $\rho$ , ikame parametresidir. Bu parametre bire eşit olursa, CES, basit doğrusal üretim fonksiyonuna dönüşür. Eğer  $\rho \rightarrow -\infty$  olursa, CES üretim fonksiyonu bu sefer faktörler arası sıfır ikameyle Leontief üretim fonksiyonuna dönüşür. Popüler durum  $\rho \rightarrow 0$  olduğu zaman fonksiyonel form, Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna dönüşür. Basit CES üretim fonksiyonu, üçüncü girdi olarak enerjiyi içermez. Enerjiyi içeren genel olarak kabul edilmiş bir CES üretim fonksiyonu yoktur. Bununla birlikte en genel formda birim olmayan ama sabit ikame esnekliği\*\* varsayımı altında şu şekilde yazılabilir (Sorrel ve Dimitropoulos, 2007: 163):

$$Y = [a(bK^{-a} + (1-b)E^{-a})^{\rho/a} + (1-a)L^{-\rho}]^{-1/\rho} \quad (3)$$

Fonksiyonda yer alan K, E ve L sırasıyla sermaye, enerji ve emek girdilerini; a ve b katsayıları  $\rho$  ise ikame parametresini göstermektedir. Bu genel form, iki aşamalı CES olarak adlandırılır. Çünkü bir CES üretim fonksiyonu diğerinin içine girmiştir. Yani enerji değişkeni (E), 3 numaralı üretim fonksiyonunda (KL)E veya (EL)K gibi kümelendirilmiştir. Eğer başka girdiler fonksiyona katılırsa veya farklı yakıt türleri arasında ayrıma gidilirse CES, çok aşamalı CES üretim fonksiyonuna dönüştürülebilir.

---

\*\* İkame esnekliği,  $\sigma$ , belli bir üretim miktarı elde etmek için faktör fiyatları oranındaki değişme karşılığında, faktör miktarları oranındaki değişimin derecesini ölçmektir.  $\sigma = \frac{\text{Faktör oranlarındaki yüzde değişme}(\%(\frac{K}{L}))}{\text{Faktör fiyatlarındaki yüzde değişme}(\%(\frac{w}{r}))}$  şeklinde hesaplanır. Burada faktör fiyatlarındaki yüzde değişme yerine marjinal teknik ikame oranındaki yüzde değişme yazılabilir. İkame esnekliği faktör fiyatları değiştiğinde nispi olarak daha pahalı hale gelen üretim faktörleri yerine daha ucuz olan üretim faktörlerinin ikame derecesini göstermektedir (Yaylalı, 2004: 234).

Perman ve diğerleri (1999)'da alternatif CES üretim fonksiyonu şu şekilde gösterilmiştir:  $Q = A(\alpha K^{-\theta} + \beta R^{-\theta})^{-\varepsilon/\theta}$ . Burada K, sermayeyi ve R yenilenebilir doğal kaynakları göstermektedir. Ayrıca  $\alpha$ ,  $\varepsilon$ , ve  $\beta$  katsayıları göstermekte olup sıfırdan büyük ve  $(\alpha+\beta) = 1$ 'dir. Bunun yanında  $\theta$  katsayısı için  $-1 < \theta \neq 0$  kısıtı sözkonusudur.

### 1.3.3. LINEX Üretim Fonksiyonu

Doğrusal Üstel (LINEX, LINear EXponential) üretim fonksiyonunun elde edilmesinde ilk olarak, ekonomik büyümeyi tanımlamak için şu üretim fonksiyonu kullanılır (Kümmel ve diğerleri, 2002: 420):

$$q=[k(t), l(t), e(t); t] \quad (4)$$

Burada q, k, l, ve e sırasıyla çıktı, sermaye, emek ve enerjiyi göstermekte olup t zamanındaki değerinin baz yıldaki değerine oranlanması suretiyle şu şekilde hesaplanmaktadır:  $q(t) \equiv Q(t)/Q_0$ ,  $k(t) \equiv K(t)/K_0$ ,  $l(t) \equiv L(t)/L_0$ ,  $e(t) \equiv E(t)/E_0$ . Çıktıdaki marjinal değişim (dq), üretim fonksiyonunun toplam zaman türevi vasıtasıyla sermayedeki (dk), emekteki (dl), enerjideki (de) ve zamandaki (dt) marjinal değişimle ilişkilendirilir. Daha sonra bu türev q ile bölünüp, dt ile çarpılarak büyüme eşitliği şu şekilde elde edilir (Kümmel ve diğerleri, 2002: 421):

$$\frac{dq}{q} = \alpha \frac{dk}{k} + \beta \frac{dl}{l} + \gamma \frac{de}{e} + \delta \frac{dt}{t} \quad (5)$$

Burada,  $\alpha(k, l, e) \equiv \frac{k}{q} \frac{\partial q}{\partial k}$ ,  $\beta(k, l, e) \equiv \frac{l}{q} \frac{\partial q}{\partial l}$ ,  $\gamma(k, l, e) \equiv \frac{e}{q} \frac{\partial q}{\partial e}$ ,  $\delta(k, l, e) \equiv \frac{t}{q} \frac{\partial q}{\partial t}$  şeklinde tanımlanan  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ve  $\delta$  üretim esneklikleridir. Bu esneklikler, zamanda ve üretim faktörlerinde marjinal değişmelerinin, üretimdeki marjinal değişmeye sağladığı katkının ağırlıklarını verir. Onlar sermaye, emek, enerji ve yaratıcılığın üretim gücünü ölçer. Hatta, daha da ileri giderek, neoklasik ekonomik büyüme modelinden bu modelin ayrıldığı ağırlıkları verdiği söylenebilir. Yaratıcılık terimi  $\delta$ , önemsiz ölçüde küçük olursa, sermaye, emek ve enerji üretimin aktif faktörleri olur. Böylece üretim fonksiyonu k, l ve e'de doğrusal olarak homojen olmak zorundadır. Yani şu koşulu sağlamalıdır:

$$\gamma = 1 - \alpha - \beta \quad (6)$$

O zaman,

$$\alpha = a \frac{l+e}{k} \text{ ve} \quad (7)$$

$$\beta = a(c \frac{l}{e} - \frac{l}{k}) \quad (8)$$

üç çift fark denklemin teknolojik olarak makul, basit faktör bağımlı çözümü olur. Bu durum, q'nun ikinci derece k, l ve e'ye göre türevi eşit olma zorunluluğundan ileri gelir. Yaratıcılık aktif olursa, teknoloji parametreleri a ve c zamana bağımlı olur. 6, 7 ve 8 numaralı eşitliklerden elde edilen  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$  ile 5 numaralı büyüme eşitliğinin integrali, zamana bağlı LINEX üretim fonksiyonunu verir (Kümmel ve diğerleri, 2002: 421-422):

$$q_{Lt} = q_0 e \exp \left( a(t) \left( 2 - \frac{l+e}{k} \right) + a(t)c(t) \left( \frac{l}{e} - 1 \right) \right) \quad (9)$$

Bu fonksiyon doğrusal olarak enerjiye (e), üstel olarak sermaye (k), emek (l) ve enerji çeşitlerine (e) bağlıdır. Yalnızca böyle faktör kombinasyonlarında, üretim esneklikleri olan  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$ 'nın negatif olmaması ekonomik olarak gereklidir. Matematiksel olarak  $\alpha$ 'nın yapısı azalan verimler yasasını yansıtır. Sermaye verimlilik parametresi a, emek/sermaye ve enerji/sermaye kombinasyonlarının, sermayenin üretim gücüne katkısını gösteren ağırlıkları verir.  $\beta$  katsayısı toplam otomasyon durumu yaklaşımını verir. Enerji parametresi c, hemen hemen hiç emeksiz toplam otomatik üretimi gerçekleştirmek için kullanılan sermaye stokunun enerji talebini gösterir. Öneminden dolayı tekrar etmek gerekirse üretim esneklikleri  $\alpha \geq 0$ ,  $\beta \geq 0$  ve  $\gamma = 1 - \alpha - \beta \geq 0$  şartlarını sağlamalıdır. Aksi takdirde girdi artışı çıktı azalışına neden olur (Lindenberger ve Kümmel, 2011: 6013).

#### 1.3.4. Leontief Üretim Fonksiyonu

Leontief sabit girdi oranlarını varsayan bir üretim fonksiyonu önermiştir. Buna göre özellikle kısa dönemde girdiler arasındaki ikame olasılıkları sıfıra eşittir. Üç girdiyi içeren Leontief üretim fonksiyonu şöyle yazılabilir (Sorrel ve Dimitropoulos, 2007: 165) :

$$Y = \min \left( \frac{K}{a_K} \frac{L}{a_L} \frac{E}{a_E} \right) \quad (10)$$

Burada  $a_K$ ,  $a_L$  ve  $a_E$  sabit girdi çıktı katsayılarını gösterir. Bir girdi birimini bir çıktı birimine dönüştüren katsayılar şöyle hesaplanır:  $a_K = \frac{K}{a_K}$ ,  $a_L = \frac{L}{a_L}$ ,  $a_E = \frac{E}{a_E}$  Katsayılar sabit olduğu için her bir girdi için tanım gereği ikame esneklikleri sıfır olacaktır.

#### **1.4. Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisinin Makro Temelleri**

Doğal kaynakların iktisadi faaliyetler içindeki yerini ve önemini vurgulayan çalışmalar incelendiğinde bunun fizyokratlara kadar uzandığı görülür. Fizyokratlar toprağın önemini vurgulamış, tarımsal üretimi temel zenginlik kaynağı olarak görmüş ve bu bağlamda toprağı üretim faktörü olarak dikkate almışlardır (Aldemir ve Kaypak, 2008: 2). Fizyokratik düşünce okulunun temel öngörülerinden biri, bütün ekonomik fazlanın, toprağın ya da onun modern anlamda eşdeğeri doğal kaynağın üretim gücünden elde edildiğidir. Bu anlamda doğal kaynaklar maddi refahın nihai kaynağı olarak görülür (Hussen, 2004: 246).

Kavramsal olarak bakıldığında, fizyokratlar ve takip eden süreçte klasikler enerji kavramından ziyade toprak ve doğal kaynak kavramları daha çok kullanılmıştır. Toprak veya doğal kaynak bir üretim faktörü olarak üretim fonksiyonunda yer almamakla birlikte, üretimi kısıtlayıcı bir faktör olarak görülmüştür. Neoklasik iktisat okulu ise enerji kavramını kullanmış fakat üretim fonksiyonunda yer vermemiştir. 1970 yıllarda neoklasik iktisat okulu konuyla ilgili iki alt disiplin geliştirmiştir. Bunlar, çevre ekonomisi ve doğal kaynaklar ekonomisidir. Doğal kaynakların çıkarılması ve çevre sorunları ile ilgilenmişlerdir. Bu iki alt disiplinin gelişmesinde şüphesiz İkinci Dünya Savaşı sonrası ekonomilerin hızlı büyüme sürecine girmesi ve buna bağlı olarak çevre sorunlarının ortaya çıkması etken olmuştur. Artan ekonomik faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerini vurgulayan bir diğer düşünce Roma Klubü olmuştur.

Roma Klubü 1968 yılında Roma'da kurumuş ve on ülkeden çeşitli alanlarda uzman otuz kişiden oluşan bir çalışma grubudur. Klüp, nüfus, doğal kaynaklar, tarım, endüstriyel kalkınma ve kirlilikten oluşan beş değişkenli bir model test ederek elde ettikleri sonuçları 1972'de Büyümenin Sınırları (The Limits to Growth) isimli kitapta rapor haline getirilmiştir. Bu çalışma, nüfus artışı olmaksızın veya artan nüfusla sağlanacak ekonomik büyümenin yalnızca kuşkulu bir fayda sağlamayacağı aynı zamanda potansiyel bir tehlike

ve hatta felaket olduğunu ileri sürer. Onların temel düşüncesi, üstel olarak artan ekonomik aktivite, nüfus ve kirlilik sınırlanmalıdır. Çünkü dünya, son tarıma uygun toprak, enerji kaynakları ve mineral deposudur. Klüp, istikrarın anahtar değişkenleri kontrol altına almak suretiyle sağlanacağını ileri sürmüştür. Buna göre, nüfus doğum ve ölüm oranları eşitlenmek suretiyle sabit olmalıdır. Etkili kirlilik azaltıcı tedbirler alınmalıdır. Bir yenilenemez kaynak kıtlığıyla karşılaşmamak için, sanayi malları üretimi azaltılmalıdır. Eğitim ve sağlık gibi hizmet arzını genişletmek için çaba sarf edilmelidir. Sermayeyi tarıma yönlendirerek yiyecek üretimine odaklanılmalıdır (Kula, 1992: 20-22).

Çevresel açıdan bakıldığında hakim iktisat anlayışının dışında heterodoks iktisat okullarından Sosyalist İktisat Okulu kurucusu Karl Marx, klasik iktisat okulunca ileri sürülen liberal düşüncenin, ekonomik büyümeyi gerçekleştirmek için emeği ve doğal kaynakları sömürdüğünü ileri sürmüştür. Doğal kaynakların ve çevrenin kullanılması ve yok edilmesi ise kapitalist sistemin varlığının ve işleyişinin bir sonucu olarak kabul edilmektedir (Günsoy ve diğerleri, 2013: 18).

Enerjinin olumlu veya olumsuz etkilerinin bilinmesine rağmen iktisadi düşünce içinde modellenmesi tam anlamıyla bir tartışma konusu olmuştur. Bazı iktisadi düşünce okulları enerji kavramına hiç yer vermezken bazıları da enerjinin üretim fonksiyonunda çoğaltılamayan bir ara malı olarak değerlendirilmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Konuya bu yönüyle bakıldığında enerjinin büyüme ve kalkınmadaki önemini vurgulamak için onun çoğaltılabilir olup olmaması ile birincil faktör veya ara malı olup olmaması kavramlarına değinmek yerinde olur.

Çoğaltılabilirlik üretim ekonomilerinde bir anahtar kavramdır. Üretimde kullanılan bazı girdiler bir maliyetle çoğaltılabilirken bazıları çoğaltılamaz. Sermaye, emek ve daha uzun dönem için bazı doğal kaynaklar çoğaltılabilir faktörlerdir. Oysa enerji vektörü içinde yer alan bazı yakıtlar çoğaltılabilir faktörler olmakla birlikte, genel itibarıyla enerji, üretimin çoğaltılamayan bir faktörüdür. Bu yüzden doğa bilimcileri ve çevrebilimle ilgili iktisatçılar enerjinin ekonomik üretim ve büyüme sürecindeki mevcudiyetini ve rolünü vurgular. Enerjiyi malların üretiminde kullanımından başka ekonomik kalkınmanın bir göstergesi olarak kullanırlar (Stern ve Cleveland, 2004: 4)



İkinci anahtar kavram ya da düşünce, enerjinin üretimde kullanılan birincil faktör ve ara malları olduğu düşüncesidir. Üretimde kullanılan birincil faktörler incelenen dönemin başlangıcında mevcut olan girdilerdir. Bunlar üretimde doğrudan kullanılıp tüketilmezler. Ara malları ise ele alınan üretim döneminde yaratılır ve üretimde tamamıyla kullanılıp tüketilir. Ana akım iktisatçılar yakıt ve malzeme gibi malları ara girdi olarak düşünürken; sermaye, emek ve toprağı çoğunlukla birincil faktör olarak tanımlarlar. Farklı girdiler için ödenen fiyatlar sonuç itibariyle birincil girdi sahiplerine yapılan ödeme olarak görülür (Stern ve Cleveland, 2004: 5).

Enerji, hem kavram hem de üretim faktörü olarak ekolojik ekonomide modern anlamda yerini almıştır. Ekolojik ekonomi anlayışına göre, enerji tek birincil faktördür. Aynı zamanda, malların fiyatını ve ekonomik katma değeri belirleyen ana etkidir. 1970'li yıllarda yaşanan enerji darboğazları örneğinde olduğu gibi ekolojik ekonomi açısından ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyebilecek güce sahiptir. Ekolojik iktisadın ana ilgi alanını, ekonominin ekosistem içindeki yeri oluşturur. Bu kapsamda ekolojik iktisatçılar da sürdürülebilir kalkınmaya ilgi gösterirler. Enerjinin üretim faaliyetlerinde kullanılan birincil faktör veya ara malı olup olmaması yönünden iktisadi düşünce okulları, hakim iktisat anlayışı ve ekolojik iktisat anlayışı şeklinde sınıflandırılabilir.

#### **1.4.1. Hakim İktisat Anlayışında Büyüme ve Enerji**

Ekonomik büyüme kavramının gelişmesi sürecinde birinci aşama klasikler, ikinci aşama neoklasikler ve üçüncü aşama ise içsel büyüme teorisyenlerince gerçekleştirildiği ifade edilebilir (Parasız, 2008: 169). Bu nedenle aşağıda ilk olarak hâkim iktisat anlayışında bu okulların görüşleri doğrultusunda enerjinin ekonomideki yeri ve daha sonra doğal kaynaklar ve enerjiyi içeren modeller incelenmiştir.

##### **1.4.1.1. Klasik Ekonomilerde Büyüme ve Enerji**

A.Smith, ekonomik büyüme sürecinde üretim faktörlerinin (emek ve sermaye) paylarındaki değişmeyi gözlemiştir. Büyümede tabii üst sınıra erişmeyi ve durgunluğa girişi de faktör paylarındaki değişmeye bağlayarak açıklamaktadır. Smith, ekonomik büyüme sürecini analiz ederken doğal kaynakları zengin bir ülke varsayımından hareket ederek, ekonomi geliştikçe kar haddi ile ücret haddi arasındaki ilişkiyi inceler. Başlangıçta,

kaynaklara oranla sermaye stoku küçük olduğu için kar oranları yüksektir. Kar oranlarının yüksek olması sermaye stokundaki artışı hızlandırır (büyüme safhası). Sermaye stokundaki hızlı artış, işgücü talebini de artırdığından ücretler yükselir. Böylece sermaye stoku arttıkça kar hadleri düşer (durgunluk safhası) (Berber, 2006: 57).

Klasik ekonomistler açıkça enerjiyi kendiliğinden bir üretim faktörü olarak tanımamalarına rağmen, onlar toprağın (doğal faktörlerin) ekonomik aktiviteleri ve özellikle de tarımı sınırladığını bilirler. Klasikler bu anlayışla ekonomiyi tarım ve sanayi olmak üzere iki sektöre bölerler. Klasik iktisatçılar, tarımda emek ve sermaye maliyetlerinin yanı sıra, fazlalığın (surplus) mevcudiyetini açıklamak için, toprağın ekonomiye katkısını ileri sürerler. Adam Smith'in bu fazlalık açıklamaları doğru kabul edilir. Ona göre sanayide her şeyi insan yapmasına ve doğanın hiçbir şey yapmamasına rağmen, tarımda insan doğa ile birlikte çalışır (Alam, 2006: 5).

Klasik iktisadi düşünürlerden Malthus'un nüfus kanununa göre, sürekli bir nüfus artışının ihtiyaçlarını karşılamak için gelecekte gıda maddeleri üretimi yeterli olamayacağı ve böylece bu hızda artan nüfusun kaynak ve ihtiyaç dengesini bozarak insanlığın refahını, olumsuz yönde etkileyeceğini vurgulamaktadır. Toprak miktar ve nitelik bakımından kıt ve sınırlı bir üretim faktörüdür. Bu durumda artan nüfus başına düşen gıda üretimi azaldığı için yoksulluk ve yaşam standartlarının kötüleşmesi kaçınılmaz olmaktadır. Bu bağlamda Malthus'a göre ekonomik büyüme ve refah için nüfusun büyümesini sonlandırmak gerekmektedir (Günsoy ve diğerleri, 2013: 17)

Ricardo'nun Politik İktisatın ve Vergilendirmenin Prensipleri isimli eserinde bahsettiği ekonomik büyüme modeli, aslında gelirin fonksiyonel olarak işçiler, toprak sahipleri ve kapitalistler arasındaki dağılımı üzerine oluşturulmuştur. Ricardo'nun büyüme modelinde, üretim ve gelir için toprak ve topraktan elde edilen rant geliri çok önemlidir. Özellikle ekonomilerin sahip oldukları toprak ve araziler, farklı kalite ve verimlilikte oldukları için elde edilen tarımsal ürünler ve rant geliri de farklı olmaktadır. Ricardo, Malthus'un toprağın sınırlı ve kıt olduğu görüşünün tersini düşünmektedir. Ona göre verimi farklı araziler vardır. Üretim için öncelikle verimli tarım arazileri kullanılmaktadır. Daha sonra nüfus artışı ile birlikte tarım ürünlerine talep arttıkça verimsiz topraklar kullanılmaya başlanmakta ve çeşitli tarım teknolojileri kullanılarak verimlilikleri artırılmaktadır. Bu bağlamda, kıt olan toprakların miktarı artmaktadır. Bu durum, nispi olarak farklı

verimliliğe sahip toprak sahiplerinin elde edeceği rant gelirinin de farklı olmasına neden olmaktadır (Günsoy ve diğerleri, 2013: 17).

Malthus ve Ricardo'nun J.S.Mill üzerindeki etkisi güçlüdür. Mill, büyümenin sonsuz bir süreç olmadığını ileri sürmüştür. Ona göre her ekonomik büyüme sonunda kalıcı bir dengeye ulaşacaktır. Mill'e göre uzun büyüme süreci, insanlığın materyal geliştirme için sert mücadelesinden dolayı özellikle on dokuzuncu yüzyılda gerçekleşmiştir. Mill, nüfusun kalabalıklaştığını, toprağın tarım arazisi, yerleşim yeri ve sanayi alanları arasında bölündüğünü ileri sürmüştür. Böyle bir durumda kalabalık bölgelerde yaşayan insanların malları pahalı tüketmesi kaçınılmazdır. Mill, ekonomik büyümenin ne problemleri çözeceğine ne de refah seviyesini artırdığına inanır. Mill geleneğinde, ekonomik büyüme yalnızca gelişmekte olan ülkeler için gereklidir. Kalkınmış ülkelerde esas konu, büyüme değil gelirin dağılımıdır (Kula, 1992: 7).

Sonuç olarak klasik makro iktisat teorisi doğanın gücü hakkındaki görüşlerini üç aşamada ifade eder. Birincisi, klasik ekonomistler, tarım ve sanayi olmak üzere iki sektörlü ekonomiyi analiz eder. İkincisi, tarımın farkını ortaya koyarlar. Buna göre tarım sektöründeki emek ve sermaye üçüncü üretim faktörü olan toprak ile çalışır. Üçüncüsü, bazı hesaplamalarda toprağın miktarı değişken olmakla birlikte klasikler toprağın sabit miktarda olduğunu varsayar. Sabit toprak arzı tarımda emek ve sermayenin azalan verimlere tabi olmasına neden olur. Tarımda azalan verimlerin mevcudiyeti, doğanın ekonomi üzerindeki sınırlamalarını özetler. Bu yönüyle klasik teori sanayi devriminden önce, ekonominin dinamiklerini belirlemede oldukça başarılı bir teori olarak kabul edilir (Alam, 2006: 5).

#### **1.4.1.2. Neoklasik Ekonomide Büyüme ve Enerji**

Büyük ölçüde tarım toplumunda yaşayan Malthus ve Ricardo'nun aksine, W.S.Jevons, İngiltere'de hızlı sanayileşmenin gerçekleştirildiği dönemde yaşamış ve önemli bir enerji kaynağı olan kömürün tükenmesi ile ilgilenmiştir. Ona göre kömür İngiltere'nin ekonomik kalkınmasında en önemli sınırlayıcı faktördür. Hızlı sanayileşme zengin, kolay erişilebilir kaynakları neredeyse tüketiyor, mevcut stoklardan kolay bir şekilde madenlerin çıkarılmasını engelliyordu. Yazmış olduğu *The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation and the Probable Exhaustion of our Coal*

Mines isimli kitapta, kömürün İngiltere'nin ekonomik üstünlüğünde merkezi öneme sahip olduğunu vurgulamıştır. Demir ve buharın elde edilmesinde yalnızca kömür yeterli bolluğa sahiptir. Bu nedenle Jevons, kömürün bu çağı yönlendirmesi nedeniyle bu çağı kömür çağı olarak nitelemiştir (Kula, 1992: 8).

Alfred Marshall, *Principles of Economics* isimli eserinde ortaya attığı dışsal ekonomiler kavramı ile çevresel bozulmanın iktisadi analizine yönelik ilk önemli yaklaşımını ileri sürmüş oluyordu. Marshall, bu noktada her ne kadar, genel endüstriyel gelişim sayesinde ekonomik birimlerin karşılaşacağı olumsuzlukları değil, sadece elde edecekleri fayda ve yararları düşünmüş olsa da dışsallık kavramı, çevresel sorunların iktisadi analizinde kullanılan temel bir yapı taşı niteliği kazanmıştır. Marshall, dışsal ekonomileri, endüstrinin gelişme koşullarına bağlı olarak firmaların herhangi bir karşılık ödemeksizin elde ettiği yararlar olarak ele almıştır. Buna karşılık, A. Pigou, *Income* isimli eserinde, Marshall'dan farklı olarak sadece pozitif dışsallıkları değil, aynı zamanda negatif dışsallıkları da piyasa başarısızlıkları temelinde dikkate almaktadır. Böylece Pigou, dışsallık kavramının, olumlu etkiler yanında maliyetleri ve olumsuz etkileri de içeren çift yönlü bir içeriğe sahip olduğunu vurgular (Aldemir ve Kaypak, 2008: 3).

Neoklasikler modellerinde enerjiye yer vermemişlerdir. Onların makro ekonomik modellerinde enerjinin yer almayışında, klasiklerin yaklaşımı etkili olmuştur. Klasikler bir üretim faktörü olarak enerjiyi ekonomiden hariç tutarak, ekonominin doğayla bağlantısını etkili bir şekilde kesmiştir. Bununla birlikte neoklasik ekonomistler enerjiyi bir hammadde ve ara malı olarak düşünür. Ürünlerin üretiminde kullanılan enerji, cam çelik kereste veya ham pamuğa analitik olarak eşdeğerdir. Bu düşünce, enerji ve maddenin ekonomide yerine getirdiği fonksiyonu göz ardı ettiğinden şüpheli bir düşüncedir. Şöyle ki petrol enerji sağlayarak demir cevherini demire, çeliğe ve sonuç olarak binlerce nihai çelik ürününe dönüştüren üretimi yönlendirir. Başka bir deyişle enerji hammaddeyi nihai ürüne dönüştüren faaliyetleri yönlendirir (Alam, 2006: 6).

Neoklasiklerin toprağı üretimin eşsiz kaynağı olarak görmeme kararı, 19. yüzyılda başlayan yeni sürdürülebilir büyüme çağını açıklama ihtiyacından ileri gelir. Klasik iktisatçılar sürdürülebilir büyümeyi açıklayamamışlardır. Uzun dönemde, onların ekonomileri emek ve sermaye stoklarının sabit olması ile tanımlanan durgun durumla sonlandı. Bununla birlikte neoklasiklere göre enerji sürdürülebilir büyümeyi sağlayan tek

faktör değildir. Enerji büyümeyi zorlayan, mecbur bırakan bir faktördür. Onlar toprağı sermaye olarak yeniden tanımlayarak bunu ortaya koydular. Yalnızca emek ve sermayeden oluşan iki faktörlü bir ekonomi azalan verimlerin ortaya çıkmasından kurtulabilir. En azından emek ve sermaye artışıyla kapsamlı bir büyüme bu şekilde gerçekleşebilir (Alam, 2006: 6).

Tabii ki üretim fonksiyonundan toprağı çıkarmak neoklasikler için onun kendi problemlerini yaratır. Neoklasikler, klasik iktisatçıların iki sektörlü modelinin sanayi öncesi ekonomilerin gerekli dinamikleri yakalamada oldukça başarılı olduğunu ileri sürmüştür. Bu sanayi öncesi ekonomiler, organik kaynaklardan enerjiyi ayırmışlardır. Neoklasik iktisatçılar kendi ekonomilerinden toprağı göz ardı ettiklerinden, onların tek sektörlü ekonomileri, 1800 öncesi ve sonrası ekonomilerin bölgesel fakirliğini ve yaklaşan stagflasyonu açıklayamadı. Bu, tasarrufları, sermaye birikimini ve teknolojik değişiklikleri engelleyen kültürel ve kurumsal engellerle açıklanabilir (Alam, 2006: 7).

Neoklasik büyüme modeli olarak bilinen Solow'un orijinal büyüme modelinde ekonomi net yatırımların olmadığı durağan duruma ulaşmalıdır. Büyüme, bir ülkenin durağan duruma doğru hareket ettiğini ifade eden geçiş aşamasıdır. Çalışan başına düşük sermaye stokuna sahip az gelişmiş bir ekonomi sermaye stokundaki artışa rağmen hızlı büyüme gerçekleştirebilir. Eğer tasarruf oranları sabit kalırsa, bütün ekonomiler sonunda sıfır büyüme dengesine ulaşır. Hiçbir ülke yalnız sermaye biriktirerek sürekli bir şekilde büyüyemez. Eğer tasarruf oranı artarsa, tasarruf oranı arttıkça nüfusun cari yaşam standardı azalmasına rağmen yeni dengeye ulaşana kadar büyüme kısa bir süre için artar. Neoklasik büyüme modeline göre, ekonomik büyümenin devam etmesi teknolojik ilerleme ile mümkün olur. Teknolojik bilgi seviyesindeki artışlar, sermayenin azalan verimliliğini dengeleyerek sermayenin karlılık oranını artırır. Orijinal model, teknolojideki ilerlemelerin nasıl olduğunu açıklamaz. Teknolojik ilerlemelerin dışsal olduğu varsayılır. Daha sonraki modeller teknolojik yenilikleri içselleştirmeye çalışır (Stern ve Cleveland, 2004: 8).

#### **1.4.1.2.1. Neoklasik Büyüme Teorisinin Doğal Kaynaklar İle Genişletilmesi**

1970'lerden başlayarak, neoklasik iktisat doğal çevreye ilgi göstermeye başladı. Şimdi neoklasik iktisat iki önemli uzmanlık veya alt disiplin olan çevre ekonomisini ve doğal kaynaklar ekonomisini (bazen kaynak ekonomisi de denir) içerir. Çevre ekonomisi

esas olarak, ekonominin çevreye veya çevre kirliliğine katkısını inceler. Doğal kaynaklar ekonomisi, doğal kaynak çıkarılması ve doğal kaynakların kullanımı ile ilgili sorunları inceler (Common ve Stagl, 2005: 4)

Standart ekonomi teorisi, üretim sürecinde emek ve sermayeyi iki önemli girdi olarak tanıırken kişi başına enerjiyi bir üretim faktörü olarak görmez. Enerji, ara girdi olarak düşünülür. Neoklasikler diğer üretim girdileriyle karşılaştırıldığında enerjinin toplam çıktıda oldukça küçük maliyet oluşturduğunu ileri sürer. Bu durumda enerji fiyatlarındaki değişikliklerin ekonomi üzerinde nispi olarak çok küçük etkide bulunduğunu ifade ederler (Mallick, 2009: 250). Enerjiyi ara girdi olarak gören Neoklasikler, sürdürülebilir kalkınmaya odaklanmışlardır.

Kaynakların tükenir ve sonlu olması ekonomik büyüme problemini belirsiz yapar. Hatta sürdürülebilir kalkınma mümkün olmayabilir. Büyüme ve kaynaklar hakkındaki neoklasik literatür hangi şartların büyümeyi sürdürmeye izin verdiğini esas alır. Buna göre teknik ve kurumsal şartlar sürdürülebilirliğin mümkün olup olmadığını belirler. Teknik şartlar; girdiler arasındaki ikamenin kolaylığı, doğal kaynakların ve sermayenin başlangıçtaki durumu ile yenilenebilir ve yenilenemez kaynakların karışımını kapsar. Kurumsal şartlar; gelecek kuşakların refahına ilişkin değerler sistemini, mülkiyet hakları sistemini (özel ve kamu mülkiyeti) ve piyasa yapısını (rekabet ve merkezi planlama) kapsar (Stern ve Cleveland, 2004: 10).

Solow, sürdürülebilirliğin sınırlı ve yenilenemeyen doğal kaynakları içeren bir modelde gerçekleştirilebileceğini göstermiştir. Bu sonuca sermaye ve doğal kaynak arasındaki ikame esnekliği bire eşit olduğunda ve belirli diğer şartlar sağlandığında varılabilir. Sürdürülebilirlik, toplum tarafından azalmış doğal kaynakları yenilemek için zamanla yeterli sermaye yatırımı yapıldığında gerçekleşir. Ayrıca sürdürülebilirlik ve teknik yenilik etkin bir şekilde büyümeyi enerjiden ve diğer kaynaklardan ayırıştırabilir. Tükenmiş kaynaklar, daha çok ikamelerle veya beşeri sermayenin eşdeğer formları (insan, makine, fabrika vb) ile yeniden yerine koyulabilir. Ama bu yanlış bir yorumdur. Yukarıda açıklandığı gibi, neoklasik iktisatçılar öncelikle, hangi teknik düzenlemelerin değil, hangi kurumsal düzenlemelerin sürdürülebilirliği yönlendireceği üzerinde durmuştur. Solow yenilenemeyen kaynaklar ve sermaye arasındaki ikame esnekliğinin birden daha büyük veya daha küçük olması ile de ilgilenmiştir. Daha önceki çalışmalarda ikame olasılığı daha

büyüktür. Bu yüzden sürdürülebilirliğin olmaması olasılığı önemli değildir. Daha sonraki çalışmaların sonucuna göre ise ekonomi sadece yenilenemeyen kaynaklar kullanıyorsa sürdürülebilirlik mümkün değildir. Aksine yenilenebilir kaynakların olduğu yerde sürdürülebilirlik teknik olarak mümkündür. En azından nüfus artışı durumunda bu durum olasıdır. Bununla birlikte ana akım iktisatçılar arasında aksi ispatlanmadıkça sürdürülebilirliğin teknik olarak mümkün olduğu varsayılır (Stern ve Cleveland, 2004: 11).

Teknolojik ilerlemenin işgücünü artıran türde ve dışsal olduğu orijinal Solow modelindeki üretim fonksiyonunda beşeri sermaye yanında doğal kaynaklar yer almamasına rağmen, toprak ve toprağın altında ve üstünde yer alan doğal kaynaklar üretimin ayrılmaz bir parçasıdır. Solow modelinin bu eksikliği önce miktarı sabit olan toprak unsurunu ve daha sonra petrol, gaz ve kömür gibi kullanıldıkça miktarı azalan yenilenemeyen doğal kaynaklar kapsayacak şekilde genişletilerek giderilebilir. Toprağın ilave edildiği Solow modeli beşeri sermaye ihmal edilerek şu şekilde yazılabilir (Ünsal, 2007: 223):

$$Y = K^{\alpha} (AL)^{\beta} X^{\phi} \quad (11)$$

Bu Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonundaki K fiziksel sermaye girdisini, AL etkin emek girdisini ve X terimi de miktarı sabit olan toprak girdisini temsil eder.  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\phi$  terimleri sırasıyla çıktının fiziksel sermayeye, etkin emeğe ve toprağa olan esnekliğini ifade eder. Bu terimler sırasıyla fiziksel sermaye, etkin emek ve toprak yüzde bir arttığında çıktının yüzde olarak ne kadar arttığını gösterir. Bu modelde üretim ölçeğe göre sabit getiriye tabidir. Bir diğer ifadeyle, sermaye, etkin emek ve toprak girdileri belirli bir oranda arttığında, çıktı da aynı oranda artar. Dolayısıyla toprağın dahil edildiği Solow modelinde üretim her girdi ve her ikili girdi bileşimi itibariyle azalan verimlere tabidir. Bu husus toprağın miktarının sabit olduğu hesaba katılarak ifade edilirse, sermaye ve emek girdileri belirli bir oranda arttığında, çıktı daha düşük bir oranda artar. Örneğin sermaye ve emek girdileri iki kat artarsa, çıktı iki kattan daha az artar. Sermaye ve emek gibi iki rakip girdinin olduğu Solow modelinde çıktı söz konusu girdilerle aynı oranda artarken, toprağın dahil edildiği Solow modelinde çıktının sermaye ve emek girdileriyle oransal olarak daha az artması büyümeyi olumsuz bir şekilde etkiler (Ünsal, 2007: 224).

Petrol, gaz ve kömür gibi kullanıldıkça miktarı azalan veya kısaca yenilenemeyen kaynakların ilave edildiği Solow modelindeki üretim fonksiyonu şöyle yazılabilir (Ünsal, 2007: 227):

$$Y = K^{\alpha} (AL)^{\beta} E^{\varphi} \quad (12)$$

Bu Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonunda da K fiziksel sermaye girdisini, AL etkin emek girdisini ve E terimi de miktarı zaman içinde azalan ham petrol gibi yenilenemeyen doğal kaynak çeşidini ifade eder. Bu modelde üretim ölçüğe göre sabit getiriye tabidir. Bir diğer ifadeyle, sermaye, etkin emek ve yenilenemez girdiler belirli bir oranda arttığında, çıktı da aynı oranda artar. Dolayısıyla yenilenemeyen kaynakların dâhil edildiği Solow modelinde toprak girdisinin dahil edildiği yukarıdaki modelde olduğu gibi, üretim her girdi ve her ikili girdi bileşimi itibarıyla azalan verimlere tabidir. Sermaye ve emek girdileri belirli bir oranda arttığında, çıktı daha düşük bir oranda artar. Örneğin sermaye ve emek girdileri iki kat artarsa, çıktı iki kattan daha az artar. Bu durum büyümeyi olumsuz bir şekilde etkiler (Ünsal, 2007: 227).

#### **1.4.1.3. İçsel Büyüme Teorilerinde Büyüme ve Enerji**

Paul Romer ve Robert Lucas ile başladığı kabul edilen ve 1990'lı yıllarda gelişen içsel büyüme, en yalın haliyle ekonomik büyümenin unsurlarının neoklasik büyüme teorisinden farklı olarak sistemin içerisinde arandığı büyüme teorisidir. Neoklasik büyüme teorisinde azalan verimlere dayalı üretim fonksiyonu kullanılırken, içsel büyüme teorisinde artan verimlere dayalı üretim fonksiyonu kullanılmaktadır. Artan verimlere dayalı üretim fonksiyonunun kullanılmasının nedeni, Romer'in üretim sürecinde fiziksel ürünün yanında yeni üretim bilgisinin ortaya çıkması ve bu bilginin sadece o işletme için değil ekonominin geneli için verimlilik artışına yol açmasıdır. Yani artırılan faktörün verimi, üretim sürecinde yeni bilgilerin elde edilmesiyle, azalmamakta hatta artmaktadır (Berber, 2006: 173).

İçsel büyümenin temel belirleyicilerine bakıldığında bunların, eğitim politikası, sağlık politikası, teknoloji politikası, kamu politikaları ve hizmetleri olduğunu, ayrıca direkt olmamakla birlikte ülkelerin sahip olduğu bölgesel, dinsel ve kültürel faktörlerin de içsel büyümenin temel unsurları arasında yer aldığı görülmektedir. Bu unsurların işleyişi



ise şöyle olmaktadır: Eğitim, sağlık ve teknolojik alt yapı yatırımlarına yapılan harcamalar beşeri sermayeyi ortaya çıkarmakta bu da araştırma ve geliştirme faaliyetlerine yol açmaktadır. Diğer taraftan, ülkelerin kendilerine ait din, kültürel yapı ve bulunduğu bölge gibi özellikleri yaratıcılık ve tesadüfler aracılığıyla araştırma ve geliştirme faaliyetlerine yol açmaktadır. Araştırma Geliştirme (AR-GE) faaliyetleri sonucunda yeni mamuller bulunmakta, daha etkin üretim yöntemleri geliştirilmekte ya da bir mamulün farklı dizayn ve süreçleri geliştirilmektedir. Bunun sonucunda da Schumpeter manada yenilikler ortaya çıkmakta ve ekonomik büyüme gerçekleşmektedir (Berber, 2006: 174).

İçsel büyüme modellerinin birkaç farklı şekilde sınıflandırılır. Birinci sınıf içsel teknolojik yenilik modelleri, teknolojiyi modeldeki değişkenlerin birindeki değişmelere bir karşılık olarak görür. Yapararak öğrenme modellerinde teknoloji durumu kümülatif üretim fonksiyonudur. Arrow orijinal modelinde sermaye mallarının verimliliği, zamanla daha fazla üretildikçe artar. Diğer yorumlarda, öğrenme eğilimi, mallar daha fazla üretildikçe bir malın üretimindeki verimlilik artışını ifade eder. Hicks tarafından ileri sürülen uyarılmış teknolojik yenilik modellerinde, enerji gibi bir girdinin fiyatı arttığında buluşlar artar (Stern ve Cleveland, 2004: 8).

İçsel büyüme teorilerinin ikinci sınıflamasında, sermaye ve çıktı arasındaki ilişki  $Y=AK$  biçiminde yazılabilir. Burada A sabittir ve K üretilmiş sermaye ve sermayenin bir formu olarak düşünülen yatırım malına bağlı olmayan teknolojik yeniliğin bir bileşimidir. Bu çok geniş bir şekilde tanımlanmış sermaye artarken, ekonomik büyüme sonsuz bir şekilde devam edebilir. AK modelinde tasarruflar ya üretilmiş sermaye birikimi ya da bilgi birikimine yönlendirilir. Bununla birlikte modeller AR-GE çalışmalarını açık bir şekilde kapsamaz. Teknolojik bilginin iki özelliği vardır. Birincisi rekabet dışı mallardır. Sermayenin bu şeklinin stoku kullanmakla azaltılmaz. İkincisi üretimdeki pozitif dışsallıklardır. AR-GE yapan firma elde edilen bilgiden fayda sağlarken, AR-GE sürecinden ekonomiye yayılan dışsallıklar vardır. Bilgi üretmenin onu üretene dışsal fayda sağlarken, ekonomik büyüme oranı sosyal optimal seviyesinin altında olabilir. Bununla birlikte ekonomi sabit bir büyüme oranını sürdürebilir. Bu büyüme oranında üretilmiş sermayenin azalan verimi, bilgi yaratmanın dışsal etkisi tarafından tamamıyla dengelenir. Büyüme oranı tasarruf oranından sürekli olarak etkilenir. Yüksek tasarruf oranı yalnızca denge gelir seviyesini değil ekonomik büyüme oranını artırır (Stern ve Cleveland, 2004: 8).

Schumpeterci büyüme modeli üçüncü sınıf içsel teknoloji modelleridir. Bu modeller teşvik yapısını modele katar. Yeniliklere kaynak yaratma teşviki, başarılı yenilikler için geçici monopol karı olasılığından gelir. Firmalar monopol karı elde etmek için AR-GE yatırımı yapar. Yenilikler stokastik olarak görülür ve sermaye mallarının yeni nesli ile temsil edilir. Sermaye malları endüstrisinde tam rekabet şartları geçerlidir. Pozitif ve negatif dışsallıklardan dolayı, ortalama büyüme oranı refah maksimizasyonu için çok yükselebilir veya düşebilir. Buluşlardan faydalanan tüketicilere ve geçmiş fikirlerden faydalanan gelecek araştırmacılara pozitif dışsallıklar vardır. Yeni buluşların negatif dışsallıkları vardır. Bu yeni buluşlar eskimiş sermayenin yaptığı işleri yapar. Hem sermaye birikimi hem de buluşlar uzun dönem büyüme oranını belirler. Sermaye birikimi buluş aktivitelerinin verimini artırır. Bununla birlikte, teknoloji çok karmaşık olduğu için buluş sektöründe azalan verimler varsa, ekonomi sabit bir büyüme oranına sahip olabilir (Stern ve Cleveland, 2004: 9).

#### **1.4.1.3.1. İçsel Büyüme Teorisinin Doğal Kaynaklar İle Genişletilmesi**

Sermayenin doğal kaynaklar yerine ikamesine ilave olarak teknolojik yenilik, büyümeye veya en azından sınırlı kaynakların sabit tüketimine izin verebilir. Toplam faktör verimliliğindeki artış, sürdürülebilirliği başarmayı teknik olarak kolaylaştırır. Bu durumda sürdürülebilirlik, birden küçük ikame esnekliği durumunda bile mümkün olabilir. Bununla birlikte, teknik uygunluğun mevcut olmasının, sürdürülebilirliğin mümkün olacağı anlamına gelmez. Teknolojik gelişmeler birim kaynak başına üretimin gelecekte daha yüksek olacağı anlamına gelir. Gelecek tüketim o günkü tercihlere bağlı olduğu için cari tüketim daha hızlanabilir. Yukarıda açıklandığı gibi bilgi üretimindeki dışsallıklardan dolayı içsel büyüme dünyasında çok az bir yenilik vardır. Sonuç olarak, yenilenemeyen kaynakların azalması uygun değildir. Ama burada açıklandığı gibi, bu oran ya çok hızlanabilir ya da çok yavaşlayabilir. Yenilenemeyen kaynaklar ile ilgili büyüme modelleri üzerindeki çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmalarda teknolojik yenilik içseldir. Bazı modeller çok özel varsayımlarda bulunur. Mesela bazı çalışmalar enerji kullanımının pozitif büyüme oranına neden olduğunu varsayar (Stern ve Cleveland, 2004: 12).

En genel sonuçlar Aghion ve Howitt tarafından sağlanmıştır. Onlar dört farklı modeli analiz eder. Modellerin ikisi çevre kirliliğini (yenilenebilir kaynaklı) ve ikisi

yenilenemeyen kaynağı içerir. İki modelin her bir seti AK ve Schumpeterci yapıyı kullanan modelleri kapsar. Yenilenebilir kaynak modelleri nihai mal üretiminden kirliliği azaltmaya dönüştürülmek için kaynaklara gereksinim duyar. AK modelinde uzun dönem büyüme oranı pozitif olamaz. Bu durum doğal kaynaklı AK modeli sonuçlarına terstir. Schumpeterci model sınırsız büyümeye yalnızca model parametreleri hakkında belirli varsayımlar altında müsaade edebilir. Yenilenemeyen kaynak modelleri, yenilenemeyen kaynakların üretimde gerekli olduğunu varsayar. AK modeli ayrıca pozitif uzun dönem tüketim artışına müsaade etmez. Yenilenemeyen kaynaklı Schumpeterci model yenilenebilir kaynak modellerinden daha zayıf şartlar altında sınırsız büyümeye imkân tanır. Bu mantığa aykırı görülebilir. Ama bu durum daha sonraki çalışmalarda tüketicilerin yalnızca tüketiminden hoşlandığı gerçeğinden kaynaklanıyor olabilir. Yenilenemeyen kaynaklar ile o faydayı etkileyemez. Devam eden büyüme daha kolay olmuş gibi gözükülebilir (Aghion ve Howitt, 1998'den aktaran Stern ve Cleveland, 2004: 12).

Tahvonen ve Salo daha önceki neoklasik modellerden farklı olarak hem yenilenebilir hem de yenilenemeyen kaynakları içeren bir ekonomi modeli geliştirmiştir. Yazarlar büyüme sürecinin gerçekten nasıl çalıştığını görmeye çalışmıştır. Modeller hem yenilenemeyen enerji kaynaklarını çıkarma maliyetlerini ve hem de yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim maliyetlerini kapsar. Daha ucuz kaynakların öncelikle tüketilmesi enerji maliyetlerinin artmasına yol açar. Model bazı değişkenlerin ve teknolojik yeniliğin dışsal olduğunu varsayar. Maden çıkarma konusundaki teknik bilginin maden çıkarılmasını orantılı olarak artırdığı ileri sürülür. Böylece nihai üretim alanındaki teknik bilginin sermaye malları ile orantılı olduğu varsayılır. Böyle bir modeldeki optimal kalkınma neoklasik modelden çok daha etkin bir şekilde geçmiş dönem kalkınmaya benzer özellikler gösterir. Ekonomilerde fosil yakıt kullanımının önce arttığı sonra düştüğü görülür. Buna bağlı olarak yenilenemeyen kaynakların fiyatları ilk olarak yükselir, sonra düşer. Eğer yukarıda tartışılan daha genel içsel teknolojik yenilik modellerinin bazıları ile bütünleşmiş olursa bu gelecek büyüme ve sürdürülebilirlik yaklaşımları için umut verici bir gelişme olarak görülür (Tahvonen ve Salo, 2001'den aktaran: Stern ve Cleveland, 2004: 13).

Genel olarak içsel büyüme teorilerinde teknolojik gelişme içsel bir değişken olarak kabul edilmektedir. Enerji ise teknolojinin pratikte kullanımına imkan tanıyan bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Ancak enerjiyi dönüştürerek kullanılabilir hale getirmek için

de yüksek teknolojili yatırımlara ihtiyaç duyulur. Ülkeler bu tip yatırımları sadece enerji üretmek için değil aynı zamanda enerji kullanımında etkinliği sağlamak için yapmaktadırlar. Sonuç olarak düşük maliyetle temin edilen ve üretim sürecinde verimli biçimde kullanılabilen enerji faktörü, teknoloji unsuru üzerinden ulusal çıktı düzeyinin artmasını sağlayacaktır (Mucuk ve Uysal, 2009: 106).

#### **1.4.2. Ekolojik Ekonomi Modelinde Büyüme ve Enerji**

Ekolojik ekonomi ile ilgili temel nitelikte teorik çalışmalar 1960'lı yılların sonuna doğru Kenneth Boulding tarafından başlatıldığı, buna karşılık enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen uygulamalı çalışmaların ise 1970'li yılların sonuna doğru J.Kraft ve A.Kraft tarafından başlatıldığı söylenebilir.

Ekolojik ekonomi çeşitli şekillerde tanımlanabilir. Ama ana konu, ekonomik teori, fiziksel gerçeklikteki uygulamalar, özellikle termodinamik yasaları, doğanın yarattığı kısıtlamalar, doğal sermayenin katkısı ile insan refah ve zenginliği için uyumlu ekosistem hizmetleridir (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 100).

Ekolojik ekonomi modellerinde genel olarak enerji üretiminin tek birincil faktörüdür. Belirli bir stok varlık olan enerji ekonomiyeye hizmet verdiği süreçte enerjinin korunumu yasası gereği kullanılıp tüketilmese de giderek azalır. Bu durum, her bir süreçte mevcut enerjinin dışsal olarak belirlenmesi gerektiği anlamına gelir. Bazı biyofiziksel ekonomi modeline göre, jeolojik engeller, enerjinin çıkarılma oranını belirler. Diğer taraftan sermaye ve emek stok olarak değil akım olarak düşünülür. Bu akım değişkenler içerdikleri enerji kullanımına göre hesaplanır ve ekonomideki bütün katma değer enerji kullanımı karşılığında ödenen bedellerdeki artış olarak görülür. Malların fiyatları o zaman içindeki enerjinin maliyeti tarafından belirlenmesi gerekir (normatif enerji değer teorisi) veya gerçekten enerji maliyetleri ile ilişkilidir (pozitif enerji değer teorisi) (Stern ve Cleveland, 2004: 6).

Neoklasikler ekonomiyi kapalı bir sistem olarak görür. Malların emek ve sermaye tarafından üretildiği bu sistemde, faaliyet akımı tüketiciler ve firmalar arasında olmaktadır. Şekil 2'de şemanın iç kısmı bilinen bu faaliyet akımını göstermektedir. Ekonomik büyüme emek ve sermaye girdisindeki artışla sağlanır. Ayrıca teknolojik gelişme ve emekle

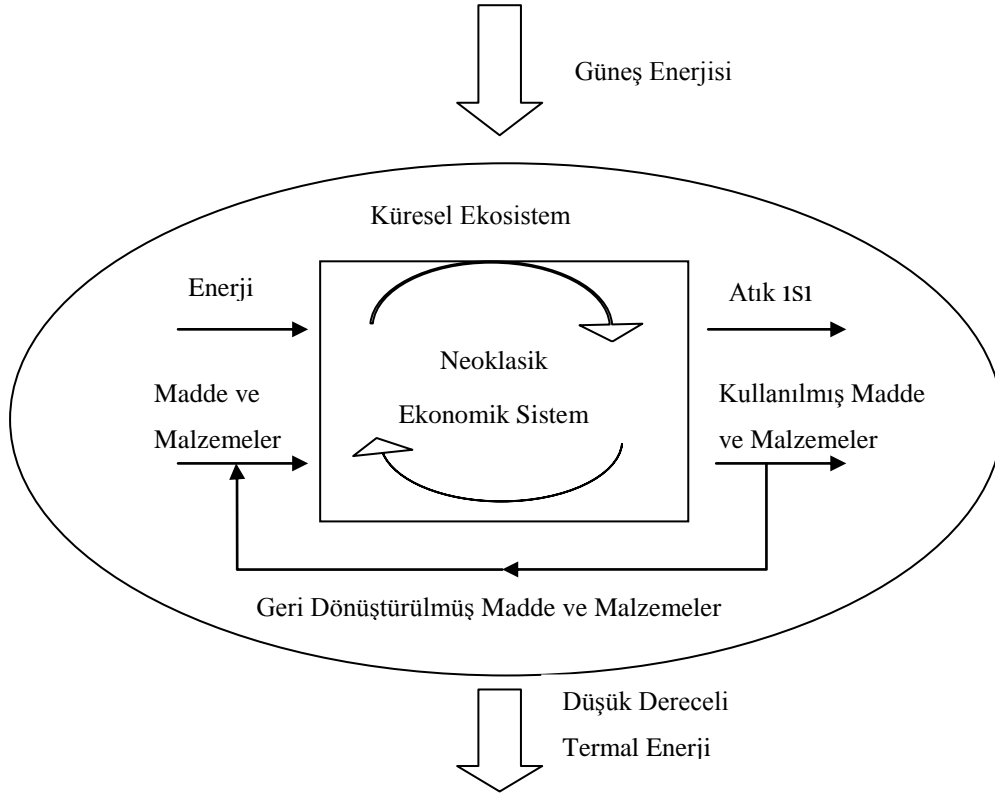
sermayenin kalitesindeki artışla ekonomik büyümeyi sağlamak mümkündür. Daha sonraları, ekonomik büyümede doğal sermayenin rolü düşünölmeye başlanmıştır. Doğal sermaye, yenilenebilen ve yenilenemeyen doğal kaynaklardan oluşur (Ockwell, 2008: 4600).

Ekolojik iktisatçılar, neoklasik bakış açısını ekonomik faaliyetleri açıklarken fiziksel gerçeklikleri dikkate almadığı için eleştirir. Hatta daha gerçekçi bir bakış açısıyla, ekonomik sistemi açık küresel ekosistemin bir alt sistemi olarak görür. Bunlar, insan yaşamı için gerekli olan iklimin korunması ve ekonomik faaliyetlerde israfın önlenmesini içerir. Daha da önemlisi, ekolojik iktisatçılar termodinamik yasalarının hesaba katılmasına gayret eder. Termodinamiğin kütle-denge ilkesi olarak bilinen birinci yasa, enerjinin yaratılamayacağı ve yok edilemeyeceğidir. Dünyanın yarı kapalı küresel ekosisteminde, bu yasa tek enerji kaynağının güneş enerjisi olduğunu ifade eder. Bu enerji doğrudan ya da fosil yakıtların içine işlenmiş olması gibi dolaylı olarak kullanılabilir. Bu yasa ayrıca fosil yakıtların kullanımı neticesinde çevreye atık olarak karbondioksit salınacağını ifade eder. Güneş enerjisi ekonomik sisteme girer ve sonra küresel sistemden düşük ısı ve atık olarak çıkar. Bu atık çevre üzerinde bir maliyet anlamına gelir. Kapalı ekonomik sistem olarak ifade edilen neoklasik sistemde dönüşümü yapılamaz. Bu birinci yasa, sermaye ve doğal kaynakların ikame edilebildiğini ifade eden neoklasik büyüme modeliyle çelişir. Eğer ekonomik faaliyet sonucu ortaya çıkan atığın çevre tarafından giderilmesi imkanı azalırsa, o zaman insan yaşamı ve ekonomik faaliyetler için gerekli olan ekosistem ve yaşam destek fonksiyonları sıklıkla tehlikeli ve bazen de geri dönüşümsüzdür. Bu durumda sermaye ve doğal kaynaklar ikame edilemez (Ockwell, 2008: 4601).

Termodinamiğin ikinci yasa, entropi (dağıntı) yasaı madde ve malzemelerle enerji yeniden kullanıldıkça entropileri artar yani daha az fayda düzeyine ulaşır. Bu yasa ayrıca, bir madde ve malzemenin diğerine dönüştürmek için, ilave enerjiye ihtiyaç olduğunu ifade eder. Üretim sürecinde enerjinin diğer girdilerle ikame edilebilir olması hususunda kısıtların olduğunu ifade eder. Makro seviyede ikame ile ilgili bu kısıtların üstesinden gelmek daha güçtür. Aslında daha fazla insan yapımı sermaye malı üretmek için imalat sürecinde enerji gereklidir. Ayrıca emeğe de ihtiyaç duyulur. Bu iki durumda daha fazla enerji tüketilir. Neoklasik ekonomistler enerjiyi yalnızca onun nispi maliyetleri ile değerlendirerek, ekonomik aktivitelerde onun önemini hafife almış olabilir. Ekolojik

İktisatçılar için enerji, ekonomik üretimi gerçekleştiren temel faktördür. Hatta bu iktisatçıların bazıları, ekonomik büyümenin enerji tüketimini artırdığını ifade edenlere karşı olarak, enerjinin ekonomik büyümeyi yönlendirdiğini iddia eder. Bu bakış açısına göre enerji tüketimini ekonomik büyümeden ayırtmak daha zordur (Ockwell, 2008: 4601).

**Şekil 2: Ekolojik Ekonomi Faaliyet Akım Şeması**



**Kaynak:** Hall ve diğerleri, 1986'dan aktaran: Ockwell, 2008: 4601.

Bazı biyofiziksel büyüme modellerine göre, artan enerji kullanımı, artan emek ve sermaye kullanımı ile desteklenirse ekonomik büyümeye neden olur. Bununla birlikte emek ve sermayenin artan kullanımı enerji kullanımında artışa yol açmaksızın çıktıda az da olsa artışa yol açar. Bu yüzden, enerji üretimde gerekli olmasına rağmen, artan enerji kullanımı ekonomik büyümeye neden olamayabilir. Onun yerine, yetersiz enerji kullanımı ekonomik büyümeyi ya engeller ya da seviyesini sınırlandırır. Sanayi devriminin başlangıcında enerji arzını artıran buluşlar, modern ekonomik büyümeyi engelleyen veya seviyesini sınırlayan etkenleri ortadan kaldırmıştır. O zamandan beri, enerji arzının düzenli olarak artması ve onun yükselen kalitesi ekonomik büyüme yolunu sürdürmek için

gerekli görülmüştür. 1970'lerde ve 1980'li yılların başlarındaki petrol krizleri bunun göstergesidir ki ekonomik büyümenin düşmesiyle sonuçlanmıştır (Mallick, 2009: 251).

Ekolojik ekonomi, ağırlıklı olarak üç konuyu ele alır. Bunlar, kaynak bölüşümü (tahsisatı), gelir dağıtımını ve özellikle ekonominin ekosistemdeki yeri yani ölçeğidir. Kaynakların iyi bir bölüşümü Pareto optimal anlamda verimli olmalıdır. Gelir ve servetin iyi bir dağıtımını adil olmalıdır. İyi olmanın ölçüsü ekolojik olarak sürdürülebilir olmasıdır. Standart ekonomide bölüşüm ve dağıtım benzer kavramlardır. Pareto optimal bölüşüm tektir. Yani pareto optimumu sağlandığında, birinin durumunu daha kötü yapmaksızın başka birinin durumunu daha iyi yapmak mümkün değildir. Bir başka ifadeyle kaynakların yeniden bölüşümü imkânsızdır. Standart ekonomi öncelikle bölüşüm konusuna odaklanır. Dağıtım konusunu ikincil plana iter. Çünkü verimli bölüşümü tanımlamak için, mevcut dağıtım mantıklı olarak gereklidir. Ekolojik ekonomistlerin, çoğu neoklasik ekonomistten daha fazla dağıtımda adalet konusunu düşünür. Üçüncü konu, ekonominin fiziksel hacminin süre gelen ekosisteme oranı olarak ifade edilen ölçek konusu ise, standart ekonomide tanınmadığı için, ekolojik ekonominin farklı bir ilgi alanını oluşturur (Daly, 2007: 85).

Ekonominin ölçeğinin iki ölçütü vardır. Birincisi fiziksel kaynaklardan hammadde akışıdır. İkincisi birikmiş iyi mal ve kötü mal (bads) stokudur. Hammadde akışının ölçüsüne önem verilir. Çünkü hammadde akışının ölçüsü, ekosistemin doğal kaynaklarının bitirilmesine ve tölere edilebilecek sınırdaki kirletilmesine etki eder. Eğer atıkların üstesinden gelinebiliyorsa ve kullanılmış kaynakları geri dönüştürebilmek için hammadde ekosistemin doğal sınırında tutulabiliyorsa, o zaman ekonominin ölçeği ekolojik olarak sürdürülebilir hale gelir. İyi ve kötü mallar arasındaki farkı maksimize eden sürdürülebilir ölçek, optimal ölçektir. Eğer bu noktanın ötesinde büyüme gerçekleşirse ekonomik olmaz (Daly, 2007: 86).

Ölçek kavramı, sayısız analitik soruyu beraberinde getirir. Buna göre maksimum sürdürülebilir ölçek ne olmalıdır? Ayrıca optimum ölçek nedir? Bu iki soru yerel, ulusal, bölgesel ve küresel seviyede sorulabilir. Maksimum sürdürülebilir ölçeğin ne olması gerektiği sorusu taşıma kapasitesi ile açıklanır. Taşıma kapasitesi, ekosistemin kaldırabildiği canlı sayısını gösterir. Herhangi bir tür için taşıma kapasitesi, refah ve yok edici faktörlerin bir karışımı tarafından belirlenir. Vahşi türler için refah faktörleri, türlerin

yaşam alanı yani yiyecek, su, barınak ve mekândır. Yok edici faktörler, yırtıcılar, hastalıklar ve sert iklim gibi koşullardır. İnsanoğlu birey başına yaşam bileşenlerinin kullanımı ve tüketimi konusunda diğer canlı türlerinden farklıdır. İnsanoğlunun taşıma kapasitesi için ölçüt Gayrı Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)'dır. GSYİH insan nüfusunun ve kişi başına tüketimin bir göstergesidir. Bir diğer ifadeyle GSYİH insan ekonomik hacminin yani toplam mal ve hizmet üretim ve tüketim seviyesinin makul iyi bir göstergesidir. Bunun gibi ekonominin hacminin ekosistemin hacmine oranlanmasında iyi bir başlangıç noktasını oluşturur. Burada GSYİH fiziksel bir ölçüt olarak değil değer olarak düşünülür. GSYİH fiziksel mal ve hizmetlerin değer olarak toplamıdır. Ölçek konusu, ekonomi/ekoloji ilişkisinin kirlilik, kalabalık ve iklim istikrarı gibi bütün yönlerini kapsar. Yani biyolojik çeşitliliğin korunması önemli bir yöndür (Czech, 2009: 6).

Ekolojik ekonominin özü, hem kuşaklararası hem de kuşak içi eşitlik olarak yorumlanabilen, sürdürülebilir kalkınma amacıyla ilişkilidir. Ayrıca ekonominin (ekonominin fiziksel büyüme sınırlarını belirleyen) daha geniş bir yerel ve küresel ekosistemin bir alt sistemi olduğu görüşü ile ilişkilidir. Son olarak ekolojik ekonominin özü, fiziksel (malzeme, enerji, kimyasal, biyolojik) göstergelerin kullanımına ve kapsamlı sistem analizine dayalı metodolojik bir yaklaşımla ilişkilidir (Bergh, 2000: 2). Çevresel ekonominin özü, negatif dışsallıklar veya dışsal maliyet teorisidir. Bu yaklaşıma göre çevresel problemler insanlar arasındaki etkileşimden oluşur. Yani doğa ve çevreden örtülü bahsedilir. Enerji ekonomisinde ise insan-çevre veya ekonomi-ekoloji ilişkisinin modellemesine daha fazla ilgi duyulur. Bu enerji ekonomisinin geleneksel doğal kaynaklar ekonomisi ile daha yakın ilişkili olmasındandır (Bergh, 2000: 5).

Burada son olarak şuna değinmekte fayda var ki ekolojik ekonomi ile kaynak ekonomisi ve çevre ekonomisi birbirine yakın olmakla birlikte farklı kavramlardır. Kaynak ekonomisi ve çevre ekonomisi neoklasik ekonominin alt alanlarıdır. Bu iki ekonomi ölçek konusunu düşünmez. Hammadde (madde ve enerji) kavramlarına sahip değildirlir. Bölüşümde etkinlik konusu üzerine odaklanmışlardır. Kaynak ekonomisi, maden endüstrisinde kullanılan emek ve sermayenin bölüşümünde etkinlik konusuyla ilgilenir.



Kıtlık rantı, kullanım maliyeti ve Hotelling Kuralı\* gibi çok faydalı kavramlar geliştirir. Aynı şekilde çevre ekonomisi de bölüşümde etkinlik ve onun dışsal kirlilik tarafından nasıl bozulduğu üzerinde yoğunlaşır. Çeşitli kavramlar geliştirmelerine rağmen, sürdürülebilir ölçekte olmasa bile bölüşüm etkinliği çevre ekonomisinin de amacıdır. Ekolojik ekonomi kaynak ve çevre ekonomilerini, hammadde kavramıyla nüfusun azalmasını ilişkilendirerek birbirine bağlar. Ekolojik ekonomi, dikkatleri, ekosistemin geri kalanı üzerine çeker. Kirliliğe, doğal kaynakların tükenmesine, entropik bozulmaya ve hepsinden daha önemlisi insan ekonomisinin büyümesine neden olan ekonomik aktiviteler ekosistemin geri kalanını etkiler (Daly, 2007: 87).

#### **1.4.2.1. Ekolojik Ekonomide Öne Çıkan Yaklaşımlar**

1960'lı yılların ortalarında Kenneth Boulding, "The Economics of the Coming Spaceship Earth" isimli çalışmasıyla ekolojik ekonominin modern uyanışını başlatmıştır. 1970'lerde Nicholas Georgescu-Roegen ve Herman Daly ekolojik ekonomide yeni yaklaşımlar ortaya koydular. Bu üç ekonomistin çalışmalarının temel mesajı, ekonomik büyüme için sınırların varlığı, Maltusyan yaklaşımda olduğu gibi artık sadece geleneksel kaynakların bitmesi olasılığına dayanarak söylenebilir. Teknoloji, neoklasiklerin ortaya koyduğu gibi, ekolojik sınırlarını engelleyen nihai araç olarak görülemez. Bunun yerine, yüksek kaliteli enerjinin sonlu olması ve ekosistem esnekliğinin azalması, insanlığın peşinde olduğu materyalin yeniden kullanımı için iki önemli sınırlayıcı faktör olarak görülür (Hussen, 2004: 247). Bir diğer ifadeyle bu üç ekonomistin bilimsel çalışmalarının öne çıkan özelliği, ekonomik büyüme üzerinde biyofiziksel limitlerin mevcudiyetini göstermek için, termodinamik ve ekolojinin ilkelerini kullanmalarıdır. Dahası bu üç ekonomist ekonominin ekolojik olarak sürdürülebilirliğini savunur (Hussen, 2004: 249).

N.Georgescu-Roegen, ekonomik süreci biyofiziksel gerçekler üzerine oturtmaya çalıştı. Onun çalışmasından önceki çalışmalardan K.Boulding, kütle-denge ilkesinin çevresel anlamını göstermesiyle ünlüdür. Kronolojik olarak daha sonra R.Ayres ve

---

\*Hotelling kuralı, diğer faktörlerin doğal sermaye yerine ikame edilmesiyle toplam sermayenin değişmeyeceğini vurgular. Tükenebilir kaynakların yok olmasını karşılamak için yeniden üretilebilir sermaye yapılan yatırımlardan kaynaklanan kaynak tüketiminden elde edilirse, toplam sermaye sonsuz zaman içinde devam ettirilebilir (Yıldıztekin, 2009: 371).

A.Kneese materyal denge yaklaşımını kullanmışken, H.T.Odum enerji akış analizi üzerinde çalışmıştır. B.Hannon, C.W. Bullard ve R.A.Herenden ise girdi-çıkıtkı tekniğini, ekolojik ve ekonomik sistemlerde enerji kullanımının analizine uygulamışlardır. N.Georgescu-Reugen ise diğerk öncü çalışmalardan farklı olarak, biyofiziksel ilkeleri standart ekonomik modellere ve günlük hayata katmıştır. Ayrıca, kütle ve enerji korunumu ve entropi yasalarının ekonomik önemine dikkat çekmiştir (Cleveland ve Ruth, 1997: 204).

#### **1.4.2.1.1. Kenneth Boulding'in Yaklaşımı**

Boulding, kaynakların mevcudiyeti ile ilgili olarak ekonomik sistemi mecazi anlamda “kovboy ekonomisi” olarak tanımlar. Bu ekonomide kaynakların mevcudiyeti garanti altındadır. Tüketim ve üretim faaliyetlerine olumlu bakılır. Bu yüzden doğa pervasızca kirletilir. Üstelik ekonominin başarısı, talep edilen mal ve hizmetlerin üretiminde kullanılan madde ve enerjinin miktarı ile ölçülür. Kirlilik ve kaynakların tükenmesi dikkate alınmaz. Böylece doğanın tıpkı kovboyun davranışı gibi pervasızca sömürüsü, bizim geçmişimizi karakterize eder (Hussen, 2004: 249).

Boulding geleceğe oldukça farklı bir şekilde bakar. Özellikle, açık bir dünyadan kapalı bir dünyaya geçildiği konusunda insanları uyarır. Uzay çağına girilen son zamanlarda bu gerçeğin farkına varılır ve dünyanın sonlu bir küre olduğunu gözlemlenir. Böylece dünya, kaynakların sınırsız olmadığı bir tek uzay gemisi olur. Bu yüzden insanoğlu, malzemelerin sürekli yeniden üretilebildiği bir döngüsel ekolojik sistemde yerini bulmalıdır. Boulding'e göre bu yeni gerçek, önemli ekonomik anlamlara sahiptir. Bu “uzay adamı ekonomisi” olarak ifade edilen geleceğin ekonomik sistemi, geçmiş açık dünyadan farklı olarak ekonomik ilkelere gereksinim duyar. Uzay adamı ekonomisinde, madde ve enerji hiçbir şekilde istenilmez. Gerçekten artmaktan ziyade azalacağı düşünülen bir şey olarak görülür. Bu yüzden, özellikle ekonomik başarının ölçüsü, üretim ve tüketim değildir. Toplam sermaye stokunun yapısı, kapsamı, kalitesi ve karmaşıklığı öne çıkar. Toplam sermaye stoku insan bedeni ve düşüncesini kapsar (Hussen, 2004: 250).

Bu düşünceyle Boulding'in mesajı oldukça açıktır. Her şeyden önce yeryüzü, bir kapalı ekolojik küredir. İnsan nüfusu küçük ve teknolojik kapasite yıkıcı olmadığı zaman, yeryüzüne bir sınırsız uçak olarak bakmak mümkün olabilir. Bununla birlikte, nüfusa, teknolojiye ve üretim ve tüketim alışkanlıklarına göre mevcut insan şartları, sosyal

değerlere ve ekonomik sisteme yeniden bakılmasını garanti eder. Sosyal değerleri kabullenmeye ve ekonomik sistemi inşa etmeye ihtiyaç duyulur. Son olarak Boulding'in mesajı basitçe şöyle ifade edilebilir: insanoğlunun geleceği, ekonomik sistemi dizayn etme yeteneğine bağlıdır. Daha açık bir şekilde ifade edilecek olursa, insanoğlunun geleceği, sürdürülebilir ekonomiyi kurmak için, ekolojik sınırların tam olarak bilinmesiyle birlikte, madde ve enerji akışlarının düzenleyen ekonomik sistemi dizayn etme yeteneğine bağlıdır (Hussen, 2004: 250).

#### **1.4.2.1.2. Nicholas Georgescu-Roegen'in Yaklaşımı**

Georgescu-Roegen'in ekonomiye katkıları sayısız ve çeşitlidir. Onun kaynak ekonomisine devrim niteliğinde katkısı 1971 yılında yapmış olduğu "Entropi Yasaları ve Ekonomik Süreç" (The Entropy Law and the Economic Process) isimli kitabıyla olmuştur. Bu çalışma, kaynak kıtlığı ve ekonomik büyümenin standart iktisat paradigmasının, güçlü anlayışlı ve eleştirel bir değerlendirmesini temsil eder. O, bunu termodinamiğin temel ilkelerini kullanarak yapar. Bunu yaparken ekolojik ve ekonomik sistem arasındaki etkileşimin analizinde yeni ve devrim yaratan kavramsal yapıyı kullanır. Georgescu-Roegen'e göre tamamen fiziksel bir bakış açısı ile hem insan ekonomisi (human economy) hem de doğal ekosistemler, madde ve enerjinin sürekli değişimi ile karakterize edilir. Enerji ve materyal akışının dikkatli analizi, ekonomik sürece fiziksel sınırların etkisinin anlaşılmasında önemlidir. Bu nedenle termodinamiği, fiziksel yasaların en ekonomiyi olarak açıklar (Hussen, 2004: 251).

Georgescu-Roegen, teorik olarak neoklasik okulun Newton mekaniğinden alınan mekanik doğmaları takip ettiğini ileri sürer. Bu yüzden ekonomik analiz, oldukça basit ve tek yönlü kavramsal yapıya dayalıdır. Bunun kanıtı olarak Georgescu-Roegen standart ekonomi ders kitaplarında ekonomik sürecin döngüsel akış diyagramıyla sunumundan bahseder. Fiziksel bakış açısıyla bu diyagram, tamamen kapalı bir ekonomik sistemde üretim ve tüketim arasında materyal ve enerjinin döngüsel akışını gösterir. Diğer bir deyişle, ekonomik süreç, maddelerin çıkarıldığı doğal ortamdaki bağımsız izole edilmiş, döngüsel mesele olarak kabul edilir. Georgescu-Roegen'e göre, bu manada ekonomik süreci kavramsallaştırmak, üç nedenden ötürü yalnızca basit değil aynı zamanda yanıltıcı ve tehlikelidir. Birincisi, ekonomistlerin yalnızca ekonomik değere odaklanmasına neden

olur. Bu ekonomik süreçte madde ve enerjinin fiziksel akışının önemsenmemesine yol açar. Buna karşılık Georgescu-Roegen, termodinamiğin ikinci yasasını kullanarak, ekonomik sürecin, düşük entropiye sahip ve değerli doğal kaynakları, yüksek entropiye sahip atığa dönüştürdüğünü hatırlatır. O, burada ekonomik değerın yalnızca doğa tarafından belirlendiğini iddia etmez. O, ekonomik değerin hem talep hem de arz (teknoloji ve doğa) tarafından belirlendiğinin farkında olan bir ekonomisttir (Hussen, 2004: 251).

İkinci olarak standart ekonomistlerin düşük entropili madde ve enerjinin ekonomik süreçte oynadığı rolü göz ardı etmesine neden olur. Termodinamiğin ikinci yasasını uygulayarak Georgescu-Roegen, ekonomik süreci sınırlayıcı faktör olarak enerjinin önemini vurgular. Üçüncü olarak, ekonomik süreç (biyofizik sınırları) için doğal kısıtlamalar kabul edilmez. Ana akım iktisatçılar teknolojik iyimser olarak görülür. Çünkü onlara göre insanoğlunun karşı karşıya kaldığı materyal problemleri teknolojik araçlarla çözülebilir. Oysa ekolojik iktisatçılara göre bu durum şundan dolayı hayaldir. Termodinamiğin ikinci yasasına göre, kendi kendini devam ettiren endüstriyel makineyi keşfetmek imkânsızdır. Öte yandan termodinamik yasaları, insan yapımı sermayenin doğal sermayeyi ikame etmesi ve doğal sermayenin azalması ve bozulmasını telafi etmek için teknolojik değişim yeteneği konusunda sınırlar koyar. Aslında uzun dönemde doğal sermaye ve insan yapımı sermaye tamamlayıcıdır. Çünkü daha sonra üretim ve bakım için madde ve enerjiye ihtiyaç duyulur. Aslında bu neoklasik büyüme paradigmasının önemli çekirdek ilkelerinden, insan yapımı sermaye ve doğal sermaye arasında sonsuz ikame olduğu ilkesinin reddidir (Hussen, 2004: 252).

Georgescu-Roegen ve Boulding, modern ekolojik ekonominin teorik ve kavramsal temellerini kuran iki önemli ekonomist olarak görülür. Ancak, geleneksel ekonomik büyüme için somut bir alternatif paradigma sunma açısından, hiç kimse Georgescu-Roegen'in öğrencisi Herman Daly'e rakip olamaz (Hussen, 2004: 253).

#### **1.4.2.1.3. Herman Daly'nin Yaklaşımı**

Daly, Neoklasik büyüme paradigmasına alternatif olarak ortaya koyduğu ve durağan durum (kararlı) ekonomi (steady-state economy) olarak ifade edilen uygulanabilir alternatifi ifade etme ve kavramsallaştırma çabasıyla tanınır. Daly tarafından gündeme getirilen kavramsal durağan durum modeli yeni değildir. Yaklaşık bir asır önce John Stuart

Mill tarafından durgun durum (stationary state) ifadesiyle paylaşılmıştır. Bununla birlikte Daly'nin modeli farklıdır. Onun modeli Georgescu-Roegen ve Boulding tarafından dile getirilen ekolojik ve fiziksel gerçekliklerden oluşan ek kaynak kısıtlamalarını içerir. Aslında durağan durum, ekonominin teorik ekonomik büyüme modeli olduğu söylenebilir. Bu teorik büyüme modeli, Georgescu-Roegen ve Boulding tarafından ileri sürülen etik şartları ve biyofiziksel limitleri birleştirmeye gayret eder. Sürdürülebilir kalkınmaya bilimsel ilgiyi çekmek için durağan durum ekonomisine güvenilebilir (Hussen, 2004: 253).

Durağan durum ekonomik işleyişini yöneten üç genel ilke vardır. Bunlardan birincisine göre, durağan durum ekonomi, her zaman minimum seviyede, düşük entropili madde ve enerji kullanımına ihtiyaç duyar. Bu ilke durağan durum ekonomide, mümkün olduğu kadar uygun olan bütün olası teknolojik yöntemlerle, uzun ömürlü kolayca geri dönüştürülebilir mal ve hizmetlerin üretilmeye devam edilmesi gereklidir. İkinci ilkeye göre, durağan durum ekonomide, iş (fayda) maksimum seviyede olmalıdır. Bu, üretimde etkinlik (mevcut kaynaklarla daha fazla mal ve hizmet üretilmesi) ve dağıtımda etkinliğin (üretilen mal ve hizmetlerin adil ve eşit dağıtımı) kombinasyonu ile sağlanması gerekir. Üçüncü ve son olarak, durağan durum ekonomide ara araç ve amaç stokunun sabit tutulması gerekir. Çünkü sınırlı kaynaklarla (düşük entropili madde ve enerji) donatılmış bir dünyada, zaman ve mekanın her ikisinde eşitlik düşüncesi, sürekli stok ihtiyacını, durağan durum ekonominin vazgeçilmez bir ön koşulu yapar (Hussen, 2004: 259).

#### **1.4.2.1.4. Reiner Kümmel'in Yaklaşımı**

Sermaye, emek ve enerji üretimin fiziksel faktörleridir. Bunlar iş performansı ve bilginin kullanımıyla sanayi üretimini gerçekleştirir. Emek ve enerji, bir adam tarafından bir saatte yapılan işle (adam saat) ölçülür. Jul (joule) gibi enerji ölçü birimiyle ifade edilir. Daha doğru bir ifadeyle üretim faktörü olan enerji gerçekte ekserji (exergy) tüketimidir. Ekserji, özellikle iş gibi enerjinin diğer formlarına dönüştürülebilir değerli parçasıdır. Fosil yakıtlar ve nükleer enerji pratikte bütünüyle ekserjidir. Özellikle önemli olan şey, sermaye stokunun, bütün enerji dönüşüm cihazlarından ve onların kullanım ve bakımı için gerekli kurulum ve inşasından oluştuğunu anlamaktır. Sermaye, emek ve enerji, müteşebbislerin teknolojik kısıtlar nedeniyle serbestçe değiştirebileceği bağımsız

değişkenlerdir. Müteşebbisler buna karar verirken sermayenin miktar, kalitesi ve sermaye kullanım derecesine göre hareket ederler (Kümmel ve diğerleri, 2002: 419).

Öte yandan, ham maddeler ne iş üretebilir ne de bilgiyi işleyebilir. Onlar üretim sürecinin pasif katılımcıdır. Onların atom ve elektronları, ihtiyaç duyulan ürün ve hizmet için emek, sermaye ve enerji tarafından yeniden düzenlenir. Böylece onlar katma değer üretimine aktif olarak katkı sağlamaz. Onların parasal değeri ulusal hesaplarda yer almaz. Hammadde, toprak ve diğerleri büyümeyi sınırlamadığı sürece göz ardı edilebilir. Kısa dönemde göz ardı edilebilen ancak uzun dönemde dikkate alınması gereken faktör yaratıcılıktır. Yani makinenin yapamadığı özellikle insanın ekonomik gelişmeye katkısıdır Fikirleri, buluşları ve değer yargılarını içeren yaratıcılık üretim fonksiyonunun açık bir şekilde zamana bağımlı olmasına neden olur. Ekonomik büyümeyi tanımlamak için LINEX üretim fonksiyonu başlığında 4 numaralı eşitlikte verilen şu üretim fonksiyonu kullanılır (Kümmel ve diğerleri, 2002: 420):  $q=[k(t), l(t), e(t); t]$ . Bununla ilgili açıklamalar üretim fonksiyonlarının açıklandığı başlıkta verildiği için burada tekrarına girilmeyecektir.

#### **1.4.2.1.5. Robert U. Ayres'in Yaklaşımı**

Ayres ve Warr (2005) daha önceki çalışmaların aksine, fiziksel işi veya ekserji hizmetlerini uygun bağımsız üretim faktörü olarak görür. Fiziksel iş, termodinamik ve fizikten türetilmiş bir kavramdır. Günlük hayatta kullanılan iş kavramından farklıdır. Ekserji doğru termodinamik terimdir. Bu terim, mevcut enerji veya yararlı enerji veyahut da mekanik, kimyasal ve termal iş yapma yeteneğine sahip enerji için tanımlanır. Çünkü enerji miktarı korunmuştur. Bu termodinamiğin meşhur birinci yasasıdır. Buna göre enerji fiziksel süreçlerde kullanılıp tüketilemez. Mevcut formu değişir. Diğer taraftan ekserji, bütün dönüşüm süreçlerinde kullanılıp tüketilir. Ekserji'nin yok olma ölçüsü, termodinamiğin ikinci yasası entropidir.

Üretim faktörü olarak sermaye ve emeğin yanında yararlı iş veya ekserji hizmetleri ( $U_B$ ) için en geniş tanımlama yapıldıktan sonra, geriye üretim fonksiyonunun seçimi kalır. Cobb-Douglas formu, emek ve sermayeden oluşan iki faktörlü üretim fonksiyonu olarak uygundur. Çünkü, emek ve sermayenin marjinal verimliliği ulusal hesaplarda faktör paylarına eşit olabilir. Bu iki değişkenden bağımsız olmayan üçüncü bir değişken ilave edildiğinde bu düşünce geçersiz olur (Ayres ve Warr, 2005: 194).

Matematiksel üretim fonksiyonu seçmek ve logaritmik farklılaşma yapmak yerine, üç marjinal marjinal verimlilik için daha basit matematiksel formu seçilebilir ve onun yerine üç kısmi entegrasyon yapılabilir. Bu durumda elde edilecek LINEX formu aşağıda verilmiştir. Burada R.Kümmel'in üretim fonksiyonundan farklı olarak enerji girdisi (E) yerine, yararlı iş veya ekserji hizmetleri ( $U_B$ ) ikame edilmiştir.

$$Y = AU \exp\left(\frac{aL}{U} - \frac{b(U+L)}{K}\right) \quad (13)$$

Burada A, çarpandır. a ve b ise ekonometrik olarak seçilen parametrelerdir. Eğer ekonomik çıktı ve büyüme, tamamıyla üç değişken tarafından açıklanırsa, o zaman A çarpanı zamandan bağımsız olur. Bu eşitlik, ölçeğe göre sabit getiri için Euler Koşulu'nu\* sağlar. Ayrıca negatif olmayan marjinal verimlilik şartlarının karşılanabileceğini gösterebilir (Ayres ve Warr, 2005: 195).

Aslında LINEX üretim fonksiyonu, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda olduğu gibi üç değişkenin birbirini tam ikame ettiğini ifade etmez. Aksine değişkenler arasında daha karmaşık daha gerçekçi ikame ve tamamlayıcılık ilişkilerini ortaya koyar. Üç faktörün verimlilikleri ise aşağıdaki gibi türetilebilir (Ayres ve Warr, 2005: 195):

$$\frac{\partial Y}{\partial K} \frac{K}{Y} = \frac{bL}{K} \quad (14)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial L} \frac{L}{Y} = \frac{aL}{U} - \frac{bL}{K} \quad (15)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial U} \frac{U}{Y} = 1 - \frac{aL}{U} - \frac{bU}{K} \quad (16)$$

Negatif olmamanın şartı aşağıdaki üç eşitsizliğe bağlıdır:  $b > 0$ ,  $aK > bU$  ve  $1 > \frac{aL}{U} - \frac{bU}{K}$ . Bu şartlardan ilki önemsizdir. Oysa ikinci ve üçüncü şartlar, değişkenlerin bütün olası değerleri için otomatik olarak karşılanamaz. Bu yüzden kısıtlanmış doğrusal olmayan optimizasyon yapmak gereklidir (Ayres ve Warr, 2005: 195).

---

\* Euler Koşulu: Her üretim faktörüne, o faktörün marjinal verimine eşit bir bedel ödenirse, toplam üretim (veya toplam gelir) faktörler arasında tamamen dağılmış olur. Bunun temel koşullarından birisi, üretimde sabit verim koşullarının geçerli olması, dolayısıyla üretim fonksiyonunun birinci dereceden homojen olmasıdır (Euler Teoremi nedir (t.y.), <http://eulerteoremi.nedir.com/>).

Üretim, tüketim ve doğal dünya arasındaki ilişki, uzun dönem sürdürülebilirlik düşüncesi için hayati öneme sahiptir. İnsan aktiviteleri, materyal akışları ve özellikle zehirli metaller ve çevreye zarar veren kimyasallarla mücadele ettiği için, çevresel problemlerin çoğu, materyal tüketim ve satışına katkı sağladığını söylemek abartı olmaz. Materyal girdilerin, atık çıktıya dönüşmesi yadsınamaz bir gerçektir. Doğadan elde edilen her hammadde potansiyel bir çıktıdır. Çoğu hammadde de birkaç hafta içinde çıktı olur. Çok azı dayanıklı olup daha az bir kısmı ise geri dönüştürülebilir. Çok az dayanıklı mal ise birkaç yıldan daha fazla ömre sahiptir. Bununla birlikte, bütün ekonomik aktiviteler, materyal mallara dayalıdır. Neredeyse bütün aktiviteler enerji kullanımıyla sağlanır. Doğadan elde edilen bütün hammaddeler sonuçta tekrar doğaya atık ve zararlı kirletici olarak döner (Ayres, 2008: 287).

Neoklasik ekonomik teorinin, fiziksel materyale, enerjiye ve termodinamiğin yasalarına yer vermemiş olması önemli bir problemdir. Enerji ve materyal, teoride girdi olarak değil çıktı olarak mevcuttur. Standart teori kıtlığın gerçekte olmadığını varsayar. Çünkü herhangi bir kıtlık tehlikesi fiyat artışıyla telafi edilir. Fiyat artışları, bir taraftan talebin azalmasına yol açarken diğer taraftan arz ve ikame imkânlarının artmasına neden olur. Bu teorinin inanılması güç bir sonucu, enerji tüketiminin, ekonomik büyüme için hiçbir anlam ve sonuç doğurmaksızın azaltılabilesidir. Gelecek büyümenin otomatik, maliyetsiz ve muhtemel enerji maliyetlerinden bağımsız olması varsayılır. Standart neoklasik ekonomik teori maddesel olmaktan çıkar. Neoklasik teorinin, olası çıktı üzerinde reel kısıtlayıcı olarak termodinamiğin yasalarını içine alacak şekilde yeniden ele alınması gerekir (Ayres, 2008: 294).

Genellikle enerji ve özellikle petrol hemen hemen bütün ekonomik aktiviteler için gerekli görülmüştür. Bu yüzden enerji ve petrol küçük maliyet paylarından daha büyük çıktı elastikiyetlerine sahiptir. Petrol ve onun yerine ikame edilen doğal kaynakların fiyatları yükseldikçe, enerji yoğun ürünlerin talebi düşer. Talepteki azalış neticesinde petrol fiyatlarının düşmesi, tüketimi artırırken, yüksek fiyatlara bağlı olan enerji tasarruf edici yatırımları azaltır. Bu durum ihtiyaç duyulan ekonomik düzenlemeleri geciktirerek, krizin başlamasını hızlandırır (Ayres ve diğerleri, 2013: 85).

Hesaplanmış çıktı elastikiyetleri ve faktör maliyet payları arasında, faktör ikamesindeki teknolojik kısıtlamalardan dolayı ortaya çıkan fark, bu konudaki diğer



yaklaşımlarla uyumludur. Enerji ve özellikle petrol fiziki verimlilikle ilgili olarak nispeten daha düşük fiyata sahipken, emek modern ekonomilerde aşırı fiyatlı olması tartışma konusudur. Bu şöyle bir politik sonuç doğurur: çevresel düzenlemelerin bir ifadesi olarak vergileri emekten enerjiye kaydırmak, emek piyasasındaki bozuklukların azalmasına ve böylece işsizlik oranlarının düşmesine olanak sağlar (Ayres ve diğerleri, 2013: 85).

Çıktı elastikiyetleri ve maliyet payları arasındaki eşitsizlik, standart makro ekonomik teori için önemli sonuçlar ortaya koyar. Bu sonuçlardan ilki, standart Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun özellikle çıktı elastikiyetinin faktör maliyet payına eşit olduğu varsayımında dikkatli kullanılması gerektirir. Bu varsayım maliyet payı teoremini (bu teoreme göre her bir üretim faktörünün çıktı elastikiyeti, onun maliyet payı ile orantılı olmalıdır) etkileyen gölge fiyatlarla ilişkili önemli teknolojik kısıtları göz ardı eder. Ayrıca Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, emek ve sermaye arasındaki ikame elastikiyetinin bire eşit olduğunu varsayar. CES üretim fonksiyonu diğer ikame esnekliklerinin hesaplanmasına imkan tanır. Ancak tercih edilen fonksiyonel form, değişken ikame esnekliklerine imkan tanıyan LINEX olarak ifade edilen üretim fonksiyonudur. Bu durumda hem ikame hem de çıktı elastikiyetleri, zamanla değişen sermaye, emek ve enerji gibi değişkenlerin fonksiyonudur. LINEX fonksiyonu, emek ve enerjinin geniş ölçüde faydalandığı sermayenin verimli teknolojik bir gerçek olduğunu ortaya koyar. Bu fonksiyon ayrıca emeği ikame eden ve daha fazla enerji kullanan sermaye ile artan otomasyon sayesinde daha fazla katma değer yaratıldığını ortaya koyar. LINEX üretim fonksiyonunu kullanan ampirik sonuçlar da enerjinin ekonomik büyümeye katkısının, faktör maliyetlerinde yol açtığı artışa nispetle daha fazla olduğunu (Ayres ve diğerleri, 2013: 85).

#### **1.4.2.1.6. Bernard C. Beaudreau'nun Yaklaşımı**

Beaudreau, geleneksel büyüme teorisinin basit fiziksel ilkeleri dikkate almadığı için hatalı olduğunu ileri sürer. Çıktının faydalı iş ve organizasyonun bir fonksiyonu olduğu bir üretim fonksiyonu önerir. İlk olarak enerji dönüşüm araçlarının çıktısını ortaya koyar. Daha sonra emek ve sermayeye dayalı bilgi ve idareyi tanımlar. Bu değişkenleri ölçmenin güçlüğünden dolayı faydalı iş değişkeni yerine elektrik gücünü ve organizasyon yerine de emek ve sermaye girdisini vekil (proxy) değişken olarak alır. Geleneksel büyüme

teorisinde, faktör verimlilikleri, üretim fonksiyonlarından ziyade maliyet fonksiyonları kullanılarak tahmin edilir. Çünkü üretim fonksiyonu önyargıya daha meyillidir. Fakat Beaudreau, üretim fonksiyonu kullanarak faktör verimliliğini hesaplar. Buna göre elektrik gücünün çıktı elastikiyeti geleneksel ekonomiyle karşılaştırıldığında oldukça büyük hesaplanmıştır. Emek ve sermayenin marjinal verimlilikleri ise geleneksel büyüme teorisine göre daha küçük tahmin edilmiştir (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 121).

#### 1.4.2.1.7. Öne Çıkan Diğer Yaklaşımlar

Enerji, K ve L gibi geleneksel üretim faktörleri ile birlikte bir üretim faktörü olarak dikkate alınır. Enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini araştıran son çalışma ve analizler enerji tabanlı büyüme formülleri ile açıkça tutarlıdır. Willem P. Nel, Gerhardus van Zyl ve Christopher J. Cooper tarafından 2009 ve 2010 yıllarında yapılan çalışmalarda enerji tüketimine dayalı bir ekonomik büyüme modeli önerilmiştir. Önerilen enerji büyüme modelinin esasları şunlardır:

- a. Ekonomik çıktı, açıkça enerji tüketiminden elde edilir (dolaylı yada doğrudan).
- b. Enerji yoğunluğu (ekonomik çıktı birimi başına tüketilen enerji), fiziksel bilimlerin kısıtlarıyla teknolojik gelişmeler tarafından azaltılabilir.
- c. Geniş çaplı toplam model, enerji mallarının kullanımı ve ticaretinde sektörler arası ve devletler arası ekonomik bağımlılıkları dikkate alır.

Bundan sonra altı çizilen modelin yapısı değerlendirilerek, değişiklikler önerilir ve ekonomik büyüme potansiyeli aralığını tespit etmek için şu modeli ortaya koyulur (Nel ve Zyl, 2010: 172):

$$Y = A(t) \sum_i [\mu_{eff,i}(t) E_{th,i} - \xi(t)] \quad (17)$$

Bu formülde  $A(t)=A_0e^{\alpha t}$  olup üstel büyüme fonksiyonunu verir. Burada  $\alpha$ , büyüme üssü ve  $A_0$  bir sabittir.  $i$ , kömür, doğal gaz, petrol, nükleer enerji ve yenilenebilir enerjiyi;  $t$ , zamanı;  $\mu_{eff}$  enerji etkinliği katsayısını gösteren bir fonksiyon;  $E_{th}$ , termal enerji

içeriği;  $\xi$ , enerji maliyetini gösterir. Enerji fayda oranı trendi hakkındaki veriye güvenilmez ise,  $\xi$  katsayısı önemsiz olur.

Enerji etkinliği trendi, her bir yakıt tipi için etkinliğin “s” eğrisi şeklindeki gelişimi veya lojistiği düşünülerek türetilmiştir. Etkinlik gelişimi sadece teknolojik gelişme tarafından değil aynı zamanda yakıtların kullanıldığı modeli değiştirerek türetilir.

$$\mu_{eff} = \mu_0 + \frac{\mu_1}{1+e^{-c(t-t_0)}} \quad (18)$$

Bu eşitlik,  $\mu_0$ ,  $\mu_1$ ,  $c$  ve  $t_0$  sabit olarak, geçmiş etkinlik artışları ve uzun dönemi hesaba katmak için lojistik olarak ifade edilen eğriyi gösterir (Nel ve Cooper, 2009: 173).

Büyüme kaynaklarının standart analizi neoklasik üretim fonksiyonuna dayanır. Bu üretim fonksiyonu da emek ve sermayeden oluşup, bu girdilerin homojen olduğu ve değişmediği varsayılır. Bu varsayım enerji tabanlı ekonomide savunulmaz. Enerji tabanlı ekonomide emek iki fonksiyon yerine getirir. Her şeyden önce kas enerjisini üretim ve tüketim faaliyetlerine ileten bir ana etkidir. Ayrıca emek, üretim ve tüketim faaliyetleri ile ilgili enerji akışlarını yönlendiren bir kontrol fonksiyonunu yerine getirir. Bu iki fonksiyonu yerine getirme oranı bir faaliyetten diğerine değişir. Ekonomik büyüme emeğe dayalı faaliyetleri yeniden düzenlediği için, emek girdisinin doğası büyüme ile değişir (Alam, 2006: 11).

Ekolojik iktisat anlayışında büyümenin temel nedeni enerji tüketimindeki artıştır. Bu durum şöyle bir örnekle açıklanabilir. Ana faaliyet konusu rüzgâr değirmenleri ile un üretimi olan bir ekonomide zaman içerisinde un üretiminin iki kat arttığı gözlemlenmiştir. Elli yıl öncesi ile kıyaslandığında hala bir kişi değirmende istihdam edilmekte ve üstelik bugün kullanılan rüzgâr değirmeninin elli yıl önce kullanılan değirmenle özdeş olduğu düşünüldüğünde çıktının iki kat artmasının nedeni nedir? Zamanla iklimdeki yavaş bir değişiklik rüzgâr değirmeninin hızını iki kat artırdı. Elli yıldan fazladır değişmeyen emek ve sermaye girdisiyle uğraşan neoklasik iktisatçılar, çıktıda bu iki kat artış ile birlikte, teknik değişikliğin çıktı artışına katkı sağlayacağı sonucuna ulaşmıştır. Oysa rüzgâr değirmenlerinin kullandığı hareket (kinetik) enerjisinin iki kat artışı, çıktının da iki kat artmasına sebep olmuştur. Bu ekonomideki büyümeye yalnızca enerji kullanımındaki artış neden olmuştur (Alam, 2008: 12).

## 1.5. Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisini Etkileyen Faktörler

Neoklasik üretim fonksiyonundan itibaren, ekonomik faaliyetler ve enerji tüketimi arasındaki bağı güçlendiren veya azaltan faktörler sınanmaya başlamıştır. Genel üretim fonksiyonu şu şekilde gösterilir:

$$(Q_1, \dots, Q_m) = f(A, X_1, \dots, X_n, E_1, \dots, E_p)$$

Burada  $Q_i$  üretilmiş mal ve hizmetler gibi çeşitli çıktıları,  $X_i$  emek ve sermaye gibi çeşitli girdileri,  $E_i$  kömür ve petrol gibi farklı enerji girdilerini ve  $A$  toplam faktör verimliliği tarafından belirlenen teknoloji durumunu gösterir. Enerji ve toplam çıktı arasındaki ilişkiler şunlar tarafından belirlenir (Stern ve Cleveland, 2004: 18):

- a. enerji ve diğer girdiler arasındaki ikame
- b. teknolojik yenilik ve enerji etkinliği ( $A$ 'da değişim)
- c. enerji girdisi bileşiminde kaymalar
- d. çıktı bileşiminde kaymalar.

### 1.5.1. Enerji ve Diğer Girdiler Arasındaki İkame ve Tamamlayıcılık İlişkisi

Ekonometrik çalışmalar, sermaye ve enerjinin tamamlayıcı veya ikame olup olmadığı konusunda farklı sonuçlar ortaya koyar. Yapılmış olan ilk çalışmaların zaman serileri ile yatay kesit sonuçları, sermaye ve enerji arasında uzun dönemde ikame, kısa dönemde tamamlayıcılık ilişkisini ortaya koyar. Bununla birlikte koentegrasyon literatüründe, zaman serisi regresyonunun seviyesinde kısa dönem sonuçları gösterdiği şeklindeki iddia kuşkuludur. Daha sonraki çalışmalarda ise, tamamlayıcılık ilişkisinin yalnızca enerji maliyetinin küçük olması durumunda vuku bulacağı ileri sürülmüştür. Materyaller enerji ve sermaye maliyetlerini içerdiği zaman, tamamlayıcılık ilişkisi daha muhtemeldir. Benzer şekilde, materyalleri içermeyen KLE (sermaye, emek, enerji) modelini kullanan çalışmalar ve mühendislik çalışmaları ikame ilişkisini gösterirken, materyali içeren KLEM (sermaye, emek, enerji, materyal) modeli tamamlayıcılık ilişkisini gösterir (Stern ve Cleveland, 2004: 19).

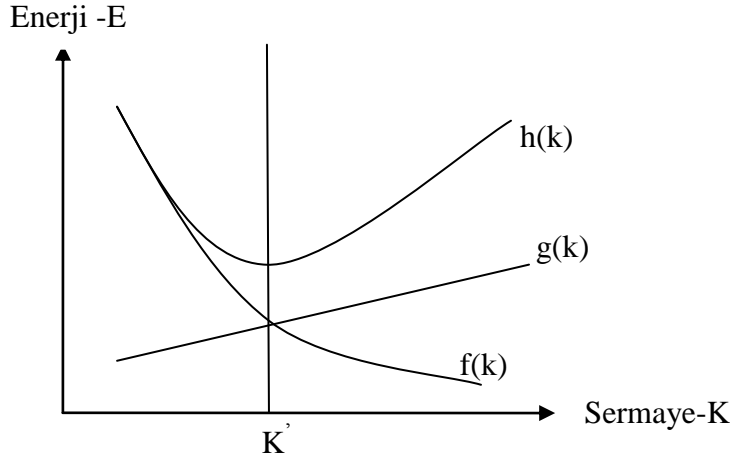
Çalışmaların çoğu ekonominin genelinden ziyade imalat sanayi endüstrisi seviyesinde elastikiyetleri tahmin eder. Bazı çalışmalarda enerji ve sermayenin tamamlayıcı veya ikame olduğuna dair kanıt bulunamamıştır. Ayrıca makro ve mikro seviyelerde ikame ve tamamlayıcılık ilişkisi farklılık arz edebilir. Sonuç olarak, sermaye ve enerji arasında en fazla zayıf ikame ve muhtemelen de tamamlayıcılık ilişkisi olduğu kanaatine varılabilir. Tamamlayıcılığın derecesi endüstriler boyunca farklılık gösterir. Bununla birlikte, eğer sermayeye nispeten enerji maliyeti küçükse, yalnızca sermayede küçük bir yüzdeler artış, enerji kullanımında büyük bir yüzdeler azalış için gerekli olacaktır (Stern ve Cleveland, 2004: 20).

Neoklasik ekonomistler kıtlığı çekilen bazı hammaddelerin ikame edilebileceğini ileri sürer. Buna karşılık çoğu ekolojik iktisatçı böyle bir ikamenin önemli sınırları olduğunu ortaya koyar. Termodinamiğin birinci yasası olan kütle-denge prensibine göre, belirli bir miktar materyal çıktı elde etmek için, eşit miktar malın girdi olarak üretime katılması gerekir. Bu girdinin kirlilik ve atık ürün olarak kalanı vardır. Bu yüzden materyal çıktı üreten her bir üretim süreci için, en az seviyede materyal girdi ihtiyacı vardır. Termodinamiğin ikinci yasası, minimum enerji miktarının maddeyi dönüştürmek için gerekli olduğunu ifade eder (etkinlik yasası). Bu yüzden, enerjinin üretimin diğer faktörleri tarafından ikamesini sınırlayan limitlerin olması gerekir. Bütün ekonomik süreçler enerjiye ihtiyaç duyar. Bununla birlikte bu yalnızca mikro seviyede doğrudur. Makro seviyede bütün ekonomik süreç, sermayenin üretilmesinde veya emeğin sürdürülmesinde materyal kullanımına dolaylı da olsa ihtiyaç duyar (Stern, 1997: 199).

İkame ilişkisi temel olarak mikro seviyeye nispetle makro seviyede daha sınırlıdır. Emek ve sermaye, enerji ve materyale ihtiyaç duyar. Bu yüzden ilk iki faktör ve doğal kaynaklar arasında ikame, bireysel firma ve endüstri seviyesinden ziyade ekonominin genelinde daha sınırlıdır. Net ikame brüt ikameden daha azdır. Şekil 3'te  $E=f(k)$  eğrisi sabit çıktı seviyesi için eşürün eğrisidir. Bu eğri enerjinin bulunması ve çıkarılması için herhangi bir sermayenin gerekli olmadığını gösterir. Sermayenin dolaylı enerji maliyeti  $g(k)$  ile gösterilir. Doğrudan ve dolaylı enerji maliyetleri toplanarak net eş ürün eğrisi  $E=h(k)$  elde edilir. Enerji çıkarılması için sermaye maliyetinin artması, makro seviyede bütün faktörlerin veriminde bir azalış olduğunu gösterir. Bu yüzden de toplam üretim

fonksiyonunun sosyal olarak verimli bölgesi aşırı faktör kullanımını gerektirmez (Stern, 1997: 201).

**Şekil 3: Dolaylı Enerji Tüketimi ve İkame Sınırları**



**Kaynak:** Stern, 1997: 201.

Şekil 3 ile ilgili olarak şunlar söylenebilir: Birinci olarak, enerjinin sermaye ile ikame edilmesiyle sağlanan net enerji tasarrufu, neoklasik üretim fonksiyonuna ( $f(k)$ ) göre  $h(k) > f(k)$  bölgesinde daha azdır. İkinci olarak, sermaye seviyesi  $K'$  seviyesini aştığı zaman, dolaylı enerji tüketimi, doğrudan enerji tasarrufunu aşar. Bu durum, bazı sektörlerde üretim değişmediği ve hatta bazı sektörlerde enerji tüketimi azaldığı zaman ekonominin genel olarak kötüye gittiğini gösterir (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 105).

### 1.5.2. Teknolojik Yenilik ve Enerji Etkinliği

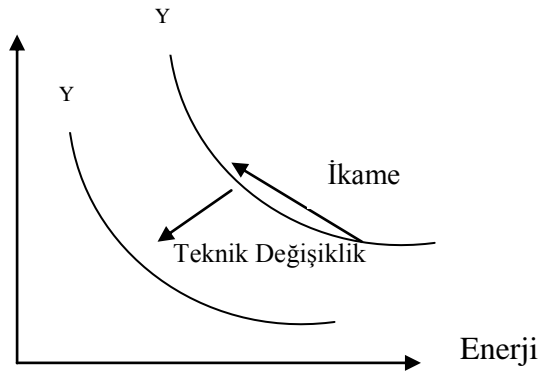
Bir sistemin enerji etkinliği, genel olarak çıktının enerji girdisine oranlanması olarak tanımlanır. Enerji etkinliği, termodinamik, fizik ve ekonomik ölçütlere göre hesaplanabilir (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 14). Ekonomik ölçütlerde, çıktının enerji girdisine oranlanmasını ( $Y/E$ ) enerji verimliliği olarak göstermek, enerji etkinliğine nispetle daha yaygındır. Yine bu ifadenin tersi ( $E/Y$ ) enerji yoğunluğu olarak daha sık kullanılır (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 17).

Enerji verimliliğinin ekonomik anlamı, daha önce verilen enerjiyi de içeren neoklasik üretim fonksiyonuna dayanır. Bu fonksiyon, enerji verimliliğindeki gelişmeleri

ayırt etmeye imkan tanır. Buna göre enerji fiyatlarında meydana gelen artışlar, enerjinin materyal, sermaye ve emekle ikame edilmesiyle sonuçlanır. Böyle bir ikame enerji verimliliğini veya yoğunluğunu artırabilir. Ancak aynı zamanda toplam çıktı azalabilir. Çünkü diğer girdilerin fiyatları değişmiyorsa, belirli bir çıktı seviyesini elde etmenin toplam maliyeti artacaktır. Buna karşılık enerji verimliliğindeki gelişme A faktöründeki değişikliklerle gösterilen teknik değişikliklerle sonuçlanabilir. Böyle bir gelişme, ekonomik çıktıda herhangi bir azalma olmaksızın gerçekleştiğinden arzulanabilir. Şekil 4’de bu durum ifade edilmektedir (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 21).

#### Şekil 4: İkame ve Nötr Teknik Değişiklik

Diğer Girdiler



**Kaynak:** Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 22.

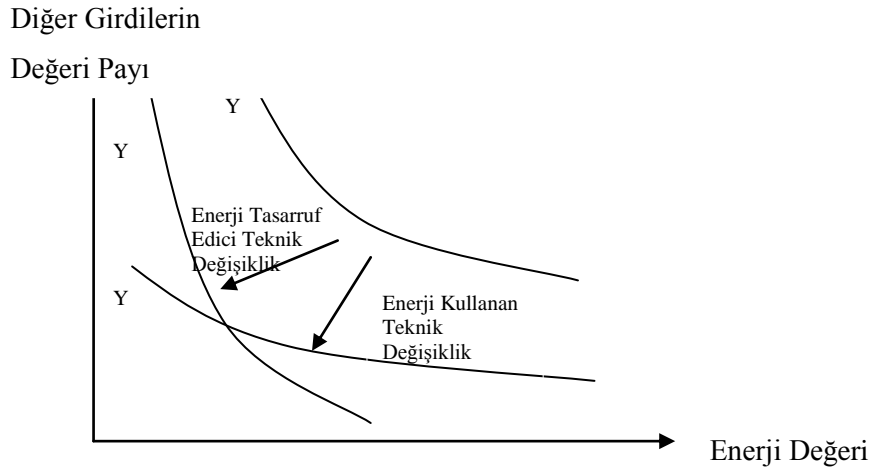
Şekilde 4’de görüldüğü gibi ikame, sabit bir üretim seviyesinde üretim fonksiyonunun eş ürün eğrisi boyunca bir hareket sergiler. İkame, teknolojik yatırımları gerektirebilir. Bu yatırımlar mevcut teknolojilerle gerçekleştirilebildiği gibi yeni teknolojilerle de sağlanabilir. Yeni teknolojilerin tercih edilmesi durumunda eş ürün eğrisi sola doğru kayar. Yeni eş ürün eğrisi aynı üretim seviyesinin daha az girdi ile gerçekleştirileceğini gösterir. Şekle göre faktör verimliliğindeki gelişmelerin iki kaynağı vardır. Birincisi iki faktör arasındaki ikame esnekliği, diğeri de teknik değişiklikteki eğilimle gözlemlenen toplam faktör verimliliğidir (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 22).

Nötr teknik değişiklik bütün girdilerin verimliliğini artırırken, yanlı teknik değişiklik bazı girdilerin verimliliğini diğerlerinden daha fazla artırır. Yanlı teknik

değişiklik kavramı, özellikle geri tepme etkisi (rebound effect) ve genelde de enerji verimliliğinin ampirik araştırılmasının merkezindedir. Yanlı teknik değişiklik, enerji tasarruf eden veya kullanan teknik değişiklik olarak şekil 5’de gösterilmiştir (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 27).

Toplam faktör verimliliğindeki gelişmelerin, ekonomik çıktı başına kullanılan girdi miktarını azaltması gerekir. Böylece bir birim çıktı için ihtiyaç duyulan enerji miktarı zamanla azalır. Eğer teknik değişiklik enerji tasarruf edici bir eğilime sahipse, enerji miktarındaki azalmanın diğer faktörlerinkinden fazla olması gerekir. Eğer enerji kullanan bir eğilime sahipse, bu durumda da azalmanın derecesi diğer faktörlerinkinden daha az olması gerekir. Bütün enerji verimliliğindeki değişiklik, enerji fiyat eğilimine ve toplam faktör verimlilik artışının nispi önemine bağlıdır. Bazı durumlarda, bir birim çıktı için ihtiyaç duyulan enerji miktarı, zamanla artabilir. Böyle bir gelişme, eğer toplam faktör verimliliğindeki gelişme küçük, fakat enerji fiyat eğilimi pozitif ve büyükse gerçekleşebilir (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 27).

### Şekil 5: Enerji Tasarruf Edici veya Enerji Kullanan Teknik Değişiklik



**Kaynak:** Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 27.

Enerji verimliliğinin ölçülmesinde kullanılan göstergelerden biri de teknolojik değişiklik ile genişletilmiş enerji indeksidir. Bu indeks üretim fonksiyonunun yeniden formüle edilmesini gerektirir. Buna göre;

$$Q = f (A_1 X_1, \dots, A_n X_n, A_E E)$$



Bu fonksiyonda her bir girdi kendi teknoloji faktörü  $A_i$  ile çarpılır. Böylece ham girdi birimleri etkin birimlere dönüşür.  $A_E$  teknik değişiklik ile genişletilmiş enerji indeksidir. Bu indeks diğer bütün girdilerin kullanımını içine alır ve onların genişletilmesinin sabit olduğunu gösterir. Genişletilmiş enerji indeksi tahmin sonuçları farklılık arz eder. Bu değişikliklerin yönünün sabit olmamasından ve ekonominin farklı sektörleri analiz edilmesinden ileri gelir. Yapılan çalışmalarda zamanla sanayi ve inşaat sektöründe enerji tüketiminin azaldığı ama hanehalkı sektörü ve diğer sektörlerde enerji tüketiminin arttığını sonucuna varılmıştır. Teknik yenilikler hanehalkının daha fazla enerji kullanımına ve sanayi sektörünün enerji tasarruf tekniklerinin kullanımına neden olur (Stern ve Cleveland, 2004: 20-21).

Khazzoom-Brookes önermesi veya geri tepme etkisi (rebound effect) enerji tasarruf edici yeniliklerin daha fazla enerji kullanımıyla sonuçlanacağını ileri sürer. Çünkü tasarruf edilen para, üretimlerinde enerjiye ihtiyaç duyan diğer mal ve hizmetlere harcanır. Enerji hizmetleri üreticiler ve tüketiciler tarafından talep edilir. Bu hizmetlerin kendisi de enerji kullanır. Bir birim enerji üretimi için gerekli enerji miktarını azaltan bir yenilik, enerji hizmetlerinin fiyatını azaltır. Bu enerji hizmetleri talebinin ve böylece enerji talebinin artmasına neden olur. Ayrıca düşük enerji fiyatları, ekonomide bütün malların talebini artıran bir gelir etkisine ve bu yüzden o malların üretimi için ihtiyaç duyulan enerjinin artmasına neden olur. Ayrıca sermaye stoklarında uzun dönem enerji talebini artıran değişiklikler meydana gelir. Sermaye stoklarındaki bu düzenlemeler makro ekonomik geri besleme olarak adlandırılır. Yapılan çalışmalarda geri tepme etkisinin, enerji kullanımında azalmaya neden olan başlangıçtaki yenilikten daha az olduğunu ifade eder. Böylece enerji etkinliğindeki gelişmeler aslında toplam enerji talebini azaltır (Stern ve Cleveland, 2004: 21).

Aslında içsel teknolojik değişiklik olduğunda, fiyatlardaki değişiklikler teknolojik değişikliklere neden olabilir. Sonuç olarak, enerji fiyatlarının düşme periyodu enerji kullanan teknolojilere neden olabilirken, enerji fiyatlarında bir artış enerji tasarruf edici teknolojilerin gelişmesini hızlandırır (Stern ve Cleveland, 2004: 22).

### **1.5.3. Enerji Kalitesi ve Enerji Girdisi Bileşiminde Kaymalar**

Enerji kalitesi, elektrik ve farklı yakıtların ısı eşdeğeri birimi başına nispi ekonomik faydasıdır. Enerji kalitesini ölçmenin bir yolu, yakıtların marjinal verimliliğidir. Yakıtların marjinal verimliliği, ilave yakıt ısı birimi tarafından üretilen mal ve hizmet miktarındaki marjinal artıştır. Bazı yakıtlar daha çok sayıda faaliyette veya daha değerli faaliyetlerde kullanılabilir. Örneğin kömür, elektrik üretiminde direkt olarak kullanılırken bilgisayarı çalıştırmak için direkt olarak kullanılamaz. Bir yakıtın marjinal verimi şu değişkenler tarafından belirlenir: fiziksel kıtlık, faydalı iş yapabilme kapasitesi, enerji yoğunluğu, temizliği, depolama kolaylığı, güvenliği, kullanım esnekliği, dönüşüm maliyeti ve benzeri. Marjinal ürün, sadece burada sayılan değişkenlerle sabit değildir. Ayrıca, hangi faaliyetlerde kullanıldığı, sermaye, emek ve materyallerin hangi formunda ve ne kadar kullanıldığı ve her bir uygulamada ne kadar enerji kullanıldığına bağlıdır. Bu yüzden enerji kalitesi sabit değildir. Bununla birlikte elektrik, diğer enerji çeşitlerinin en yüksek kaliteli olanıdır. Bu, enerji birimi başına tipik yakıt fiyatları tarafından desteklenir. Bu fiyatlar marjinal ürünler ile orantılı olmalıdır (Stern ve Cleveland, 2004: 23).

Bazı çalışmalarda, ekonomideki yapısal değişmelere ve düşük kaliteli yakıtlardan daha yüksek kaliteli yakıtlara geçişe bağlı olarak ortaya çıkan enerji yoğunluğundaki azalmayı açıklayan analizler yapılmıştır. Bu çalışmaların birinde, Enerji / GSYİH oranı, hane halkı enerji harcamaları, enerji içeren değişkenleri ve ABD için enerji fiyat değişkenlerini içeren bir VAR modeli tahmin etmiştir. Çalışmanın sonucunda, kömür kullanımından başka kaynaklara geçiş ve özellikle petrol kullanımına doğru bir kaymanın enerji yoğunluğunu azalttığını bulunmuştur (Stern ve Cleveland, 2004: 23).

### **1.5.4. Çıktı Bileşiminde Kaymalar**

Ekonomik kalkınma aşamasında çıktı bileşimi değişir. Kalkınmanın başlangıcında tarımdan ağır sanayiye doğru bir kayma vardır. Kalkınmanın daha sonraki aşamalarında daha yoğun kaynak çıkarımı ve ağır sanayi sektörlerinden hizmetler ve daha hafif imalata doğru bir kayma olur. Farklı endüstriler farklı enerji yoğunluklarına sahiptir. Kalkınmanın ilk aşamalarında birim çıktı başına kullanılan enerjideki bir artış olacağı ve daha sonraki aşamalarda ise azalacağı tahmin edilir (Stern ve Cleveland, 2004: 24).

Bununla birlikte hizmetler sektörü hala fazla enerji ve kaynak girişine ihtiyaç duyar. Çeşitli faaliyetlerin icra edildiği ofis kuleler, alışveriş merkezleri, antrepolar, kiralık apartman kompleksleri gibi hizmetler sektörünün somut alanlarında ve bu yerlerin yapım ve bakımında enerji kullanılır. Taşımacılık gibi diğer hizmet sektörlerinde açıkça daha fazla kaynak ve enerji kullanımı söz konusudur. Üstelik tüketiciler iş ve alışverişlerinde daha fazla kaynak ve enerji kullanır. Bu yüzden hizmetler sektörüne kaymanın bir sonucu olarak enerji ve büyümenin tam ayrımını yapmak mümkün değildir. Ayrıca geçmiş yıllarda vuku bulan çıktı bileşimindeki kaymanın önemli ölçüde Enerji / GSYİH oranını düşürdüğünü gösteren çok az kanıt vardır. Üstelik enerji bileşimindeki değişiklikler öncelikle sorumludur. Konut, taşımacılık gibi hizmetler sektöründe artışlar olduğu için, tüketicilerin daha fazla enerji kullanma eğilimleri artmaktadır. Bazı çalışmalarda imalat sanayinde enerji kullanımı azalırken, tüketici sektöründe diğer değişkenler sabitken zamanla enerji kullanımının arttığını ileri sürülür (Stern ve Cleveland, 2004: 24).

### **1.6. Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisinde Dışsallıklar**

Enerji tüketiminin artması olumlu etkilerinin yanında bir takım çevresel sorunların da ortaya çıkmasına sebebiyet verir. Örneğin artan fosil yakıt kullanımı, büyüme üzerinde pozitif etkide bulunabildiği gibi karbondioksit emisyon oranını artırmak suretiyle çevresel sorunlara da yol açabilir. Böyle bir çevresel kirlilik yerel bazda kişiler ve devletler üzerinde olumsuz etki gösterebildiği gibi küresel bazda da olumsuz etkiler ortaya çıkmasına neden olabilir. Öte yandan ekonomik büyüme beraberinde daha fazla doğal kaynak ve enerjinin kullanımını gerektirebilir. Daha fazla kaynak kullanımı ise pozitif ve negatif çevresel etkilere yol açabilir.

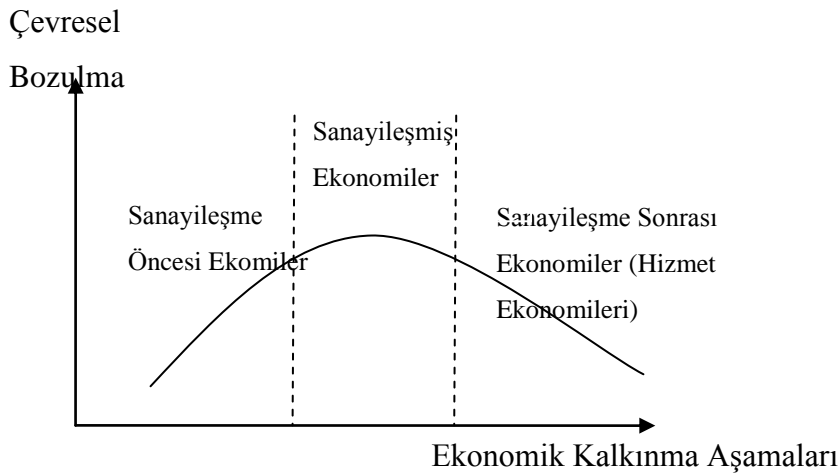
Ekonomik büyüme üç kanaldan çevre üzerinde etkide bulunur. Bunlar, ölçek etkisi, teknolojik etki ve bileşim etkisidir. Çıktıdaki artış daha fazla girdi kullanımını gerektirir. Böylece üretim sürecinde daha fazla doğal kaynak kullanılıp tüketilir. Daha fazla çıktı, daha fazla atık ve emisyon anlamına gelir. Bu ise çevresel kalitenin bozulması anlamına gelir. Ekonomik büyüme çevre üzerinde negatif bir ölçek etkisi gösterir. Bununla birlikte ekonomik büyüme, bileşim etkisi vasıtasıyla çevre üzerinde pozitif etkiye sahiptir. Bileşim etkisi ekonomik yapıdaki sektörel değişimi ifade eder. Şöyle ki gelir artarken, ekonomik yapı değişmeye başlar. Önce ekonomik yapının, kırsal yaşamdan kent yaşamına veya

tarımdan sanayiye dönüşmesine bağlı olarak çevresel bozulma artar. Daha sonra enerji yoğun sanayiden bilgiye dayalı teknoloji yoğun sanayiye geçmek suretiyle çevresel bozulma azalmaya başlar. Öte yandan refah seviyesi yüksek zengin ülkeler araştırma geliştirme faaliyetlerine daha fazla çaba gösterdikleri için teknolojik süreç ekonomik büyümeye neden olur. Kirli ve eskimiş teknolojiler yerine daha yeni temiz teknolojiler kullanılır. Böylece çevre kalitesi artar. Bu da ekonomik büyümenin teknolojik etkisidir. Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE), büyümenin başlangıç aşamasında çevre üzerinde negatif ölçek etkisinin, sonunda bileşim ve teknolojik etkilerin pozitif etkileri vasıtasıyla ve daha düşük emisyonu yol açarak dönüşeceğini açıklar (Dinda, 2004: 435).

### 1.6.1. Çevresel Kuznets Eğrisi

Çevresel Kuznets Eğrisi, enerji büyüme literatürüne 1955 yılında Kuznets tarafından kişi başına gelir ve eşitsizlik seviyesi arasındaki ilişkinin incelenmesi suretiyle katılmıştır (Hamit-Haggar, 2012: 358). Kuznets'in bulgularından çıkan sonuçlar "Kuznets Yasası" olarak adlandırılan şu ilişkiye işaret etmektedir: Kişi başına gelir arttığında gelir eşitsizliği de buna paralel olarak artacak, fakat belirli bir dönüm noktasından sonra düşmeye başlayacaktır. Kişi başına düşen gelir miktarı ile gelir eşitsizliği arasındaki bu ilişki ampirik çalışmalarla da desteklendikten sonra genel olarak ters U şeklinde çizilen ve en çok bilinen adıyla Kuznets Eğrisi'ne ulaşılmıştır (Günsoy, 2007: 1).

### Şekil 6: Çevresel Kuznets Eğrisi: Kalkınma Çevre İlişkisi



**Kaynak:** Panayotou, 2003: 46.

1990'lı yılların başında Kuznets Eğrisi'nin yeniden popüler olmaya başladığı görülmüştür. Ancak bu kez ilişki çevresel bozulma ile kişi başına gelir arasında kurulmaktadır. Buna göre, ekonomik büyüme sürecinin başlangıç aşamasında çevresel bozulma ve kirlenme artmakta fakat daha sonra bazı kişi başına düşen gelir düzeylerinden itibaren çevresel koşullarda iyileşme gözlenmektedir. Bu durum, kişi başına düşen gelirin ters U şeklindeki fonksiyonu olarak adlandırılır ve ortaya çıkan bu sistematik ilişkiyi temsil eden eğriye Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) ve bu eğilimin varlığını ileri süren hipoteze Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi denilmektedir (Günsoy, 2007: 1).

Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi, Şekil 6'da görüldüğü gibi ekonomik büyümenin ilk yıllarında çevresel bozulmanın (kirliliğin) artacağını ancak büyümenin ilerlemesiyle kirliliğin azalacağını savunmaktadır. Az gelişmiş bir ekonomide genellikle tarıma dayalı üretim yapıldığından çevresel kirlenme görülmemektedir. Ancak ekonomik büyümenin ve sanayileşmenin görüldüğü ilk aşamalarda, üretim ve geliri artırmak öncelikli hedeftir. Bu amaç doğrultusunda doğal kaynakların hızla tüketilmesi ve temiz olmayan teknolojilerin kullanılması, üretim artışıyla birlikte çevre kirliliğini de artıracaktır. Ancak belli bir gelir seviyesine ulaşılmaya, insanların bilinçlenmesi ve çevresel kuruluşların faaliyetleri, temiz bir çevreye olan talebi artıracaktır. Böylece temiz teknoloji kullanımı yaygınlaşacaktır. Özetle, büyümeyle birlikte çevre kirliliği artarken belli bir gelir düzeyinden sonra büyüme artıkça çevre kirliliği azalacaktır (Arı ve Zeren, 2011: 38).

## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE TARAF OLDUĞU ENERJİ ANLAŞMALARI

Bu bölümde öncelikle Türkiye'nin sahip olduğu birincil ve ikincil enerji kaynakları mevcut durumu, arz ve talebi incelenerek enerjide dışa bağımlılık konusu ele alınmıştır. Karşılaştırma yapabilmek için ana başlıklarda enerji türleri Bin Ton Petrol Eşdeğeri (Btep) cinsinden ifade edilmiştir. Her bir enerji kendi içinde değerlendirilirken orijinal birimler esas alınmıştır. Enerji birimlerinin petrol eşdeğerlerine dönüşümleri Ek 1'de verilmiştir. Her bir kaynak incelenirken dünyadaki mevcut duruma değinilmiştir. Böylece Türkiye'nin mevcut rezerv ve üretiminin dünya ülkeleri ile karşılaştırılması mümkün olmuştur. Çalışmanın bu bölümünde Türkiye'nin enerji arz ve talebi, bir başka ifadeyle üretim ve tüketimi incelendikten sonra, taraf olduğu enerji anlaşmaları ele alınmıştır.

#### 2.1. Birincil Enerji Kaynakları Rezerv ve Üretimi

Türkiye'nin birincil enerji kaynaklarının içinde yarısından fazlası fosil kaynaklı yenilenemeyen enerji türlerinden oluşmaktadır. Bu enerji türlerinin 2013 yılındaki oranı Tablo 2'den de görüldüğü gibi % 57'dir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarından öne çıkanlar sırasıyla linyit, petrol, taşkömürü, asfaltit ve doğalgazdır. Linyit, taşkömürü ve asfaltit toplamından oluşan kömür üretimi yıllar itibariyle artmıştır. Bu artışta özellikle linyit üretiminin payı yüksektir. 1990'da toplam enerji üretiminin % 46'sını karşılayan kömür üretimi 2013 yılında % 48.4'e kadar yükselmiştir. Başka bir ifadeyle kömür üretimi, enerji üretiminin neredeyse yarısını karşılamaktadır. Petrol üretimi ise 1990 yılına göre 2013 yılında yaklaşık % 36 oranında azalmıştır. Bu azalışa paralel olarak petrol üretiminin toplam enerji üretimi içindeki payı % 15.3'den % 7.8'e kadar gerilemiştir. Yenilenemeyen enerji türleri içinde en az üretime sahip olan ise doğalgaz olmaya devam etmektedir.

Yenilenebilir enerji üretiminin yıllar itibariyle arttığını söylemek mümkündür. Nitekim 1990 yılında yaklaşık % 38 olan bu oran 2013 yılında % 42,5'e kadar

yükselmiştir. Yenilenebilir enerji üretimi içinde en yüksek paya sahip olan hidrolik enerji olmuştur. Son yıllarda toplam enerji üretimindeki payı % 16'ya kadar yükselmiştir. Hidrolik enerji üretimini sırasıyla biyokütle, jeotermal, güneş ve rüzgar enerjileri izlemiştir.

**Tablo 2: Birincil Enerji Kaynakları Üretimi (Btep)**

Enerji Türleri	1990		2000		2013	
	Btep	%	Btep	%	Btep	%
<b>Yenilenemeyen Enerji</b>	<b>15818</b>	<b>0.62</b>	<b>15957</b>	<b>0.61</b>	<b>18379</b>	<b>0.57</b>
Kömür	11723	46.0	12488	47.9	15451	48.4
Petrol	3902	15.3	2887	11.1	2485	7.8
Doğalgaz	193	0.8	582	2.2	443	1.4
<b>Yenilenebilir Enerji</b>	<b>9660</b>	<b>0.38</b>	<b>10091</b>	<b>0.39</b>	<b>13565</b>	<b>0.43</b>
Hidrolik	1991	7.8	2656	10.2	5110	16.0
Biyokütle	7208	28.3	6457	24.8	4374	13.7
Jeotermal	433	1.7	713	2.7	2636	8.3
Güneş	28	0.1	262	1.0	795	2.5
Rüzgâr	0	0.0	3	0.0	650	2.0
<b>Toplam</b>	<b>25478</b>		<b>26048</b>		<b>31944</b>	

**Kaynak:** ETKB Genel Enerji Dengesi tablolarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin birincil enerji kaynakları teoriye uygun olarak yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere iki ana başlık halinde ve öne çıkan enerji türleri itibariyle incelenmiştir.

### 2.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları Rezerv ve Üretimi

Türkiye'de yenilenemeyen birincil enerji kaynakları içinde en büyük paya sahip olan linyittir. Linyit üretiminin birincil enerji kaynakları içindeki payı yaklaşık % 44'dür. Nitekim Tablo 2'ye göre 31,9 Mtep'lik yerli üretimin 14 Mtep'i linyit üretimi olduğu görülmektedir. Aynı tarih itibariyle taşkömürü üretimi de 990 Btep ve asfaltit'in 488 Btep

olduğu hesaba katıldığında, toplam birincil enerji üretimi içinde kömürün payı % 48'leri bulmaktadır.

Birincil yenilenemeyen enerji kaynakları içinde ikinci sırayı petrol almaktadır. Tablo 2'de görüldüğü gibi 2013 yılında yaklaşık 2,5 Mtep'lik petrol üretimi gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte petrolün birincil enerji arzı 33,9 Mtep olduğu göz önüne alındığında yerli üretimin payı % 7 gibi çok küçük bir kısmını karşılamaktadır.

Yenilenemeyen enerji kaynakları içinde petrol üretimini taşkömürü, asfaltit ve doğal gaz takip etmiştir. Türkiye'nin stratejik öneme sahip bir diğer yenilenemeyen enerji kaynağı ise bor rezervleridir. Türkiye, dünya bor rezervlerinin % 70'inden fazlasına sahip en önemli ülke konumundadır. Çalışmanın bu bölümünde öne çıkan yenilenemeyen enerji kaynakları incelenmiştir.

#### **2.1.1.1. Kömür**

Türkiye'de kömür rezerv ve üretimini incelemeden önce dünyadaki görünümüne bakılacak olursa, en büyük üretimin Avrupa ve Avrasya ülkeleri toplamından oluştuğu görülür. BP (British Petroleum) 2014 Dünya Enerji İstatistiklerine göre, 2013 yılı itibariyle dünyada taşkömürü ve linyit toplamından oluşan toplam kömür rezervi 891,5 milyar tondur. Avrupa ve Avrasya ülkelerinin toplam kömür rezervi 2013 yılı itibariyle 310,5 milyar ton olup toplam kömür rezervindeki payı yaklaşık % 35'dir. Bunu yaklaşık % 32'yle bazı Asya ve Pasifik ülkeleri toplamı izlemektedir. Bölgesel açıdan değil de ülkeler açısından rezerv ve üretim değerlendirildiğinde, en yüksek rezerve 237,3 milyar ton rezervle ABD sahiptir. ABD'nin rezervlerinin toplam içindeki payı %27 olup, bunu % 18'lik rezervle Rusya ve %13'lük rezervle Çin izlemektedir. ABD'nin mevcut kömür rezervlerinin yaklaşık olarak 266 yıllık bir ömrünün olduğu tahmin edilmektedir. ABD'den sonra ikinci sırada yer alan bir diğer önemli kömür üreticisi Rusya'nın ise 452 yıllık kömür rezervi mevcut iken Çin'in kömür rezervleri ise 31 yıl olduğu tahmin edilmektedir. Diğer önemli kömür üreticileri ise sırasıyla Avustralya, Hindistan, Almanya, Kazakistan ve Ukrayna'dır.

Türkiye'nin 2013 yılı itibariyle mevcut kömür rezervleri BP 2014 Yılı Dünya Enerji İstatistiklerine göre 141 yıllık bir ömre sahip olup, 8,7 milyar tondur. Bunun



yaklaşık 8,4 milyar tonu Linyit ve alt bitümlü kömür iken geri kalanı da taşkömüründen oluşmaktadır. Görünür rezerv olarak ifade edebileceğimiz kömür rezervleri aşağıda iki alt başlık halinde incelenmiştir.

#### 2.1.1.1.1. Taş Kömürü

Türkiye’de en önemli taşkömürü rezervleri Zonguldak Havzasında bulunmaktadır. Havzada bugüne kadar yapılan rezerv arama çalışmalarında, 1200 metre derinliğe kadar tespit edilmiş toplam jeolojik rezerv Tablo 3’te görüldüğü gibi, 1.31 Milyar ton olup, bunun % 39’u (yaklaşık 510 Milyon ton) görünür rezerv olarak kabul edilmektedir (Türkiye Taşkömürü Kurumu [TTK], 2014: 20).

**Tablo 3: Türkiye’deki Taş Kömürü Rezervleri (Ton)**

REZERV TÜRÜ	Koklaşmaz	Y.Koklaşabilir	Koklaşabilir			Toplam TTK
	Amasra	Armutçuk	Kozlu	Üzülmez	Karadon	
<b>Hazır</b>	317.755	1.688.154	2.618.799	494.248	2.193.621	7.292.577
<b>Görünür</b>	169.661.017	7.271.106	65.418.518	135.321.185	132.506.129	510.177.955
<b>Muhtemel</b>	115.052.000	15.859.636	40.539.000	94.342.000	159.162.000	424.954.636
<b>Mümkün</b>	121.535.000	7.883.164	47.975.000	74.020.000	117.034.000	368.447.164
<b>TOPLAM</b>	406.565.772	32.682.060	156.551.317	304.177.433	410.895.750	1.310.872.332

**Kaynak:** TTK, 2014: 21.

Amasra bölgesinde 6050 Kcal/kg ısı değerinin altında ve koklaşma özelliği olmayan taşkömürü rezervleri bulunmaktadır. Bu rezervlerin toplam içindeki payı yaklaşık % 31’dir. Armutçuk bölgesinin kömürleri yarı koklaşabilir niteliktedir olup ısı değeri 6050 Kcal/kg üzerindedir. Bu bölgenin rezervlerinin toplam rezervler içindeki payı ise % 3’dür. Amasra ve Armutçuk bölgelerinin kömürleri koklaşabilir diğer bölgelerin koklaşabilir kömürleriyle harmanlanarak onların özelliğini bozmaksızın kullanılabilir. Kozlu, Üzülmez ve Karadon bölgesindeki rezervler ise 6200-7150 Kcal/kg ısı değerine sahip koklaşabilir kömürlerdir. Tablo 4’deki değerler esas alındığında bu bölgede rezerv miktarı

olarak en büyük paya % 31'lik payla Karadon bölgesinin sahip olduğu, onu sırasıyla % 23'lük payla Üzülmaz ve % 12'lik payla Kozlu izlediği görülmektedir. Bu durumda toplam rezervlerin % 66'lık kısmının yüksek ısı değerine sahip koklaşabilir kömür, % 31'lik kısmının koklaşma özelliği olmayan kömür ve %3'lük kısmının ise yarı koklaşabilir kömür olduğu görülmektedir.

**Tablo 4: TTK Satılabilir Üretim Miktarları (Ton)**

Yıl	Armutçuk	Amasra	Üzülmaz	Karadon	Kozlu	TTK Toplam Üretim Miktarı	Özel Sektör Üretim Miktarı*	Havza Toplamı
2000	224.283	176.309	518.453	926.785	413.397	2.259.227	135.019	2.394.246
2005	260.134	97.971	317.461	725.736	264.022	1.665.324	511.355	2.176.679
2010	166.966	155.289	357.481	611.139	417.969	1.708.844	883.074	2.591.918
2011	153.195	155.756	346.442	529.948	407.174	1.592.515	1.026.732	2.619.247
2012	166.568	119.039	277.045	535.258	359.194	1.457.104	835.157	2.292.261
2013	162.369	129.393	256.421	495.786	325.953	1.369.922	549.332	1.919.254

**Kaynak:** TTK İstatistik Yıllığı 2013; \*TTK, 2014: 26

Özel sektör üretimi 2000 yılından itibaren artış göstermiştir. 2000 yılında 135.019 ton olan özel sektör üretimi yaklaşık 3 kat artış göstermiş ve 2005 yılında 511.355 tona yükselmiştir. 2004 yılından itibaren özel sektörün üretiminin artmasında TTK tarafından işletilemeyen rezervlerin işletmesinin özel sektöre verilmesinin payı büyüktür. Bu artış trendi 2011 yılına kadar devam etmiştir. Bu tarihten itibaren ise özel sektör üretimi azalmaya başlamıştır. Nitekim 2012 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık % 19'luk bir azalış yaşanmış takip eden yılda ise azalış oranı % 34'e kadar çıkmıştır. Öte yandan kamu kesiminin üretiminin yıllar itibariyle azaldığı gözlemlenmiştir. Havza toplam üretimi açısından bakıldığında özel sektörün üretimindeki artışa paralel havzada taş kömürü üretimi 2011 yılına kadar giderek artmış, bu tarihten günümüze varıncaya kadar ise azalmaya başlamıştır. Havza taşkömürü üretiminde, bir önceki yıla göre 2012 yılında % 12, 2013 yılında da % 16'lık bir azalma yaşanmıştır. Bununla birlikte 2000-2012

döneminde havzadaki taş kömürü üretiminin 2-2,5 milyon ton bandı etrafında dalgalandığını söylemek yanlış olmaz.

#### 2.1.1.1.2. Linyit

Linyit, ısıl değeri düşük, barındırdığı kül ve nem miktarı fazla olduğu için genellikle termik santrallerde yakıt olarak kullanılan bir kömür çeşididir. 2013 Yılı itibariyle linyit rezervleri Tablo 5’te gösterildiği gibidir. Toplam rezervimiz 13,7 milyar ton iken bunun en büyük kısmı 7,6 milyar ton ile Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ)’ye aittir. Bunu Maden Tetkik ve Arama Kurumu (MTA), Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) ve özel sektör firmaları izlemektedir.

**Tablo 5: Kurumlar İtibariyle Linyit Rezervleri**

REZERV TÜRÜ	KURUMLAR				TOPLAM (Ton)
	EÜAŞ	TKİ	MTA	Özel Sektör	
Görünür	7.467.788.000	1.891.434.000	2.371.000.000	1.680.000.000	13.410.222.000
Muhtemel	133.706.000	184.005.000	-	-	317.711.000
Mümkün	2.964.000	25.030.000	-	-	27.994.000
<b>TOPLAM</b>	<b>7.604.458.000</b>	<b>2.100.469.000</b>	<b>2.371.000.000</b>	<b>1.680.000.000</b>	<b>13.755.927.000</b>

**Kaynak:** TKİ, 2014: 33.

TKİ rezerv miktarları içerisinde, 18,5 milyon ton görünür bitümlü şeyl rezervi ile 60,5 milyon ton görünür ve 44,1 milyon ton muhtemel olmak üzere toplam 104,6 milyon ton asfaltit rezervi bulunmaktadır (TKİ, 2014: 32). 2012 yılı itibariyle asfaltit üretimi ise 1,04 milyon tondur (ETKB Mavi Kitap, 2014: 13).

Toplam Linyit üretiminin 2000’li yılların başından itibaren 2005 yılına kadar düştüğü, bu tarihten itibaren ise kademeli olarak yükseldiği Tablo 6’da görülmektedir. Nitekim 2011 yılında 73,9 milyon tona kadar yükselmiştir. TKİ Kurumu, linyit üretiminin 2005 yılı öncesinde azalmasını yapılan doğal gaz anlaşmalarına bağlanmaktadır.

Linyit üretiminde TKİ Kurumunun payı yıllar itibariyle azalmakla birlikte önemini korumaktadır. 2001 yılında Linyit üretiminin % 56.4'ünü gerçekleştiren kurum, 2010 yılı itibariyle % 42.6'ya kadar payını düşürmüştür. Kurumun linyit üretimindeki payının azalmasında yapılan doğal gaz anlaşmalarının yanında, Sivas-Kangal Linyit İşletmesi, Afşin-Elbistan Linyitleri İşletmesi, Çayırhan-Orta Anadolu Linyitleri İşletmesi ve son olarak Kütahya-Seyitömer Linyitleri İşletmesi'nin EÜAŞ'ye devredilmesinin ve özel sektörün payının giderek artmasının etkileri de bulunmaktadır (TKİ Kömür Sektör Raporu (linyit), 2013: 21).

**Tablo 6: Linyit Üretimi (Bin Ton)**

Yıllar	Toplam Linyit Üretimi*	TKİ Linyit Üretimi**	TKİ'nin Toplam Linyit Üretimindeki Payı (%)
2001	59.572	33.609	56,4
2005	57.708	28.749	49,8
2010	69.698	29.713	42,6
2011	73.933	33.401	45,2
2012	68.461	33.270	48,5

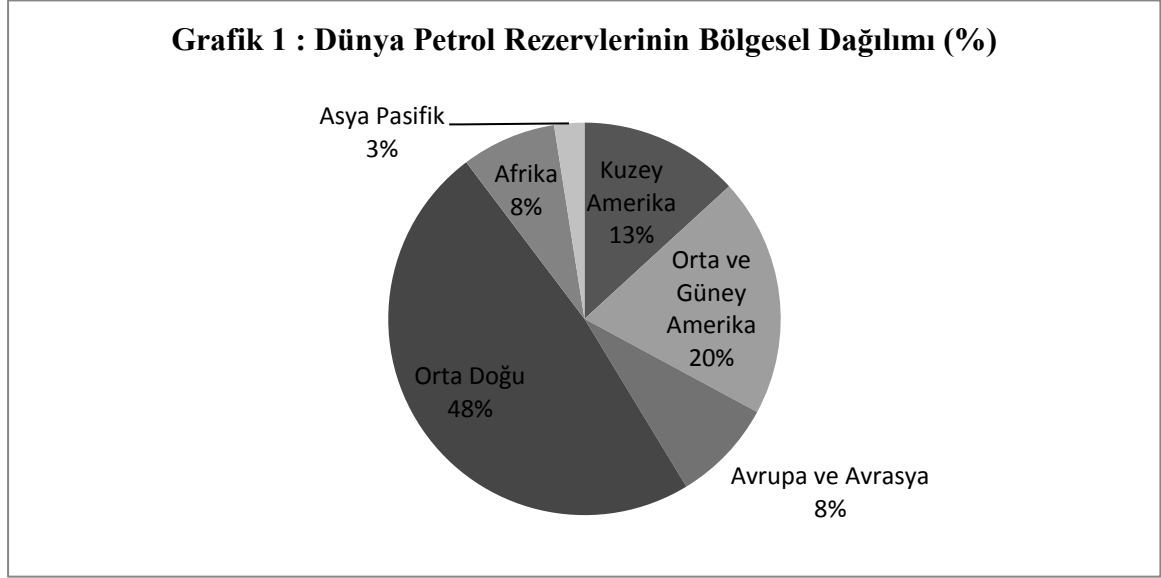
**Kaynak:** \*ETKB Mavi Kitap, 2014: 13; \*\*TKİ 2012 Yılı Faaliyet Raporu, 2013: 54.

2013 yılında TKİ'nin satılabilir linyit üretimi 21,7 milyon ton ve EÜAŞ'nin satılabilir üretimi ise 21 milyon ton olmuştur. Raporun hazırlandığı tarih itibariyle özel sektör verilerine ulaşılamadığından 2013 yılı üretimi tahmini olarak 58-60 milyon ton düzeyinde olması muhtemel görülmektedir. Söz konusu üretim büyüklüğü bir önceki yıla göre yaklaşık % 10 düzeyinde bir azalmaya karşılık gelmektedir (TKİ, 2014: 20).

#### **2.1.1.2. Petrol**

Dünya petrol rezervlerine bakıldığında, mevcut rezervlerin yarıya yakını Ortadoğu ülkelerinde bulunduğu görülmektedir. Grafik 1'de görüldüğü gibi, Ortadoğu'daki rezervlerin dünya rezervlerinin % 48'i civarında olduğu tahmin edilmektedir. Rezerv açısından Ortadoğu bölgesini Orta ve Güney Amerika bölgesi takip etmektedir. BP 2013 Yılı Dünya Enerji İstatistiklerine göre, ülkeler bazında en yüksek rezerve Güney Amerika

ülkesi Venezüella sahiptir. Venezüella dünya petrol rezervlerinin 2012 yılı itibariyle yaklaşık % 18'ine sahiptir. Rezerv açısından öne çıkan diğer ülkeler, yaklaşık % 16 ile Suudi Arabistan, % 10 ile Kanada, % 9.4 ile İran, % 9'la Irak ve yaklaşık % 6'sar payları ile Kuveyt ve Birleşik Arap Emirlikleridir. Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) dünya petrol rezervlerinin yaklaşık % 73'üne sahipken, geri kalanına örgüt dışı ülkeler sahiptir.



**Kaynak:** BP Statistical Review of World Energy, 2013'den yararlanarak hazırlanmıştır.

Birincil enerji kaynakları arasında stratejik konuma sahip olan ham petrol 2012 yılı başı itibarıyla dünya enerji talebinin %33.1'ini karşılamıştır (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı [TPAO] 2012 Yılı Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, 2013: 2). BP 2013 Yılı Dünya Enerji İstatistiklerine göre, 2012 yılında dünya petrol üretiminin yaklaşık % 33'ünü Ortadoğu ülkeleri, % 20'sini Rusya ve Rusya'dan bağımsızlığını kazanmış ülkeler ile bazı Avrupa ülkeleri, % 18'ini Kuzey Amerika bölgesi, % 11'ini Afrika bölgesi, % 9'unu Orta ve Güney Amerika bölgesi ve geri kalan % 9'unu da Asya-Pasifik bölgesi gerçekleştirmiştir. Ülkeler bazında ise en yüksek üretimini % 13'lük payıyla Suudi Arabistan gerçekleştirirken, onu sırasıyla % 12.8'lik payıyla Rusya, % 9.6'lık payıyla ABD, % 5'lik payıyla Çin, % 4.4'lük payıyla Kanada ve % 4.2'lik payıyla İran izlemiştir.

Türkiye'nin 2013 yılı petrol rezervi 46.7 milyon tondur. Yine aynı tarih itibariyle üretim miktarı 2.4 milyon tondur. Bu durumda mevcut ham petrol rezervlerinin yaklaşık 19 yıllık bir ömrünün bulunduğu söylenebilir. Üretilen 189.3 milyon ton petrol rezervinden

yaklaşık 46.7 milyon ton petrol rezervi kalmış bir başka deyişle günümüze kadar yaklaşık 142.6 milyon tonluk bir üretim gerçekleştirilmiştir.

Tablo 7’de yıllar itibariyle ham petrol üretim miktarları verilmiştir. Buna göre 2013 yılında toplam 2.398.454 ton ham petrol üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu üretimin 1.809.108 tonu (ETKB Mavi Kitap, 2014: 196) TPAO tarafından gerçekleştirilmiştir. Bir diğer ifadeyle TPAO yerli ham petrol üretiminin yaklaşık % 75’ini gerçekleştirmiştir. TPAO, yurtdışı faaliyetleri kapsamında uluslararası petrol şirketleri ile oluşturulan konsorsiyumlara iştirak etmek suretiyle Azerbaycan ve Kazakistan’da sürdürdüğü üretim faaliyetlerinin yanında Irak’ta, birinde operatör olmak üzere dört sahada servis hizmetine yönelik çalışmalarını sürdürmektedir. TPAO’nun yurtdışı üretiminin büyük kısmı Azerbaycan’daki Azeri-Çıralı-Güneşli Üretim Projesinden oluşmaktadır. Libya’da ilk petrol keşfini 2009 yılında gerçekleştiren TPAO tarafından açılan 11 adet arama kuyusunun 7’si petrol keşfi ile sonuçlanmıştır (TPAO, 2013: 14).

**Tablo 7: Yıllar İtibariyle Ham Petrol Üretimi**

Yıllar	Ham Petrol Üretimi (Ton)	Yıllar	Ham Petrol Üretimi (Ton)
2000	2 749 105	2007	2 134 175
2001	2 551 467	2008	2 160 067
2002	2 441 534	2009	2 401 799
2003	2 375 044	2010	2 496 113
2004	2 275 530	2011	2 367 251
2005	2 281 131	2012	2 337 551
2006	2 175 668	2013	2 398 454

**Kaynak:** Yıllar İtibariyle Ham Petrol ve Doğal Gaz Üretimi, (t.y.), <http://www.pigm.gov.tr/istatistikler.php>

TPAO, büyük riskler taşıyan derin deniz arama yatırımlarında diğer şirketlerle risk paylaşımı yoluyla faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu kapsamda, TPAO’nun BP ile ortak yürüttüğü Doğu Karadeniz arama çalışmaları çerçevesinde, Türkiye’nin ilk derin deniz sondajı Hopa-1 2006 yılında tamamlamış olup, 5.343 metrede sondajı tamamlanan

Yassihöyük-1 kuyusu ile TPAO derin deniz sondajında önemli bir başarıya imza atmıştır. Ayrıca, Petrobras, Exxonmobil ve Chevron ile ortaklıklar kurarak Karadeniz’de sürdürdüğü sondaj faaliyetleri kapsamında; Sinop-1 kuyusu Petrobras operatörlüğünde, Yassihöyük-1 ve Sürmene-1 kuyuları ise TPAO operatörlüğünde tamamlanmıştır. Ayrıca 2 Kasım 2011 tarihinde 1 kara ve 7 deniz olmak üzere toplam 8 ruhsatta Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) ile TPAO arasında Ortak Arama ve Üretim Paylaşımı Anlaşması imzalanmıştır. Akdeniz deniz alanlarında yürütülen çalışmalar dahilinde, KKTC Ekonomi ve Enerji Bakanlığı ile Ortaklığımız arasında imzalanan Petrol Sahası Hizmetleri ve Üretim Paylaşımı Sözleşmesi kapsamında; Türkyurdu-1 Kuyusunda sondaj faaliyetleri tamamlanmıştır (TPAO, 2013: 15).

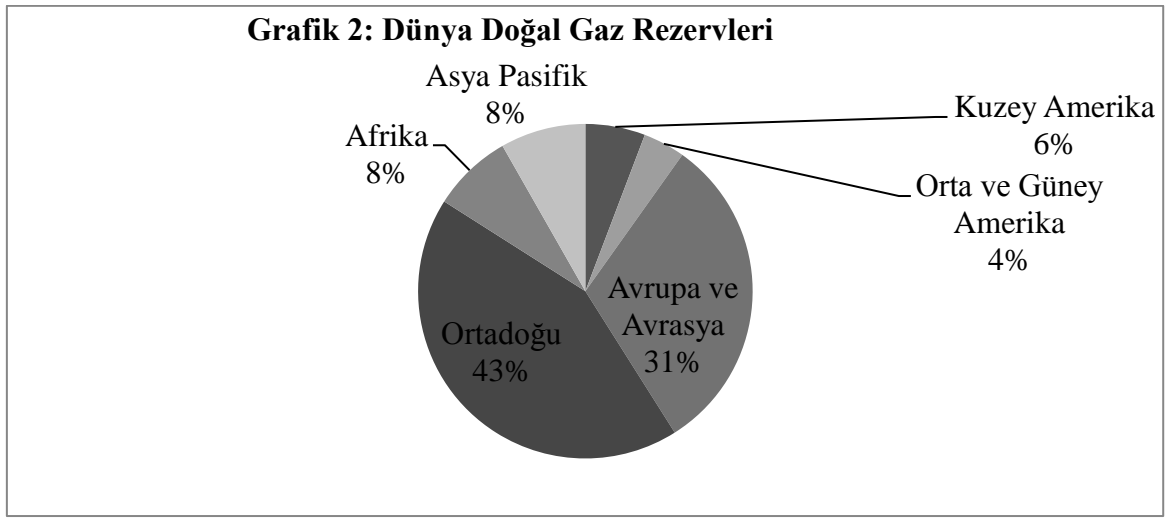
Ham petrolün işlenerek piyasada benzin, motorin veya makine yağları gibi yararlı ürünler haline getirilmesinde petrol rafineri şirketleri faaliyet göstermektedir. Türkiye’de bu alanda faaliyet gösteren firmalar içinde özel sektör tarafından işletilen TÜPRAŞ (Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.) sektörün en büyüğüdür. TÜPRAŞ’ın İzmir, İzmit, Kırıkkale ve Batman’da olmak üzere dört adet rafinerisi bulunmaktadır.

Türkiye’de bitümlü şeyl’den petrol elde etme çalışmaları da yürütülmektedir. Bu araştırmalar MTA’nın kurulmasıyla 1935 yılında başlamış ve ilk yıllardaki çalışmalar bütün dünyada olduğu gibi sentetik şeyl petrolü üretimi amacıyla sürdürülmüştür. Türkiye’de, Almanya ile beraber Bolu çevresindeki bitümlü şeylerden petrol üretme çalışmaları yapılmış ancak sonuçlandırılmamıştır. Bu çalışmalara altyapı oluşturmak amacıyla Beypazarı (Ankara), Seyitömer (Kütahya), Hatıldağ, Himmetoğlu, Mengen (Bolu), Ulukışla (Niğde), Bahçecik (Kocaeli), Burhaniye (Balıkesir), Beydili (Ankara), Dodurga (Çorum), Çeltek (Amasya) sahalarında etütler yapılmış ve günümüze kadar 1.64 milyar ton petrollü şeyl rezervi belirlenmiştir. Ancak bu potansiyelden henüz yeterince faydalanılamamaktadır. Ayrıca yeni belirlenen Ereğli–Bor Neojen havzasının önemli petrollü şeyl potansiyel rezervine sahip olduğunu düşünülmektedir (Murat, 2010: 8).

### **2.1.1.3. Doğal Gaz**

Dünya doğal gaz rezervlerinin bölgesel dağılımına bakıldığında, en büyük rezerve Grafik 2’de gösterildiği gibi Ortadoğu bölgesinin sahip olduğu görülür. BP 2013 Yılı Dünya Enerji İstatistiklerine göre, Ortadoğu ülkeleri dünya doğal gaz rezervlerinin %

43'üne sahiptir. Ortadoğu ülkelerini % 31'lik payla Avrupa ve Avrasya ülkeleri takip etmektedir. Diğer bölgelerin payı ise % 10'dan daha düşüktür. Üretim açısından bakıldığında sıralama değişmekte, dünya doğal gaz üretiminin % 31'ini gerçekleştiren Avrupa ve Asya Ülkeleri birinci, % 27'lik oranla Kuzey Amerika ülkeleri ikinci sırayı alırken, Ortadoğu ülkeleri % 16'lık oranla üçüncü sıraya yerleşmektedir. Ülkeler açısından bakıldığında, İran dünya doğal gaz rezervlerinin % 18'ine sahiptir. Rezerv açısından zengin ilk beş ülkeden diğerleri sırasıyla, Rusya, Katar, Türkmenistan ve ABD'dir. Doğal gaz üretimi açısından bakıldığında yaklaşık % 20'lik paya sahip olan ABD'yi, Rusya, İran, Katar ve Kanada takip etmektedir.



**Kaynak:** BP Statistical Review of World Energy, 2013'den yararlanarak hazırlanmıştır.

Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (PİGM) verilerine göre 2013 yılı yurtiçi üretilebilir doğal gaz rezervi 5.4 milyar m<sup>3</sup>'tür. Bu tarihte üretim seviyesinin Tablo 8'de görüldüğü gibi 561.5 milyon m<sup>3</sup> olduğu göz önüne alındığında yurtiçi doğal gaz rezervinin yeni üretim alanları keşfedilemediği müddetçe yaklaşık 10 yıllık bir ömrü bulunduğu söylenebilir.

Tablo 8 dikkatle incelendiğinde, en yüksek doğal gaz üretimi 2008 yılında 1.014 milyar m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir. Diğer yıllarla karşılaştırıldığında 2008 yılında bu seviyede bir üretimin gerçekleşmesinde hiç şüphesiz yeni kuyuların keşfedilmesinin ve mevcut alanlarda yeni kuyuların açılmasının payı büyüktür. 2013 yılında doğal gaz üretimi 561.5 milyon m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir. Bu tarihte TPAO'nun üretimi ise 307.6 milyon m<sup>3</sup>



(ETKB Mavi Kitap, 2014: 196) olduğu göz önüne alındığında, TPAO'nun sektör içindeki payının % 55 olduğu görülür.

**Tablo 8: Yıllar İtibariyle Doğal Gaz Üretimi (m<sup>3</sup>)**

Yıllar	Doğalgaz Üretimi (m <sup>3</sup> )	Yıllar	Doğalgaz Üretimi (m <sup>3</sup> )
2000	639 222 969	2007	893 055 000
2001	311 562 545	2008	1014 530 570
2002	378 402 738	2009	729 414 369
2003	560 633 511	2010	725 993 340
2004	707 008 763	2011	793 397 572
2005	896 424 950	2012	664 353 885
2006	906 587 974	2013	561 544 788

**Kaynak:** Yıllar İtibariyle Ham Petrol ve Doğal Gaz Üretimi, (t.y.), <http://www.pigm.gov.tr/istatistikler.php>

TPAO'nun Karadeniz, Akdeniz ve Ege'de arama faaliyetleri 2004 yılından itibaren devam etmektedir. TPAO TEMI (Transatlantic Exploration Mediterranean International Pty. Ltd.) ile imzalanan ve 2011 sonuna kadar geçerli olan mutabakat zaptının yanı sıra 23 Kasım 2011 tarihinde TPAO ile Shell arasında Akdeniz Bölgesi Antalya deniz alanlarındaki 3 ruhsat alanını kapsayan bir ortak işletme anlaşması imzalanmıştır. Shell ile imzalanan ortaklık anlaşması kapsamında proje çalışmalarına devam edilmiş, sondajına başlanılan Sarıbugday-1 Kuyusunun takibi yapılmıştır. Türkiye'de bir ilk olacak söz konusu gaz üretiminin ülkenin hidrokarbon ihtiyacının karşılanmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Karadeniz'de yürütülen faaliyetler sonucunda Ayazlı-Akkaya ve Doğu Ayazlı doğal gaz sahalarından Karadeniz Türk karasuları içinde doğal gaz üretimine başlanmış olup, 2012 yılında günde yaklaşık 350.000 m<sup>3</sup> gaz üretimi gerçekleştirilmiştir. Batı Karadeniz'de, günde 2.1 milyon m<sup>3</sup> üretim kapasitesine sahip çift katlı Akçakoca platformu devreye alınmıştır (TPAO, 2013: 12-15).

Talep fazlası gazın saklanabileceği, kış aylarında da saklanan bu gazın artan talebi karşılamak için kullanıma sunulabileceği gaz depolarına ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle Doğal Gaz Piyasası Kanununda, doğal gaz ithal eden şirketlerden ithal ettikleri doğal gazın

% 10'unu yurtiçinde depolama konusunda, depolama şirketleriyle anlaşma yapması şartı zorunlu tutulmuştur. Bu kapsamda, Türkiye'nin biri denizde diğeri karada olmak üzere toplam 1.6 milyar m<sup>3</sup> kapasiteli ilk yeraltı doğal gaz depolama projesi olan Silivri Doğal Gaz Depolama Projesi çalışmaları TPAO tarafından 1998 yılında başlatılmış, 2007 yılında depolanan gazın geri üretimi gerçekleştirilmiştir. 2009 yılında depolama kapasitesi 2.66 milyar m<sup>3</sup>'e depolama yükselmiştir (TPAO, 2013: 17). TPAO, doğal gaza olan talebin artması sebebiyle, mevcut tesislerin depolama ve geri üretim kapasitelerinin artırılmasını öngörerek, 2.66 milyar m<sup>3</sup> olan depolama kapasitesini 4.3 milyar m<sup>3</sup>'e çıkarmayı hedeflemektedir. Ayrıca azami 25 milyon m<sup>3</sup>/gün olan geri üretim kapasitesini ise azami 75 milyon m<sup>3</sup>/gün'e yükseltmek için de çalışmalar sürmektedir (TPAO, 2014: 37).

Depolama tesisi kapasitesinin büyük bir kısmı Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ)'ne tahsis edilmiş, TPAO'nun sahip olduğu kalan depolama kapasitesi de özel şirketlerin kullanımına sunulmuştur. Ayrıca, BOTAŞ tarafından Tuz Gölü'nde kurulması planlanan 1 milyar m<sup>3</sup> kapasiteli depolama tesisi çalışmaları kapsamında Kasım 2011 ayında ihale tamamlanmıştır. Proje kapsamında yapım çalışmaları iki aşamada gerçekleştirilecek olup, 6'şar depodan oluşan birinci aşamanın 2015-2016, ikinci aşamanın 2018-2019 yıllarında tamamlanarak Tuz Gölü Doğal Gaz Yer Altı Depolama Projesi kapsamındaki tesislerin bir bütün olarak devreye alınması planlanmaktadır (TPAO, 2013: 17).

#### **2.1.1.4. Diğer Yenilenemeyen Enerji Kaynakları**

Türkiye, dünyanın en büyük ve en iyi kalitede bor rezervlerine sahip olan ve buna paralel olarak dünyada en yüksek bor bileşikleri üretimini gerçekleştiren ülkedir. Dünya bor talebinin de önemli bir kısmı Türkiye tarafından karşılanmaktadır. Dünyada 8 ülkede bor rezervi bulunmakla birlikte önemli bor yatakları Türkiye, ABD ve Rusya'da yer almaktadır. Türkiye toplam 3 milyar ton rezerv miktarı ile Dünya toplam bor rezervi sıralamasında %73'lük pay ile ilk sıradadır. Kazakistan'ın Satimola bölgesinde B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bazında 102 milyon ton rezerv olduğu bilgisi bulunmaktadır, fakat bu rezerve ilişkin çok farklı ve çelişkili rakamlar verildiğinden, bu rakam rezerv hesabına yansıtılmamıştır. Bu değer dikkate alındığında Türkiye'nin payı % 67 olmaktadır. Rusya dünya toplam bor rezervinin % 8 ile ikinci sırada, ABD ise toplam 80 milyon ton rezervle dünya toplam bor

rezervinin % 7'si ile 3. sırada yer almaktadır (ETKB Bor, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Bor>).

Türkiye'nin bilinen bor madeni yataklarının tümü Batı Anadolu'da, başlıca Eskişehir-Kırka, Kütahya-Emet, Bursa-Kestelek ve Balıkesir-Bigadiç'de bulunmaktadır. Doğal bor ve kimyasal bor bileşikleri üretimini gerçekleştiren Eti Maden geniş bir ürün yelpazesi ile dünya bor sektöründe 2005 yılından itibaren lider konumuna gelmiştir. Eti Maden'in 2002 yılında 436.000 ton kimyasal bor bileşikleri üretimi 2010 yılında 1.399.677 ton olarak gerçekleştirilmiştir. 2011 yılı için 1.874.000 ton kimyasal bor bileşikleri üretimi programlanmıştır. 2012 yılında Eti Maden'in 400.000 ton/yıl bor kimyasalı kapasitesinin devreye girmesiyle Dünya bor ürünleri üretim kapasitesinin brüt bazda yaklaşık 4,9 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu kapsamda 2012 yılında Dünya bor talebinin %46'sının Eti Maden, %23'ünün RT Borax, %31'ininde diğer üreticiler tarafından karşılandığı tahmin edilmektedir. Eti Maden'in 2010 yılında, 629 milyon doları ihracat olmak üzere toplam bor ürünleri satış geliri 650 milyon dolar olarak gerçekleşmiş olup, toplam satış gelirlerinin %97'si ihracat gelirlerinden oluşmaktadır. Eti Maden'in bor satışları 2012 yılında miktar bazında 1,8 milyon ton ve değer bazında ise 822 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir (ETKB Bor, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Bor>).

Dünya uranyum kaynakları çeşitli üretim maliyetlerine göre, görünür ve muhtemel olarak sınıflandırılırlar. Günümüzde genellikle kg'ı 80 ABD dolarına mal edilen görünür rezervlerden uranyum üretilmektedir. Dünyada bu şekilde hesaplanan 2,60 milyon ton görünür uranyum rezervi vardır. Türkiye'de uranyum aramalarına 1990 yılı sonuna kadar devam edilmiş ve 5 yatakta toplam 9.129 ton görünür uranyum rezervi ortaya konulmuştur. Bu 5 yatağın ortalama tenör\* ve rezervleri, aranıp buldukları yıllarda, dünyaca kabul edilen ekonomik sınırlarda olmalarına rağmen, bugün için, bu değerler söz konusu sınırların oldukça altında kalmıştır. Bunun nedeni, son yıllarda nükleer santral planlamalarındaki önemli değişimler ve özellikle Kanada ve Avustralya'da yüksek tenörlü, üretim maliyetleri çok düşük uranyum yataklarının bulunmasıdır. Türkiye'de, geçmiş yıllarda Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmalar

---

\* Tenör, birim kütledeki cevher miktarının yüzde olarak veya gr/ton olarak ifade edilmesidir (Öcal, 1972: 21).

sonucunda, Eskişehir- Sivrihisar-Kızılcaören yöresindeki nadir toprak elementleri ve toryum kompleks cevher yatağında, ortalama tenörü % 0,2 torit (ThO<sub>2</sub>) olan 380.000 ton görünür rezerv tespit edilmiştir. Ancak, söz konusu sahadaki toryumun zenginleştirilmesiyle ilgili teknolojik sorunlar henüz tam olarak çözülememiştir (ETKB Uranyum ve Toryum, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uranyum-ve-Toryum>).

Mayıs 2013 itibariyle, 31 ülkede 437 nükleer santral işletmede olup, 15 ülkede 65.5 Gw kurulu güce sahip olacak 72 adet nükleer santral de inşa halindedir. Nükleer enerjiden elektrik üretiminin ise 2010'da gerçekleşen 2,756 Twh değerinden 2035 yılında 3,908 Twh değerine yükseleceği, ancak nükleer enerjinin toplam enerji üretimindeki payının % 12.9'dan % 9.7'ye düşeceği hesaplanmaktadır. Dünyadaki nükleer santral kurulu gücünün ise 2010 yılındaki 394 Gw değerinden, 2035'de 524 Gw 'a çıkması beklenirken, nükleer kapasitede Avrupa Birliği'nde % 32'lik bir düşüş öngörülmektedir. Avrupa Birliği'nde 2010 itibariyle 138 Gw olan nükleer kurulu gücün 2035'de 94 Gw 'a inmesi beklenmektedir. 2035'e kadar Çin (105 Gw) başta olmak üzere OECD-dışı Asya ülkelerinde 127 Gw'lık artış tahmin edilmektedir. Rusya'nın ilave ünitelerle nükleer kapasitesini 2035 yılına kadar % 50 (12 Gw) arttıracığı düşünülmektedir. ABD'de de 5 Gw'lık bir artışla 2035 yılında 111 Gw'a ulaşılması beklenmektedir (ETKB Nükleer Enerji, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji>).

Türkiye'de Akkuyu ve Sinop'ta kurulacak Nükleer Santraller dikkate alındığında, yılda yaklaşık 80 milyar kwh elektrik üretilmesi öngörülmektedir. Bu miktarda bir elektriği doğalgaz santralinden elde etmek için yaklaşık 16 milyar metreküp doğalgaz ithaline karşılık yıllık 7.2 milyar ABD Doları (yaklaşık 13 milyar TL) ödenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, 3 senede sadece doğalgaz ithaline ödenecek para ile Mersin-Akkuyu'da 4 ünite nükleer santral kurulabilmektedir. Türkiye'nin yarım asırlık nükleer güç santrali kurma ideali, Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Arasında Akkuyu Sahasında Bir Nükleer Güç Santralinin Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma'nın 12 Mayıs 2010 tarihinde imzalanmasıyla gerçekleşmeye başlamıştır. Söz konusu Anlaşma, 15 Temmuz 2010 tarihinde TBMM Genel Kurulu tarafından kabul edilmiş, 6 Ekim 2010 tarihli ve 27721 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Adı geçen Anlaşmanın gerçekleştirilmesi kapsamında Proje Şirketi, 13 Aralık 2010 tarihinde Ankara'da Akkuyu NGS Elektrik Üretim A.Ş. adı ile kurulmuştur. Diğer taraftan Sinop'ta da nükleer santral

tesisi kurulmasına yönelik olarak 2013 yılı içinde anlaşma imzalanmış ve çalışmalar sürdürülmektedir (Nükleer Enerji, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji>).

Son yıllarda dünyada olduğu gibi Türkiye’de de alternatif enerji kaynakları arayışları fosil yakıt olarak nitelendirilebilecek olan ve bitümlü şeyl’den elde edilen şeyl gazını gündeme getirmiştir. Geleneksel olmayan enerji kaynaklarından sayılan ve Türkiye’de de kaya gazı olarak bilinen şeyl gazı rezervinin 1.8 trilyon m<sup>3</sup> olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye’de şeyl gazı rezervlerinde önde gelen bölgeler Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Trakya Bölgesidir (Şengüler, 2012: 47).

### **2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Rezerv ve Üretimi**

Türkiye’nin sahip olduğu hidrolik, rüzgâr, güneş ve jeotermal enerji potansiyelinin enerji üretiminde kullanılması için gerekli yasal altyapı oluşturulmuş ve bürokratik engeller azaltılmıştır. Bu sayede son yıllarda yenilenebilir enerji alanında yapılan yatırımlar ivme kazanmıştır. 2013 yılı sonu itibarıyla Türkiye’nin Kurulu gücünün % 40’ını 25.596 Mw ile yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmaktadır. Enerji Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 2009 yılında kabul edilen Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi çerçevesinde, 2023 yılına kadar rüzgâr enerjisi kurulu gücümüzün 20.000 Mw seviyesine ulaştırılması ve güneş enerjisi potansiyelinin elektrik üretimi amaçlı azami ölçüde değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu hedef ile Enerji Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planında yer alan 2014 yılı sonuna kadar 10.000 Mw kurulu güce ulaşma hedefi doğrultusunda, 2013 yılı sonu itibarıyla rüzgâr enerjisi santrali için 9.939 Mw kurulu gücünde lisans verilmiştir. 2013 yılı sonu itibarıyla işletme halinde bulunan rüzgâr santrali toplam kurulu gücü 2.760 Mw’ tır. Güneş enerjisi yatırımları için de yasal altyapı oluşturulmuş olup 10.06.2013-14.06.2013 tarihleri arasında alınan 496 adet Güneş Enerjisi Santrali (GES) lisans başvurusunun incelenmesi çalışmaları yürütülmüştür. Başvurusu yapılan santrallerin toplam kurulu gücü 8.900 Mw’ tır (ETKB Faaliyet Raporu, 2013: 68).

Yenilenebilir enerji türlerinin toplam enerji üretimindeki payları, 2013 yılı verileri dikkate alındığında, sırasıyla hidrolik enerji, biyokütle, jeotermal, güneş ve rüzgâr enerjisi olarak saptanmıştır. Bundan dolayı aşağıda bu sıralama doğrultusunda yenilenebilir enerji türleri ayrı ayrı ele alınmıştır.

### 2.1.2.1. Hidrolik Enerji

Dünyada hidrolik enerji üretimi diğer birincil enerji türleri içinde çok düşük bir seviyededir. Nitekim Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre 2011 yılı itibariyle toplam birincil enerji arzı içindeki payı % 2.3'dür. Bununla birlikte yenilenebilir enerji kaynakları açısından bakıldığında hidrolik enerji arzının en yüksek paya sahip olduğu görülür. Çünkü jeotermal, rüzgâr ve güneş gibi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam payı ise % 1 seviyesindedir.

**Tablo 9: Hidrolik Enerjide Dünyada Öne Çıkan Ülkeler**

Ülke	Kurulu Kapasite (Mw)	Reel Üretim (Gwh)
Çin	231 000	714 000
Brezilya	82 458	428 571
ABD	77 500	268 000
Kanada	75 104	348 110
Rusya	49 700	180 000
Hindistan	38 106	131 000*
Norveç	30 000*	122 000*
Fransa	25 332	50 300
Japonya	22 362	72 639
Türkiye	17 259	57 472
Dünya Toplamı	946 182	2 767 118

**Kaynak:** WEC World Energy Resources, 2013: 17; \* IEA Key World Energy Statistics, 2013: 11.

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde en önemli kaynak olan hidrolik enerjide dünyanın önde gelen ilk beş ülkesi sırasıyla Tablo 9'dan da görülebileceği gibi Çin, Brezilya, ABD, Kanada ve Rusya'dır. Çin, kurulu kapasite açısından en büyük paya sahiptir. Çin'in Kurulu kapasitesi 231.000 Mw olup, bu kapasiteyle dünyanın yaklaşık % 24'üne karşılık gelmektedir. İlk beşe giren diğer ülkelerin kurulu kapasiteleri toplandığında

Çin'in kurulu kapasitesini ancak geçmektedir. Diğer ülkelerin kurulu kapasitelerinin toplam içindeki payları sırasıyla Brezilya, ABD ve Kanada'nın yaklaşık % 8'er, Rusya'nın ise yaklaşık % 5'dir. Bu ülkelerin reel hidrolik enerji üretimlerinin toplamı, dünyanın hemen hemen % 70'ine karşılık gelmektedir. Dünyada hidroelektrik üretiminde öne çıkan diğer ülkeler sırasıyla Hindistan, Norveç, Fransa, Japonya ve Türkiye'dir. Bu ülkelerin kurulu kapasiteleri toplamı, dünyanın yaklaşık % 14'üne, üretimleri toplamı da dünya üretiminin % 16'sına karşılık gelmektedir.

Türkiye'nin teorik hidroelektrik potansiyeli yani normal şartlarda yıllık üretebileceği hidroelektrik seviyesi dünya teorik potansiyelinin % 1'i, ekonomik potansiyeli ise Avrupa ekonomik potansiyelinin % 16'sıdır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli içinde en önemli yeri tutan hidrolik kaynaklarımızın teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kwh olup teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kwh ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel 140 milyar kwh/yıldır. 2013 yılı sonu itibarıyla ekonomik olduğu belirlenen potansiyelin % 41'lik kısmı işletmede, özel teşebbüs tarafından yapılmı sürdürülen projeler dahil olmak üzere % 27'lik kısmı ise inşa halindedir (ETKB Hidrolik, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik>).

Türkiye, enerji sektöründe rekabete dayalı yatırım ortamının geliştirilmesi ve şeffaf bir piyasa yapısının oluşturulması yönünde adımlar atmaya devam etmekte olup özel sektöre açılan elektrik üretim sektöründe özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yürürlüğe konulan yasal düzenlemelerin de etkisiyle, HES yapmak üzere Ocak 2013 itibarıyla 12.515 Mw'lık 560 santral lisans alınmış durumdadır. 2013 yılı sonu itibarıyla, işletmede bulunan 467 adet HES ile 22.289 Mw'lık kurulu güce ve toplam potansiyelin yaklaşık % 34.8'sine karşılık gelmektedir. 2013 yılında elektrik üretimimizin, % 24.8'i hidrolikten elde edilmiştir. Son yıllarda yaşanan kuraklıklar hidroelektrik santrallerinden beklenen katkının sağlanamamasına neden olmaktadır. Ancak hidroelektrik üretimi 2013 yılında 2012 yılına göre % 2.4 oranında artarak 59.245 Mw olarak gerçekleşmiştir (ETKB Hidrolik, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik>). Toplam enerji üretimi içinde hidrolik enerjinin payı % 16 seviyelerine gelmiştir. Nitekim Tablo 2'de gösterildiği gibi 31,9 Mtep yerli üretim içindeki hidrolik enerji üretimi 5,1 Mtep'tir.

### 2.1.2.2. Biyokütle Enerjisi

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre, 2011 yılında dünyada toplam birincil enerji arzı içinde biyoyakıt ve atıkların payı % 10'dur. Başka bir ifadeyle dünyada nükleer ve hidrolik enerjiden daha fazla bir paya sahiptir.

**Tablo 10: Dünya Biyoyakıt Üretimi**

Bölgeler	2011 (Btep)	Toplam İçindeki Payı (%)	2012 (Btep)	Toplam İçindeki Payı (%)	2013 (Btep)	Toplam İçindeki Payı (%)
Kuzey Amerika	29458.9	48.9	28321	47	29505	45.2
Orta ve Güney Amerika	16258.5	26.9	16675.4	27.7	18757	28.7
Avrupa ve Avrasya	10143.3	16.8	10022.4	16.6	10988	16.8
Ortadoğu	4.4	0.01	4.4	0.01	4	0.0006
Afrika	23.3	0.04	23.3	0.04	23	0.04
Asya Pasifik	4397.4	7.3	5173.6	8.6	6071	9.3
Toplam Dünya	60285.7		60220.2		65348	

**Kaynak:** BP Statistical Review of World Energy, 2014: 39.

Bölgesel açıdan bakıldığında aynı tarih itibarıyla dünya biyoyakıt üretiminin yaklaşık % 49'u Kuzey Amerika ülkeleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Biyoyakıt üretiminde ikinci sırada ise Orta ve Güney Amerika ülkeleri bulunmaktadır. Bu ülkelerin dünya üretimindeki payı yaklaşık % 27'dir. Bu enerji türünde en az üretimi ise sırasıyla Ortadoğu ve Afrika ülkeleri gerçekleştirmiştir. 2013 tarihi itibarıyla bölgesel sıralamada bir değişiklik olmadığı Tablo 10'dan da görülebilir. Ülkeler açısından bakıldığında yukarıdaki sıralama paralel olarak Kuzey Amerika ülkelerinden ABD, 28440 Btep biyoyakıt üretimi gerçekleştirerek dünyada ilk sırada yer almaktadır. Sadece ABD'nin biyoyakıt üretiminin dünya içindeki payı yaklaşık % 44'dür. ABD'yi sırasıyla % 24'lük payla Brezilya ve % 4'lük payla Almanya izlemektedir.

Bilindiği gibi biyokütle için mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkiler, otlar, yosunlar, denizdeki algler, hayvan dışkıları, gübre ve sanayi atıkları, evlerden atılan tüm



organik çöpler (meyve ve sebze artıkları) kaynak oluşturmaktadır. Biyokütle materyalleri biyokütle çevrim teknikleri ile işlenerek katı, sıvı ve gaz yakıtlara çevrilir. Çevrim sonunda biyodizel, biyogaz, biyoetanol, pirolitik gaz gibi ana ürün olan yakıtların yanı sıra, gübre, hidrojen gibi yan ürünler de elde edilmektedir. Biyokütleden enerjinin yanısıra, mobilya, kâğıt, yalıtım malzemesi yapımı alanlarında da yararlanılmaktadır (Biyokütle Çevrim Teknolojileri, (t.y.), [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle\\_cevrim\\_tekno.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_cevrim_tekno.aspx)). Tablo 2’de verildiği gibi 2013 yılında biokütle üretimi 4.4 Mtep’tir. Bunun 2.7 Mtep’i odun, 1.6 Mtep’i hayvan ve bitki artıkları ve 51 Btep’i biyoyakıttan oluşmaktadır. Bu üretim seviyesinin toplam enerji üretimi içindeki payı yaklaşık % 14 gibi önemli bir seviyeye yükselmiştir.

**Tablo 11: Dünya Biodizel Üretimi**

Ülke	Miktar (Milyon ton)	Yüzde Pay %
AB	9.18	54
ABD	1.65	9.7
Arjantin	1.57	9.3
Brezilya	1.55	9.1
Malezya	0.76	4.5
Avustralya	0.62	3.7
Diğer Ülkeler	1.64	9.7
Toplam	17.01	100

**Kaynak:** ETKB Biyodizel, (t.y.), <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyodizel.aspx>.

Dünya biodizel üretimine bakıldığında Tablo 11’den de görüleceği üzere 2010 yılında gerçekleştirilen 17,01 milyon tonluk üretimin % 54’ü yani 9,18 milyon tonu AB’ye üye devletler tarafından gerçekleştirilmiştir. AB’yi ABD, Arjantin, Brezilya, Malezya ve Avustralya izlemiştir. Dünya biodizel üretiminde lider konumunda olan AB’de 2010 tarihi itibarıyla öne çıkan ülkeler, yaklaşık 2,9 milyon tonluk üretimle Almanya, 1,9 milyon tonluk üretimle Fransa, 0,9 milyon tonluk üretimle İspanya ve 0,7 milyon tonluk üretimle İtalya olmuştur. Türkiye’de Şubat 2011 yılında yapılan düzenlemeyle biodizele Özel Tüketim Vergisi getirilmesiyle sektör duraklama noktasına gelmiştir. Çoğu üretici lisanslarını iptal ettirmiş, lisansı olanlarda üretim yapamaz duruma gelmiştir. Türkiye’de sadece bir firma tarafından 20 bin tonluk bir üretim yapıldığı bilinmektedir. Türkiye’de

2012 yılı itibari ile 34 adet tesis biyodizel üretimi için İşleme Lisansı almış bulunmaktadır. Bu tesislerin toplam biyodizel üretim kapasitelerinin 561.217 ton olduğu Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından bildirilmiştir (ETKB Biyodizel, (t.y.), <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyodizel.aspx>).

Dünyadaki biyogaz üretim tesislerinin % 80'i Çin'de % 10'u Hindistan, Nepal ve Tayland'da bulunmaktadır. Avrupa'nın hayvan gübresi ile elde ettiği biyogaza ve tesis sayısına bakılacak olursa bu noktada Almanya 2,200 tesis ile en fazla üretim yapan ülke konumundadır. Almanya'da biyogaz tesislerinin yapımı 1993 yılından itibaren artmış ve yine aynı yıldan günümüze kadar 139 tesisten 2,200 tesise kadar artmıştır. AB toplam biyogaz üretimi 2010 yılında 8344,29 Ktep olup, bunun yarısından fazlasını Almanya üretmiştir. Almanya'nın biyogaz üretimi 4213,4 Ktep'dir. Bu biyogaz üretiminin 265,5 Ktep'ini çöp gazından, 386,7 Ktep'ini arıtma çamurundan ve geri kalanını da diğerlerinden sağlamıştır. Avrupa'da Almanya'yı 1723,9 Ktep üretim ile İngiltere, 526,5 Ktep ile Fransa ve 444,3 Ktep ile İtalya takip etmektedir. Türkiye'de 2012 yılına kadar biyogaz üretmek amacıyla biyokütle lisansı alan 28 firma olup, bunların toplam kurulu gücü 147,73 Mw'dır (ETKB Biyogaz, (t.y.), <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>).

Biyooetanol genel olarak taşıma/araç yakıtı olarak kullanılır. Etanolün taşıma için kullanımı 20. yy'ın başlarında ortaya çıkmıştır. Fakat İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra biyooetanol kullanımından uzaklaşmıştır. Biyooetanol birinci petrol krizi ile daha sonra tekrar gündeme gelmiştir. 1975'de Brezilya hükümeti sponsorluğunda şeker kamışından biyooetanol üretim programı başlatılmıştır. Bundan dolayı, Brezilya'da biyooetanol endüstrisi oldukça geniş hale gelmiştir. ABD'de ise geniş ölçekli olarak mısırdan biyooetanol üretimi 1978'de başlamıştır. Bu iki ülkenin ardından ise Kanada, Avustralya, Çin, Fransa, İspanya ve İsveç'de biyooetanol üretimine başlamıştır (Adıgüzel, 2013: 206).

2011 yılı itibariyle Dünya'da 73,6 milyar litre biyooetanol üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu üretimin 41 milyar litresi ABD, 26 milyar litresi Brezilya, 2,1 milyar litresi Çin, 1,1 milyar litresi Kanada, 0,9 milyar litresi Fransa, 0,8 milyar litresi Almanya ve geri kalanı da diğer ülkeler tarafından gerçekleştirilmiştir. 2011 yılı itibariyle Türkiye'de üretim yapan üç firma olup bunların üretim miktarı yaklaşık 44 milyon litredir (ETKB Biyooetanol, (t.y.), <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyooetanol.aspx>).

### 2.1.2.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, jeotermal kaynaklardan doğrudan veya dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır. Düşük (20-70°C) sıcaklıklı sahalar başta ısıtma olmak üzere, endüstride, kimyasal madde üretiminde kullanılmaktadır. Orta sıcaklıklı (70-150°C) ve yüksek sıcaklıklı (150°C'den yüksek) sahalar ise elektrik üretiminin yanı sıra ısıtma uygulamalarında da kullanılabilir. Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 2013 yılı Ağustos ayı itibarıyla 11,766 Mw'dır. Yıllık elektrik üretim miktarı yaklaşık 68,6 milyar Kwh olup, jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; ABD, Filipinler, Endonezya, Meksika ve İtalya şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 50.000 Mw'tır. Dünya'da jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, ABD, İsveç, Türkiye ve Japonya'dır. (ETKB Jeotermal, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>).

Türkiye, Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer aldığından oldukça yüksek jeotermal potansiyele sahip olan bir ülkedir. Türkiye'nin jeotermal ısı potansiyeli teorik olarak 31.500 Mw'tır. Türkiye'de potansiyel oluşturan alanların % 79'u Batı Anadolu'da, % 8.5'i Orta Anadolu'da, % 7.5'i Marmara Bölgesinde, % 4.5'i Doğu Anadolu'da ve % 0.5'i diğer bölgelerde yer almaktadır. Jeotermal kaynaklarımızın % 94'ü düşük ve orta sıcaklıklı olup, doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, mineral eldesi v.s.) için uygun olup, % 6'sı ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur (ETKB Jeotermal, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>).

Jeotermal enerji arama çalışmaları son yıllarda canlandırılmış, 2013 yılı sonu itibarı ile Enerji Bakanlığı kuruluşu olan MTA Genel Müdürlüğü tarafından bugüne kadar 576 adet sondajlı arama yapılarak 227 adet saha keşfedilmiş ve doğal çıkışlar hariç, açılan kuyularda 4.900 Mwt ısı enerjisi elde edilmiştir. Türkiye'de, son yıllardaki artışla turizm ve sağlık amaçlı termal tesis sayımız bugün 350'ye ulaşmıştır. Ayrıca 2002 yılında 500 dönüm olan sera ısıtması, 2013 yılı sonu itibarıyla 2924 dönüme; 2002 yılında 30.000 olan konut ısıtması, 2013 yılı sonu itibarıyla 89.443 konuta yükselmiştir. Jeotermal enerjiyle üretilen elektrik potansiyelimiz ise teorik olarak yaklaşık 2.000 Mwe olarak tahmin edilmektedir. 2013 yılı sonu itibarıyla, EPDK'dan üretim lisansı almış olanlarla birlikte Türkiye'nin jeotermal elektrik üretim potansiyeli 706,4 MWe'e ulaşmıştır. Bu rakamın 2023 yılı sonuna kadar 1.000 MWe'e ulaşması beklenmektedir. Türkiye'de bugün 15 adet

jeotermal enerji santralimiz mevcut olup, kurulu gücümüz 404.9 MWe düzeyine ulaşmıştır (ETKB Jeotermal, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>).

Tablo 2’de gösterildiği gibi 2013 yılında 2.7 Mtep jeotermal enerji elde edilmiştir. Bunun 1.5 Mtep’i jeotermal ısı üretimi ve 1.2 Mtep’i de jeotermal elektrik üretimidir. Aynı yıl itibariyle yerli enerji üretiminin 31.9 Mtep olduğu hesaba katıldığında, jeotermal enerji üretimimiz toplam enerji üretiminin yaklaşık % 9’una karşılık gelmektedir.

#### **2.1.2.4. Güneş Enerjisi**

Güneş enerjisinden doğrudan bina yapımında dikkate alınarak ısı enerjisi olarak yararlanılabildiği gibi su ısıtılmasında termal enerji olarak veya fotovoltatik (PV) ve odaklanmış güneş enerjisi (CSP) sistemleri kullanılarak elektrik enerjisi elde edilmesinde kullanılabilir. BP 2014 Yılı Dünya Enerji İstatistiklerine göre, dünya kurulu PV güç gelişimine bakıldığında özellikle 2008 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık % 67 oranında artış göstermiş, takip eden yıllarda bu artış trendi devam etmiştir. 2012 yılında PV kurulu gücü 100.000 Mw’ı aşmış, 2013 yılında 139.637 Mw seviyesine ulaşmıştır. Bölgesel gelişim açısından bakıldığında Avrupa ülkelerinin toplam içindeki payı 2006 yılından itibaren ilk sırada yerini almıştır. 2013 yılına gelindiğinde bu pay % 57’e ulaşmıştır. Bölgesel olarak ilk sırayı çeken Avrupa’da Almanya 35948 Mw’lık kurulu kapasite ve yaklaşık % 26’lık payla Avrupa’da olduğu kadar dünyada da birinci sırada yer almıştır. PV kurulu kapasite açısından Almanya’yı % 13’lük payla Çin izlemiştir. Dünyada öne çıkan diğer ülkeler sırasıyla % 12,6’lık payla İtalya, % 10’luk payla Japonya, % 9’luk payla ABD ve yaklaşık % 5’lük payla İspanya olmuştur. Türkiye ise dünyanın en düşük kurulu gücüne sahip soğuk ve güneşlenme süresi düşük kuzey ülkelerindeki kadar bir güçle son sıralarda yer almıştır. Türkiye’nin payı aynı kaynağa göre 15 Mw olup, yüz binde 1’lik bir orana karşılık gelmektedir. Daha açık bir ifadeyle hemen hemen Finlandiya ve Norveç gibi soğuk Avrupa ülkelerindeki kurulu güç kadar bir güce sahiptir.

CSP yeni gelişen bir pazardır. 1980’de California’da aşağı yukarı 350 Mw gücünde ilk ticari fabrika inşa edilmiş ve üretim 2006 yılında ABD’de ve İspanya’da başlamıştır. Bu iki ülkenin sırasıyla kurulu kapasiteleri aynı tarih itibariyle 1 Gw ve 500 Mw olmak üzere toplam 1,5 Gw’tır (IEA Solar, (t.y.), <http://www.iea.org/topics/solarpvandcsp/>). 2010 yılı sonunda ABD’de 1350 Mw’lık kapasiteye ilave olarak 514 Mw’lık yapım aşamasındadır.

Yine İspanya'da 774 Mw'a ilave olarak 1582 Mw'lık CSP üretimi söz konusudur (IEA, 2011: 11).

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip olması bakımından çok şanslıdır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nce hazırlanan, Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, yıllık toplam güneşlenme süresi 2.737 saat (günlük toplam 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1.527 kwh/m<sup>2</sup>.yıl (günlük toplam 4,2 kwh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. 2012 yılında güneş kolektörleri ile yaklaşık olarak 768 Btep ısı enerjisi üretilmiştir. Üretilen ısı enerjisinin, 2012 yılı için konutlarda kullanım miktarı 500 Btep, endüstriyel amaçlı kullanım miktarı 268 Btep olarak hesaplanmıştır (www.enerji.gov.tr, 17.09.2014). Tablo 2'de gösterildiği gibi, güneş enerjisi üretim miktarı bir önceki yıla göre % 4 artış göstererek 795 Btep seviyesine yükselmiştir. Coğrafi konum itibariyle güneş enerjisi açısından oldukça önemli bir potansiyele sahip olan Türkiye'nin enerji üretiminde güneş enerjisinin payı artmakla birlikte % 3 gibi oldukça küçük bir yere sahiptir.

Türkiye'de hâlihazırda kurulmuş olan, çoğu kamu kuruluşlarında olmak üzere küçük güçlerin karşılanması ve araştırma amaçlı kullanılan fotovoltaik güneş elektrikli sistemleri 2012 yılı itibariyle 3,5 Mw kurulu güce ulaşmıştır (ETKB Güneş, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>). 2013 yılında Mersin/Toroslar'da kurulan, Türkiye'nin ilk Kule Tipi CSP santrali kurulumu tamamlanmıştır. Santral, 1500 evin enerji ihtiyacına eşdeğer olan 5 Mw termal güç kapasitesine sahiptir (Türkiye'nin ilk yerli güneş santrali, 2014, <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>).

#### **2.1.2.5. Rüzgâr Enerjisi**

Dünya'da rüzgâr enerjisi kurulu gücü açısından 2013 yılı itibariyle öne çıkan ülke BP 2014 Yılı Dünya Enerji İstatistiklerine göre, 319907 Mw olan toplam dünya kurulu güç içinde 91460 Mw'lık kurulu kapasiteye yani % 29'luk paya sahip Çin'dir. Bu ülkeyi yaklaşık % 19'luk payla ABD, %11'lik payla Almanya, % 7'lik payla İspanya ve % 6'lık payla Hindistan izlemektedir. Türkiye 2760 Mw'lık kurulu güçle % 0.9'luk bir paya sahiptir.

Dünya Enerji Konseyi (WEC) tarafından yayınlanmış çalışmaya göre; 5.1 m/s üzeri rüzgâr hızlarına sahip bölgelerin uygulamaya dönük ve toplumsal kısıtlar nedeni ile % 4'nün kullanılacağı kabul edilerek, dünya rüzgâr enerjisi teknik potansiyeli 53.000 Twh/yıl olarak hesaplanmıştır. Dünya'da 2012 yılı sonu yıllık rüzgâr enerjisi üretimi 557 Twh/yıl olup enerji üretimi içerisindeki payı % 2.6'dır. Aralık 2013 yılı sonu itibariyle işletmede olan rüzgar enerji santrallerinin kurulu gücü ise yaklaşık olarak 300 Gw 'dır (ETKB Rüzgar, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>).

Türkiye'de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7.5 m/s üzeri rüzgar hızlarına sahip alanlarda kilometrekare başına 5 Mw gücünde rüzgar santrali kurulabileceği kabul edilmiştir. Bu kabuller ışığında, orta ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro ölçekli rüzgar akış modeli kullanılarak üretilen rüzgar kaynak bilgilerinin verildiği Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) hazırlanmıştır. Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 Mw olarak belirlenmiştir. Bu potansiyele karşılık gelen toplam alan Türkiye yüz ölçümünün %1.30'una denk gelmektedir. Türkiye'de, 2013 yılı sonu yıllık rüzgar enerjisi üretim miktarı 7.518 Gwh (650 Btep)'dir. Bu üretim seviyesi toplam enerji üretiminin % 2'sine karşılık gelmektedir. 2013 yılı sonu itibarıyla işletmede olan rüzgar enerji santrallerinin kurulu gücü ise 2.760 Mw'dır (ETKB Rüzgar, (t.y.), <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>).

## **2.2. İkincil Enerji Kaynakları Üretimi**

Türkiye'de ikincil enerji kaynakları içinde en önemli paya elektrik enerjisi sahiptir. O nedenle aşağıda elektrik enerjisi üretimi konusuna değinilmiştir.

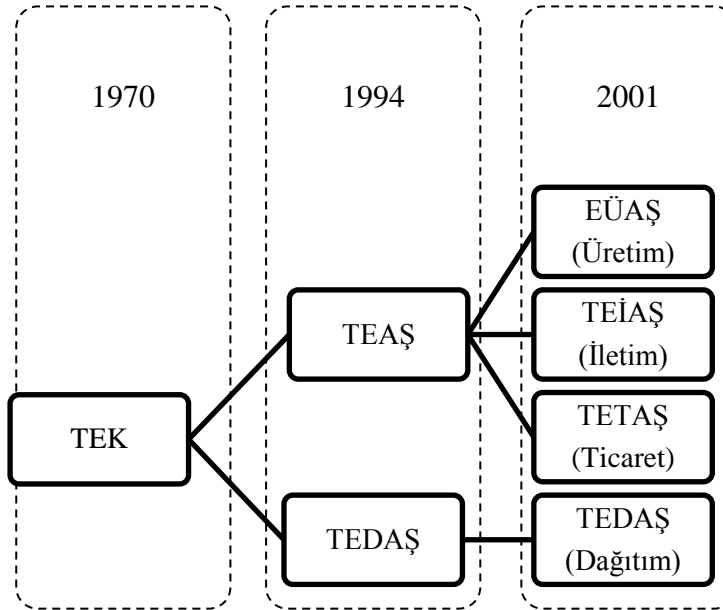
### **2.2.1. Elektrik Enerjisi Üretimi**

Dünya'da 2013 yılında elektrik üretiminde lider ülke Çin olmuştur. BP 2014 Yılı Dünya Enerji İstatistiklerine göre toplam 23127 Twh'lik üretimin 5362 Twh'lik bölümü Çin tarafından gerçekleştirilmiştir. Bir diğer ifadeyle Çin'in dünya toplam elektrik üretiminin yaklaşık % 23'ünü gerçekleştirmiştir. Bu ülkeyi sırasıyla % 18'lik payla ABD, % 5'erlik payla Hindistan, Japonya ve Rusya izlemiştir. Türkiye ise 239,3 Twh'lik elektrik üretimiyle dünya toplam elektrik üretimi içindeki payı % 1 olmuştur.

Dünyada elektrik üretiminde kullanılan yakıt türlerinin paylarına bakıldığında kömürün ilk sırada yer aldığı görülür. IEA'nın yayınlamış olduğu 2013 yılı anahtar dünya enerji istatistiklerine göre 2011 yılında kömür % 41.3'lük payla elektrik üretiminde kullanılan temel kaynak olmuştur. Kömürü % 21,9'luk payla doğal gaz, % 15.8'lik payla hidrolik, % 11.7'lik payla nükleer, % 4.8'lik payla petrol ve geri kalanı da jeotermal, rüzgâr, güneş ve biyokütle gibi diğer enerji kaynakları izlemiştir.

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (UAEA) verilerine göre günümüzde dünyada elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık yüzde 11'i nükleer enerjiden sağlanmaktadır. Ayrıca yarısı Fransa, ABD, Rusya ve Çin'de olmak üzere dünyada 437 nükleer güç santrali ünitesi (reaktör) işletmede, 72 tanesi ise inşa halinde olup 106 nükleer reaktörün daha yapılması planlanmaktadır. Fransa elektrik üretiminin yüzde 77'sini, Almanya yüzde 17'sini, ABD yüzde 19'unu nükleer enerjiden karşılamaktadır (ETKB 2015 Yılı Bütçe Sunumu, 2013: 21).

**Şekil 7: Kamu Elektrik Sektörünün Yeniden Yapılandırılması**



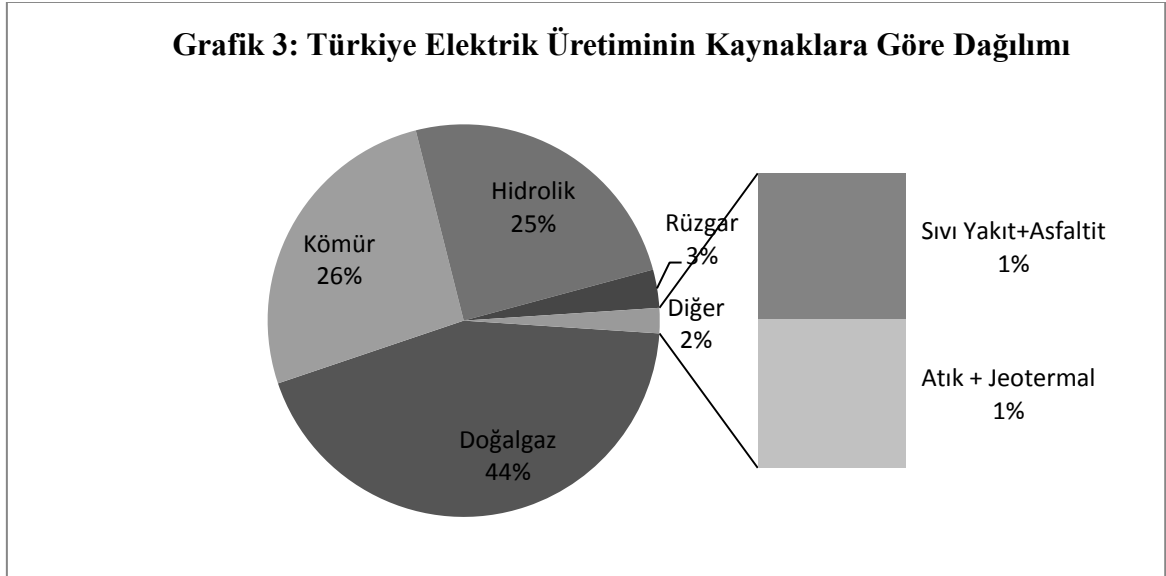
**Kaynak:** TETAŞ 2012 Yılı Sektör Raporu, 2013: 7.

Türkiye'de elektrik sektörünün tarihsel gelişimine bakıldığında, Şekil 7'den de görüleceği üzere, 1970 yılında Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurularak elektriğin üretim, iletim, ticaret ve dağıtım hizmetlerinin tamamı bu kurum tarafından yürütülmüştür. Daha sonra kurum 1994 yılında Türkiye Elektrik Üretim-İletim A.Ş. (TEAŞ) ve Türkiye

Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) adı altında iki ayrı İktisadi Devlet Teşekkülü şeklinde yeniden yapılandırılmıştır. 2001 yılında yapılan düzenlemeyle de TEAŞ, Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ), Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) ve Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. (TETAŞ) olmak üzere üçlü bir yapıya ayrılmıştır. Ayrıca TEDAŞ da 2012 yılında 8'i kamu, 13'ü özel olmak üzere 21 dağıtım bölgesine ayrılmıştır.

4628 sayılı Kanun ile oluşturulan son dönem elektrik piyasası, 2013 yılında yürürlüğe giren 6446 sayılı Kanun kapsamında kurulması öngörülen Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi (EPIAŞ) bünyesinde elektrik ticaretinin mali piyasa (borsa) yapısına kavuşması hedeflenmiştir (TETAŞ 2012 Yılı Sektör Raporu, 2013: 10).

Türkiye'nin 2002 yılında 31.846 Mw olan elektrik enerjisi kurulu gücü 2013 yılında 64.008 Mw'a, 2014 yılı Eylül ayı sonu itibarıyla ise yaklaşık iki kat artarak 68.230 Mw'a yükselmiştir. Mevcut kurulu gücün yüzde 34,4'ü hidrolik, yüzde 31,1'i doğal gaz, yüzde 20,6'sı kömür, yüzde 5,1'i rüzgâr ve yüzde 8,8'i ise diğer kaynaklardan oluşmaktadır (ETKB 2015 Yılı Bütçe Sunumu, 2014: 16).



**Kaynak:** EÜAŞ Elektrik Üretim Sektör Raporu, 2014: 13.

Grafik 3'ten de görüldüğü gibi, Türkiye'de 2013 yılı 240 Twh'lik (240154 Gwh) elektrik üretiminin yaklaşık % 44'ü doğal gazdan, % 26'sı kömürden, % 25'i hidrolikten, % 3'ü rüzgârdan ve % 2'si de diğer kaynaklardan elde edilmiştir. Diğer kaynakların % 1'i



asfaltit, fuel oil ve motorin gibi sıvı yakıtlardan, % 1'e yakını jeotermal kaynaklardan ve binde 5 gibi çok küçük bir oranı da atık ve diğer yenilenebilir kaynaklardan oluşmaktadır.

EÜAŞ 2013 Yıllık Rapor'da yayınlanan verilere göre, yaklaşık 240 Twh'lik üretimin 84079 Gwh'i yani yaklaşık % 35'i serbest üretim şirketleri tarafından, 80118 Gwh'i yani % 33'ü EÜAŞ tarafından sağlanırken, geri kalan % 18'i yap işlet firmaları ve yaklaşık % 6 yap-işlet-devret firmaları % 5'i otoprodüktörler ve % 2'si işletme hakkı devir yöntemiyle elde edilmiştir (EÜAŞ 2013 Yıllık Rapor, 2014: 20).

### 2.3. Nihai Enerji Tüketimi

Nihai enerji tüketimi içinde en yüksek paya petrol sahiptir. 1990'lı yıllarda nihai enerji tüketiminin hemen hemen yarısı petrol tüketiminden oluşmaktadır. Son yıllarda petrol tüketimi artmakla birlikte, toplam nihai enerji tüketimi içindeki payı azalmıştır. Nitekim 2013 yılında petrol tüketimi Tablo 12'den görüleceği gibi, 29.8 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Bu tüketim toplam nihai enerji tüketiminin yaklaşık yüzde 34'ünü oluşturmaktadır.

**Tablo 12: Nihai Enerji Tüketimi**

Enerji Türleri	1990		2000		2013*	
	Btep	%	Btep	%	Btep	%
Kömür	6785	16.3	9333	15.2	10573	11.9
Petrol	19931	47.9	25806	41.9	29800	33.6
Doğal Gaz	784	1.9	5182	8.4	17440	19.7
İkincil Kömür	2294	5.5	2516	4.1	3032	3.4
Petrokok	269	0.6	1168	1.9	3103	3.5
Elektrik	3928	9.4	8268	13.4	16931	19.1
Biyokütle	7208	17.3	6457	10.5	4318	4.9
Jeotermal	364	0.9	2564	4.2	2696	3.0
Güneş	28	0.1	287	0.5	795	0.9
Toplam Nihai Enerji Tüketimi	41591		61581		88688	

**Kaynak:** Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK); \* ETKB İlgili Yıllara Ait Genel Enerji tablolarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Nihai enerji tüketimi içinde petrolü doğal gaz ve elektrik tüketimi izlemiştir. Her iki enerji tüketimi yıllar içinde sürekli olarak artmıştır. Doğal gaz tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı 1990'da yaklaşık yüzde 2 seviyelerinde iken bu oran 2013 yılında yüzde 20'e kadar yükselmiştir. Benzer şekilde ikincil enerji sınıflandırması içinde yer alan elektrik tüketiminin payı 1990'da yaklaşık yüzde 9,4 iken 2013 yılında hemen hemen yüzde 19 seviyelerine kadar yükselmiştir. Başka bir ifadeyle elektrik tüketimi gerek miktar olarak gerekse toplam içindeki payı itibariyle artmıştır.

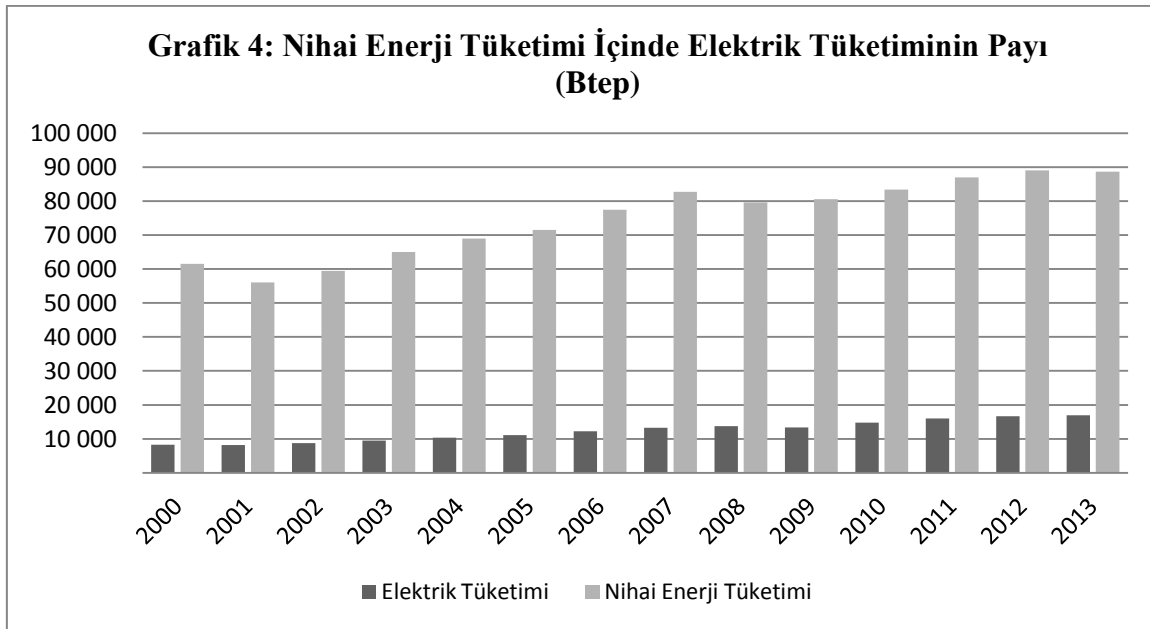
Kömür tüketimi içinde yer alan taş kömürü tüketimi de 2000'li yıllarda yaklaşık yüzde 10'lar seviyesinde gerçekleşerek, nihai enerji tüketimi içinde nispi öneme sahip bir diğer kalem olmuştur. 1990'lı yıllarda yaklaşık 2 Mtep iken neredeyse beş kat artış göstererek 2012 yılında 9.3 Mtep taş kömürü tüketimi gerçekleşmiştir. 2013 yılında ise taş kömürü tüketimi bir önceki yıla göre yüzde 32 azalarak 6.4 Mtep seviyelerine kadar gerilemiştir. Daha çok termik santrallerde yakıt olarak kullanılan linyit ise 1990'da 4.7 Mtep tüketilmişken 2012 yılında yaklaşık 5.4 Mtep tüketim gerçekleşmiştir. Linyit tüketiminin 2012 yılı toplam enerji tüketimi içindeki payı yüzde 6 seviyesinde gerçekleşmiş olup, 1990'lı yıllarla kıyaslandığında tüketim seviyesinde belirgin bir farklılık gözükmemektedir. 2013 yılına gelindiğinde ise taşkömürü tüketiminde olduğu gibi linyit tüketimi de bir önceki yıla göre yüzde 26 azalarak yaklaşık 4 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Kömür tüketimi açısından genel bir değerlendirme yapıldığında, 2013 yılı dikkate alınmadığında linyit tüketimi yıllar itibariyle seviyelerini korurken, taş kömürü tüketiminin ise gerek miktar gerekse oran olarak arttığı söylenebilir.

Öte yandan çevrim santrallerinde elde edilen kok ve briket toplamını ifade eden ikincil kömürün toplam içindeki payı yüzde 3 seviyelerinde gerçekleşmiştir. Bu oranlarda tüketimi gerçekleşen diğer enerji türleri ise petrokok ve jeotermal enerji olmuştur. Odun tüketimi de 2012 yılında hemen hemen bu seviyelerde gerçekleşmekle birlikte yıllar itibariyle tüketim seviyesi giderek azalmıştır. Enerji Bakanlığı verilerine göre odun tüketimi 1990 yılında 17.8 milyon ton iken 2013 yılında 7.5 milyon tona kadar düşmüştür. Biyoyakıt verileri 2006 yılı öncesi mevcut değildir. 2013 yılı itibariyle biyoyakıt tüketimi ise 51 Btep olarak gerçekleşmiştir. Nihai enerji tüketimi içinde en az paya sahip olanlardan birisi de güneş enerjisi olmakla birlikte, tüketim seviyesinin 1990 yılıyla kıyaslandığında

son yıllarda neredeyse 27 kat artarak binde 9'lar seviyesine kadar yükseldiği görülmektedir.

### 2.3.1. Nihai Enerji Tüketimi İçinde Elektrik Tüketiminin Payı

Elektrik sektörü en son 2001 yılında yapılan düzenlemeyle bugünkü mevcut yapısına kavuşmuştur. Buna göre üretim alanında faaliyet gösteren EÜAŞ, iletim alanında faaliyet gösteren TEİAŞ, ticaret alanında faaliyet gösteren TETAŞ ve dağıtım alanında faaliyet gösteren TEDAŞ olmak üzere yeni bir yapılandırılmaya gidilmiştir. 1990-2000 döneminde elektrik üretiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki payı yüzde 9-14 seviyelerindedir.



**Kaynak:** ETKB ve TÜİK verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yapılandırılmanın gerçekleştirildiği 2001 sonrası dönemde elektrik tüketiminin nihai enerji tüketimi içindeki payı Grafik 4'te görüldüğü gibidir. Bu oran artış trendini koruyarak yüzde 15-19 oranında tüketim seviyelerine kadar yükselmiştir. Nitekim 2001 yılında 8.2 Mtep elektrik tüketimiyle, nihai enerji tüketimi içindeki payı yüzde 15 olarak gerçekleşmiştir. Günümüze gelindiğinde ise 2013 yılı itibariyle 16.9 Mtep elektrik tüketimi gerçekleşmiş olup, toplam nihai enerji tüketimi içinde payı yüzde 19 seviyelerine kadar yükselmiştir. Öte yandan 2001 yılına göre elektrik tüketimindeki artışa bakıldığında, elektrik tüketiminin iki kattan daha fazla artmış olduğu görülür. Orijinal birimler açısından

bakıldığında Enerji Bakanlığı'nın verilerin göre 2001 yılında 95.4 Twh elektrik tüketimi söz konusu iken 2012 yılında 193.7 Twh tüketim gerçekleşmiştir. 2013 yılında ise bir önceki yıla göre yüzde 2'lik bir artışla 196.9 Twh'lik elektrik enerjisi tüketimi gerçekleştirilmiştir. Bu tüketim seviyesi 2001 yılına göre elektrik tüketiminin yüzde 100'ün üzerinde bir artışı temsil etmektedir.

TÜİK verilerine göre elektrik tüketiminin sektörel dağılımına bakıldığında sanayinin payı yıllar itibariyle azalmakla birlikte önemini korumaktadır. Sanayi sektörünün elektrik tüketimi içindeki payı 2012 yılı itibariyle yüzde 47.4'tür. Mesken elektrik tüketimi yüzde 23.3'lük payla ikinci, ticaret sektörü 16.3'lük payla üçüncü sırada yer almaktadır. Önem sırasına göre tarımın payı yüzde 6.5, resmi dairelerin yüzde 4.5 ve sokak aydınlatmanın payı yüzde 2'dir. Genel olarak değerlendirildiğinde mesken ve ticaret sektöründe yıllar itibariyle elektrik tüketimi artmaktayken, resmi daire ve sokak aydınlatmanın payının önemli ölçüde değişmediği, fakat sanayi ve tarım sektörünün payının ise giderek azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte sanayi sektörünün elektrik tüketimi içindeki payı yine de ilk sırada yer almaktadır.

### **2.3.2. Nihai Enerji Tüketiminin Sektörel ve Bölgesel Dağılımı**

Nihai enerji tüketiminin sektörel dağılımına bakıldığında Tablo 13'ten de görüleceği gibi, 1990 yılında konut ve hizmetler sektörünün payı yüzde 37 ile ilk sırada yer almaktadır. Yıllar itibariyle bakıldığında nispeten çok düşük bir oranda azalmış olmakla birlikte tüm sektörler içindeki payı dikkate alındığında yine ilk sırada yer almaktadır. Nitekim 2013 yılında bu sektörün payı yüzde 35'tir. 1990 yılında 15,4 Mtep olan konut ve hizmetler sektörü tüketimi, 2013 yılında 31,4 Mtep'e ulaşmıştır.

Konut ve hizmetler sektöründeki artışın nedenleri arasında nüfus artış hızı, yaşam standartlarının artması ve bina yapımının hızla artması gibi hususlar yer almaktadır. Konut ve hizmetler sektörü kaynak çeşitliliği açısından en fazla enerji kaynağı tüketen sektördür. Konut ve hizmetler sektöründe tüketilen enerjinin yüzde 27'si yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır. Bu da özellikle yenilenebilir grupta değerlendirilen odun ile hayvan ve bitki artıkları (% 22) kaynaklı olup, yeni enerji kaynaklarından jeotermal ısının payı yüzde 4 ve güneşin payı yüzde 1'dir. Jeotermal ısı konut ve sera ısıtmacılığında kullanılırken, güneş enerjisi su ısıtma amacı ile kullanılmaktadır.

**Tablo 13: Sektörlere Göre Nihai Enerji Tüketimi (Btep)**

	1990*		2000*		2005*		2010		2013***	
<b>Sanayi</b>	14543	0,35	24501	0,40	29396	0,40	30703**	0,37	29.087	0,33
<b>Ulaştırma</b>	8723	0,21	12008	0,20	13732	0,19	15165**	0,18	22.796	0,26
<b>Konut ve Hizmetler</b>	15358	0,37	20058	0,33	24269	0,33	28944**	0,35	31.402	0,35
<b>Tarım</b>	1956	0,05	3073	0,05	3340	0,05	5095**	0,06	1.633	0,02
<b>Diğer (Enerji Dışı)</b>	1031	0,02	1915	0,03	2238	0,03	3459**	0,04	3.767	0,04
<b>Nihai Enerji Tüketimi</b>	41611	1,00	61556	1,00	72975	1,00	83367	1,00	88.688	1,00
<b>Çevrim Sektörü</b>	11377		18945		18601		25899		31.602	
<b>Toplam Tüketim</b>	52987		80500		91576		109266		120.290	

**Kaynak:** \* Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı Çalışma Grubu Raporu, 2006: 10; \*\* TÜİK Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri; \*\*\* ETKB 2013 Yılı Genel Enerji Dengesi; BP Statistical Review of World Energy, 2013: 40.

Bu dönem içerisinde elektriğin payı hızla artarak yüzde 9'dan, yüzde 22'ye ulaşmıştır. Yaşam standartlarının yükselmesi, elektrikli ev aletlerinin çeşitliliğinin ve kullanımlarının artması sektördeki elektrik enerjisi tüketiminin hızla artmasına neden olmuştur. 1988 yılından itibaren kullanılmaya başlanan doğal gazın payı ise 2005 yılında yüzde 27 olmuştur (Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı Çalışma Grubu Raporu, 2006: 11).

Konut ve hizmetler sektörünü ikinci sırada sanayi sektörü takip etmiştir. Sanayi sektörünün nihai enerji tüketimi içindeki payı 1990 yılında yüzde 35 olup yıllar itibariyle bu oranı korumuş, 2013 yılında da yüzde 33 seviyesinde gerçekleşmiştir. Sanayi sektörünün toplam nihai enerji tüketimi içindeki payının yıllar itibariyle gelişimi incelendiğinde dikkat çekici husus, 2000-2005 döneminde yüzde 40'lar seviyesinde olup birinci sırada yer almış olmasıdır. Takip eden yıllarda sanayi sektörü enerji tüketimi artmakla birlikte, toplam nihai enerji tüketimi içindeki payı 2013 yılı itibariyle yüzde 33 seviyesine kadar gerilemiştir.

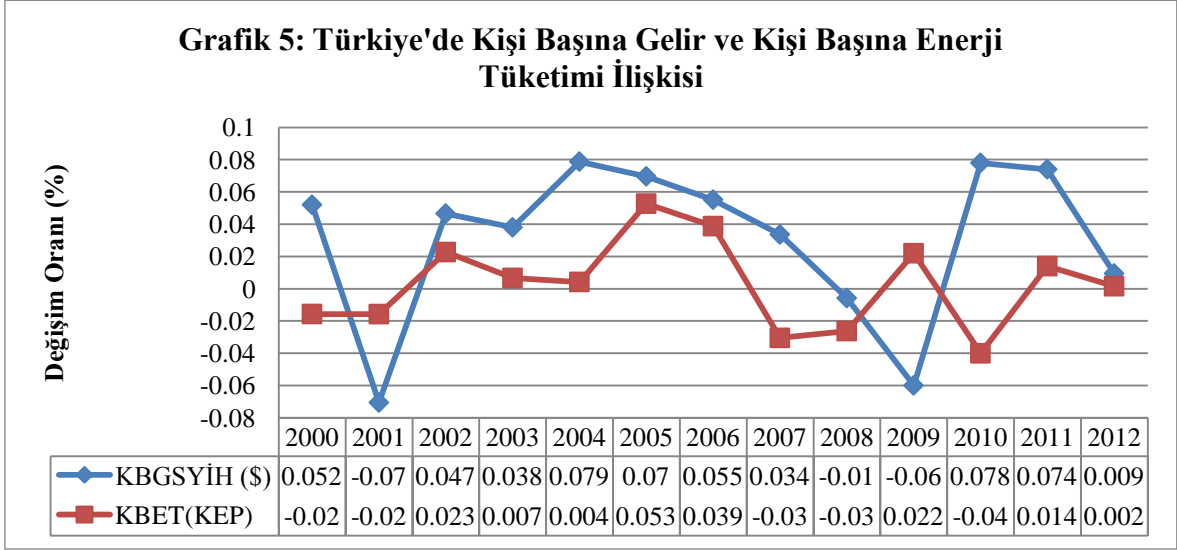
Ulaştırma sektörünün nihai enerji tüketimi içindeki payı 2010 yılına kadar yüzde 18-21 bandındayken, bu tarihten sonra önemli bir artış göstererek 2013 yılı itibariyle yüzde 26 seviyelerine kadar yükselmiştir. Bu artışta özellikle karayolu taşımacılığının gelişmesi önemli bir etken olmuştur. Şöyle ki TÜİK sürdürülebilir kalkınma göstergelerinde ulaştırma türüne göre enerji tüketimleri içinde 2012 yılında en önemli artış kalemi karayolu olmuştur. Karayolu taşımacılığında enerji tüketimi bir önceki yıla göre yüzde 34 artış göstermiş, 18.5 Mtep seviyesine çıkmıştır. 2012 yılı ulaştırma sektörü enerji tüketimi 20.5 Mtep olduğu dikkate alındığında, karayolu taşımacılığının payının yüzde 90 olduğu görülür. Ulaştırma sektörü içinde enerji tüketiminde artış gösteren diğer kalem havayolu taşımacılığı olup, toplam içindeki payı yüzde 6 olmuştur.

### **2.3.3. Nihai Enerji Tüketimi ve Kişi Başına Milli Gelir**

Türkiye’de kişi başına gelir ve enerji tüketimlerinin zaman içindeki oransal değişimleri incelendiğinde Grafik 5’te görüldüğü gibi, bazı yıllarda aralarında bir ilişki gözlene de ilişkinin gözlemlenemediği dönemler de mevcuttur. Örneğin 2001 yılında mutlak olarak her iki değişkende de azalma olmasına rağmen, oransal olarak birliktelik mevcut değildir. Nitekim kişi başına gelirden bir önceki yıla göre yüzde 7’lik bir azalma meydana gelmiş fakat kişi başına enerji tüketiminde belirgin bir farklılık oluşmamıştır. Yine 2007 yılında kişi başına gelir bir önceki yıla göre yüzde 3.4 artarken, enerji tüketimi yüzde 3 oranında azalmıştır. 2009 yılında da yüzde 6’lık bir gelir azalışı söz konusu iken, enerji tüketimi yüzde 2.2 oranında artış göstermiştir. 2010 yılında ise bir önceki yılın tam tersi bir durum oluşmuş, gelir artarken enerji tüketimi azalmıştır.

2002-2006 döneminde gelir ve enerji tüketimi arasında doğru yönlü bir ilişki gözlemlenmiştir. Gelirin arttığı dönemlerde kişi başına enerji tüketimleri de artmıştır. Benzer şekilde 2008 yılında gelir azalırken enerji tüketimi de azalmıştır. Bunun tersini de söylemek mümkündür. Buna göre kişi başına enerji tüketimi arttıkça (azaldıkça) gelirden artmaktadır (azalmaktadır). Yani doğru yönlü bir ilişki vardır. 2008-2012 Küresel ekonomik kriz öncesi dönemde kişi başına gelir oransal olarak artış göstermiştir. Kişi başına gelirin krizle birlikte azalması kaçınılmaz olmuştur. 2008 yılında gelir bir önceki döneme göre yüzde 1 azalmıştır. 2009 yılında da krizin etkisiyle gelirdeki azalış devam

etmiştir. Bu tarihten sonra ise kişi başına gelir Türkiye’de tekrar artış trendine girmiş fakat sınırlı kalmıştır.



**Kaynak:** World Development Indicator (WDI), 2013’den yararlanarak hazırlanmıştır.

Türkiye’de yaşanan 2000, 2001 krizleri enerji tüketiminin azalmasında etken olduğu söylenebilir. Ayrıca BP enerji istatistiklerine göre 2004 ve 2005 yıllarında ham petrolün varil başına fiyatında görülen sırasıyla yüzde 33 ve 43’lük artışlar, enerjide dışa bağımlı Türkiye’de enerji tüketimindeki artış hızının azalmasına neden olduğu söylenebilir. Öte yandan 2008 sonlarında başlayan küresel krizin enerji tüketimini negatif yönde etkilediğini söylemek yanlış olmaz. Nitekim 2008 yılında kişi başına enerji tüketimi yüzde 3 oranında azalmıştır. 2011 ve 2012 yıllarında ise kişi başına enerji tüketimindeki artış gelir artışını takip ettiği gözlemlenmiştir.

#### 2.4. Enerji İthalatı ve Dışa Bağımlılık

Türkiye’nin enerji ihtiyacının büyük bir kısmı ithalat yoluyla sağlanmaktadır. Tablo 14’ten görüleceği gibi 2013 yılı birincil enerji talebi 120.3 Mtep olup, bu enerji ihtiyacının yüzde 72.3’ü yani 87 Mtep’i net ithalat yoluyla karşılanmıştır. Net ithalat kalemine dikkat edilirse, ithalat kaleminden ihracat ve ihrakiye çıkarılarak ulaşılmıştır. Bir diğer ifadeyle ülke ekonomisinden çıkacak olan net tutara karşılık gelecek olan enerji miktarıdır. İthal edilen birincil enerji türlerinin en önemlileri tabloda görüldüğü gibi önem sırasına göre petrol, doğal gaz, taş kömürü ve petrokoktur. Petrol ithalatı 38.1 Mtep olup 96.3 Mtep’lik

toplam enerji ithalatının yüzde 39.6'sını oluşturmaktadır. Doğal gaz ithalatı ise hemen hemen petrol ithalatı kadar olup, toplam enerji ithalatı içindeki payı yüzde 38.8'dir. 2013 yılı itibariyle daha az nispi öneme sahip taş kömürünün payı yüzde 17.6 ve petrokokun payı yüzde 3'tür. Diğer enerji kalemi içinde yer alan kok kömürünün payı ise yaklaşık binde 4 ve ikincil enerji türlerinden olan elektriğin payı binde 7'dir.

**Tablo 14: 2013 Yılı Enerji Talep, Üretim ve İthalat (Btep)**

	Petrol	Doğalgaz	Taş Kömürü	Petrokok	Diğer	Toplam
<b>Talep</b>	33896	37628	17692	3103	27971	120290
<b>Üretim</b>	2485	443	990	-	28026	31944
<b>İthalat</b>	38169	37347	16951	2825	997	96289
<b>İhracat(-)</b>	4819	563	4	-	112	5498
<b>İhrakiye* (-)</b>	3814	-	-	-	-	3814
<b>Net İthalat</b>	29536	36784	16947	2825	885	86977
<b>Net İthalat / Talep (%)</b>	87	97.8	95.8	91	3.1	72.3

**Kaynak:** ETKB 2013 Yılı Genel Enerji Denge tablosu'ndan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Başka bir yaklaşımla, Türkiye'de doğal gaz talebinin yüzde 97,8'i, taşkömürü talebinin yüzde 95,8'i, petrokok talebinin yüzde 91'i ve petrol talebinin de yüzde 87'si ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Böyle bir durumda ülkenin enerji maliyetleri artmakta ve ülke ekonomisinin dışa bağımlılığı kaçınılmaz olmaktadır.

Enerji ithalatının toplam ithalat içindeki payı incelendiğinde 2013 yılına gelinceye kadar bu oranın arttığı görülmektedir. Tablo 15'te gösterildiği gibi, 2000 yılında bu oran yüzde 17.4 iken, 2012 yılında yüzde 25.4'e kadar yükselmiştir. 2013 yılında ise enerji ithalatı bir önceki yıla göre yüzde 7 oranında azalmış ve bunun doğal sonucu olarak toplam ithalat içindeki payı da yüzde 22.2'ye gerilemiştir. 2013 yılındaki bu azalışta enerji ithalatı içinde önemli yere sahip olan kalemlerden doğal gaz, taş kömürü ve petrokoktaki azalış

\* İhrakiye: Ülkenin karasularında veya karasuları bitişinde deniz vasıtalarına veya hava meydanlarında yerli ve yabancı hava taşıtlarına sağlanan akaryakıt ve madeni yağdır.



etkili olmuştur. Nitekim 2012 yılında birincil enerji ithalatı 98.7 Mtep iken 2013 yılında 96.3 Mtep'e gerilemiştir.

**Tablo 15: Enerji İthalatının Toplam İthalat İçindeki Payı (Milyar Dolar)**

	2000	2005	2010	2011	2012	2013
<b>Enerji İthalatı</b>	9,5	21,3	38,5	54,1	60,1	55,9
<b>Toplam İthalat</b>	54,5	116,8	185,5	240,8	236,6	251,7
<b>Enerji İthalatının Toplam İthalat İçindeki Payı (%)</b>	17.4	18.2	20.8	22.5	25.4	22.2

**Kaynak:** TÜİK veri tabanından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Enerji dışı kalemlerdeki ithalat artışı da enerji ithalatının toplam içindeki payının azalmasına neden olmuştur. Her ne kadar enerji ithalatının toplam ithalat içindeki payı gerilemiş olsa da 2013 yılı dış ticaret açığının yaklaşık 99.9 milyar dolar olduğu göz önüne alındığında, bunun yarından fazlasının enerji ithalatından kaynaklandığı dikkatlerden kaçmamalıdır.

## **2.5. Enerji Politikaları ve Anlaşmalar**

2035 yılına kadar yüzde 35'i aşan oranda artması beklenen dünya enerji tüketiminin büyük bir bölümünün içinde bulunduğumuz bölgeden karşılanması öngörülmektedir. Dünya petrol rezervlerinin yüzde 65'i ve doğal gaz rezervlerinin yüzde 71'i Türkiye'yi çevreleyen Hazar Havzası ve Ortadoğu ile Rusya Federasyonu'nda bulunmaktadır (ETKB 2014 Yılı Bütçe Sunumu, 2013: 42). Bu durumun farkında olan Türkiye, Avrupa ile Asya ve Ortadoğu arasında sıklıkla kullanılan bir ifadeyle enerji koridoru olma konusunda iddiasını sürdürmektedir. Bu kapsamda da çeşitli projeler yapmakta ve anlaşmalar imzalamaktadır.

Enerji Bakanlığı ve bağlı kuruluşların gerek yurtiçinde gerekse yurtdışında petrol ve doğal gazın yanında diğer enerji türleri ile ilgili yapmış olduğu anlaşma ve proje bulunmaktadır. Bu çalışmada özellikle petrol ve doğal gaz alanında komşu ve yakın ülkelerle yapmış olduğu önemli anlaşma ve projeler incelenmiştir.

### **2.5.1. Petrol Taşımacılığı Anlaşmaları**

BOTAŞ'ın ülke sınırları içinde faaliyet gösteren iki boru hattı bulunmaktadır. Bunlar, yıllık 5 milyon ton kapasiteli Ceyhan – Kırıkkale Ham Petrol Boru Hattı ve 3,5 milyon ton kapasiteli ve Türkiye'nin ilk ham petrol boru hattı (HPBH) olan Batman – Dörttyol HPBH'dır. Ayrıca boğazlardaki tanker trafiğini hafifletmek amacıyla geliştirilen ve 2009 yılında Rusya ile yapılan anlaşmayla petrol taahhüdünde bulunulmuş olan Samsun – Ceyhan HPBH ile ilgili çalışmalar sürmektedir. Bunların yanında komşu ülkelerle yapılan anlaşmalarla oluşturulan ve aşağıda açıklanan Irak – Türkiye HPBH ve Bakü – Tiflis – Ceyhan (BTC) HPBH bulunmaktadır.

#### **2.5.1.1. Irak - Türkiye Ham Petrol Boru Hattı**

Irak-Türkiye HPBH, 27 Ağustos 1973 tarihinde, Türkiye Cumhuriyeti ile Irak Cumhuriyeti Hükümetleri arasında imzalanan HPBH Anlaşması çerçevesinde Irak'ın Kerkük ve diğer üretim sahalarında üretilen ham petrolün Ceyhan (Yumurtalık) Deniz Terminaline ulaştırılması amacıyla inşa edilmiştir. 40" çapında, 986 km. uzunluğunda ilk hat 1976 yılında işletmeye alınmış ve ilk tanker yüklemesi 25 Mayıs 1977 tarihinde gerçekleştirilmiştir. 1984 yılında tamamlanan I. Tevsii projesi ile boru hattının kapasitesi 35 Milyon ton'dan 46,5 Milyon ton'a yükselmiştir. 1987 yılında tamamlanan II. Tevsii Projesi kapsamında, birinci boru hattına paralel olarak yapılan, 46" çapında ve 890 km. uzunluğundaki ikinci boru hattı ile de yıllık taşıma kapasitesi 70,9 Milyon ton'a yükseltilmiştir (BOTAŞ 2008 Yılı Sektör Raporu, 2009: 5). 2014 yılında bu hattan 7,6 milyon ton (55,9 milyon varil) ham petrol taşınmıştır (Irak-Türkiye Hampetrol Boru Hattı, (t.y.), <http://www.botas.gov.tr/index.asp>).

#### **2.5.1.2. Bakü – Tiflis – Ceyhan (BTC) Ham Petrol Boru Hattı**

Proje ile Hazar Bölgesinde, özellikle Azerbaycan Çıralı Güneşli (ACG) ve diğer projeler üretimi petrolerin dünya pazarlarına taşınması hedeflenmiştir. Projenin açılış töreni 13.07.2006 tarihinde Ceyhan Terminalinde yapılmıştır. Halen, ACG Projesi üretimi petrolü, Şah Deniz kondensatının tamamının taşınmakta olduğu projede, Ceyhan'daki Haydar Aliyev Deniz Terminalinden, 2013 yılında 329 tankere 250,3 milyon varil yükleme yapılmıştır. Kümülatif olarak 2.390 tanker ile 1,8 milyar varil Hazar Bölgesi petrolü BTC

projesi vasıtasıyla dünya pazarlarına ulaştırılmıştır (ETKB Mavi Kitap, 2014: 201). Taşıma kapasitesi 50 milyon ton/yıl olan bu hattın Ceyhan Deniz Terminalinden 2014 yılında toplam 261 milyon varil ham petrol 362 tankerle sevk edilmiştir (Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı (t.y.), <http://www.botas.gov.tr/index.asp>).

Geçmişte ilk transit ham petrol boru hattı olarak Irak-Türkiye HPBH sistemi ve akabinde Bakü-Tiflis-Ceyhan Ana İhraç Petrol Boru Hattı hayata geçirilmiştir. Taşıma kapasiteleri toplamı 120,9 milyon tonu bulan bu iki proje ile Azerbaycan ve Irak petrolü Ceyhan Limanına taşınmakta ve buradan da dünya pazarlarına ulaştırılmaktadır. Bunun yanı sıra, üretime bağlı olarak Türkmen ve Kazak petrolleri de Bakü-Tiflis-Ceyhan Ana İhraç HPBH üzerinden zaman zaman taşınmaktadır (ETKB 2014 Bütçe Sunumu, 2013: 42).

### **2.5.2. Doğal Gaz Taşımacılığı Anlaşmaları**

Türkiye'nin taraf olduğu pek çok doğal gaz anlaşması ve projesi bulunmaktadır. 2013 yılında Malkoçlar-Ankara (Batı Hattı) ve Samsun-Ankara Doğal Gaz Boru Hatları (DGBH) (Mavi Akım) ile Rusya Federasyonu'ndan, Doğu Anadolu DGBH ile İran'dan, Azerbaycan-Türkiye DGBH (Şah Deniz) ile Azerbaycan'dan ve sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) olarak Cezayir ve Nijerya'dan toplam 35,5 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz ithalatı yapılmıştır (BOTAŞ 2013 Yılı Sektör Raporu, 2014: 24). Bu kapsamda burada özellikle mevcut olan hatlar ile öne çıkan projeler ele alınmış LNG ticaretinin detayına girilmemiştir.

#### **2.5.2.1. Doğu Anadolu Hattı**

Yıllık 9,5 milyar m<sup>3</sup> kontrat miktarı olan ve İran'dan Türkiye'ye doğal gaz iletimi sağlayan Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattının uzunluğu yaklaşık 1.491 km. uzunluğunda olup, Doğubayazıt'tan başlayıp, Erzurum, Sivas ve Kayseri üzerinden Ankara'ya uzanmakta, bir kol da Kayseri üzerinden Konya'ya ulaşmakta olup, 2001 yılı sonunda işletmeye alınmıştır (BOTAŞ 2013 Yılı Sektör Raporu, 2014: 23).

#### **2.5.2.2. Mavi Akım**

Rusya'dan alınan doğal gaz iki yoldan Türkiye'ye girmektedir. Bunlardan biri Batı Hattı olarak ifade edilen Türkiye'ye Bulgaristan sınırında Malkoçlar'dan giren, Hamitabat,

Ambarlı, İstanbul, İzmit, Bursa, Eskişehir güzergâhını takip ederek Ankara'ya ulaşan hattır. Yıllık 4 milyar m<sup>3</sup> kontrat miktarı olan ve Rusya'dan Türkiye'ye doğal gaz iletimi sağlayan Rusya Federasyonu-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı 845 km. uzunluğundadır (BOTAŞ 2013 Yılı Sektör Raporu, 2014: 23). Rusya'dan alınan doğal gazın ikinci giriş yolu Mavi Akım olarak ifade edilen hattır.

BOTAŞ tarafından, Rusya Federasyonu'ndan alınacak 16 Milyar m<sup>3</sup> ilave doğal gazın Karadeniz üzerinden Türkiye'ye taşınabilmesi amacıyla, 15 Aralık 1997'de Rusya Federasyonu ile 25 yıl süreli bir doğal gaz alım - satım anlaşması imzalanmıştır. Rusya Federasyonu-Karadeniz-Türkiye (Mavi Akım) Doğal Gaz Boru Hattı, Rusya topraklarında İzobilnoye - Djubga hattını kullanarak, Karadeniz'den geçip, Türkiye topraklarında Samsun-Ankara arasında olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Hattın toplam uzunluğu 1265 km'dir. Mavi Akım Projesi olarak da bilinen bu boru hattı, Türkiye topraklarında, Samsun'dan başlayarak Amasya, Çorum, Kırıkkale üzerinden Ankara'ya ulaşmaktadır. Hattın yapım çalışmaları tamamlanmış ve 20 Ekim 2002 tarihinde Samsun-Durusu ölçüm istasyonunda düzenlenen "Altın Kaynak" töreni ile Karadeniz'den gelen boru hattı Samsun'daki hat ile birleştirilmiştir. Gerekli test işlemlerinin tamamlanmasının ardından 2003 yılı itibarıyla Sistem devreye alınmış ve Rusya'dan gaz sevkiyatı başlamıştır (Doğalgaz İletim ve Dağıtım Hatları, (t.y.), <http://www.botas.gov.tr/icerik/tur/projeler/yatirimbiten.asp>). Ankara'ya ulaşan hat Polatlı yakınlarında Malkoçlar-Ankara iletim hattı (Batı Hattı) ile birleşmektedir. 16 milyar m<sup>3</sup>'lük doğal gazın 3 milyar m<sup>3</sup> daha artırılmak suretiyle 19 milyar m<sup>3</sup>'e çıkarılması konusunda Rusya ile mutabakatın sağlandığı Enerji Bakanlığı tarafından kamuoyuna duyurulmuştur (BOTAŞ 2013 Yılı Sektör Raporu, 2014: 23).

### **2.5.2.3. Bakü-Tiflis-Erzurum Hattı**

Yıllık 6,6 milyar m<sup>3</sup> kontrat miktarı olan ve Azerbaycan'da üretilen doğal gazın Gürcistan üzerinden Türkiye'ye taşınması amacıyla geliştirilen Azerbaycan-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı'nın toplam uzunluğu 226 km. olup, 2007 yılında Azerbaycan'dan ilk gaz sevkiyatı başlamıştır (BOTAŞ 2013 Yılı Sektör Raporu, 2014: 23).

#### **2.5.2.4. Güney Kafkasya Doğal Gaz Boru Hattı Projesi**

Bakü-Tiflis-Ceyhan Ana ihraç Ham Petrol Boru Hattı (BTC) Projesi ile aynı güzergâhtan Gürcistan-Türkiye sınırına ulaşan Güney Kafkasya DGBH Projesi (SCP), yaklaşık 690 km uzunluğundadır. Hattın kapasitesinin ilave yatırımlarla yıllık 22 milyar m<sup>3</sup> olabileceği öngörülmektedir. Şah Deniz projesindeki üretim faaliyetlerine paralel olarak, 3.07.2007 tarihinden itibaren sürekli gaz sevkiye başlanmıştır. 2013 yılı içerisinde 9,7 milyar m<sup>3</sup> olmak üzere projenin başlangıcından itibaren kümülatif olarak, 47,4 milyar m<sup>3</sup> gaz Azerbaycan, Gürcistan, BTC ve Türkiye'ye teslim edilmiştir (ETKB Mavi Kitap, 2014: 202).

#### **2.5.2.5. Türkiye – Yunanistan – İtalya Doğal Gaz Bağlantısı**

Doğal gaz alanında geçtiğimiz yıllarda Bakü-Tiflis-Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı ve Türkiye-Yunanistan Doğal Gaz Enterkoneksiyonu başarılı bir şekilde hayata geçirilmiştir. Bakü-Tiflis-Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı ile yıllık 20 milyar m<sup>3</sup> azami tasarım kapasitesi ile sadece Türkiye'nin yurtiçi doğal gaz talebinin karşılanması açısından değil, aynı zamanda AB'nin hızla artan doğal gaz ihtiyacının bir kısmının karşılanması açısından da önemlidir. Bu hat ile yıllık 6,6 milyar m<sup>3</sup> Azeri gazı Türkiye'ye arz edilmektedir (ETKB 2014 Bütçe Sunumu, 2013: 43).

2007 yılında işletmeye alınan Türkiye-Yunanistan Doğal Gaz Boru Hattı, Güney Avrupa Gaz Ringi'nin ilk halkasını oluşturmaktadır. Yunanistan-İtalya bağlantısının da 2017 yılında devreye alınmasıyla İtalya pazarına da erişim imkânı sağlanması amaçlanmıştır. Proje kapsamında, Yunanistan'a 3,6 milyar m<sup>3</sup>/yıl ve İtalya'ya 8 milyar m<sup>3</sup>/yıl olmak üzere toplam 11,6 milyar m<sup>3</sup>/yıl hacmindeki gazın Hazar kaynaklarından sağlanarak Türkiye üzerinden taşınması planlanmıştır. Projenin kara kesimi Gümülcine'den Yunanistan'ın Adriyatik kıyısına kadar 592 km, deniz geçişi kesimi ise 212 km uzunluğunda olup, azami derinlik 1.450 m olarak öngörülmektedir (ETKB Mavi Kitap, 2013: 189).

### **2.5.2.6. Irak – Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı Projesi**

15 Ekim 2009 tarihinde Enerji Bakanlığı ile Irak Petrol Bakanlığı arasında Türkiye ile Irak arasında bir doğal gaz koridoru geliştirilmesine dair Mutabakat Zaptı imzalanmıştır. Söz konusu Mutabakat Zaptı Irak doğal gazının Türkiye'ye ve Türkiye üzerinden Avrupa'ya transit taşınması ile iki ülke arasında bir doğal gaz koridoru geliştirilmesini amaçlamaktadır (ETKB Mavi Kitap, 2013: 188).

### **2.5.2.7. Türkiye-Avusturya Doğal Gaz Boru Hattı Projesi (NABUCCO)**

Ortadoğu ve Hazar Bölgesi doğal gaz rezervlerini Avrupa pazarlarına bağlamayı öngören Türkiye- Bulgaristan-Romanya-Macaristan-Avusturya (Nabucco) Doğal Gaz Boru Hattı ile Avusturya'nın Avrupa'da önemli bir doğal gaz dağıtım noktası olma özelliğinden de faydalanılarak bölge ülkelerinin gaz taleplerindeki gelişmelere göre Batı Avrupa'ya ulaşılması amaçlanmaktadır. Mevcut şartlara bakıldığında, Azerbaycan (Şah Deniz), Irak, Türkmenistan ile diğer Hazar kaynaklarından temin edilecek doğal gazın taşınması öngörülmektedir. Uzun vadede Arap Doğal Gaz Boru Hattı ile Mısır ve İran başta olmak üzere diğer kaynaklardan da doğal gaz taşınması planlanmaktadır. Nabucco Projesi Hükümetler Arası Anlaşması 13 Temmuz 2009, Proje Destek Anlaşmaları ise 8 Haziran 2011 tarihlerinde imzalanmıştır (ETKB Mavi Kitap, 2013: 188).

### **2.5.2.8. Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi (TANAP)**

Türkiye'nin artan doğal gaz talebinin karşılanabilmesi amacıyla Azerbaycan Hükümeti ve Azerbaycan'ın Şahdeniz Sahasını geliştiren Şahdeniz Konsorsiyumu ile görüşmeler yürütülmüş ve 25 Ekim 2011 tarihinde 2018 yılından başlayarak yıllık 6 milyar m<sup>3</sup> Azeri gazının ülkeye arzını öngören anlaşmalar imzalanmıştır. Ayrıca, yıllık 10 milyar m<sup>3</sup> Azeri gazının inşa edilecek yeni bir boru hattı ile Türkiye üzerinden Avrupa'ya transit taşınması için görüşmeler başlatılmıştır. Bu görüşmeler sonucunda 26 Haziran 2012 tarihinde Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı diğer adıyla TANAP Projesine ilişkin Azerbaycan ile Türkiye arasında bir Milletlerarası Anlaşma ve Hükümetler ile Proje Şirketi arasında bu Milletlerarası Anlaşmaya ek bir Ev Sahibi Hükümet Anlaşması imzalanmıştır. Bu anlaşmalar ile TANAP Projesinin hayata geçirilmesini sağlayacak hukuki altyapı tesis edilmiştir. TANAP Projesinin arz kaynağı olan Azerbaycan'ın Hazar Denizi'nde yer alan

Şah Deniz doğal gaz yatağının II. Aşama proje nihai yatırım kararı alınmıştır. TANAP Projesi ile yıllık 32 milyar metreküp kapasiteye sahip, Gürcistan sınırimızdan Yunanistan ve/veya Bulgaristan sınırimıza uzanacak yaklaşık 2.000 km uzunluğunda bir boru hattının inşası planlanmaktadır. Projeye ilişkin mühendislik çalışmaları Türkiye’de yerleşik ve BOTAŞ’ın % 20 hisse ile ortak olduğu TANAP Doğal Gaz İletim A.Ş. tarafından sürdürülmektedir. 2015 yılında inşaat faaliyetlerinin başlaması, 2018 yılında Eskişehir ve Trakya’da belirlenen çıkış noktaları üzerinden Türkiye’ye ve 2019 yılında ise Avrupa’ya gaz arzının sağlanması hedeflenmektedir (ETKB 2014 Bütçe Sunumu, 2013: 43).

### **2.5.3. Kyoto Protokolü**

3-14 Haziran 1992 yılında toplanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda (Rio Dünya Zirvesi) Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzaya açılmıştır. Japonya'nın Kyoto kentinde 11 Aralık 1997 yılında yapılan 3. Taraflar Konferansında (COP 3), dünya çapında sera gazlarının azaltılması için bağlayıcı hedefler içeren “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ne İlişkin Kyoto Protokolü” imzalanmıştır. Bu protokolde yer alan taraflar, 2008-2012 yıllarını kapsayan taahhüt döneminde insan faaliyetlerinin neden olduğu CO<sub>2</sub> eşdeğeri toplam sera gazı emisyonlarının, 1990 yılı seviyelerinin en az %5 aşığına indirmek için sayısallaştırılmış emisyon sınırlandırma ve azaltma taahhütlerine uygun hesapla tayin edilmiş miktarı aşmamasını sağlayacakları ve bu tarafların, 2005 yılına kadar bu protokoldeki taahhütlerini gerçekleştirme konusunda kanıtlanabilir bir ilerleme kaydetmiş olacakları belirtilmektedir. 18 Kasım 2004 tarihinde Rusya Federasyonu’nun da onaylamasıyla Kyoto Protokolü 16 Şubat 2005 tarihinde fiilen yürürlüğe girmiştir (ETKB Uluslararası Müzakereler, (t.y.), <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uluslararası-Muzakereler>).

Türkiye 1992 yılında imzaya açılan BMİDÇS’ nin orijinal metninde hem Ek-I (tarihsel sorumluk), hem de Ek-II (maddi sorumluluk) listesinde yer almıştır. Türkiye, 1995 yılında gerçekleştirilen COP 1’den 2000 yılında gerçekleştirilen COP 6’ya kadar geçen süre içerisinde gelişmekte olan bir ülke olması nedeniyle BMİDÇS’ nin Ek’lerinden çıkmak için girişimlerde bulunmuştur. 2000 yılında tutum değişikliği yapılarak Ek II’den çıkmamız ve Ek I’de özel statüyle yer almamıza ilişkin önerimiz sunulmuştur. 29 Ekim-6

Kasım 2001 tarihlerinde Fas'ın Marakeş kentinde yapılan 7. Taraflar Konferansı'nda (COP 7) Türkiye'nin, Ek II'den çıkıp özel koşulları tanınmış bir Ek I ülkesi olarak BMİDÇS'ye taraf olma isteği kabul edilmiştir. 24 Mayıs 2004 tarihinde de Türkiye resmen sözleşmeye katılan 189. taraf olmuştur. Türkiye halen Sözleşme'nin Ek-I listesinde özel şartları tanınmış ülke olarak yer almaktadır (ETKB Uluslararası Müzakereler, (t.y.), <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uluslararası-Muzakereler>).

Kyoto Protokolünün yürürlüğe girdiği 2005 yılından itibaren taraflar toplantıları kapsamında Protokolü kabul etmiş tarafların da toplantıları düzenlenmeye başlamıştır. 2007 yılındaki Bali Yol Haritası ile birlikte 2012 sonrası süreç belirleme çalışmaları başladığından Türkiye'nin de masada yer alarak söz sahibi olabilmesi için BMİDÇS'ne yönelik Kyoto Protokolüne Katılmamızın Uygun Bulduğuna Dair Kanun Tasarısı" 05 Şubat 2009 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi Genel Kurulunda kabul edilmiştir. Türkiye, Kyoto Protokolü'nün 25'inci maddesi uyarınca "Katılım Belgesi"nin tevdii tarihini izleyen doksanıncı gün olan 26 Ağustos 2009 tarihinde Protokole resmen taraf olmuştur. 2010 yılında Meksika'nın Kankun şehrinde düzenlenen 16. Taraflar Konferansı kararları arasında yer alan Türkiye'ye ilişkin bölümde, ülkenin diğer Ek-I ülkelerinden farklı bir konumda bulunduğu ve özel koşullarının mevcut olduğu BMİDÇS'ye taraf ülkelerce tanınmıştır. 2011 yılında G. Afrika'nın Durban kentinde düzenlenen 17. Taraflar Konferansı'nda, Türkiye'ye emisyon azaltımı, iklim değişikliğine uyum, teknoloji geliştirilmesi ve transferi, kapasite geliştirme ve finansman alanlarında sağlanacak desteğin modellerinin belirlenmesine ilişkin görüşmelerin sürdürülmesi karara bağlanmıştır (ETKB Uluslararası Müzakereler, (t.y.), <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uluslararası-Muzakereler>).

2012 yılında Doha'da gerçekleşen COP 18 İklim Zirvesinde Kyoto Protokolü'nün ikinci sorumluluk döneminin 2013 yılında başlayıp 2020 yılında sona ermesine karar verilmiştir. Doha'da Türkiye'nin müzakerelerde özel durumuna atıfta bulunulmuş, Türkiye'de düşük karbonlu kalkınma stratejilerinin geliştirebilmesi için Ek-II ülkelerinin, özel şartları tanınan ülkelere teknoloji, kapasite geliştirme ve finans desteğini vermesi yönünde karar alınmıştır. 2013 yılında Polonya'nın Varşova kentinde yapılan (COP 19) İklim Değişikliği Zirvesinde, Türkiye'nin teknoloji, kapasite geliştirme ve finans desteğini alabilmesi için müzakerelere devam edilmiştir. BM Sekretaryası ile bu kapsamda yapılan



görüşmeler halen devam etmektedir (ETKB Uluslararası Müzakereler, (t.y.), <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uluslararası-Muzakereler>).

Öte yandan ikinci protokol döneminin özellikle sera gazı salınımının azaltılmasına yönelik kayda değer bir adımı öngörmemektedir. Nitekim Kanada, Yeni Zelanda, Japonya ve Rusya'nın protokolden çekilmiş olması, emisyon azaltımının olması gerektiği oranda gerçekleşmeyeceğini göstermektedir. Zira ikinci taahhüt dönemine katılmayı kabul eden ülkelerin atmosfere yaydığı toplam emisyon oranının yalnızca % 15'tir (Kyoto Protokolü'nün Süresi Uzatıldı, 2012, <http://www.sabah.com.tr/dunya/2012/12/09/kyoto-protokolunun-suresi-uzatildi>).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3. ENERJİ TÜKETİMİ EKONOMİK BÜYÜME LİTERATÜRÜ

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ilişkinin olup olmaması veya ilişki varsa ilişkinin yönü konusundaki çalışmalar farklı şekillerde ele alınarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte bu literatür, yapılan ekonometrik analizlere bağlı kalınarak ilk olarak ülkeler bazında gelişmişlik seviyelerine göre ele alınmıştır. Bu alanda ilgili çalışmalar özetlendikten sonra Türkiye açısından ilişki ele alınmış ve yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Daha sonra da sektörel ve bölgesel olarak incelenen çalışmalar uygulanan ekonometrik yöntemler dikkate alınarak ayrıca bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Ayrıca yapılan çalışmalar kullandığı ekonometrik yöntemlere göre zaman serisi ve panel veri kullanan çalışmalar olmak üzere iki ayrı tablo halinde özetlenmiştir. Ayrıca Türkiye ile ilgili yapılan çalışmalar içinde özet bir tablo hazırlanmıştır. Bu tabloların her biri ilgili kısmın sonuna eklenmiştir.

#### 3.1. Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisi

Gelişmişlik seviyelerine göre enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişki inceleyen çalışmalar değerlendirildiğinde ülkeler için sonuçların oldukça farklı olduğu görülmüştür. Sonuçların farklı çıkmasında kullanılan ekonometrik yöntem, değişken sayısı, gözlem sayısı ve zaman önemli birer etkidir. Ayrıca katılması gereken değişkenlerin modele katılmaması veya enerji-büyüme değişkenleri arasında yanlış eşleştirmelerin yapılması da sonucu etkileyebilmektedir. Bu gibi etkenler sonuçların farklı çıkmasına neden olabilmektedir.

##### 3.1.1. Gelişmiş Ülkelerde Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisi

Lee (2006), G-11 ülkelerinde (ABD, Birleşik Krallık, Almanya, Fransa, İtalya, Kanada, Japonya, Belçika, İsveç, İsviçre ve Hollanda) enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Almanya için 1971-2001 dönemi, Kanada için 1965-2001 dönemi ve diğer ülkeler için 1960-2001 dönemi veriler kullanılmıştır. Ele

alınan değişkenler kişi başına RGSYİH ve enerji tüketimi değişkenleridir. Vektör Otoregresyon (VAR) ekonometrik yönteminin kullanıldığı çalışmada Amerika’da hem enerji tüketiminin büyümeye hem de büyümenin enerji tüketimine neden olduğu, diğer taraftan İsviçre, Hollanda, Belçika ve Kanada’da enerji tüketiminin büyümeye yol açtığı ama tersinin doğru olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuca göre sayılan beş ülkede enerji tasarrufu büyümeyi olumsuz yönde etkiler. Fransa, İtalya ve Japonya’da ise büyümenin enerji tüketimine yol açtığı sonucuna varılmıştır. Buna göre, enerji tasarrufunun büyüme üzerinde ya hiç etkisinin olmadığı ya da çok az olabileceği ve sürdürülebilir kalkınma için düşük karbondioksit salınımı sağlayan katı yakıt teknolojilerinin kullanılabilmesi önerilmiştir. İngiltere, Almanya ve İsveç’de nötr nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Böylece enerji tasarruf politikalarının ekonomik büyümeyi tehlikeye atmadan uygulanabileceği ifade edilmiştir.

Zachariadis (2007), G-7 ülkelerinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1960-2004 dönemi verilerini kullanarak incelemişlerdir. Toda Yamamoto nedensellik testinin yapıldığı çalışmada kullanılan ekonomik büyüme ve enerji çiftleri Tablo 16’da verildiği gibidir.

**Tablo 16: Çalışmada Kullanılan Değişken Çiftleri**

<b>Enerji değişkeni</b>	<b>Ekonomik Değişken</b>
Toplam birincil enerji tüketimi	RGSYİH
Toplam nihai enerji tüketimi	RGSYİH
Konut nihai enerji tüketimi	Reel kullanılabilir gelir veya hane halkının nihai tüketim harcamaları
Sanayi sektörü nihai enerji tüketimi	Sanayi sektörü reel katma değeri
Hizmetler sektörü nihai enerji tüketimi	Hizmetler sektörü reel katma değeri
Ulaşım sektörü nihai enerji tüketimi	RGSYİH

**Kaynak:** Zachariadis, (2007).

Elde edilen bulgulara göre nedenselliğin yönü ve mevcudiyeti hakkında hiçbir ülkenin sonuçlarının açık olmadığı, çalışmalarda kullanılan örnek hacmi, test metodu ve farklı dönemlerin nedenselliğin yönü konusundaki farklılığı kısmi olarak açıklayabildiği sonucuna varılmıştır.

Narayan ve diğerleri (2008) G-7 ülkelerinde sanayi elektrik tüketimi ve Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (RGSYİH) arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Ele alınan değişkenlerin büyüme oranları hesaplanmıştır. Çalışmada ABD hariç diğer G-7 ülkeleri için 1960-2002 dönemi ve ABD için ise 1970-2002 dönemi yıllık verileri kullanılarak, yapısal VAR ekonometrik yöntemiyle model tahmin edilmiştir. Çalışmada ABD hariç diğer G-7 ülkelerinde elektrik tüketiminin kısa dönemde RGSYİH üzerinde istatistiksel olarak önemli pozitif etkiye sahip olduğu, yani elektrik tasarrufu politikaların RGSYİH'yı olumsuz etkileyeceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca İtalya hariç diğer G-7 ülkelerinde ise RGSYİH arttığında, elektrik tüketim talebinin de artacağı sonucuna varılmıştır. Böyle bir sonucun ilk olarak politikacıların, elektrik tüketimini tahmin ederken RGSYİH'nın elektrik tüketimi üzerindeki etkisinin modellendirilmesinde, ikinci olarak, yüksek büyüme hızına sahip ekonomilerde, elektrik tüketiminin dağıtımı ve etkili yönetiminin sağlanmasında fayda sağlayacağı önerisinde bulunulmuştur.

Wolde-Rufael ve Menyah (2010) gelişmiş dokuz ülkede 1971-2005 dönemi için nükleer enerji tüketimi ile büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada enerji tüketimi ve RGSYİH değişkenlerine ilave olarak sermaye ve istihdam değişkenleri modele dahil edilmiştir. Ekonometrik yöntem olarak Toda ve Yamamoto tarafından geliştirilen Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre Japonya, Hollanda ve İsviçre'de nükleer enerji tüketiminden büyümeye doğru, Kanada ve İsveç'te büyümeden nükleer enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Kanada'dan farklı olarak İsveç'te nükleer enerji tüketimi büyüme ile negatif ilişkilidir. Bu yüzden nükleer enerji sektörünü daha etkin hale getirmeye ihtiyaç vardır. İspanya, İngiltere ve ABD'de nükleer enerji tüketimindeki artışlar ekonomik büyümeye neden olur. Bu durumda alınan enerji tasarruf tedbirleri ekonomik büyümeyi negatif olarak etkiler. Fransa, Japonya, Hollanda ve İsviçre'de nükleer enerji tüketimindeki artışlar ekonomik büyümede bir düşüşe neden olduğu için, enerji tasarruf tedbirleri nükleer enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki zıt etkilerini hafifletmeye yardım edebilir. Kanada ve İsveç'te nükleer enerji tüketimini azaltmak için alınan enerji tasarruf tedbirleri ekonomik büyümeye zarar vermeyebilir.

Lee ve Chien (2010), G-7 ülkelerinde enerji tüketimi, sermaye stoku ve reel gelir arasındaki dinamik ilişkiyi incelemek için toplam üretim fonksiyonundan

yararlanmışlardır. Çalışmada ilişkiyi ortaya koyabilmek için Granger nedensellik testi, geliştirilmiş etki tepki analizi ve varyans ayrıştırma ekonometrik yöntemleri kullanılmıştır. Geliştirilmiş etki tepki analizi ve varyans ayrıştırma yöntemleri G-7 ülkelerinde söz konusu değişkenler arasındaki dinamik bağlantıları tespit etmek için kullanılmıştır. Veri seti 1960-2001 dönemini kapsamaktadır. Kullanılan değişkenler toplam RGSYİH, toplam enerji tüketimi ve reel sermaye stoku olup, yıllık değerlerdir. Çalışma sonucunda şu bulgulara ulaşılmıştır. Birincisi, sermaye stokunun ekonomik büyüme üzerindeki etkisi enerji tüketimi ile karşılaştırıldığında oldukça yüksektir. Reel gelir eşitliğinde bütün değişkenlerin nispi gücü değerlendirildiğinde, ABD hariç bütün ülkelerde enerjinin reel gelir üzerindeki etkisi, sermaye stokunun etkisinden daha küçüktür. İkincisi, enerji şoku, İtalya, ABD, İngiltere ve Kanada'da reel gelir üzerinde önemli pozitif etkiye sahiptir. Ama diğer üç ülkede sonuç önemli değildir. Reel gelir şokunun enerji tüketimi üzerindeki etkisi yalnızca Kanada ve ABD'de pozitiftir. Üçüncüsü, Kanada, İtalya ve İngiltere'de enerji tüketiminden RGSYİH'ya doğru tek yönlü bir ilişki bulunmuştur. Buna göre enerji tasarrufu bu üç ülkede ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkiler. Fransa ve Japonya'da büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu durumda uygulanacak enerji tasarrufu ekonomik gelişmeyi olumsuz etkilemeksizin bu iki ülkede uygulanabilir. Almanya ve ABD için ise değişkenler arasında bir nedensellik bulunmamıştır. Bu sonuç nötr hipotezini destekler. Bu ekonomilerde büyüme enerji kullanımını etkilemez. Öte yandan Fransa, Japonya, Almanya ve ABD'de enerji tüketimi büyümeyi etkilemediği için, enerji politikasını idare edenlerin karbondioksit emisyonuna dikkatlerini vermesi önemlidir. Dördüncüsü, enerji tüketiminin etkisinin, sermayenin tam kullanımı durumunda, ABD hariç bütün ülkelerde reel sermayenin etkisinden daha küçüktür. Ampirik sonuçlara göre ABD'de enerji tüketiminin etkisinin sermayenin eksik kullanımı durumunda, reel sermaye stokunun etkisinden daha küçüktür. Daha önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında bulunan sonuçlar, sermaye stokunun nispi olarak enerji girdisinden daha önemli olduğunu gösterir. G-7 ülkelerinde sermaye stoku bol ve nispi olarak ucuz bir faktör olmasına rağmen, sonuçlar, yüksek ekonomik büyüme oranını sürdürmek için bu ülkelerin yine de sermaye stokunda artışa ihtiyaç duyduğunu gösterir.

Tuğcu ve diğerleri (2012) çalışmalarında 1980-2009 dönemi G-7 ülkelerinde yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki uzun

dönemli ilişkiyi araştırmayı amaçlamıştır. Bunu üretim fonksiyonunu klasik ve genişletilmiş haliyle kullanarak ve yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları arasında karşılaştırma yaparak gerçekleştirmeye çalışmıştır. Çalışmada RGSYİH, reel gayri safi sabit sermaye birikimi, işgücü, kamu ve özel yükseköğretim kurumlarında kayıtlı tam ve yarı zamanlı toplam öğrenci sayısı, Avrupa Patent Ofisine yapılan patent başvurularının toplam sayısı, Patent İşbirliği Anlaşması altında yapılan patent başvuruları ile yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. Granger nedensellik ilişkisine bakılarak elde edilen sonuçlar şöyledir: Yenilenebilir enerji kaynakları ile büyüme arasında nedensellik ilişkisi gözlemlenmiştir. Fakat bu sonuca, klasik üretim fonksiyonu ve yenilenebilir enerji kaynağı kullanıldığında Kanada, Fransa ve Japonya dahil değildir. Öte yandan klasik üretim fonksiyonu ve yenilenemeyen enerji tüketimi değişkeni kullanıldığında bütün ülkeler için geri besleme hipotezi geçerlidir. Yani yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi mevcuttur. Ayrıca genişletilmiş üretim fonksiyonu ve yenilenebilir enerji kaynağı kullanıldığında Fransa, Almanya ve İngiltere için bu ilişki gözlemlenmemiştir. Genişletilmiş üretim fonksiyonu kullanıldığında yenilenemeyen enerji kaynağı ile ekonomik büyüme arasında Japonya hariç diğer ülkelerde nedensellik ilişkisi mevcut değildir. Japonya için büyüme hipotezi geçerlidir. Kısa dönemde yenilenemeyen enerji tüketiminden büyümeye doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Genişletilmiş üretim fonksiyonu kullanıldığında, yenilenebilir enerji tüketimi ile büyüme arasında Fransa, İtalya, Kanada ve ABD’de nedensel ilişki bulunamazken, Almanya için korunum hipotezi ve İngiltere ile Japonya için ise geri besleme hipotezi geçerlidir.

### **3.1.2. Gelişmekte Olan Ülkeler Açısından İlişkinin İncelenmesi**

Asafu-Adjaye (2000)’in Asya’nın gelişmekte olan ülkeleri Hindistan, Endonezya, Filipinler ve Tayland’ı kapsayan ve eşbütünleşme ve hata düzeltme modellerini kullanarak yapmış olduğu çalışmada enerji tüketimi, enerji fiyatları ve gelir arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada Hindistan ve Endonezya için 1973-1995 dönemi, Filipinler ve Tayland için 1971-1995 dönemi esas alınmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre Tayland ve Filipinlerde enerji ve gelir arasında iki yönlü nedensellik, Hindistan ve Endonezya’da enerjiden gelire tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Uzun dönemde Hindistan ve Endonezya’da enerji ve fiyatlardan gelire doğru

tek yönlü nedensellik vardır. Oysa Tayland ve Filipinlerde enerji, gelir ve fiyatlar karşılıklı nedenseldir. Nedensellik ilişkisinde fiyatlar daha az öneme sahiptir. Genel olarak çalışma sonuçları enerji ve gelirin birbirine yansız olduğu görüşünü desteklemez. Ancak Hindistan ve Endonezya'da kısa dönemde enerji ve gelir arasında bir yansızlık gözlenmiştir. Bulunan sonuçlar enerji bağımlısı ekonomilerin enerji şoklarına nispi olarak daha hassas olduğu beklentisiyle uyumludur. Çalışmada Endonezya tek enerji ihracatçısı ülkedir. Bu yüzden enerji ve gelir arasında kısa dönem yansızlık (nötr) bulunmuştur. Böylece, Endonezya'da ekonomik büyüme üzerinde tehlikeli etkiler olmaksızın güçlü enerji tasarruf tedbirleri nispeten daha olanaklı hale gelir.

Soytaş ve Sarı (2003), 10 gelişmekte olan ülke ve G-7 ülkelerini kapsayan eşbütünleşme ve vektör hata düzeltme (VECM) ekonometrik yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalarında enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmada kişi başına GSYİH ve milyon ton kömür eşdeğeri cinsinden ifade edilen enerji tüketimine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Genel olarak 1950-1992 dönemine ait veriler kullanılmakla birlikte, Arjantin için 1950-1990, Endonezya için 1960-1992, Kore için 1953-1991 ve Polonya için 1965-1994 dönemine ait veriler kullanılmıştır. Çalışmaya dahil olan yedi ülke için değişkenler arasında durağan doğrusal eşbütünleşme ilişkisi mevcuttur. Arjantin'de çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulan yazarlar, İtalya ve Kore'de GSYİH'dan enerji tüketimine; Türkiye, Fransa, Almanya ve Japonya'da enerji tüketiminden GSYİH'a nedensellik ilişkisi bulmuşlardır. Bu bulgu, uzun dönemde enerji tasarrufunun bu ülkelerde ekonomik büyümeye zarar vereceği anlamına gelir. Nedensellik ilişkisi Kore ve İtalya için GSYİH'dan enerji tüketimine doğrudur. Varyans ayrıştırma sonuçları, VECM kullanarak bulunan nedensellik ilişkisini destekler.

Sarı ve Soytaş (2007), 6 gelişmekte olan ülkede enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada enerji tüketimi ve gelir artışının birbirlerini tahmin etmede önemli bilgiyi içerip içermediğini görmek için Varyans Ayrıştırma Tekniği ve Etki Tepki Fonksiyonları kullanılmıştır. Veri seti 1971-2002 dönemini kapsamakta olup kullanılan değişkenler, enerji tüketimi artış oranı, RGSYİH, sermaye stoku büyüme oranı ve toplam işgücüdür. Ayrıca RGSYİH değerleri kullanılarak büyüme oranları hesaplanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, bazı ülkelerde enerjinin emek ve sermayeden nispi olarak daha önemli bir girdi olduğunu gösterir. Gelişmekte olan

ülkelerde emek bol ve nispi olarak ucuz bir faktör olmasına rağmen, uzun dönemde yüksek ekonomik büyümeyi sürdürmek için, ülkeler enerji üretim kapasitelerini genişletmeye ihtiyaç duyar. Bunun için enerji sektöründe yeni yatırımlar teşvik edilmelidir.

Chandran ve diğerleri (2010), Malezya'da elektrik tüketimi ve reel GSYİH arasındaki ilişkiyi 1971-2003 dönemi için incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan değişkenler elektrik tüketimi, RGSYİH ve enerji fiyatları yerine vekil değişken olarak tüketici fiyat endeksidir. Söz konusu değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiyi araştırmak amacıyla zaman serileri ve sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Değişkenler arasında uzun dönemli ilişki bulunmuştur. Kurulan her iki modelde elektrik tüketimi Malezya'da GSYİH üzerinde pozitif etkiye sahiptir. Elektrik tüketiminde meydana gelecek olan yüzde birlik bir artış, GSYİH'yı yüzde 0.68 ile 0.79 oranında artırır. Malezya örneği için bu bulgu, enerjinin ekonomik büyüme için önemli bir kaynak olduğunu ortaya koyar. Uzun dönemli sonuçlar Malezya'nın enerji bağımlısı bir ülke olduğunu ortaya koymaktadır. Bundan dolayı herhangi bir tasarruf politikası ve enerji arzında bir şok ekonomik büyüme üzerinde ters etkiye neden olur.

### **3.2. Türkiye'de Enerji Tüketimi Büyüme İlişkisi**

Altınay ve Karagöl (2004), enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi birim kök ve nedensellik testlerini kullanarak test etmişlerdir. Granger nedenselliğinin Hsiao versiyonunun kullanıldığı çalışmada 1950-2000 dönemi yıllık verileri kullanılmıştır. Geleneksel birim kök testlerine göre serilerin birim kök içerdiğinden dolayı fark alma işlemi yapılmıştır. Serilerin birinci farkında durağan olduğu tespit edildikten sonra yapılan nedensellik analizi sonucuna göre Türkiye'de enerji tüketimi ve GSYİH arasında nedensel ilişkinin olmadığı kanaatine varılmıştır.

Sarı ve Soytaş (2004), 1969-1999 dönemi Türkiye ekonomisi için enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkisi tespit etmek amacıyla GSYİH, istihdam ve farklı enerji tüketimi türlerini kullanmışlardır. Bu enerji türleri, kömür, petrol, hidrolik enerji, asfaltit, linyit ve odundan oluşmaktadır. Ayrıca enerji tüketimi toplam düzeyde analize katılmıştır. Çalışmada yıllık veriler kullanılmıştır. Yetersiz veri uzunluğundan dolayı doğalgaz çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmada Pesaran, Shin ve Koop ve diğerleri tarafından geliştirilen genelleştirilmiş hata varyans ayrıştırma tekniği kullanılmıştır. Çalışmanın



sonucuna göre istihdam Türkiye GSYİH'nın tahmini hata varyansının %23-%26'sını açıklamasına rağmen, petrol ve artık maddeler hariç bütün durumlarda alternatif enerji kaynakları GSYİH tahmini hata varyansı hakkında istihdama göre daha fazla bilgi sağlar. Türkiye'de farklı enerji tüketim türleri, gelir üzerinde farklı etkilere sahiptir. Toplam enerji tüketimi 3 yıllık dönemde gelirdeki tahmini hata varyansının % 21'ini açıklar. Türkiye'de toplam enerji tüketiminin büyüme üzerindeki etkisi istihdam kadar önemlidir. Toplam enerji tüketimi içerisinde yer alan birincil enerji türlerinden linyit büyümeyi etkileyen en önemli kaynaktır.

Altınay ve Karagöl (2005), 1950-2000 dönemi Türkiye ekonomisi için elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisini araştırmıştır. RGSYİH ve toplam elektrik tüketimine ait yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada, elektrik tüketiminden reel GSYİH'ya doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Bu sonuç elektrik tüketiminin Türkiye'de ekonomik büyüme üzerinde önemli olduğunu ortaya koyar. Aslında bu iki değişken doğrudan ilişkili değildir. Çünkü onların her ikisi de diğer değişkenler tarafından belirlenmektedir. Bununla birlikte enerji tüketiminde bir artış, ekonomik büyümenin önde gelen bir göstergesi olarak değerlendirilir.

Ulusoy (2006) Granger nedensellik testini kullanarak enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Türkiye ekonomisi için test etmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler, sanayi üretim miktarı, enerji kullanımındaki etkinlik, dışa açıklık (ihracat ve ithalat toplamının milli hasıla içindeki payı), yatırımların milli hasıla içindeki payı, toplam enerji tüketimi, elektrik tüketimi, petrol tüketimi, doğal gaz tüketimi, kömür tüketimi ve enerji yoğunluğu (etkinliği) değişkenleridir. Çalışmanın sonucuna göre ekonomik büyüme enerji tüketimini doğrudan etkilerken tersini söylemek mümkün değildir. Yani enerji tüketimi ekonomik büyümeyi doğrudan etkilemez. Dolaylı yoldan etkilediğini söylemek mümkündür. Yani enerji tüketimi yatırımları, yatırımlar ekonomik büyümeyi etkiler. Elde edilen bulgulara göre sanayi üretiminde meydana gelecek olan yüzde birlik bir artış toplam enerji tüketimini yüzde 0.82 oranında artırır. Sanayi üretimindeki yüzde birlik bir artışın doğal gaz ve kömür tüketimi üzerinde hiçbir etkisi bulunmazken diğer enerji çeşitlerinden petrol tüketimini yüzde 0.58, elektrik tüketimini ise yüzde 0.21 oranında artırır. Ayrıca enerji yoğunluğu da sanayi üretimindeki yüzde birlik artıştan yüzde 0.28 oranında pozitif yönde etkilenir. Öte yandan toplam enerji, kömür, elektrik ve doğal gaz tüketiminde

meydana gelecek olan yüzde birlik bir artış yatırımları sırasıyla 0.88, 0.43, 0.28 ve 0.16 oranında artırır. Enerji yoğunluğundaki yüzde birlik bir artış ise yatırımları yüzde 1.96 etkilerken, yatırımlar enerji yoğunluğunu yüzde 0.12 oranında etkiler. Sanayi üretiminin bağımlı değişken, enerji etkinliği, dışa açıklık ve yatırım oranının bağımsız değişken olduğu modele göre yatırımlarda meydana gelecek olan yüzde birlik bir artış sanayi üretimini yüzde 0.20 oranında etkiler. Diğer değişkenlerden enerji etkinliği değişkeni sanayi üretimini yüzde 1.74, dışa açıklık değişkeni ise yüzde 0.31 oranında etkiler.

Jobert ve Karanfil (2007), 1960-2003 dönemi Türkiye ekonomisi için Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) ve enerji tüketimi ilişkisini yıllık veriler kullanılarak incelenmiştir. Enerji tüketimi ve gelir arasındaki nedensel ilişkiyi ölçmek için Granger nedensellik ve anlık nedensellik (instantaneous causality test) yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler; RGSMH, sanayi katma değeri, toplam, konut ve sanayi enerji tüketimi değerleri, petrol, elektrik, doğal gaz ve kömür tüketiminden oluşan enerji türleridir. Gelir ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi iki yolla araştırmışlardır. İlk olarak ilişki toplam seviyede incelenmiştir. Sonra sanayi sektörü üzerinde odaklanılmıştır. Yazarlar, uzun dönemde gelir ve enerji tüketimi nedenselliğinin, hem toplam hem de sanayi sektöründe nötr olduğu sonucuna varmışlardır. Buna göre enerji tasarrufu politikaları Türkiye’de hem ulusal hem de sanayi sektöründe ekonomiye zarar vermeksizin rahatlıkla uygulanabilir. Ayrıca enerji yoğunluğunun azalması enerji ithalatına bağımlılığı azaltacaktır. Çalışmada ayrıca anlık nedensellik için güçlü kanıtlar bulunmuştur. Yani gelir ve enerji tüketiminin anlık değerleri ilişkilidir. Enerji güvenliği politikaları çevresel konular için gereklidir. Böyle politikalar uzun dönem ekonomik büyüme için engel değildir.

Soytaş ve Sarı (2007a), Türkiye’de ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu ve enerji tüketimi arasındaki uzun dönem Granger nedenselliğini araştırmışlardır. 1960-2000 döneminin incelendiği çalışmada kullanılan değişkenler kişi başına GSYİH, enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu, emek ve brüt sabit sermaye yatırımlarıdır. Brüt sermaye birikimi ve emek kontrol değişkeni olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada, uzun dönemde Türkiye’de enerji tüketiminden gelire doğru nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Bu yüzden Türkiye’de uzun dönem ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemeksizin enerji tüketimini azaltan tedbirler alabilir. Ayrıca karbondioksit emisyonundan enerji tüketimine

doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bunun yanında gelir ve emisyon arasında uzun dönem nedensel ilişki tespit edilememiştir. Buna göre karbondioksit emisyonu arttırılmaksızın ekonomik büyüme sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Soytaş ve Sarı (2007b) enerji ve gelişen piyasa ekonomisine sahip Türkiye’de sanayi üretimi arasındaki ilişkiyi, çok değişkenli bir yapı içinde araştırmışlardır. Kullanılan değişkenlerden toplam elektrik tüketimi, imalat sanayii toplam sabit sermaye yatırımları ve toplam istihdam üç girdiyi oluştururken, imalat sanayi katma değeri ise çıktının bir ölçütüdür. Emek ve sabit sermaye yatırımları kontrol değişkeni olarak kullanılmıştır. 1968-2002 dönemine ait yıllık veriler kullanıldığı çalışmada, elektrik tüketiminden imalat sanayi katma değerine doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Elektrik uzun dönemde emek ve sabit sermaye yatırımlarına Granger nedensel gözüktür. Elektrik tüketimi ve emek değişkenleri diğer değişkenlerden farklı olarak dışsal değişkenlerdir. Bu nedenle elektrik tüketimi imalat sanayi için önemli bir girdidir. Elektrik kesintileri ve tasarrufu imalat sanayi çıktısına zararlı etkilerde bulunabilir. Üstelik enerji tasarruf edici teknolojiler ve artırılmış enerji etkinliği, imalat sanayi katma değerinde büyümei artırabilir.

Lise ve Montfort (2007), 1970-2003 dönemi yıllık verilerle Türkiye ekonomisi için eşbütünleşme analizi kullanarak enerji tüketimi ve GSYİH değişkenleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya çalışmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler; toplam nüfus, RGSYİH ve toplam birincil enerji tüketimidir. Çalışmanın sonucuna göre GSYİH’den enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu durumda enerji tasarrufu ekonomik büyümei olumsuz yönde etkilemez. Ayrıca Türkiye’de ekonomik büyüme arttığı sürece, enerji tüketimi artmaya devam eder.

Karagöl ve diğerleri (2007)’nin Türkiye için 1974-2004 dönemini kapsayan çalışmalarında Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) ve Phillips ve Perron (PP) Birim Kök Testleri ile Pesaran Sınır Testi ve Gecikmesi Dağıtılmış Otoregressif Sınır Testleri kullanılarak ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler büyüme oranı ve elektrik tüketimidir. Ekonomik büyüme serisi seviyesinde durağan, elektrik tüketimi ise birinci farkında durağan hale geldiği için bu değişkenler arasındaki ilişki Pesaran Sınır Testi ile araştırılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre kısa dönemde elektrik tüketimi ile büyüme oranı arasında pozitif ilişki bulunmuş olmasına rağmen uzun dönemde değişkenler arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Aktaş ve Yılmaz (2008) 1970 -2004 dönemi elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi için incelenmiştir. Reel GSMH ve elektrik tüketimi değişkenleri yıllık olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ampirik yöntemler birim kök, eşbütünlük ve hata düzeltme modeline (ECM) dayalı Granger nedensellik testleridir. Çalışmanın sonucuna göre kısa dönemde elektrik tüketimi ve GSMH arasında iki yönlü nedensellik bulunmuş iken uzun dönemde ise GSMH'dan elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik bulunmuştur.

Erdal ve diğerleri (2008), birincil enerji tüketimi ve reel GSMH arasındaki ilişkiyi 1970-2006 dönemi Türkiye ekonomisi için incelemiştir. Çalışmada kullanılan ekonometrik yöntem Pair-wise Granger nedensellik testidir. Kullanılan değişkenler ise, toplam birincil enerji tüketimi ve RGSMH değişkenleridir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar şöyledir: enerjinin büyümeye nötr olduğunu ifade eden nötr hipotezi önemli ölçüde reddedilmiştir. Buna göre enerji, Türkiye'de ekonomik büyümeyi kısıtlayıcı bir faktördür. Bu nedenle enerji arzındaki şoklar, ekonomi üzerinde negatif etkide bulunur. Enerji tüketimi ve GSMH arasında iki yönlü nedensellik vardır. Yani enerji tüketimindeki bir artış ekonomik büyümeyi etkilediği gibi ekonomik büyüme de enerji tüketimini etkiler.

Karanfil (2008), Türkiye ekonomisi için enerji tüketimi ve RGSYİH arasındaki uzun dönemli ilişkiyi, kayıt dışı ekonomiyi dikkate almak suretiyle incelemiştir. Gelişmekte olan ülkelerde kayıt dışı ekonomik aktivitelerden dolayı resmi GSYİH doğru bir şekilde hesaplanmadığı için, enerji tüketimi ve resmi GSYİH arasındaki ilişkinin araştırılması güvenilir sonuçlar vermeyebilir. 1970-2005 dönemi yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada, resmi RGSYİH, kayıt dışı ekonomiyi dikkate alan doğru GSYİH ve toplam enerji tüketimi değişkenleri ele alınmıştır. Eşbütünlük ve Granger nedensellik testleri kayıt dışı ekonomiyi dikkate alan ve almayan olmak üzere iki farklı modelde kullanılmıştır. Bu çalışmada Türkiye ekonomisi için uygulama sonuçları, resmi olarak hesaplanan GSYİH ve enerji tüketimi arasında uzun dönem denge ilişkisi olduğunu ortaya koyar. Bunun yanı sıra, hata düzeltme modelini kullanarak, resmi GSYİH'dan enerjiye doğru hem kısa hem de uzun dönemde tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Ayrıca kayıt dışı ekonomi hesaba katıldığı zaman, enerji tüketimi ve doğru GSYİH arasında ne eşbütünlük ne de nedensellik bulunamamıştır. Bir diğer ifadeyle doğru GSYİH ile enerji tüketimi birbirlerine karşı nötrdür.

Kar ve Kınık (2008), Türkiye’de elektrik tüketimi çeşitleri ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Johansen eş bütünleşme testi ve VECM yardımıyla araştırmıştır. 1975-2005 dönemini kapsayan ve yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada kullanılan değişkenler ekonomik büyüme, toplam elektrik tüketimi, sanayi elektrik tüketimi ve mesken elektrik tüketimidir. Gelir ve elektrik tüketim çeşitleri arasında uzun dönemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu eş bütünleşme testiyle tespit edilmiştir. Değişkenler arasındaki nedenselliğin yönünün tespitinde ise VECM kullanılmıştır. Toplam elektrik tüketimi ve sanayi elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedenselliğin yanında kişi başına mesken elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi gözlenmiştir.

Mucuk ve Uysal (2009), Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik testi, etki tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırması tekniklerini kullanarak analiz etmiştir. Birim kök sonuçlarına göre, seriler birinci farkında durağan olduğu yani birim kök içermediği tespit edilmiştir. Serilerin aynı seviyede durağan olması neticesinde uzun dönem ilişkilerin bakılmasına olanak sağlamış, bu nedenle Johansen eşbütünleşme tekniği kullanılmıştır. % 10 anlamlılık düzeyinde bir adet eşbütünleşik vektör bulunması neticesinde Türkiye’de enerji tüketimi ve büyüme değişkeni arasında uzun dönem ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca normalleştirilmiş eşbütünleşme sonucu pozitif çıkması nedeniyle bu değişkenler arasındaki ilişkinin doğru yönlü olduğu görülmüştür. 1960-2006 dönemine ait yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada Granger nedensellik sonuçları enerji tüketiminden büyümeye doğru pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu ortaya koymuştur. Etki tepki fonksiyonundan ve varyans ayrıştırmasından elde edilen sonuçlar nedensellik sonuçlarını doğrulamaktadır.

Kapusuzoğlu ve Karan (2010) Türkiye’de 1975-2006 döneminde elektrik tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensel ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışmada elektrik tüketim ve GSYİH yıllık verileri kullanılmıştır. VECM doğrultusunda nedensellik ilişkisi olup olmadığını tespit etmek amacıyla Granger Nedensellik testi yapılmış, GSYİH’den elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensel bir ilişkinin olduğu görülmüştür.

Aydın (2010), enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi iki farklı veri seti kullanarak incelemiştir. Öncelikle 1996-2004 dönemi için üçer aylık verileri kullanarak toplam birincil enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi incelemiştir. İlk

olarak ADF testiyle serilerin durağanlığı incelenmiştir. Ayrıca üçer aylık veriler için mevsimsellikten arındırma işlemi yapılmıştır. Ancak 1980-2004 dönemi yıllık verileri için mevsimsellikten arındırma söz konusu olmadığından Sıradan En Küçük Kareler yönteminin kullanılarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiş ve pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Daha sonra 1980-2004 dönemi yıllık verileri kullanarak birincil enerji içinde yer alan enerji çeşitleri ile GSYİH arasındaki ilişki için ayrı ayrı denklemler koşulmuştur. Buna göre doğalgaz ve odun değişkenleri hariç diğer enerji çeşitleri büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir.

Öksüzler ve İpek (2011), dünya petrol fiyatlarındaki değişimin Türkiye’de büyüme ve etkisini 1987:1-2010:9 dönemi aylık verilerini kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler GSYİH, petrol fiyatları ve Tüketici Fiyatları Endeksi (TÜFE)’dir. VAR metodolojisi kullanılarak Granger nedensellik ve Etki Tepki Analizleri yapılmıştır. Granger nedensellik analizi sonucuna göre, petrol fiyatlarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik, enflasyon ile büyüme arasında çift yönlü nedensellik bulunmuştur. Öte yandan petrol fiyatları ile enflasyon arasında bir nedensellik bulunamamıştır. VAR modelinden elde edilen etki tepki fonksiyonlarına göre ise, petrol fiyatlarında meydana gelecek pozitif şokun büyüme ve enflasyonu pozitif etkileyeceği sonucuna varılmıştır. Böylece Türkiye’de büyümenin petrol fiyatlarından başka faktörlerle araştırılması gerektiği ve petrol fiyatlarının enflasyon üzerindeki etkisinin önemini yitirdiği belirtilmiştir.

Yanar ve Kerimoğlu (2011), 1975-2009 dönemini kapsayan Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemiş oldukları çalışmada bu iki değişkene ilave olarak cari açık değişkenini de modellerine katmıştır. Değişkenler arasında uzun dönemli pozitif bir ilişkinin olduğunu Johansen eş bütünleşme, etki tepki ve varyans ayrıştırması neticesinde bulunmuştur. Buna göre enerji tüketiminde meydana gelen artış GSYİH’yı yüksek oranda etkiler. Bir diğer ifadeyle enerji tüketimi arttıkça büyümede artar. Çalışmanın diğer sonucu ise cari açık ile büyüme arasında çift yönlü fakat zayıf bir nedensellik olduğudur. Enerji tüketimi artışı büyümeyi meydana getirmekte, büyüme artışı cari açığı artırmakta ve cari açık da büyümeyi arttırmaktadır.

Ertuğrul (2011), elektrik tüketimi ve büyüme arasındaki dinamik ilişkiyi Kalman Filtresi yöntemiyle analiz etmiştir. GSYİH ve elektrik tüketimi değişkenleri için üçer aylık

verilerin ele alındığı dönem 1998:1-2011:3 kapsamaktadır. Seriler öncelikle Tromo-Seats yöntemiyle mevsimsellikten arındırılmış ve doğal logaritmaları alınmıştır. Daha sonra ADF ve PP testleriyle durağanlık analiz edilerek, serilerin birinci farkında durağan olduğu görülmüştür. Ayrıca seriler arasındaki eşbütünleşme Johansen yöntemiyle araştırılmış, elektrik tüketimi ve büyüme arasında eşbütünleşme bulunmuştur. Buna göre elektrik tüketimindeki % 1'lik bir artış GSYİH'yı % 0.81 oranında arttırır. Uzun dönem ilişkinin tespit edilmesiyle seriler arasındaki dinamik ilişki Kalman Filtresi yöntemiyle incelenmiştir. Sonuç olarak elektrik tüketiminin GSYİH üzerindeki etkisinin 2003 yılından itibaren artmaya başladığı görülmüştür. Bu sonucun elde edilmesinde 2003 yılından itibaren elektrik tüketiminin daha yoğun olduğu sektörlere geçişin olduğu tahmin edilmiştir. 2009 yılındaki finansal kriz Türkiye'de elektrik tüketimini azaltmakla birlikte 2011 yılından itibaren finansal krizin etkilerinin ortadan kalkmasıyla birlikte elektrik tüketimi GSYİH ilişkisi zamanla arttığı görülmüştür.

Polat ve diğerleri (2011), Türkiye'de elektrik tüketimi, istihdam ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiş olduğu çalışmada 1950-2006 dönemi yıllık verilerini kullanmıştır. Çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemler gecikmesi dağıtılmış otoregressif (ARDL) sınır testi ve Granger nedensellik testleridir. Kullanılan değişkenler yıllık toplam elektrik tüketimi, reel GSMH ve toplam istihdamdır. Çalışmanın sonuçlarına göre kısa dönemde sadece istihdam düzeyinden elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik bulunmuştur. Öte yandan uzun dönemde, istihdam ve elektrik tüketiminden reel GSMH'ya doğru bir nedensellik tespit edilmiştir. Bir diğer ifadeyle uzun dönemde değişkenler arasında eş bütünleşme vardır. Bu durumda enerji korunum politikaları kısa dönemde ekonomik büyüme üzerinde etkili olmazken, uzun dönemde ise ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyecektir. Ayrıca elektrik girdisinin kullanımını teşvik edici politikalar uzun dönemde ekonomik büyümeyi olumlu etkileyecektir.

Karhan ve diğerleri (2012), Türkiye ekonomisinde 1960-2011 dönemi için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi birim kök testi, eş bütünleşme testi ve Granger nedensellik testlerini kullanarak analiz etmiştir. Kullanılan değişkenler yıllık düzeyde RGSMH ve enerji tüketimi değişkenleridir. Johansen eş bütünleşme testi yapılarak değişkenlerin eşbütünleşik oldukları görülmüş ve buna göre değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra değişkenlerin birinci

farkları ve aynı dereceden durağan olmaları nedeniyle, Granger nedensellik testi yapılarak ilişkinin yönü tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara göre Türkiye’de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Uzunöz ve Akçay (2012), 1970-2010 dönemini kapsayan çalışmada Türkiye’de büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ADF ve PP birim kök testi, Johansen eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik testlerini kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler yıllık bazda olup, RGSYİH ve enerji tüketimi değişkenleridir. Granger nedensellik analizi sonuçlarına göre, GSYİH’den enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensel ilişki tespit edilmiştir. Bu durumda enerji tasarruf politikaları, ekonomiye zarar vermeksizin rahatlıkla uygulanabilir. Ayrıca enerji kaynaklarının çeşitliliğinin artırılması dışa bağımlılığın azaltılması açısından son derece önemlidir.

Çetin ve Şeker (2012), Türkiye’de enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkiyi, Johansen-Juselius ve Stock-Watson eşbütünleşme testleri ve Toda-Yamamoto nedensellik testlerini kullanarak analiz etmiştir. 1970-2009 döneminin ele alındığı çalışmada RGSYİH, toplam enerji tüketim, reel ihracat ve işgücü değişkenleri kullanılmış, uzun dönemde enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve güçlü bir etkiye sahip olduğu eşbütünleşme testleri ile ortaya koyulmuştur. Bu durumda enerji sektöründe yaşanabilecek darboğazlar, ekonomik büyümeyi azaltacaktır. Öte yandan Toda-Yamamoto test sonuçları değişkenler arasında nedensel ilişkinin olmadığını ortaya koymuştur.

Şahbaz ve Yanar (2013), Türkiye’de toplam enerji tüketimi ve sektörel enerji tüketimi ile RGSYİH arasındaki nedensel ilişkiyi Toda Yamamoto testini kullanarak araştırmıştır. Bu testin kullanılmasının nedeni, durağanlığı önemsememesi ve farklı seviyelerde durağan olan seriler için elverişli olmasıdır. 1970-2010 dönemini ve altı sektöre ait yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada şu sonuçlara ulaşılmıştır: RGSYİH’den toplam enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik, yine sektörel olarak RGSYİH’den ulaştırma, tarım ve çevrim santrallerine doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiş, fakat RGSYİH ile sanayi ve konut enerji tüketimi arasında nedensel ilişki bulunamamıştır. Bu durumda Türkiye’de enerji tasarruf politikalarının ekonomi üzerinde hiçbir olumsuz etki yaratmadan uygulanabileceği ileri sürülmüştür.



Altıntaş (2013), 1970-2008 dönemini kapsayan çalışmada Türkiye’de birincil enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi incelemiştir. Enerji tüketimi ve gelir değişkenleri yanında karbondioksit emisyonu ve sabit sermaye yatırımları değişkenleri de modele dahil edilmiştir. Yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada, önce değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkiler ARDL sınır testi ve VAR yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Daha sonra ECM dayalı nedensellik modelleri ve TYDL (Toda, Yamamoto, Dolado ve Lutkepohl) nedensellik modelleri ile değişkenler arasındaki nedensel ilişki araştırılmıştır. Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, kısa dönemde kişi başına gelir ve birincil enerji tüketimi karbondioksit emisyonunun Granger nedenidir. Uzun dönemde ise kişi başına gelir ve birincil enerji tüketiminin yanında yatırımlar da karbondioksit emisyonunun Granger nedenidir. TYDL nedensellik testi sonuçlarına göre, birincil enerji tüketimi ile karbondioksit emisyonu ve yatırımlar ile birincil enerji tüketimi ve de yatırımlar ile kişi başına gelir arasında iki yönlü nedensel ilişki bulunmuştur. Ayrıca enerji tüketiminden kişi başına gelir ve yatırımlara doğru Granger nedensellik ilişkisi mevcuttur.

Çağıl ve diğerleri (2013) bağımlı değişken olarak kişi başına elektrik enerjisi tüketimi ile bağımsız değişkenler gayri safi yurtiçi hasıla, kapasite kullanım oranı, sanayi sektörü büyüme hızı, tarım sektörü büyüme hızı ve merkez bankası döviz rezervlerinden oluşan makro ekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada VAR modeli ve Granger nedensellik testi kullanılmıştır. 1989-2010 dönemi yıllık verileri kapsayan çalışma bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken olarak kabul edilen kişi başına elektrik tüketimini açıkladığı istatistiksel olarak görülmüştür. Tarım sektörü büyüme hızı ve Merkez bankası döviz rezervi değişkenleri %5 anlam seviyesinde, sanayi sektörü büyüme hızı ise % 10 anlam seviyesinde kişi başına elektrik enerjisi tüketiminin Granger nedenidir. Ayrıca kişi başına elektrik enerjisi tüketimi ise %5 anlam seviyesinde sanayi sektörü büyüme hızı, % 10 anlam seviyesinde ise gayri safi yurtiçi hasıla ve kapasite kullanım oranının Granger nedenidir. Sonuç olarak sadece kişi başına elektrik enerjisi tüketimi ile sanayi sektörü büyüme hızı arasında iki yönlü fakat zayıf Granger nedensellik tespit edilmiştir.

Uzun ve diğerleri (2013) Türkiye’de toplam elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1980-2010 dönemi verileri kullanarak incelemiştir. Kullanılan değişkenler toplam elektrik tüketimi, toplam sabit sermaye yatırımları, doğal gazla bağlı

elektrik tüketiminin toplam elektrik tüketimi içindeki payı ve toplam RGSYİH'dır. Serilerin ilk olarak ADF birim kök testi ile durağanlıkları incelenmiştir. Daha sonra Johansen eş bütünleşme tekniği kullanılarak uzun dönem ilişkiler incelenmiştir. Aynı seviyede durağan ve eş bütünleşik olan serilerde VECM ile kısa ve uzun süreli ilişkiler incelenmiştir. Son olarak Granger nedenselliğe bakılmıştır. Elde edilen bulgulara göre büyümenin elektrik tüketim talebini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

### **3.3. İlişkinin Sektörel ve Bölgesel Olarak İncelenmesi**

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye sektörel açıdan bakıldığında, tarım sektöründe nedensel ilişkinin ya hiç olmadığı ya da ilişkinin mevcut olması durumunda büyümeden enerji tüketimine doğru nedensel bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bunda tarım sektörünün payının giderek azalması yanında hizmetler sektörünün ülkeler geliştikçe daha fazla enerjiye ihtiyaç duyması etkindir. Gelişmekte olan ülkeler için ise durum daha farklıdır. Sanayileşme enerji tüketimini tetiklemektedir. Bununla birlikte tarım sektörü için, ya nedenselliğin hiç olmadığı ya da nedensel ilişkinin olması durumunda bunun genel olarak ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru olduğu ifade edilebilir.

Sanayi sektörüne yönelik sonuçlar ise oldukça farklıdır. Enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensel ilişki bulan çalışmaların aksine tam tersi sonuçlara ulaşan çalışmalar da mevcuttur. Bunun yanında iki yönlü ilişki bulan çalışmaların aksine ilişkinin bulunmadığını ifade eden çalışmalar da gözlemlenmiştir. Ana sektörlerden bir diğeri olan hizmetler sektörü açısından literatür incelendiğinde ülkeler zenginleştikçe başka bir deyişle büyüdükçe enerji tüketiminin artacağı sonucuna varan çalışmaların yanında tam tersini iddia eden çalışmalar da mevcuttur. Özetle sanayi ve hizmetler sektörü açısından bakıldığında uzlaşma sağlanamadığını söylemek mümkündür.

Bölgesel açıdan yapılan çalışmalar incelendiğinde ise enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensel ilişkinin varlığını tespit eden çalışmaların yanında büyümeden enerji tüketimine doğru nedenselliği ortaya koyan çalışmalar mevcuttur. Hatta iki yönlü ilişkinin olduğunu ileri süren çalışmalar gözlemlenmiştir.

### 3.3.1. İlişkinin Sektörel Açıdan İncelenmesi

Ewing ve diğerleri (2007) ABD ekonomisi için 2001:1-2005:6 dönemi aylık verilerini kullanarak enerji tüketimi ile sanayi üretimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler aylık sanayi üretim indeksi, istihdam, toplam enerji tüketimi, toplam yenilenebilir enerji, kömür, fosil yakıtlar, hidroelektrik gücü, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, doğal gaz, odun, alkollü yakıt, jeotermal enerji ve atık madde tüketimidir. Çalışmada değişkenlerin sıralamasına hassas olmadığı için genelleştirilmiş varyans ayrıştırma tekniği ve VAR metodolojisi kullanılmıştır. Sonuç itibarıyla kömür, fosil yakıtlar ve doğal gaz gibi geleneksel kaynaklar çıktıdaki değişimde yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha açıklayıcıdır. Ampirik bulgular standart makro ekonomik büyüme ve dalgalanma modelleriyle tutarlıdır. Buna göre, mal ve hizmet üretimi makinelerde kullanılan enerji girdisiyle bağlantılıdır. Ayrıca geleneksel enerji kaynaklarındaki talep ve fiyat baskısı yenilenebilir enerji kaynaklarını kömür, doğal gaz ve fosil yakıtlara oranla daha cazip kılar. Yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesi, geleneksel enerji kaynakları kullanımını düzenler, fiyat baskısını azaltır ve ABD'nin enerji ithalatına bağımlılığını azaltır.

Sarı ve diğerleri (2008) ABD'de enerji tüketimi ve sanayi üretimi arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi yaklaşımını kullanarak incelemiştir. Çalışmada sanayi üretimi ve istihdam değişkenlerinin yanında enerji tüketim değişkenleri olarak kömür, fosil yakıtlar, hidroelektrik gücü, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, doğal gaz, odun ve atık madde tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. 2001:1-2005:6 dönemine ait aylık verilerin kullanıldığı çalışmada şu sonuçlara varılmıştır: Uzun dönemde, fosil yakıt, hidroelektrik gücü, rüzgar enerjisi, atık ve güneş enerjisi tüketiminin anahtar belirleyicisi emek ve çıktıdır. Öte yandan emek ve çıktının uzun dönemde doğal gaz ve odun enerjisi üzerinde önemli etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

Ziramba (2009) enerji tüketimi ve sanayi üretimi arasındaki ilişkiyi Güney Afrika ekonomisi için 1980-2005 dönemi yıllık verilerini kullanarak incelemiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler kömür, petrol ve elektrik tüketimleri ile imalat sanayi üretimi ve istihdamıdır. Çalışmada ARDL yaklaşımı kullanılarak istihdam ve sanayi üretimi ile enerji tüketiminin çeşitli formları arasında uzun dönem ilişkinin mevcudiyeti ispatlanmıştır.

Toda-Yamamoto Granger nedensellik tekniği kullanılarak sanayi üretimi ve petrol tüketimi arasında iki yönlü nedensellik bulunmuştur. Petrol tüketimi hariç diğer enerji kaynakları için nedensellik kanıtı bulunamamıştır. Yani nötr hipotezi geçerlidir. Sonuçlar petrol tüketimi ve sanayi üretiminin birbirine bağlı olduğunu gösterir. Daha fazla petrol tüketimi, sanayi üretiminin artmasına neden olurken, artmış sanayi üretimi daha fazla petrol kaynağına gereksinim duyar. Petrol tüketimi ve sanayi üretimi birbirinin tamamlayıcısıdır. Herhangi bir petrolden tasarruf (conservation) edici politika sanayi üretimini ters bir şekilde etkiler. Çalışmanın diğer sonuçları ise şöyledir: Elektrik tasarruf politikaları istihdamı olumsuz yönde etkilemez. Kömür tüketiminden istihdama tek yönlü nedensellik bulunduğu için, kömür tüketimi için ise aynı şey söylenemez.

Bowden ve Payne (2009) ABD’de 1949-2006 döneminde enerji tüketimi ve RGSYİH arasındaki ilişkiyi, çok değişkenli bir yapıda yıllık, toplam ve sektörel birincil enerji tüketimi ölçütlerini kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler toplam birincil enerji tüketimi, ticari, sanayi, konut, ulaştırma sektörleri birincil enerji tüketimi, GSYİH, gayri safi sabit sermaye birikimi ve toplam sivil istihdamdır. ADF ve PP birim kök testleri ile serilerin durağan olup olmadığı test edilmiştir. Uzun dönem nedensellik için Toda-Yamamoto’dan yararlanılmıştır. Toda-Yamamoto uzun dönem nedensellik testleri değişkenler arasında nedenselliğin sektörler boyunca tek yönlü olmadığını göstermiştir. Toplam birincil enerji tüketimi ile RGSYİH arasında nötr hipotezi geçerlidir. Yani ne toplam birincil enerji tüketimi RGSYİH’nın Granger nedenidir ne de RGSYİH toplam birincil enerji tüketiminin Granger nedenidir. Ticari birincil enerji tüketimi ile RGSYİH arasında iki yönlü ilişki bulunmuştur. Buna göre iki değişken arasında geri besleme hipotezi söz konusu olup, değişkenler birbirinin tamamlayıcısıdır. Sanayi birincil elektrik tüketimi, RGSYİH’nın Granger nedenidir. Bununla birlikte RGSYİH da sanayi birincil enerji tüketiminin Granger nedenidir. Fakat toplam ve ticari enerji tüketimlerinden farklı olarak, sonuçlar sanayi sektörü için büyüme hipotezinin geçerli olduğunu gösterir. Konut birincil enerji tüketimi de RGSYİH’nın Granger nedenidir. Ticari birincil enerji tüketiminde olduğu gibi geri besleme hipotezi, konut birincil enerji tüketim ile RGSYİH arasındaki pozitif iki yönlü Granger nedensel ilişkinin mevcudiyetini destekler. Ulaştırma sektörü birincil enerji tüketimi, RGSYİH’nın Granger nedeni değildir. Üstelik RGSYİH da ulaştırma sektörü birincil enerji tüketiminin Granger

nedeni değildir. Ulaştırma sektörü ile ilgili olarak elde edilen bu sonuç toplam birincil enerji tüketiminde olduğu gibi nötr hipotezine katkı sağlar.

Costantini ve Martini (2010) ekonomi ve enerji arasındaki ilişkiyi, dört farklı sektör ve gelişmiş ve gelişmekte olan 71 ülkenin 1960-2005 dönemi verilerini kullanarak analiz etmişlerdir. İnceleme konusu yapılan ülkeler 26 OECD üyesi ülke ve 45 OECD üyesi olmayan ülke olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. Nihai enerji tüketimi verileri yıllık veriler olup hem toplam hem de sektörel verilerden oluşmaktadır. Başlıca sektörler olarak sanayi, ticaret, kamu hizmetleri, taşıma ve hane halkı sektörü ele alınmıştır. Çalışmada önce basit bir korelasyon analizi yapılmıştır. Buna göre elektrik fiyatlarının, toplam sanayi fiyatları hariç diğer bütün değişkenlerle büyük ölçüde ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Panel birim kök, panel eşbütünleşme ve panel nedensellik sonuçları ise şöyledir: Özellikle spesifik sektör analizinde alt ülke örneklerinde, nedenselliğin yönünde farklılıklar bulunmuştur. Sanayi sektöründe kısa vadede bir noktada trend bulunmuştur. Ama iki alt ülke örneği için ayrı ayrı test edildiği zaman nedenselliğin yönü farklılaşmıştır. Benzer şekilde taşımacılık sektörü için nedensellik sonuçları OECD ve OECD olmayan ülkeler için farklıdır. Bununla birlikte sanayi ve taşımacılık sektöründe, farklı zaman dilimleri kullanıldığında, kısa dönemde ekonomik büyüme süreci enerji tüketimini belirler. Aksine uzun dönemde nedensellik iki yönlüdür. Enerji tüketimindeki değişiklikler ekonomik performansı etkilediği gibi ekonomik performans da enerji tüketimini etkiler. Konut sektörü düşünüldüğünde, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde tek yönlü nedensellik ilişkisinin olmadığı açıktır.

Bowden ve Payne (2010), 1949-2006 dönemine ait yıllık verileri kullanarak ABD’de GSYİH ve sektörel yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimleri arasındaki nedensel ilişkiyi test etmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler, ticari, sinai ve hane halkı sektörlerinin yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimleri, GSYİH, gayri safi sabit sermaye birikimi ve toplam sivil istihdamdır. Toda-Yamamoto uzun dönem nedensellik testleri ticari ve sanayi yenilenebilir enerji tüketimi ile reel GSYİH arasında Granger nedenselliğinin olmadığını ortaya koymuştur. Bu durum yansızlık (nötr) hipotezini destekler niteliktedir. Böylece bu sektörlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanımı reel GSYİH üzerinde zıt etkilerde bulunmaması gerekir. İki yönlü Granger nedensellik ticari ve hane halkı yenilenemeyen enerji tüketimi ve reel GSYİH arasında mevcuttur. Bu

geri besleme hipotezini destekler. Bu hipotez, enerji tüketimi ve reel GSYİH arasında karşılıklı bir ilişkiyi ileri sürer. Bu sektörlerde yenilenemeyen enerji tüketimi ve reel GSYİH birbirlerinin tamamlayıcısı olarak hizmet eder. Böylece enerji koruma tedbirlerinin, reel GSYİH üzerinde ters etkilerde bulunmaması için dikkatle tamamlanması gerekir. Sonuç olarak, elde edilen bulgular hane halkı yenilenebilir enerji tüketimi ve sanayi yenilenemeyen enerji tüketiminden reel GSYİH'ya doğru tek yönlü nedenselliği ortaya koyar. Bu bulgu büyüme hipotezini destekler. Yani enerji tüketimi hem üretim sürecinde doğrudan hem de emek ve sermayeyi tamamlayıcısı olarak dolaylı yoldan ekonomik büyümeye katkı sağlar. Hanehalkının yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artması hem sera gazı salınımını engeller hem de yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesine ve daha fazla kalkınmaya imkân sağlar.

Cheng-Lang ve diğerleri (2010) sektörel elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan nedensel ilişkiyi Tayvan ekonomisi için incelemiştir. Çalışmada toplam elektrik tüketimi, sanayi elektrik tüketimi ve konut elektrik tüketimi olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Toplam, sanayi ve konut elektrik tüketimi ile RGSYİH değişkenleri için üçer aylık verilerin kullanıldığı çalışmada ele alınan dönem 1982-2008 dönemidir. Ekonometrik analize ADF durağanlık testiyle başlanılmış, diğer pek çok çalışmadan farklı olarak bir Granger nedensellik testi olan Hiemstra-Jones Testiyle devam edilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre doğrusal nedensellik açısından toplam elektrik tüketimi ve sanayi elektrik tüketimi ile RGSYİH arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuşken konut elektrik tüketimi ile RGSYİH arasında nötr nedensel ilişki tespit edilmiştir. Doğrusal olmayan nedensellik açısından ise toplam elektrik tüketimi ile RGSYİH arasında iki yönlü nedensel ilişkisi, ayrıca RGSYİH'dan konut elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensel ilişki bulunmuştur. Bu durumda ekonomik büyüme amacına ulaşmak için sanayi elektrik tüketimini sınırlayan engellerin ortadan kaldırılmasına yönelik politikalar uygulanmalıdır. Konut sektörü için enerji tasarrufu teşvik edilmelidir.

Jamil ve Ahmad (2010) Pakistan'da elektrik tüketimi, elektrik fiyatları ve reel GSYİH arasındaki ilişkiyi 1960-2008 dönemi yıllık verilerini kullanarak hem toplam hem de sektörel olarak analiz etmiştir. Kullanılan değişkenler, toplam ve sektörel seviyede nihai elektrik tüketimi, ortalama reel elektrik fiyatları, toplam RGSYİH, ticaret, imalat sanayi ve

tarım GSYİH'dır. VECM ekonometrik yönteminin kullanıldığı çalışmada toplam seviyede, RGSYİH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Bu sonuç, uzun dönemde ekonomik kalkınmanın enerji talebini artıracığı anlamına gelir. Benzer şekilde, ticaret ve konut sektörlerinde de RGSYİH'dan elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensel ilişki tespit edilmiştir. İmalat sanayi sonuçları çıktıdan elektrik tüketimine ve elektrik fiyatlarına doğru tek yönlü nedenselliğin mevcudiyetini gösterir. Ayrıca imalat sanayisinde çıktı ve elektrik fiyatları arasında iki yönlü nedensel ilişki bulunmuştur. Son olarak tarım sektörü sonuçları iki yönlü nedenselliği gösterir. Çalışmanın sonucuna göre, ekonominin tüm sektörlerinde kıt olan elektrik enerjisinin etkin kullanılması gerektiğini önerilmiştir.

Gross (2012) ABD ekonomisinde enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin sektörel analizini yapmıştır. 1970-2007 dönemine ait sektörel katma değer, nihai enerji tüketimi, ithalat sızma oranı\* ve reel sabit sermaye stoku değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada üç sektör dikkate alınmıştır. Bunlar sanayi, ticaret ve taşımacılık sektörleridir. Ekonominin üretim kesimi dikkate alındığı için konut sektörü çalışmaya dahil edilmemiştir. Hane halkı esas olarak sanayi sektörünün ürettiği araçların kullanımında enerji tükettiği için, konut sektöründe gelir ve enerji tüketimi arasındaki ilişki dolaylıdır. Çalışmada kullanılan ekonometrik yöntem ARDL sınır testi yaklaşımıdır. Sonuçlara ilk olarak makro seviyede bakıldığında enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında normalinden daha fazla yakın ilişki vardır. Bir diğer ifadeyle kısa dönemde değişkenler arasında iki yönlü nedensellik vardır. Bu iki değişken arasında uzun dönem Granger nedensellik sektörel seviyede daha fazla bulunabilir. Taşımacılık sektöründe uzun dönemde iki yönlü Granger nedensellik bulunmuştur. Ticaret sektöründe, enerji verimliliği kontrol edilirse, büyümeden enerji tüketimine doğru uzun dönem nedensellik kanıtına ulaşılır. Ticaret kontrol edildiğinde, enerji ve ticaretten sanayi sektöründe büyümeye doğru kısa dönem Granger nedensellik kanıtı bulunmuştur.

---

\* İthalat Sızma Oranı (Import Penetration Rate): Bir sektörde ithalat miktarının, o sektöre yönelik toplam iç talep miktarına (yurtiçi üretim+ithalat-ihracat) bölünmesi ile elde edilir ve yüzde ile ifade edilir. Bu değer 0'a yakın olması ithalatın iç talep içerisinde ihmal edilebilir olduğunu, 100'e yakın olması iç talebin tamamına yakınının ithalat ile karşılandığını gösterir (Kantarıcı, 2013:1).

Tang ve Shahbaz (2013) Pakistan’da 1972-2010 dönemi yıllık verileri kullanarak toplam ve sektörel seviyede elektrik tüketimi ve reel çıktı arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışmada tarım, imalat sanayi ve hizmetler sektöründen oluşmak üzere üç sektör ele alınmış olup kullanılan değişkenler şöyledir: sektörel seviyenin yanı sıra toplam seviyede (ekonomi geneli, tüm sektörler) kişi başına reel GSYİH, kişi başına reel gayri safi sermaye birikimi, işgücüne katılım oranı, kişi başına elektrik tüketimi. Yapısal kırılmalı birim kök testleri, Johansen–Juselius eşbütünleşme testi, TYDL Granger nedensellik testinden oluşan ekonometrik yöntemler kullanılan çalışmada şu sonuçlara varılmıştır. Buna göre toplam seviyede, elektrik tüketiminden reel çıktıya doğru tek yönlü Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Sektörel sonuçlara bakıldığında, imalat sanayinde iki yönlü, hizmetler sektöründe elektrik tüketiminden reel üretime doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Tarım sektöründe ise değişkenler arasında nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

### **3.3.2. İlişkinin Bölgesel Açıdan İncelenmesi**

Li ve diğerleri (2011) Çin’de 30 ilin yıllık enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1985-2007 dönemi için panel birim kök, heterojen panel eşbütünleşme ve dinamik En Küçük Kareler (EKK)’e dayalı panel ekonometrik yöntemleriyle incelemiştir. Çalışmada hem ekonominin bütünü analiz edilmiş hem de 30 il doğu ve batı olmak üzere iki alt bölgeye ayrılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre uzun dönemde enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde önemli etkileri vardır. Bu yüzden gelişmekte olan ülkelerdeki otoritelerin en acil görevlerinden biri ekonomik büyüme üzerindeki aşırı şoklardan kaçınmak için uzun dönem enerji politikalarını iyi planlamalarıdır. Ayrıca ekonomik büyüme ile birlikte sera gazı emisyonu kesinlikle artmaktadır. Kişi başına reel GSYİH’da yüzde birlik bir artış enerji tüketimini yaklaşık yüzde 0.48 – 0.50 ve karbondioksit emisyonunu yüzde 0.41-0.43 arasında artırır. Kişi başına GSYİH’nın karbondioksit emisyon esnekliği 0.2-0.3 aralığında tutmak büyük bir çabayla da olsa mümkündür. Çalışmada doğu ve batı Çin arasında grup etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, Batı Çin’de ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığını ifade eden önceki çalışmaların sonuçları ile çelişmektedir. Bununla birlikte bulunan sonuçlar, doğu ve batı Çin’in her ikisinde uzun dönemli ilişki olduğunu ifade eden önceki çalışma sonuçları ile tutarlıdır. Ekonomik



büyümenin kapsamlı enerji kullanımına dayandırıldığı Doğu Çin’de, enerji kullanım etkinliği düşüktür ve kirlilik emisyonları gittikçe daha ciddi hale gelmektedir.

Wang ve diğerleri (2011) Çin’in 28 ilinde karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1995-2007 dönemi verilerini kullanarak Panel ko-entegrasyon, Panel VECM teknikleriyle analiz etmiştir. Kullanılan değişkenler kişi başına olup, karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve RGSYİH değişkenleridir. Çalışmada kullanılan bu üç değişkenin uzun dönemde ko-entegre oldukları gözlemlenmiştir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü ilişki vardır. Buna göre enerji tüketimi ekonomik kalkınmayı teşvik edici önemli bir role sahip iken ekonomik büyüme de enerji tüketimini artırır. Çin’in hızlı kalkınması daha fazla enerjiye ihtiyaç duyduğu için, temiz enerjinin payının artırılmasının yanı sıra enerji etkinliğinin geliştirilmesi, Çin’in enerji arzını artırmanın ve karbondioksit salınımını azaltmanın önemli bir yoludur. Çalışmanın bir diğer sonucuna göre ekonomik büyüme ve karbondioksit salınımı arasında U şeklinde bir eğri ilişkisi mevcuttur. Bu yüzden ekonomik büyümeyle birlikte Çin’de karbondioksit salınımı artmaktadır. Çin hükümeti bu durumda kömür ağırlıklı enerji tüketim yapısını değiştirmelidir. Kısa dönem nedensellik sonuçları enerji tüketimi ve karbondioksit salınımı arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu gösterir. Bundan dolayı Çin hükümeti karbondioksit salınımını azaltmak için özellikle fosil enerji tüketimini azaltmalıdır. Doğal gaz, hidroelektrik gücü, nükleer enerji ve yenilenebilir enerji gibi temiz enerji kaynakları payını artırarak enerji tüketim yapısını düzenleyebilir.

Chen ve diğerleri (2011) Çin ekonomisinde kırsal enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger Nedensellik ve Etki Tepki Fonksiyonları ekonometrik yöntemleriyle analiz etmiştir. 1980-2007 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada kırsal enerji tüketimi olarak tarım, ormancılık, hayvancılık ve balıkçılık endüstrisinde enerji tüketimi verileri ele alınmıştır. Kırsal ekonomik büyüme göstergesi olarak da çiftçilik, ormancılık, hayvancılık ve balıkçılığın brüt çıktı değerleri alınmıştır. Çalışmanın sonucuna göre kırsal ekonomik büyüme, kırsal enerji tüketimini doğrudan etkiler. Bir diğer ifadeyle kırsal ekonomik büyümedeki değişiklik kırsal enerji tüketimine Granger nedensel olmasına karşılık tersi doğru değildir.

Qi ve diğerleri (2011), Çin’in Shandong ilinde enerji kullanımı, çevresel kalite ve ekonomik kalkınma arasındaki ilişkiyi, 1980 – 2008 dönemine ait toplam enerji kullanımı,

GSYİH ve atık miktarı değişkenlerini kullanarak analiz etmiştir. Çalışmanın sonucuna göre Shandong'da ekonomik büyüme büyük ölçüde doğal kaynaklara bağlıdır. Ayrıca kişi başına gelir ve çevresel kalite arasındaki ilişki ters U şeklindeki Çevresel Kuznets Eğrisi teorisiyle uyumlu bulunmuştur. Diğer bir sonucuna göre, bu ildeki rasyonel olmayan endüstriyel yapı, adaletsiz enerji tüketim yapısından ve çevre kalitesindeki azalmadan sorumludur. Böylece endüstriyel yapının optimizasyonu sürdürülebilir kalkınmayı doğrudan etkiler.

Zhixin ve Xin (2011) enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi Çin'in Shandong ili verilerini kullanarak incelemiştir. Ele alınan dönem 1980–2008 olup kullanılan değişkenler GSYİH, enerji tüketimi, sabit varlık yatırımları ve istihdamdır. Birim kök, eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerinin kullanıldığı çalışmada enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin uzun dönemde pozitif korelasyona sahip olduğu ayrıca ekonomik büyümenin büyük ölçüde enerji tüketimine bağımlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Zhang ve Xu (2012) Çin'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi bölgesel ve sektörel olarak 1995-2008 dönemi verilerini kullanarak analiz etmiştir. Birim kök, eş bütünleşme ve Granger nedenselliği test etmek için panel metodu kullanılmıştır. Ülke geneli, üç bölge ve dört sektör için yıllık enerji tüketimi, GSYİH, sanayi ve hizmet katma değeri ve hanehalkı nihai tüketim harcamaları verileri kullanılmıştır. Enerji fiyat verileri toplam bazda olup enerji fiyat endeksi, sanayi enerji endeksi, taşıt yakıtı fiyat endeksi ve hanehalkı fiyat endeksinden oluşmaktadır. Çalışmanın sonucuna göre ülke genelinde de hem kısa hem de uzun dönemde enerji tüketimi ile büyüme arasında iki yönlü bir nedensellik bulunmuştur. Yazarlara göre Çin, doğu, batı ve merkez bölgeleri arasında önemli bölgesel farklılıkları olan oldukça büyük bir alana sahiptir. Doğu bölgesinde hem kısa hem de uzun dönemde iki yönlü ilişki mevcuttur. Bölgede reform çalışmaları ve açıklık politikaları uygulandığı için, güçlü hükümet teşvikleri ile bol sermaye birikimi sağlanmıştır. Hızlı ekonomik büyüme enerji tüketimini teşvik ederken büyük ölçüde de enerjiye bağımlı hale gelmiştir. Oysa merkez ve batı bölgelerinde nedensellik ilişkisi kısa dönemde GSYİH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü iken uzun dönemde iki yönlü bir nedensellik ilişkisi mevcuttur. Merkez ve batı bölgeleri bol enerji kaynaklarına sahip olmasına rağmen enerjinin çoğu doğu bölgesinde tüketilmektedir. Çalışmada uzun dönemde enerji fiyatları ve enerji tüketimi arasında ya hiç ilişki bulunmamış ya da zayıf bir

ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca enerji fiyatlarının enerji tüketimi üzerindeki etkisi konusunda bölgeler arasında önemli ölçüde fark bulunmamıştır.

Zhang ve Xu (2012) üç bölgenin sektörel açıdan farklılıklarını da ortaya koymuştur. Buna göre, doğu bölgesinde sanayi sektöründe uzun dönemde iki yönlü ilişki mevcutken, kısa dönemde enerji tüketiminden sanayi üretimine doğru tek yönlü nedensel ilişki bulunmaktadır. Sanayi sektöründe enerji tüketimi kısa dönemde sanayi çıktısına katkı sağlar. Ama uzun dönemde nötr etkisi vardır. Merkez bölgede, hizmetler sektöründe enerji tüketimi yalnızca kısa dönemde üretimi artırır, uzun dönemde ise etkisi zayıftır. Merkezde hizmet sektöründe enerji tüketimi, enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara duyarlıdır. Batı bölgesinde taşıma sektöründe GSYİH'dan enerji tüketimine tek yönlü ilişki vardır. Bu durum taşımacılık sektöründe iki yönlü ilişkinin olduğu doğu bölgesine göre farklılık arz eder. Taşımacılık sektöründe enerji fiyatlarının enerji tüketimi üzerindeki etkisi güçlüdür. Enerji tüketiminin enerji fiyatlarına elastikiyeti uzun dönemde tamdır. Son olarak batı Çin bölgesi sanayi sektörünün sonuçlarının ülkenin geneline oldukça benzer olduğu tespit edilmiştir. Zira enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

#### **3.4. İlişkinin Farklı Ekonometrik Yöntemlerle Tahmini**

Yatay kesit analizi kullanarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışma sonuçları, enerji tüketiminin ekonomik büyümeye yol açtığını göstermektedir. Zaman serileri veya panel veri yöntemi kullanılan çalışmalarda böyle kesin nitelikte bir uzlaşıya varmak mümkün olmamıştır.

Zaman serileri yöntemiyle yapılan analiz sonuçları incelendiğinde ilgili bölümün sonunda verilen Tablo 17'den görüleceği gibi enerji tüketiminin büyümeye yol açıp açmadığı veya ilişkinin yönü konusu yapılan ilk çalışmalardan günümüze kadar uzlaşma sağlanamamıştır. Yapılan ilk ekonometrik çalışmalar olarak bilinen Kraft ve Kraft (1978) ile Akarca ve Long (1980) hemen hemen aynı dönem ABD ekonomisini ele almış ve aynı yöntemi kullanmış olmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşmışlardır. İlişkinin incelenmesinde ister gelişmişlik seviyeleri dikkate alınsın ister diğer sınıflandırmalar (dönem, yöntem, veri seti gibi) dikkate alınsın yine de konu hakkında kesin bir yargıya varmak oldukça zordur.

Panel veri yöntemini kullanarak yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında Tablo 18'den de görüleceği üzere genel bir uzlaşımın olmadığı söylenebilir. Nitekim gelişmekte olan ülkeleri kapsayan aşağıda da ayrıca özetlenen Lee (2005) tarafından yapılan çalışmada enerji tüketiminden RGSYİH'ya doğru pozitif bir ilişki tespit edilmişken, bir başka çalışmada da Lee ve Chang (2007) RGSYİH'dan enerji tüketimine doğru bir ilişki tespit etmiştir. Gelişmekte olan ülkeleri kapsayan diğer sınıflandırmalarda da ilişkinin yönü konusunda tam bir uzlaşımın sağlandığını söylemek mümkün gözükmemektedir. Lee ve Chang (2007) gelişmiş ülkelerde de enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiş ve iki yönlü bir ilişki tespit etmiştir. Fakat gelişmiş ülkeleri kapsayan bir başka çalışmada Narayan ve Smyth (2008) enerji tüketiminden RGSYİH'ya doğru pozitif bir ilişki tespit etmiştir. Benzer şekilde ele alınan ülkeler grubu, yöntem ve dönem açısından da bakıldığında konu tartışmalıdır. O nedenle kesin bir kanaate varmak zordur.

#### **3.4.1. Yatay Kesit Yöntemiyle İlişkinin Tahmini**

Ağır ve Kar (2010), Türkiye'de 81 ile ait elektrik tüketimi ile ekonomik gelişmişlik düzeyi arasındaki ilişkiyi Yatay Kesit Analizi ekonometrik yöntemini kullanarak incelemiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler, kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla, kişi başına elektrik tüketim miktarı, eğitim sektörü gelişmişlik indeksi, imalat sanayi işyeri sayısı, imalat sanayi yıllık çalışanlar ortalama sayısı, kişi başına imalat sanayi katma değeri ve kişi başına imalat sanayi elektrik tüketimidir. Çalışmanın sonucuna göre elektrik tüketimi geliri pozitif olarak etkilemektedir. Kontrol değişkeni olarak kullanılan beşeri sermaye, işyeri sayısı ve ortalama çalışan sayısı gibi değişkenlerin eklenmesi durumunda bile sonuç değişmemektedir. Öte yandan İmalat sanayi elektrik tüketimi, imalat sanayi katma değerini belirlemede olduğu sonucuna varılmıştır.

Korkmaz ve Yılğör (2011), enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1980-2004 dönemine ait 26 ülkenin yıllık verilerini kullanarak araştırmıştır. Yatay Kesit Genişletilmiş Dikey Fuller Testi (CADF), Yatay Kesit Peseran Shin Testi (CIPS) ve Pedroni Eş bütünleşme testleri çalışmada kullanılmıştır. Yapılan test sonuçlarına göre 26 ülkenin 22'sinde iktisadi büyüme için bir politika belirlenebileceği, yine 26 ülkenin 13'ünde enerji tüketimi alanında bir politika belirlenebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca 26 ülke için oluşturulacak enerji politikalarının, enerjinin üretim sürecinde kullanılan bir girdi

olmasından ve enerjinin kullanılmasının çıktının verimliliğini etkilemesinden dolayı iktisadi büyümeyi de etkileyeceği sonucuna varılmıştır.

### **3.4.2. Zaman Serileri Yöntemiyle İlişkinin Tahmini**

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisini ekonometrik yöntemlerle inceleyen öncü çalışmalar olarak Kraft ve Kraft (1978) ile Akarca ve Long (1980) çalışmaları sayılabilir. Bu çalışmaların her ikisi de ABD ekonomisini ve hemen hemen aynı dönemleri kapsamakla birlikte farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Kraft ve Kraft (1978) çalışmalarında 1947-1974 dönemine ait GSMH ve enerji tüketimi değişkenleri ile Sims Nedensellik Analizi yapmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre GSMH'dan elektrik tüketimine doğru bir nedensellik bulunmuştur. Öte yandan 1947-1972 dönemini ve aynı yöntem ve değişkenleri kullanan Akarca ve Long (1980) ise söz konusu değişkenler arasında nedensel bir ilişki bulamamıştır

Erol ve Yu (1987), Almanya, İtalya, Kanada, Fransa, İngiltere ve Japonya'dan oluşan gelişmiş ekonomileri içeren çalışmada enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir. 1952-1982 dönemine ait GSMH ve enerji tüketim verilerinin kullanıldığı çalışmada Sims Nedensellik Analizi ile Standart Granger Nedensellik analizleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, Almanya ve İtalya için GSMH'dan enerji tüketimine doğru nedensel ilişki bulunmuşken Kanada ekonomisi için ise enerji tüketiminden GSMH'ya doğru nedensel ilişki bulunmuştur. Öte yandan Japonya için iki yönlü ilişki mevcutken, Fransa ve İngiltere için nedensel ilişki bulunamamıştır.

Stern (1993) ABD ekonomisi için 1947-1990 dönemi GSYİH ile toplam ve nihai enerji kullanımı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Standart Granger Nedensellik yönteminin kullanıldığı çalışmada nihai enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca Stern (2000), Amerikan ekonomisi için yapmış olduğu ve 1948-1994 dönemini kapsayan çalışmasında GSYİH ile enerji, sermaye ve emek girdileri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Enerji için, kömür, doğal gaz, petrol, elektrik ve biyo-yakıtın nihai kullanım değerleri dikkate alınmıştır. Yıllık verilerin kullanılmış olduğu çalışmada önce DF, PP, KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin) ile Schmidt ve Phillips durağanlık testleri yapılmış daha sonra hem tek eşitliği içeren statik eşbütünleşme hem de çok eşitliği içeren dinamik eşbütünleşme analizi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre enerji GSYİH'yı

açıklamada önemli bir değişkendir. GSYİH, sermaye, emek ve enerjiyi içeren ilişkide eşbütünleşme vardır. Bu çok değişkenli analiz, enerjinin ya tek yönlü olarak ya da karşılıklı nedensellik ilişkisine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Enerji, ekonomik büyümede kısıtlayıcı bir faktördür. Ayrıca enerjide meydana gelecek muhtemel şoklar üretimi azaltır.

Ghali ve El-Sakka'nın (2004) yapmış olduğu, emek, sermaye ve enerji değişkenlerinin ayrı girdi olarak düşünüldüğü tek sektörlü neoklasik toplam üretim teknolojisini kullandığı çalışmada, 1961-1997 döneminde Kanada'da büyüme ve enerji arasındaki nedenselliğin yönünü ve mevcudiyetini test edilmiştir. VECM modeli kullanılarak değişkenler arasında kısa dönemli ilişkiler araştırılmıştır. Buna göre değişkenler arasında kısa dönemde iki yönlü Granger nedensellik bulunmuştur. Ayrıca varyans ayrıştırma kullanılarak yazarlar bir enerji şokunun büyüme üzerinde yüzde 15 değişikliğe sebep olacağını bulmuşlardır. Çalışmaya göre enerjinin büyümeye etkisi olmadığını ifade eden neoklasik varsayım önemli ölçüde reddedilmiştir. Bu ampirik bulgulardan çıkarılan politik sonuç, Kanada'da enerjinin ekonomik büyümeyi sınırlayıcı bir faktör olduğu ve bu yüzden enerji arzında meydana gelecek bir şokun büyümeyi negatif etkileyeceğidir.

Yoo (2005) çalışmasında elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Kore Cumhuriyeti için 1970-2002 dönemi yıllık verileri kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada PP Durağanlık Testi, Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik Analizi, ECM kullanılmıştır. Elektrik tüketimi ve RGSYİH değişkenleri arasındaki ilişkiyle ilgili olarak kısa dönemde elektrik tüketiminden RGSYİH'ya doğru tek yönlü bir nedensellik mevcutken, uzun dönemde değişkenler arasında iki yönlü bir nedensellik mevcuttur. Buna göre elektrik tüketimindeki bir artış ekonomik büyümeyi doğrudan etkiler. Ayrıca uzun dönemde ekonomik büyüme elektrik tüketimini uyarır.

Yoo (2006), Endonezya, Malezya, Singapur ve Tayland'dan oluşan dört Güney Doğu Asya Ülkeleri Birliği (ASEAN) ülkelerini kapsayan bir diğer çalışmada da elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi incelemiştir. 1971-2002 dönemine ait kişi başına elektrik tüketimi ve RGSYİH verilerinin kullanıldığı çalışmada PP Durağanlık Testi, Johansen Eşbütünleşme, Standart Granger Nedensellik Analizi ve Hsiao'nun Granger Nedensellik Analizi analizleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre

Tayland ve Endonezya’da RGSYİH’den elektrik tüketimine doğru tek yönlü ilişki bulunmuşken, Malezya ve Singapur için ise iki yönlü bir nedensel ilişki bulunmuştur. Bir diğer ifadeyle Endonezya ve Tayland’da elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde bir etkisi olmamasına rağmen, Malezya ve Singapur’da elektrik tüketimi ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkiler. Bununla birlikte bütün ülkelerde ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasındaki önemli nedensel ilişki mevcuttur. Dört ülkede de ekonomik büyüme elektrik tüketimini daha fazla uyarır. Çünkü hanehalkının kullanılabilir geliri arttıkça, elektrik tüketimleri de artar. Bunun yanında ekonomik büyüme, sanayi ve ticaret sektörlerinde temel girdi olarak kullanılan elektrik tüketimini artırır.

Wolde-Rufael (2006) elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 17 Afrika ülkesi için analiz etmiştir. Bu ülkeler, Kamerun, Gana, Nijerya, Senegal, Zambiya, Zimbabve, Benin, Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Tunus, Mısır, Fas, Gabon, Kenya, Kongo Cumhuriyeti, Sudan, Cezayir ve Güney Afrika’dan oluşmaktadır. 1971-2002 dönemi kişi başına elektrik tüketimi ve kişi başına RGSYİH değişkenlerinin ele alındığı çalışmada Pesaran Sınır Testi, Kısıtlanmamış Hata Düzeltme Modeli (UECM), Değiştirilmiş Wald Testi, VAR Modeli ve Toda-Yamamoto Testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, Kamerun, Gana, Nijerya, Senegal, Zambiya ve Zimbabve için RGSYİH’den elektrik tüketimine doğru tek yönlü pozitif nedensellik; Benin ve Kongo Demokratik Cumhuriyeti için elektrik tüketiminden RGSYİH’ya doğru tek yönlü pozitif nedensellik; Tunus için elektrik tüketiminden RGSYİH’ya doğru tek yönlü negatif nedensellik; Mısır ve Fas için iki yönlü pozitif nedensellik; Gabon için RGSYİH’den elektrik tüketimine pozitif ve elektrik tüketiminden RGSYİH’ya tek yönlü negatif nedensellik bulunmuştur. Kenya, Kongo Cumhuriyeti, Sudan, Cezayir ve Güney Afrika için nedensellik bulunamamıştır.

Zou ve Chau (2006), Çin’de petrol tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi kısa ve uzun dönem için incelemiştir. Çalışmada ele alınan dönem, 1953-2002 dönemidir. Ayrıca söz konusu dönem, 1953-1984 ve 1985-2002 olmak üzere iki alt döneme daha ayrılmıştır. Bu şekilde ayrıma gidilmesinin nedeni Çin ekonomisinin 1985 yılından sonra dışa açılımla ilgilidir. Çalışmada kullanılan yöntemler, ADF birim kök testi, Johansen eşbütünlük testi, Granger nedensellik ve hata düzeltme modelinde kısa ve uzun dönem Granger nedensellik testleridir. Kullanılan değişkenler ise RGSYİH ve petrol

tüketimidir. Çalışmanın sonuçlarına göre GSYİH, petrol tüketimine uzun dönemde neden olurken kısa dönemde olmaz. Kömür Çin'in toplam enerjisinin çoğunluğunu oluşturur. Böylece ekonomik büyümeden kaynaklanan enerji talebi büyük miktarda kömür kullanımıyla karşılanabilir. Öte yandan ampirik sonuçlar petrol tüketiminin ekonomik büyümeye neden olduğunu ortaya koyar ve ekonomik büyüme, hem uzun hem de kısa dönemde petrol kullanımına oldukça elastiktir. Böylece petrol tüketimi ekonomi üzerinde büyük etkilere sahiptir. Petrol tüketiminde bir artış genellikle ekonomide oldukça yüksek büyümeye neden olur. Böyle bir sonucun nedeni, sanayi sektöründe aşırı petrol kullanımının ekonomiyi etkilemesi olabilir.

Squalli (2007) Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) üyesi ülkeler için elektrik tüketimi ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1980-2003 dönemi için incelemiştir. Kişi başına elektrik tüketimi ve RGSYİH değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada ARDL sınır testi, UECM, Değiştirilmiş Wald Testi ve VAR Modelinden oluşan ekonometrik yöntemlere başvurulmuştur. Çalışmanın sonucunda, Endonezya, İran, Nijerya, Katar ve Venezuela için elektrik tüketiminden RGSYİH'ya doğru pozitif tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuşken, Suudi Arabistan ve Birleşik Arap Emirlikleri için elektrik tüketiminden RGSYİH'ya doğru tek yönlü fakat negatif nedensel ilişki bulunmuş ayrıca uzun dönemde söz konusu değişkenler arasında iki yönlü nedensel ilişki bulunmuştur. Öte yandan İran, Kuveyt, Katar, Suudi Arabistan için RGSYİH'dan elektrik tüketimine doğru pozitif tek yönlü nedensel ilişki bulunmuş Cezayir, Irak ve Libya için ise aynı yönde fakat negatif ilişki bulunmuştur. Cezayir, Irak, Libya ve Kuveyt için nedensel ilişkinin varlığı tespit edilememiştir.

Yuan ve diğerleri (2007), Çin ekonomisinde 1978-2004 dönemi için RGSYİH ve elektrik tüketimi değişkenlerini kullanarak elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. ADF ve PP Birim Kök Testleri, Johansen Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi, ECM, Varyans Ayırıştırması, Hodrick-Prescott Filtre Yönteminden yararlanarak yapmış olduğu çalışmada elektrik tüketiminden RGSYİH'ya doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

Yuan ve diğerleri (2008), emek, sermaye ve enerji değişkenlerini ve neoklasik toplam üretim modelini kullanarak, Çin'de büyüme ve enerji tüketimi arasındaki nedenselliğin yönünü ve mevcudiyetini araştırmıştır. 1963-2005 dönemini kapsayan



çalışmada emek ve geliri göstermek amacıyla sırasıyla toplam istihdam ve RGSYİH değişkenleri kullanılmıştır. Çin'in en önemli birincil enerji kaynakları kömür ve petrol iken en önemli ikincil enerji kaynağı da elektriktir. Enerji tüketimi hem toplam enerji tüketimi hem de kömür, petrol ve elektrik tüketiminden oluşmak üzere ayrı ayrı analiz edilmiştir. VECM kullanılarak değişkenler arasında kısa dönemli ilişkiler tespit edilmeye çalışılmıştır. Buna göre kısa dönemde elektrik ve petrol tüketiminden GSYİH'ya doğru bir Granger nedensellik söz konusudur. Ama kömür ve toplam enerji için böyle bir ilişki söz konusu değildir. Diğer taraftan kısa dönemde GSYİH'dan kömür, petrol ve toplam enerji tüketimine doğru bir Granger nedensellik varken, elektrik tüketimine doğru böyle bir nedensellik ilişkisi yoktur.

Akinlo (2008), on bir Sahra-altı Afrika ülkesini kapsayan ve 1980-2003 dönemine ait toplam enerji tüketimi, RGSYİH, tüketici fiyatları endeksi ve kamu harcamaları verilerini içeren çalışmada enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. ARDL sınır testi, VECM Dayanan Granger Nedensellik Testi yöntemlerinin uygulandığı çalışmada şu sonuçlara varılmıştır. Gambia, Gana ve Senegal'de enerji tüketimi ve RGSYİH arasında iki yönlü nedensellik ve Sudan, Kongo ve Zimbabwe'de RGSYİH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Kamerun ve Fildişi Sahili Cumhuriyeti için nötr ilişki gözlemlenmiş, Nijerya, Kenya ve Togo için nedensellik gözlemlenmemiştir.

Chiou-Wei ve diğerleri (2008) ABD, Tayvan, Güney Kore, Singapur, Hong Kong, Endonezya, Malezya, Filipinler ve Tayland'ı içeren çalışmada ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1954-2006 dönemi toplam enerji tüketimi ve RGSYİH değişkenlerini kullanarak araştırmıştır. ADF Yapısal Kırımlı ZA (Zivot ve Andrews) Birimkök Testleri, Johansen ve Johansen-Juselius Eşbütünleşme Testleri, Granger Nedensellik Testi, VAR; Doğrusal Olmamayı Ölçen BDS (Brock Dechert Scheinkman) Testi, Doğrusal Olmayan Granger Nedensellik Testi (BDS) testlerinin kullanıldığı çalışmada şu sonuçlara varılmıştır: ABD, Güney Kore ve Tayland için hem doğrusal hem de doğrusal olmayan nötr ilişki bulunmuş olmasına rağmen Filipinler ve Singapur için RGSYİH'dan enerji tüketimine doğrusal olmayan nedensellik gözlemlenmiştir. Ayrıca Tayvan ve Hong Kong için enerji tüketiminden RGSYİH'ya doğru tek yönlü, Malezya ve Endonezya için ise iki yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Çalışmada ele alınan ülkelerden

Tayvan, Hong Kong, Singapur, Filipinler ve Endonezya için bulunan değerler doğrusal değildir.

Jinke ve diğerleri (2008) ABD, Japonya, Almanya ve Güney Kore gibi önemli OECD üyesi ülkeleri ve Çin, Rusya, Hindistan ve Güney Afrika gibi OECD üyesi olmayan önemli ülkeleri kapsayan çalışmada 1980-2005 dönemi verileri kullanarak RGSYİH ve kömür tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemler, ADF Birim Kök Testi; Engle-Granger Eşbütünleşme Testi; Engle-Granger VEC Modeli Nedensellik testleridir. Çalışmanın sonucuna göre Japonya ve Çin ekonomisi için RGSYİH'dan kömür tüketimine doğru tek yönlü nedensellik mevcutken Hindistan, Güney Kore ve Güney Afrika için nedensellik bulunamamıştır.

Narayan ve Prasad (2008) otuz OECD ülke ekonomisini kapsayan çalışmada elektrik tüketimi ve RGSYİH arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu ülkelerden ABD için 1970-2002, Meksika, Slovakya ve Kore için 1971-2002, Macaristan için 1965-2002 ve diğer OECD ülkeleri için 1960-2002 dönemi sanayi elektrik tüketimi ve RGSYİH verileri kullanılmıştır. ADF Birim Kök Testi ve Bootstrapped Nedensellik Testinin kullanıldığı çalışmada Avustralya, İzlanda, İtalya, Slovakya, Çek Cumhuriyeti, Kore, Portekiz, ve İngiltere için elektrik tüketiminden RGSYİH'ya doğru tek yönlü nedensel ilişki bulunmuştur. Ayrıca İngiltere, Kore, Finlandiya, Macaristan, İzlanda ve Hollanda için RGSYİH'dan elektrik tüketimine tek yönlü nedenselliğin bulunduğu çalışmada diğer OECD Ülkeleri için nedensellik tespit edilememiştir.

Akinlo (2009) Nijerya ekonomisi için 1980-2006 dönemi RGSYİH ve elektrik tüketimi arasındaki ilişkiyi ADF ve PP Birimkök Testleri, Johansen Eşbütünleşme Testi, Hodrick–Prescott (HP) Filtre Yöntemi, ECM'e Dayanan Granger Nedensellik Testi, Varyans Ayrıştırması testleri ile incelemiş ve elektrik tüketiminden RGSYİH'ya doğru tek yönlü bir nedensellik bulmuştur. Buna göre Nijerya ekonomisinin büyük ölçüde enerjiye bağımlı olduğu ileri sürülmüştür. Böylece enerji fiyatlarının artması veya enerji tasarrufu gibi negatif enerji şokları GSYİH'yı ters olarak etkiler.

Odhiambo (2009) Tanzanya ekonomisini kapsayan çalışmasında 1971-2006 dönemi kişi başına toplam enerji tüketimi, kişi başına elektrik tüketimi ve kişi başına RGSYİH değişkenlerini kullanarak enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisini analiz

etmiştir. PP ve NP Birimkök Testleri, ARDL sınır testi ve Granger Nedensellik Testinin kullanıldığı çalışmada hem kısa hem de uzun dönemde toplam enerji tüketiminden RGSYİH'ya tek yönlü ilişki bulunmuştur. Bunun yanı sıra kısa dönemde elektrik tüketiminden RGSYİH'ya doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Bu sonuçlara göre elektrik tüketimi ekonomik büyümeyi doğru yönlü etkiler.

Wolde-Rufael (2010) Hindistan ekonomisinde nükleer enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1969-2006 dönemin için test etmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler kişi başına RGSYİH, nükleer enerji tüketimi, gayri safi sabit sermaye birikimi ve istihdamdır. Kullanılan ekonometrik yöntemler ADF, KPSS, PP Birim Kök Testleri; ARDL sınır testi; UECM ve Varyans Ayrıştırma Analizidir. Elde edilen bulgular sonucunda enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru pozitif tek yönlü nedensellik ilişkisi gözlemlenmiştir.

Tablo 17: Zaman Serisi Kullanan Çalışmalar

ÇALIŞMA	ÜLKE	DÖNEM	YÖNTEM	DEĞİŞKENLER	SONUÇ
Kraft ve Kraft (1978)	ABD	1947-1974	Sims Nedensellik Analizi	GSMH, Enerji Tüketimi	$Y \rightarrow E$
Akarca ve Long (1980)	ABD	1947-1972	Sims Nedensellik Analizi	GSMH, Enerji Tüketimi	$E \leftrightarrow Y$
Erol ve Yu (1987)	Almanya, İtalya, Kanada, Fransa, İngiltere, Japonya	1952-1982	Sims Nedensellik Analizi ve Standart Granger Nedensellik	GSMH, Enerji Tüketimi	$Y \rightarrow E$ , Almanya ve İtalya; $E \rightarrow Y$ Kanada; $E \leftrightarrow Y$ Fransa ve İngiltere; $E \leftrightarrow Y$ Japonya;
Stern (1993)	ABD	1947-1990	Standart Granger Nedensellik	GSYİH, Toplam ve Nihai Enerji Kullanımı	Nihai $E \rightarrow Y$
Stern (2000)	ABD	1948-1994	Tek Eşitliği İçeren Statik Eşbütünleşme ve Çok Eşitliği İçeren Dinamik Eşbütünleşme	GSYİH, Kısmi ve Tam Zamanlı İstihdam, Özel ve Kamu Net Sermaye Stoku Toplamı, Kömür, Doğal Gaz, Petrol, Elektrik, Biyo-Yakıtın Nihai Tüketimi	$E \rightarrow Y$
Asafu-Adjaye (2000)	Hindistan, Endonezya Filipinler ve Tayland	1973-1995 1971-1995	ECM	Kişi Başına Ticari Enerji Kullanımı, RGSYİH, Tüketici Fiyatları Endeksi	$E \leftrightarrow Y$ Tayland ve Filipinler'de $E \rightarrow Y$ Hindistan ve Endonezya'da
Soytaş ve Sarı (2003)	G-7 Ülkeleri ve Gelişmekte Olan 10 Ülke	1950-1994 Zaman Aralığında Farklı Ülkeler İçin Farklı Dönemler	ECM ve Varyans Ayrıştırması	Kişi Başına GSYİH, Enerji Tüketimi	$E \leftrightarrow Y$ Arjantin'de; $Y \rightarrow E$ İtalya ve Kore'de; $E \rightarrow Y$ Türkiye, Fransa, Almanya ve Japonya'da; Diğer Ülkelerde Durağan Doğrusal Eşbütünleşme İlişkisi Yok

**Tablo 17'nin Devamı**

Yoo (2005)	Kore Cumhuriyeti	1970-2002	Granger Nedensellik Analizi, ECM	Elektrik Tüketimi, RGSYİH	$E \rightarrow Y$ (Kısa Dönemde) $E \leftrightarrow Y$ (Uzun Dönemde)
Lee (2006)	G-11 Ülkeleri	Farklı Ülkeler İçin Farklı Dönemler	VAR Analizi	Kişi Başına RGSYİH ve Enerji Tüketimi	$E \leftrightarrow Y$ ABD'de; $E \rightarrow Y$ İsviçre, Hollanda, Belçika ve Kanada'da; $Y \rightarrow E$ Fransa, İtalya, Japonya ; $E \leftrightarrow Y$ İngiltere, Almanya ve İsveç
Yoo (2006)	4 ASEAN Ülkesi	1971-2002	Standart Granger Nedensellik Analizi; Hsiao'nun Granger Nedensellik Analizi;	Kişi Başına Elektrik Tüketimi, Kişi Başına RGSYİH	Tayland ve Endonezya İçin $Y \rightarrow E$ ; Malezya ve Singapur İçin $E \leftrightarrow Y$
Wolde-Rufael (2006)	17 Afrika Ülkesi	1971-2002	Pesaran Sınır Testi; Kısıtlanmamış Hata Düzeltme Modeli (UECM); VAR Modeli; Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	Kişi Başına Elektrik Tüketimi, Kişi Başına RGSYİH	$Y \uparrow \rightarrow E \uparrow$ (Pozitif) Kamerun, Gana, Nijerya, Senegal, Zambiya ve Zimbabve İçin; $E \uparrow \rightarrow Y \uparrow$ (Pozitif) Benin ve Kongo Demokratik Cumhuriyeti İçin; $E \uparrow \rightarrow Y \downarrow$ (Negatif) Tunus için ; $E \uparrow \leftrightarrow Y \uparrow$ (Pozitif) Mısır ve Fas İçin; $Y \uparrow \rightarrow E \uparrow$ (Pozitif) ve $E \uparrow \rightarrow Y \downarrow$ (Negatif) Gabon İçin; $E \leftrightarrow Y$ Kenya, Kongo Cumhuriyeti, Sudan, Cezayir ve Güney Afrika İçin
Zou ve Chau (2006)	Çin	1953-2002 1953-1984 1985-2002	Granger Nedensellik ve ECM Dayalı Kısa ve Uzun Dönem Granger Nedensellik Testleri	RGSYİH ve Petrol Tüketimi	$Y \rightarrow E$ (Uzun Dönem) $Y \rightleftharpoons E$ (Kısa Dönem) $E \rightarrow Y$ (Kısa ve Uzun Dönem)
Ewing vd. (2007)	ABD	2001:1-2005:6	Genelleştirilmiş Varyans Ayrıştırma Tekniği, Granger Nedensellik	San. Üretim İndeksi, İstihdam, Top. Enerji Tüketimi, Top. Yenilenebilir Enerji, Kömür, Hidroelektrik, Jeotermal, Güneş Enerjisi ve Rüzgar Enerjisi, Doğal Gaz, Odun, Alkollü Yakıt	$E \rightarrow Y$

Tablo 17'nin Devamı

Squalli (2007)	OPEC Üyesi Ülkeler	1980-2003	Gecikmesi Dağıtılmış Otoregressif Sınır Testi (ARDL Bounds Test); Kısıtlanmamış Hata Düzeltme Modeli (UECM); Değiştirilmiş Wald Testi; VAR Modeli	Kişi Başına Elektrik Tüketimi, Kişi Başına RGSYİH	$E \uparrow \rightarrow Y \uparrow$ (Pozitif) Endonezya, İran, Nijerya, Katar ve Venezuela İçin ; $Y \uparrow \rightarrow E \uparrow$ (Pozitif) İran, Kuveyt, Katar, Suudi Arabistan İçin ; $E \uparrow \rightarrow Y \downarrow$ (Negatif) ve Uzun Dönemde $E \leftrightarrow Y$ Suudi Arabistan ve Birleşik Arap Emirlikleri; $Y \uparrow \rightarrow E \downarrow$ (Negatif) Cezayir, Irak, Libya; $E \leftrightarrow Y$ Cezayir, Irak, Libya ve Kuveyt İçin
Zachariadis (2007)	G-7 Ülkeleri	1960-2004	ARDL, VECM, Toda Yamamoto Yaklaşımı Granger Nedensellik Testleri	Toplam Birincil Enerji Tük. Toplam Nihai Enerji Tük. Konut, Sanayi, Hizmetler ve Ulaşım Sektörleri Nihai Enerji Tük. RGSYİH, Sanayi ve Hizmetler Sektörü Reel Katma Değeri ve Hanehalkının Nihai Tük. Har.	Nedenselliğin Yönü ve Mevcudiyeti Hakkında Hiçbir Ülkenin Sonuçları Açık Değil
Sarı ve Soytaş (2007)	6 Gelişmekte Olan Ülke	1971-2002	Varyans Ayrıştırma ve Etki Tepki Fonksiyonları	Enerji Tüketimi Artış Oranı, RGSYİH, Sermaye Stoku Büyüme Oranı ve Toplam İşgücü	$E \rightarrow Y$
Yuan Vd. (2007)	Çin	1978-2004	Granger Nedensellik Testi, ECM, Varyans Ayrıştırması, Hodrick-Prescott (HP) Filtre Yöntemi	RGSYİH (Y), Elektrik Tüketimi	$E \rightarrow Y$
Narayan vd.(2008)	G-7 Ülkeleri	1970-2002 1960-2002	Yapısal VAR ve Etki Tepki Fonksiyonları	Elektrik Tüketimi ve RGSYİH	$E \uparrow \rightarrow Y \uparrow$ (Kısa Dönemde ve Pozitif; ABD Hariç) $Y \uparrow \rightarrow E \uparrow$ (İtalya Hariç Diğer Ülkeler)
Akinlo (2008)	11 Sahra-Altı Afrika Ülkesi	1980-2003	Gecikmesi Dağıtılmış Otoregressif Sınır Testi (ARDL Bounds Test), VECM'e Dayanan Granger N.	Toplam Enerji Tüketimi (E), RGSYİH (Y), Tüketici Fiyatları Endeksi (P), Kamu Harcamaları (G)	$E \leftrightarrow Y$ Gambia, Gana ve Senegal; $Y \rightarrow E$ Sudan ve Zimbabve; $E \leftrightarrow Y$ Kamerun ve Cote D'ivoire; $E \leftrightarrow Y$ Nijerya, Kenya ve Togo; $Y \rightarrow E$ Kongo;

**Tablo 17'nin Devamı**

Wei Vd. (2008)	ABD, Tayvan, Güney Kore Singapur, HongKongEndonezya Malezya, Filipinler ve Tayland	1954-2006	Granger Nedensellik Testi, VAR; Doğrusal Olmamayı Ölçen BDS Testi, Doğrusal Olmayan Granger Nedensellik Testi	Toplam Enerji Tüketimi (E), RGSYİH (Y),	E ↔ Y ABD, Güney Kore ve Tayland; Y → E (Doğrusal Olmayan) Filipinler ve Singapur; E → Y Tayvan ve Hong Kong; E ↔ Y Malezya ve Endonezya;
Sarı vd. (2008)	ABD	2001:1-2005:6	ECM, ARDL Sınır Testi Yaklaşımı,	Sanayi Üretimi, İstihdam, Kömür, Fosil Yakıtlar, Hidroelektrik Gücü, Güneş Enerjisi, Rüzgar Enerjisi, Doğal Gaz, Odun ve Atık Madde Tüketimi	Y → E ( Fosil Yakıt, Hidroelektrik Gücü, Rüzgar Enerjisi, Atık ve Güneş Enerjisi İçin - Uzun Dönemde) Y ↔ E (Doğal Gaz ve Odun Enerjisi İçin – Uzun Dönemde)
Jinke vd. (2008)	Önemli OECD Ülkeleri ve OECD Üyesi Olmayan Ülkeler	1980-2005	Engle-Granger Nedensellik, VECM Nedensellik Testi	RGSYİH, Kömür Tüketimi	Y → E Japonya ve Çin; E ↔ Y Hindistan, Güney Kore ve Güney Afrika;
Narayan ve Prasad (2008)	30 OECD Ülkesi	Farklı Ülkeler İçin Farklı Dönemler	Bootstrapped Nedensellik Testi;	Sanayi Elektrik Tüketimi ve RGSYİH	E → Y Avustralya, İzlanda, İtalya, Slovakya, Çek Cumhuriyeti, Kore, Portekiz, ve İngiltere İçin; Y → E İngiltere, Kore, Finlandiya, Macaristan, İzlanda ve Hollanda İçin; E ↔ Y Diğer OECD Ülkeleri İçin
Yuan vd. (2008)	Çin	1963-2005	VECM ve Etki Tepki Analizi	Toplam İstihdam, RGSYİH, Sanayi İşletmelerinin Duran Varlıklarının Net Değeri, Toplam Enerji Tüketim, Kömür, Petrol ve Elektrik Tüketimi	E → Y (Elektrik ve Petrol İçin– Kısa Dönem) E ↔ Y (Kömür ve Toplam Enerji İçin -Kısa Dönem) Y → E (Kömür, Petrol ve Toplam Enerji İçin – Kısa Dönem) Y ↔ E (Elektrik Tüketimi İçin -Kısa Dönem)
Akinlo (2009)	Nijerya	1980-2006	HP Filtre Yön. ECM'e Dayanan Granger Ned.ve Varyans Ay.	RGSYİH (Y), Elektrik Tüketimi	E → Y

**Tablo 17'nin Devamı**

Odhiambo (2009)	Tanzanya	1971-2006	ARDL Sınır Testi, Granger Nedensellik Testi	Kişi Başına Toplam Enerji Tüketimi, Kişi Başına Elektrik Tüketimi, Kişi Başına RGSYİH	E→Y Kısa ve Uzun Dönemde (Toplam Enerji Tüketimi); E→Y Kısa Dönemde (Elektrik Tüketimi);
Ziramba (2009)	Güney Afrika	1980-2005	ARDL Yaklaşımı, Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	Kömür, Petrol ve Elektrik Tüketimleri İle İmalat Sanayi Üretimi ve İstihdam	E ↔ Y (Petrol İçin) E ↔ Y (Petrol Hariç Diğerleri)
Bowden ve Payne (2009)	ABD	1949-2006	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	Toplam, Ticari, Sanayi, Konut, Ulaştırma Sektörleri Birincil Enerji Tüketimi, GSYİH, Gayri Safi Sabit Sermaye Birikimi ve Top. Sivil İstihdamdır	E ↔ Y (Toplam ve Ulaştırma Sektörü Birincil Enerji Tüketimi) E ↔ Y (Konut ve Sanayi Sektörü Birincil Enerji Tüketimi)
Bowden ve Payne (2010)	ABD	1949-2006	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	Ticari, Sınai ve Hane Halkı Sektörlerinin Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Tük., GSYİH, Gayri Safi Sabit Ser. Birikimi ve Top. Sivil İstihdam	E ↔ Y ( Ticari ve Sanayi Yenilenebilir Enerji Tüketimi İçin) E ↔ Y (Ticari ve Hane Halkı Yenilenemeyen Enerji Tüketimi) E→Y (Hane Halkı Yenilenebilir Enerji Tük. ve San. Yenilenemeyen Enerji Tük.)
Cheng-Lang vd. (2010)	Tayvan	1982-2008	Jones Testi (Doğrusal Olmayan Granger Nedensellik Testidir)	Toplam, Sanayi ve Konut Elektrik Tüketimi İle RGSYİH	E ↔ Y (Toplam Elektrik Tüketimi ve Sanayi Elektrik Tüketimi-Doğrusal Nedensellik) E ↔ Y (Toplam Elektrik Tüketimi- Doğrusal Olmayan Nedensellik) E ↔ Y (Konut Elektrik Tüketimi-Doğrusal Nedensellik) Y→E (Konut Elektrik Tüketimi- Doğrusal Olmayan Nedensellik)
Wolde-Rufael ve Menyah (2010)	Gelişmiş 9 Ülke	1971-2005	VAR Analizi	Nükleer Enerji Tüketimi, Gayri Safi Sabit Sermaye Birikimi, İşgücü ve RGSYİH	E↑→Y↑ İspanya, İngiltere ve ABD'de; Y↑→ E↓(Negatif) İsveç'te; Y↑→E↑ (Pozitif) Kanada'da; E↑→ Y↓ Fransa, Japonya, Hollanda ve İsviçre'de;



**Tablo 17'nin Devamı**

Wolde-Rufael (2010)	Hindistan	1969-2006	ARDL Sınır Testi, Sınırlanmamış Hata Düzeltme Modeli (UECM), Varyans Ayrıştırma Analizi	Kişi Başına RGSYİH, Nükleer Enerji Tüketimi, Gayri Safi Sabit Sermaye Birikimi, İstihdam	$E \uparrow \rightarrow Y \uparrow$ (Pozitif)
Lee ve Chien (2010)	G-7 Ülkeleri	1960-2001	VAR Analizi	RGSYİH, Toplam Enerji Tüketimi, Net Sermaye Stoku	$E \rightarrow Y$ Kanada, İtalya ve İngiltere'de; $Y \rightarrow E$ Fransa ve Japonya'da; $E \leftrightarrow Y$ Almanya ve ABD'de;
Chandran vd. (2010)	Malezya	1971-2003	ARDL Eşbütünlük, Granger Nedensellik, VECM	Elektrik Tüketimi, Reel GSYİH ve Tüketici Fiyatları Endeksi (Enerji Fiyatları Yerine vekil Olarak)	$E \uparrow \rightarrow Y \uparrow$ (Pozitif)
Jamil ve Ahmad (2010)	Pakistan	1960-2008	VECM	Toplam ve Sektörel Seviyede Nihai Elektrik Tüketimi, Ortalama Reel Elektrik Fiyatları, Toplam RGSYİH, Ticaret, İmalat Sanayi ve Tarım GSYİH'ı	$Y \rightarrow E$ (Toplam Seviyede, Ticaret ve Konut Sektörlerinde) $Y \leftrightarrow$ Elektrik Fiyatları (İmalat Sanayiinde)
Chen vd. (2011)	Çin	1980-2007	Granger Nedensellik ve Etki Tepki Fonksiyonları ve Varyans Ayrıştırması	Tarım, Ormancılık, Hayvancılık, Balıkçılık ve Su Koruma Endüstrisinde Enerji Tüketimi ve Brüt Çıktı Değerleri	$Y \rightarrow E$
Zhixin ve Xin (2011)	Çin'in Shandong İli	1980-2008	Sıradan EKK, Eşbütünlük ve Granger Nedensellik Testi, Genelleştirilmiş EKK	GSYİH, Enerji Tüketimi, Sabit Varlık Yatırımları ve İstihdam	$E \rightarrow Y$
Qi vd. (2011)	Çin'in Shandong İli	1980-2008	Sıradan EKK	Toplam Enerji Tüketimi, GSYİH ve Atık Miktarı	$E \rightarrow Y$
Gross (2012)	ABD	1970-2007	VECM, ARDL Sınır Testi,	Sektörel Katma Değer, Nihai Enerji Tük. İthalat Sızma Oranı ve Reel Sabit Sermaye Stoku	$E \leftrightarrow Y$ (Kısa Dönemde) $E \leftrightarrow Y$ (Uzun Dön. Taşımacılık Sektöründe) $Y \rightarrow E$ (Uzun Dönemde, Ticaret Sektöründe)

**Tablo 17'nin Devamı**

Tuğcu vd. (2012)	G-7 ülkeleri	1980-2009	ARDL Eşbütünleşme, Granger Nedensellik,	RGSYİH, Reel Gayri Safi Sabit Sermaye Birikimi, İşgücü, Kamu ve Özel Yükseköğretim Kurumlarında Kayıtlı Tam ve Yarı Zamanlı Toplam Öğrenci Sayısı, Avrupa Patent Ofisine Yapılan Patent Başvurularının Toplam Sayısı, Patent İşbirliği Anlaşması Altında Yapılan Patent Başvuruları, Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Tüketimi Değişkenleri	E ↔ Y (Klasik Üretim Fonksiyonu, Yenilenemeyen Enerji Değişkeni kullanıldığında Tüm G-7 ülkelerinde); E ↔ Y (Klasik Üretim Fonksiyonu, Yenilenebilir Enerji Değişkeni Kullanıldığında Kanada, Fransa ve Japonya'da nedensellik yok diğerlerinde var); E ↔ Y (Genişletilmiş Üretim Fonksiyonu ve Yenilenemeyen Enerji Tüketimi Değişkeni kullanıldığında Japonya Hariç Tüm Ülkelerde); E ↔ Y (Genişletilmiş Üretim Fonksiyonu ve Yenilenebilir Enerji Tüketimi Değişkeni Kullanıldığında Fransa, İtalya, Kanada ve ABD'de nedensellik yok, İngiltere ve Japonya'da iki yönlü nedensellik var, Almanya'da E→Y);
Tang ve Shahbaz (2013)	Pakistan	1972-2010	Toda And Yamamoto ve Dolado ve Lütkepohl TYDL Granger Nedensellik Testi	Sektörel Seviyenin Yanı Sıra Toplam Seviyede (Ekonomi Geneli, Tüm Sektörler) Kişi Başına Reel GSYİH, Kişi Başına Reel Gayri Safi Sermaye Birikimi, İşgücüne Katılım Oranı, KB Elektrik Tüketimi	E→Y (Hizmetler Sektöründe) E ↔ Y (İmalat Sanayinde) E ↔ Y (Tarımda)
Uzun vd. (2013)	Türkiye	1980-2010	VECM	Toplam Elektrik Tüketimi, Toplam Sabit Sermaye Yatırımları, Doğal Gazla Bağlı Elektrik Tüketiminin Toplam Elektrik Tüketimi İçindeki Payı ve Toplam RGSYİH	Y→E

### 3.4.3. Panel Yöntemiyle İlişkinin Tahmini

Lee (2005) yapmış olduğu çalışmada 18 gelişmekte olan ülkenin (Güney Kore, Singapur, Macaristan, Arjantin, Şili, Kolombiya, Meksika, Peru, Venezuela, Endonezya, Malezya, Filipinler, Tayland, Hindistan, Pakistan, Siri Lanka, Gana ve Kenya) 1975-2001 dönemi için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler, enerji tüketimi, RGSYİH ve reel gayri safi sermaye stokudur. Çalışmada Levine ve Lin (LL), Im, Pesaran ve Shin (IPS) ile Hadri Panel Birim Kök, Pedroni Panel Eşbütünleşme Testleri, Değiştirilmiş Sıradan EKK (FMOLS: Full Modified Ordinary Least Square) ve Panel Tabanlı Hata Düzeltme ekonometrik modelleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda hem uzun hem de kısa dönemde enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Macaristan hariç çalışmada ele alınan bütün ülkelerde enerji tüketimi RGSYİH pozitif yönde etkilemektedir. Fakat bunun tersi doğru değildir. Ayrıca sermaye stokunun katsayısı 18 ülkenin 14'ünde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani, sermaye stokundaki artış GSYİH'yı artırır. Buna göre enerji tasarrufu, geçici ve kalıcı olduğuna bakılmaksızın gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümesini olumsuz yönde etkiler. Çalışmanın sonuçlarına göre yüksek enerji tüketimi yüksek bir oranda büyümeye neden olur.

Mehrara (2007), gelişmekte olan petrol ihracatçısı on bir ülkede enerji tüketimi ve büyüme ilişkisini 1971-2002 dönemi için incelemiştir. Enerji tüketimini temsilen kişi başına ticari enerji tüketimi ve büyüme değişkeni için de kişi başına RGSYİH kullanılmıştır. Kullanılan ekonometrik yöntemler ise LL, IPS Panel Birim Kök Testleri, Pedroni Panel Eşbütünleşme Testleri, Panel Tabanlı ECM'dir. Çalışma sonucunda petrol ihracatçısı ve gelişmekte olan bu ülkelerde RGSYİH'dan enerji tüketimine doğru kuvvetli bir nedensellik bulunmuştur. Fakat tersi bulunmamıştır. Bu nedenle enerji tasarrufu bu ülkelerde ekonomik büyümeye zarar vermeksizin rahatlıkla uygulanabilir.

Chen ve diğerleri (2007), 10 Asya ülkesinde (Çin, Hong Kong, Endonezya, Hindistan, Kore, Malezya, Filipinler, Singapur, Tayvan ve Tayland) elektrik tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi hem tek tek hem de grup olarak incelemiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler RGSYİH ve elektrik tüketimi verileri yıllık olup 1971-2001 dönemini kapsamaktadır. Kullanılan ekonometrik yöntemler LLC, IPS, ADF, PP ve Hadri

Panel Birim Kök testleri, PP (t ve rho istatistikleri) ve ADF Panel Eşbütünlük Testleri, Panel Nedensellik ve ECM'dir. Ülkeler tek tek incelendiğinde nedenselliğin yönü farklı farklıdır. Uzun dönemde Hong Kong ve Kore'de RGSYİH'dan elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensel ilişki ve Endonezya'da elektrik tüketiminden RGSYİH'ya doğru tek yönlü nedensel ilişki bulunmuştur. Hindistan, Singapur, Tayvan ve Tayland için nedensel ilişki bulunamamıştır. Oysa panel veri yöntemi kullanıldığında kısa dönemde ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü, uzun dönemde ise elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik bulunmuştur. Kısa ve uzun dönem nedenselliğin farklı çıkması ülkelerin ekonomik yapılarındaki ve enerji politikalarındaki farklılıktan ileri gelmektedir.

Mahadevan ve Asafu-Adjaye (2007) 1971-2002 dönemi, 20 net enerji ithalatçı ve ihracatçı ülkenin yıllık verilerini kullanarak IPS Birim Kök, Johansen Eşbütünlük, VECM yardımıyla enerji tüketimi ve büyüme ilişkisini araştırmıştır. Ülkeleri enerji ihracatçısı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ile enerji ithalatçısı gelişmiş ve gelişmekte olan ülke olarak sınıflandırmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler kişi başına RGSYİH, kişi başına enerji tüketimi ve tüketici fiyatları endeksidir. Çalışmanın sonuçlarına göre, bir grup olarak enerji ihracatçısı ülkelerde kısa dönemde enerji tüketimi ve GSYİH arasında iki yönlü ilişki varken uzun dönemde GSYİH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik vardır. Öte yandan enerji ihracatçısı gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketimi yalnızca kısa dönemde büyümeyi tek yönlü etkilerken, enerji ihracatçısı gelişmiş ülkelerde hem kısa hem de uzun dönemde iki yönlü nedensellik vardır. Enerji ithalatçısı ülkelerde, enerji tüketimi ekonomik büyümeyi hem kısa hem de uzun dönemde etkiler. Ama kısa dönemde yalnızca gelişmiş ülkelerde enerji tüketimi büyümeyi etkiler.

Lee ve Chang (2007) 22 gelişmiş ve 18 gelişmekte olan ülkede enerji tüketimi ve reel GSYİH arasındaki ilişkiyi panel veri durağanlık testini kullanarak incelemiştir. Ele alınan dönem gelişmiş ülkeler için 1965-2002 dönemi ve gelişmekte olan ülkeler için 1971-2002 dönemidir. Kişi başına enerji tüketimi ve RGSYİH arasındaki dinamik etkileşim Hadri, KPSS, MW (Maddala ve Wu) ve CBL (Carrion, Barrio ve Lopez) Panel Birim Kök Testleri, GMM (Geliştirilmiş Moment Metodu) Uygulayan Panel VAR ile araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca bir dikey şokun diğer değişkene etkisini gösteren Dikeyleştirilmiş (Orthogonalized) Etki Tepki Fonksiyonu üzerinde yoğunlaşmıştır.

Bulunan sonuçlar iki grup ülkede enerji tüketimi ile RGSYİH arasında panel durağanlığın mevcudiyetini somutlaştırır. Yapısal kırılma olayına gelince, enerji krizlerinin enerji tüketimi ve RGSYİH üzerindeki tehlikeli etkisi açıktır. Ayrıca çalışmada her iki grupta yer alan ülkelerde yapısal kırılma diğer değişkene yaklaşık olarak meydana gelir. Çünkü enerji tüketimi ile RGSYİH arasında sıkı bir ilişki vardır. Bunun yanında, iki değişkenli panel VAR'ın GMM tahminleri gelişmiş ülkelerde enerji tasarruf politikalarına destek sağlar. Panel veri durağanlık testi sonuçlarına göre, hem enerji tüketimi hem de RGSYİH'ya şoklar geçiciyse o zaman enerji politikalarının istikrarının gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde uzun süreli etkilere sahip olması gerekir. Nedensellik sonuçları, enerji tüketimi ve RGSYİH arasındaki iki yönlü ilişkiden dolayı gelişmiş ülkelerde bu iki değişkenin içsel olduğunu ortaya koyar. Yine de gelişmekte olan ülkelerde RGSYİH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik vardır. Bu durum enerji tüketiminin esas itibariyle RGSYİH tarafından uyarıldığı anlamına gelir. Bunun gibi, enerji tasarruf politikası ekonomiye zarar vermeksizin uygulanabilir. Yazarlar etki tepki fonksiyonunun, gelişmekte olan ülkelerde RGSYİH'ı etkileyen enerji tüketimiyle ilgili yeniliklerin etkisinin giderek arttığını ve gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında daha vazgeçilmez olduğunu gösterdiğini ileri sürer. Bu yüzden gelişmekte olan ülkeler enerji tasarruf politikalarının uygulanması konusunda daha avantajlıdır.

Lee ve Chang (2008), Asya ekonomilerinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Breitung, LLC, IPS ve MW Panel Birim Kök, Pedroni Panel Eşbütünleşme Testleri ve FMOLS ve Panel Tabanlı Hata Düzeltme modellerini kullanarak incelemiştir. Ele alınan dönem 1971-2002 olup 16 Asya ülkesine ait gayri safi sermaye stoku, emek girdisi değişkenleri de dahil RGSYİH ve enerji kullanımı değişkenleri kullanılmıştır. Türkiye, Çin, Hong Kong, Hindistan, Endonezya, İran, Japonya, Ürdün, Güney Kore, Malezya, Pakistan, Filipinler, Singapur, Sri Lanka, Suriye ve Tayland'dan oluşan ülkeler Asya Pasifik Ekonomik İşbirliği Teşkilatı (APEC) ve ASEAN ülkeleri olmak üzere ikiye bölünerek grup etkileri de analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, uzun dönemde enerji tüketiminden GSYİH'a tek yönlü Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Hem kısa hem de uzun dönemde GSYİH'dan enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Diğer bir deyişle daha fazla enerji tüketimi GSYİH artışına neden olurken, GSYİH artışı enerji tüketimine neden olmaz. Yani tek yönlü ve

enerji tüketiminden büyümeye doğru nedensel ilişki söz konusudur. Grup etkilerini araştırmak amacıyla APEC ve ASEAN olarak ikiye bölündüğünde, uzun dönemde enerji tüketiminden GSYİH'a doğru nedensellik mevcutken GSYİH'dan enerji tüketimine doğru hem kısa hem de uzun dönemde nedensellik ilişkisi mevcut değildir.

Narayan ve Smyth (2008) çalışmalarında enerji tüketimi ve RGSYİH arasındaki ilişkiyi 1972-2002 dönemi verileri kullanarak incelemiştir. Ele alınan değişkenler enerji tüketimi, kişi başına gayri safi sabit sermaye birikimi ve kişi başına RGSYİH olup yıllık verilerdir. Çalışmada sermaye birikimi ve enerji tüketimi ile RGSYİH arasındaki ilişki Breitung, IPS ve CBL Panel Birim Kök Testleri, Pedroni ve Westerlund (sırasıyla yapısal kırılmasız ve çoklu yapısal kırılmalı) Panel Eşbütünleşme Testleri, FMOLS ve Panel Granger Nedensellik yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Buna göre uzun dönemde sermaye birikimi ve enerji tüketiminin reel GSYİH'yı pozitif olarak etkilediği sonucuna varılmıştır. Sermaye birikimindeki yüzde birlik bir artış reel GSYİH'yı yüzde 0,1 – 0,28 arasında artırırken, enerji tüketimindeki yüzde birlik bir artış reel GSYİH'yı yüzde 0.12 – 0.39 oranları arasında artırır.

Huang ve diğerleri (2008), enerji tüketimi ile GSYİH artışı ilişkisini, 82 ülkenin 1972-2002 dönemine ait verilerini kullanarak GMM uygulayan Panel VAR yöntemiyle incelemiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler enerji tüketimi, RGSYİH ve kontrol değişkenleri olarak da sermaye birikiminin GSYİH'ya oranı ve emek gücünü temsil etmek için nüfustur. Çalışmada Dünya Bankasının sınıflandırmasına uygun bir şekilde ülkeler, düşük, alt orta, üst orta ve yüksek gelir seviyesine sahip ülkeler olmak üzere 4'e ayrılmıştır. Bu sınıflandırmaya uygun bir şekilde, düşük gelir seviyesine sahip ülkelerde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensel ilişki yoktur. Orta gelir gruplarında ise ekonomik büyüme enerji tüketimini pozitif olarak etkiler. Yüksek gelir gruplarında ise ekonomik büyüme enerji tüketimini negatif etkiler. Yüksek gelir seviyesine sahip ülkelerde karbondioksit salınımında azalma ve daha etkin bir enerji kullanımının sonucu olarak çevresel iyileşmeler sağlanmıştır. Bununla birlikte üst orta gelir seviyesine sahip ülkelerde enerji krizinden sonra enerji etkinliği azalır ve karbondioksit salınımı artar. 4 gelir grubuna ait farklı ülkelerin herhangi birinde enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi artırdığını gösteren herhangi bir kanıt olmadığı için, daha güçlü enerji tasarruf politikalarının takip edilmesi önerisinde bulunulmuştur.

Narayan ve Smyth (2009) Ortadoğu ülkelerinde (İran, İsrail, Kuveyt, Umman, Sudi Arabistan ve Suriye) elektrik tüketimi, ihracat ve GSYİH değişkenleri arasındaki nedenselliği yıllık verilerle 1974–2002 dönemi için incelemiştir. Breitung Panel Birim Kök, Westerlund Panel Eşbütünleşme, FMOLS ve Panel Granger Nedensellik ekonometrik yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada, elektrik tüketimi ve GSYİH verileri kişi başına değerlerdir. Çalışmanın kapsadığı orta doğu ülkelerinde enerjinin ucuz olması ve ihracatın daha fazla teşvik edilmesi ihtiyacından dolayı enerji tasarrufuna çok az önem verilmiştir. Çalışmanın sağlam sonuçlarından birine göre, büyümeyi artırmak için ihracatı teşvik etmek iyi bir yaklaşımdır. Üstelik bu yaklaşımın çevreyi olumsuz etkileyecek sonuçları bulunmamaktadır. Yine çalışmanın sonucuna göre elektrik tüketiminde yüzde birlik bir artış, GSYİH'ı yüzde 0.04 artırır. İhracatta meydana gelecek yüzde birlik bir artış GSYİH'yı yüzde 0.17 artırır. Ayrıca GSYİH'da meydana gelecek yüzde birlik bir artış, elektrik tüketiminde yüzde 0.95'lik bir artışa neden olur. Buna göre değişkenler arasında istatistiksel olarak önemli bir geri besleme söz konusudur. Çalışmanın politik bir sonucu olarak, ülkeler elektrik altyapı yatırımları yapmalı ve ekonomik gelişmeyi olumsuz etkileyen elektrik tüketimindeki azalmaya neden olacak elektrik tasarruf politikalarından kaçınmalıdır.

Apergis ve Payne (2009a) çoğunluğu düşük gelir seviyesine sahip Bağımsız Devletler Topluluğu ülkelerini kapsayan çalışmada enerji tüketimi büyüme ilişkisini incelemiştir. 11 Topluluk üyesi ülkenin (Azerbeycan, Kazakistan, Kırgızistan, Özbekistan, Tacikistan, Rusya, Moldova, Ukrayna, Gürcistan, Ermenistan ve Beyaz Rusya) 1991-2005 dönemine ait yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada IPS Panel Birim Kök Testi, Pedroni Panel Eşbütünleşme Testleri, FMOLS, Panel Nedensellik ve VECM kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler, RGSYİH, gayri safi sabit sermaye birikimi, emek ve enerji kullanımınıdır. Elde edilen bulgulara göre kısa dönemde enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır. Uzun dönemde ise geri besleme hipotezini desteleyecek şekilde enerji tüketimi ve büyüme arasında iki yönlü bir ilişki bulunmuştur. Geri besleme hipotezine göre, enerji üretim ve tüketiminde etkinliği geliştirici enerji politikaları ekonomik büyüme üzerinde zararlı bir etkiye sahip olmayabilir. Hatta böyle politikalar aşırı enerji tüketimini ve etkin olamayan enerji üretim yöntemlerini engellediği için, çevre kalitesini artırabilir.

Mishra ve diğeri (2009) dokuz pasifik ada ülkesinin (Fiji, Fransız Polinezyası, Kiribati, Yeni Kaledonya, Papua Yeni Gine, Samoa, Solomon Adaları, Tonga ve Vanuatu) 1980-2005 döneminde kişi başına enerji tüketimi, GSYİH ve kentleşme değişkenleri arasındaki ilişkiyi, IPS, MW ve Breitung Panel Birim Kök Testleri, Larsson ve Pedroni Panel Eşbütünleşme Testleri, Panel Granger Nedensellik Testi, Dinamik OLS ve ECM kullanarak incelemiştir. Ada ülkelerinin tamamında uzun dönemde değişkenler arasında iki yönlü Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Değişkenler birbirleri üzerinde pozitif etkiye sahiptir. GSYİH'daki yüzde 1'lik bir artış enerji tüketimini yüzde 0.23 oranında artırırken, enerji tüketimindeki yüzde 1'lik bir artış GSYİH'yı yaklaşık yüzde 0.11 oranında artırır. Çalışmanın sonuçlarına göre bütün ada ülkelerinin dağıtımında etkinliği artırmak için enerji altyapı reformlarını artırmaları, alternatif enerji kaynaklarını teşvik etmeleri ve gereksiz israfı önlemek için enerji tasarruf tedbirlerini uygulamaları gerektiği önerisinde bulunulmuştur.

Apergis ve Payne (2009b) orta Amerika'da altı ülkenin (Kosta Rika, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nikaragua ve Panama) 1980-2004 dönemine ait enerji tüketimi ile ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. IPS Panel Birim Kök Testi, Pedroni Eşbütünleşme Testleri, FMOLS, Panel VECM modelinin kullanıldığı çalışmada ele alınan değişkenler, RGSYİH, enerji tüketimi, emek gücü ve gayri safi sabit sermaye birikimidir. Çalışmanın sonucuna göre hem kısa hem de uzun dönemde enerji tüketiminden büyümeye doğru nedensellik bulunmuştur. Bu sonuç büyüme hipotezini doğrulamaktadır. Bu hipoteze göre üretim sürecinde emek ve sermayenin bir tamamlayıcısı olarak enerji tüketimi hem doğrudan hem de dolaylı olarak ekonomik büyüme üzerinde önemli bir rol oynar.

Acaravcı ve Öztürk (2010) elektrik tüketimi büyüme ilişkisini 15 geçiş ekonomisinde ADF, Choi ve IPS Panel Birim Kök Testleri, Pedroni Panel Eşbütünleşme Testleri ve Panel Nedensellik yöntemlerini kullanarak incelemiştir. Söz konusu geçiş ekonomileri, Arnavutluk, Beyaz Rusya, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Letonya, Litvanya, Makedonya, Moldova, Polonya, Romanya, Rusya Federasyonu, Sırbistan, Slovakya Cumhuriyeti ve Ukrayna'dır. 1990-2006 dönemine ait yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada ele alınan değişkenler kişi başına RGSYİH ve kişi başına elektrik tüketimidir. Çalışmanın panel eşbütünleşme sonucuna göre, kişi başına RGSYİH ve elektrik tüketimi



arasında uzun dönem denge ilişkisi yoktur. Eşbütünleşme ilişkisi bulunamadığı için hata düzeltme ve nedensellik testleri yapılamamıştır. Sonuç olarak, elektrik tüketiminin reel çıktı üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır.

Apergis ve Payne (2010) on bir Bağımsız Devletler Topluluğu üyesinin 1992-2004 dönemi enerji tüketimi, reel çıktı ve karbondioksit emisyonu değişkenleri arasındaki nedensel ilişkiyi IPS Panel Birim Kök Testi, Pedroni Panel Eşbütünleşme Testleri, FMOLS, Panel Nedensellik ve VECM kullanarak test etmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler enerji tüketimi, RGSYİH ve karbondioksit emisyonu olup yıllık ve kişi başına değerlerdir. Enerji tüketimi pozitif olup, uzun dönemde karbondioksit emisyonu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Reel çıktı, Çevresel Kuznets Eğrisi ile uyumlu olarak ters U şeklindedir. Çünkü Çevresel Kuznets Eğrisinde olduğu gibi, emisyon reel GSYİH ile artar, stabilize eder ve sonra düşer. Kısa dönemde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki iki yönlü nedensellik sonucu, daha önceki enerji tüketimi büyüme literatürünü destekler. Yani ekonomik büyüme enerji tüketimi birbirine bağlıdır ve bir diğ erinin tamamlayıcısıdır. Bununla birlikte enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, Rusya dâhil ele alınan ülkelerde hassastır. Rusya dâhil topluluk ülkelerinde enerji tüketimi ekonomik büyüme üzerinde kısa dönemde negatif etkiye sahiptir. Bu durumda karbon emisyonunu azaltıcı enerji tasarruf politikaları kısa dönemde ekonomik büyümeyi ters olarak etkileyebilir. Karbondioksit emisyonu enerji tüketimi arasında uzun dönemdeki iki yönlü nedensellik gerçeği enerji üretim ve tüketimindeki etkinliği artıran enerji politikalarının önemini vurgular.

Öztürk ve diğ erleri (2010) 51 ülkede 1971-2005 dönemi için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada incelenen ülkeler düşük, düşük orta ve yüksek orta gelirli ülkeler olmak üzere üçe ayrılmıştır. Çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemler, IPS Panel Birim Kök Testi, Pedroni Panel Eşbütünleşme Testleri, FMOLS, Dinamik OLS, Panel Nedensellik yöntemleridir. Enerji tüketimi ve GSYİH değerleri yıllık olup kişi başına değerlerdir. Panel nedensellik sonuçları, düşük gelir seviyesine sahip ülkelerde uzun dönemde GSYİH'dan enerji tüketimine doğru bir nedensellik olduğunu göstermektedir. Ayrıca düşük orta ve üst orta gelir seviyesine sahip ülkelerde enerji tüketimi ve GSYİH arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Son olarak düzeltilmiş ve OLS test sonuçları bu iki değişken arasında güçlü bir ilişkinin olmadığını göstermiştir.

Ciarreta ve Zarraga (2010) çalışmalarında 12 Avrupa ülkesi (Topluluk üyesi olan Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, İtalya, Almanya, Lüksemburg, Hollanda ve İsveç ile topluluk üyesi olmayan Norveç ve İsviçre) için 1970-2007 dönemi yıllık verilerini kullanarak, enerji tüketimi ile reel GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini uzun dönemli araştırmak amacıyla panel metodolojisini kullanmışlardır. Bu kapsamda LLC, IPS ve Hadri Panel Birim Kök Testleri, Pedroni Panel Eşbütünleşme Testleri, Panel Nedensellik Testleri, GMM Tarafından Tahmin Edilen Üç Değişkenli VECM tahmin edilmiştir. Çalışmanın nedensellik sonuçlarına göre enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru tek yönlü, kısa dönemli negatif ve güçlü nedensel ilişkisi vardır. Ayrıca enerji fiyatları ve GSYİH beklendiği gibi iki yönlü nedensellik ilişkisi vardır. Enerji fiyatları ile elektrik tüketimi arasında ise iki yönlü nedensellik daha zayıftır.

Güvenek ve Alptekin (2010) 25 OECD ülkesinde enerji tüketimi büyüme ilişkisini panel veri analizini kullanarak incelemiştir. 1980-2005 dönemine ait yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada ele alınan değişkenler GSYİH ve enerji tüketimidir. Panel veri metodolojisi gereği öncelikle serilerin birim kök içerip içermediği yani durağan olup olmadığına Breitung, LLC, IPS, ADF, PP ve Hadri testleri kullanılarak bakılmıştır. Her iki seride de birim kökün varlığı tespit edilerek durağan olmadıkları sonucuna varılmıştır. Bu nedenle de Pedroni, Kao ve Johansen Fisher eşbütünleşme testlerine geçilmiştir. Yapılan bu üç testten Kao eşbütünleşme testine göre eşbütünleşme bulunamamış fakat diğer iki testte ise konetegrasyon tespit edilmiştir. Buna göre uzun dönemde enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin birlikte hareket ettiği sonucuna varılmıştır. Hausman testiyle sabit etkili panel veri modeli benimsenmiş, tahmin sonuçlarına göre ekonomik büyümenin enerji tüketimini etkilediği sonucuna varılmıştır.

**Tablo 18: Panel Veri Metodjisi Kullanan alışmalar**

ÇALIşMA	ÜLKE	DÖNEM	YÖNTEM	DEĞIşKENLER	SONUÇ
Lee (2005)	18 Gelişmekte Olan lke	1975-2001	Değiştirilmiş Sıradan EKK (FMOLS: Full Modified Ordinary Least Square) ve Panel ECM	Enerji Tüketimi, RGSYİH ve Reel Gayri Safi Sermaye Stokudur	$E \rightarrow Y$ (Pozitif; Macaristan Hariç)
Mehrara (2007)	11 Petrol İhracatçısı lke	1971-2002	Panel Hata Düzeltme Modeli (ECM)	Kişi Başına Ticari Enerji Tüketimi ve Kişi Başına RGSYİH	$Y \rightarrow E$
Chen vd. (2007)	10 Asya lkesi	1971-2001	Panel Nedensellik ve ECM	RGSYİH ve Elektrik Tüketimi	$Y \rightarrow E$ Hong Kong ve Kore İçin; $E \rightarrow Y$ Endonezya İçin; $E \leftrightarrow Y$ Hindistan, Singapur, Tayvan ve Tayland İçin; $Y \rightarrow E$ ( Grup Olarak Bakıldığında, Kısa Dönemde) $E \leftrightarrow Y$ ( Grup Olarak Bakıldığında, Uzun Dönemde)
Mahadevan ve Asafu-Adjaye (2007)	20 Net Enerji İthalatçı ve İhracatçı lke	1971-2002	VECM	Kişi Başına RGSYİH, Kişi Başına Enerji Tüketimi ve Tüketici Fiyatları Endeksi	$E \leftrightarrow Y$ (Enerji İhracatçısı lkelerde Kısa Dönemde) $Y \rightarrow E$ (Uzun Dönemde); $E \rightarrow Y$ ( Enerji İhracatçısı Gelişmekte Olan lkelerde Kısa Dönemde) $E \leftrightarrow Y$ (Enerji İhracatçısı Gelişmiş lkelerde Hem Kısa Hem de Uzun Dönemde) $E \rightarrow Y$ ( Enerji İthalatçısı lkeler İçin Hem Kısa Hem de Uzun Dönemde); $E \rightarrow Y$ (Kısa Dönemde Yalnızca Gelişmiş lkelerde)
Lee ve Chang (2007)	22 Gelişmiş ve 18 Gelişmekte Olan lke	1965-2002 1971-2002	GMM (Geliştirilmiş Moment Metodu) Uygulayan Panel VAR	Kişi Başına RGSYİH, Kişi Başına Enerji Tüketimi	$E \leftrightarrow Y$ (Gelişmiş lkelerde) $Y \rightarrow E$ (Gelişmekte Olan lkelerde)
Lee ve Chang (2008)	16 Asya lkesi	1971-2002	FMOLS ve Panel ECM	Gayri Safi Sermaye Stoku, Emek, RGSYİH ve Enerji T.	$E \rightarrow Y$ ( Uzun Dönemde) $E \leftrightarrow Y$ (Kısa ve Uzun Dönemde)
Narayan ve Smyth (2008)	G-7 lkeleri	1972-2002	FMOLS ve Panel Granger Nedensellik Yöntemleri	Enerji Tüketimi, Kişi Başına Gayri Safi Sermaye Birikimi ve Kişi Başına RGSYİH	$E \uparrow \rightarrow Y \uparrow$ (Uzun Dönemde ve Pozitif)

**Tablo 18'in Devamı**

Huang vd. (2008)	82 Ülke (Düşük, Alt Orta, Üst Orta ve Yüksek Gelir Seviyesine Sahip Ülkeler)	1972-2002	GMM Uygulayan Panel VAR	Enerji Tüketimi, RGSYİH, Sermaye Birikiminin GSYİH'ya Oranı ve Emek Gücünü Temsil Etmek İçin Nüfus	$E \leftrightarrow Y$ (Düşük Gelir Seviyesine Sahip Ülkelerde) $Y \uparrow \rightarrow E \uparrow$ (Orta Gelirli Ülkelerde, Pozitif) $Y \uparrow \rightarrow E \downarrow$ (Yüksek Gelirli Ülkelerde, Negatif)
Narayan ve Smyth (2009)	6 Ortadoğu Ülkesi	1974-2002	FMOLS ve Panel Granger Nedensellik	Kişi Başına Elektrik Tüketimi, GSYİH ve İhracat	$E \leftrightarrow Y$
Apergis ve Payne (2009a)	11 Bağımsız Devletler Topluluğu Üyesi Ülke	1991-2005	FMOLS, Panel Nedensellik ve VECM	RGSYİH, Gayri Safi Sabit Sermaye Birikimi, Emek ve Enerji Kullanımı	$E \rightarrow Y$ (Kısa Dönemde) $E \leftrightarrow Y$ (Uzun Dönemde)
Apergis ve Payne (2009b)	6 Orta Amerika Ülkesi	1980-2004	FMOLS, Panel VECM,	RGSYİH, Enerji Tüketimi, Emek Gücü ve Gayri Safi Sabit Sermaye Birikimi	$E \rightarrow Y$ (Kısa ve Uzun Dönemde)
Mishra vd. (2009)	9 Pasifik Ada Ülkesi	1980-2005	Panel Granger Nedensellik Testi, Dinamik EKK ve ECM	Kişi Başına Enerji Tüketimi, GSYİH ve Kentleşme	$E \leftrightarrow Y$ (Uzun Dönemde ve Pozitif)
Costantini ve Martini (2010)	26 OECD üyesi ülke ve 45 OECD üyesi olmayan ülke	1960-2005	Panel Nedensellik ve VECM	Sanayi, Ticaret, Kamu Hizmetleri, Taşıma ve Hane Halkı Sektörü Enerji Tüketimi ve Enerji Fiyatları,	$Y \rightarrow E$ (Kısa dönemde) $E \leftrightarrow Y$ Uzun Dönemde
Aceravcı ve Öztürk (2010)	15 Geçiş Ekonomisi	1990-2006	Panel Nedensellik Yöntemi	Kişi Başına RGSYİH ve Kişi Başına Elektrik Tüketimi	$E \leftrightarrow Y$ (Uzun Dönemde)
Apergis ve Payne (2010)	11 Bağımsız Devletler Topluluğu Üyesi	1992-2004	FMOLS, Panel Nedensellik ve VECM	Kişi Başına Enerji Tüketimi, Reel Çıktı ve Karbondioksit Emisyonu	$E \leftrightarrow Y$ (Kısa Dönemde)

**Tablo 18'in Devamı**

Öztürk vd.(2010)	51 Ülkede (Düşük, Düşük Orta ve Yüksek Orta Gelirli Ülkeler)	1971-2005	FMOLS, Dinamik EKK, Panel Nedensellik	Kişi Başına Enerji Tüketimi ve GSYİH	Y→E (Düşük Gelir Seviyesine Sahip Ülkelerde Uzun Dönemde) E ↔ Y (Düşük Orta ve Üst Orta Gelir Seviyesine Sahip Ülkelerde, Uzun Dönemde)
Güvenek ve Alptekin (2010)	25 OECD ülkesi	1980-2005	Panel Regresyon	GSYİH ve enerji tüketimi	Y→E
Ciarreta ve Zarraga (2010)	12 Avrupa Ülkesi	1970-2007	Panel Nedensellik Testleri, GMM Tarafından Tahmin Edilen Üç Değişkenli VECM	Enerji Tüketimi, Reel GSYİH ve Enerji Fiyatları	E↑→ Y↓( Kısa Dönemli, Negatif)
Wang vd. (2011)	Çin'de 26 İl	1995-2007	Panel Granger Nedensellik	Kişi Başına Karbondioksit Emisyonu, Enerji Tüketimi ve RGSYİH	E ↔ Y
Li vd. (2011)	Çin'de 30 İl	1985-2007	Dinamik EKK'ya Dayalı Panel Ekonometrik Yöntemleri	Kişi Başına GSYİH, Enerji Tüketimi	E→Y
Zhang ve Xu (2012)	Çin'de Üç Bölge ve Dört Sektör	1995-2008	Panel Granger nedensellik	Yıllık enerji tüketimi, GSYİH, sanayi ve hizmet katma değeri ve hanehalkı nihai tüketim harcamaları ve Toplam Bazda Çeşitli Enerji Fiyat Endeksleri	E ↔ Y (Ülke Genelinde ve Doğu Bölgesinde, Kısa ve Uzun Dönemde); Y→E (Merkez ve Batı Bölgelerinde, Kısa Dönemde); E ↔ Y(Merkez ve Batı Bölgelerinde, Uzun Dönemde); E ↔ Y (Sanayi Sektöründe, Doğuda, Uzun Dönemde); E→Y (Sanayi Sektöründe, Doğuda, Kısa Dönemde); E→Y (Hizmetler Sektöründe, Merkezde, Kısa Dönemde); Y→E (Taşıma Sektöründe, Batıda)

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **4. EKONOMETRİK YÖNTEM, VERİ SETİ VE BULGULAR**

Bu bölümde Türkiye’de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin gerek sektörel gerekse bölgesel düzeyde amprik olarak tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada iki farklı ekonometrik yöntem kullanılmıştır. Bunlar zaman serisi analizi ve panel veri analizidir. Böyle bir ayırıma gidilmesinin nedeni veri setinin yeterli olup olmaması kısıtıdır. Nitekim sektörel bazda yeterli veri seti bulunduğundan zaman serisi analizi yapmak mümkün olmuştur. Sektörel bazda yapılan zaman serisi analizi 1970-2012 dönemini kapsamaktadır. Bölgesel bazda ise yeterli veri bulunamadığından panel veri metodolojisi tercih edilmiştir. Böylece hem yatay kesit hem de zaman serisi birlikte ele alındığından gözlem sayısı artmış daha tutarlı sonuçlar elde edilebilmiştir. Bölgesel bazda panel veri analizinde ele alınan dönem 2004-2011 dönemidir. Çalışmada, öncelikle kullanılan ekonometrik yöntemler teorik olarak açıklandıktan sonra, her bir yöntemin uygulandığı sektör ve bölgeye ait veri seti ayrı ayrı tanıtılmış ve elde edilen bulgular paylaşılmıştır.

#### **4.1. Ekonometrik Yöntem**

Çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemlerden zaman serisi metodolojisi ve panel veri metodolojisi kullanıldığı çerçevede açıklanmıştır.

##### **4.1.1. Zaman Serisi Analizi**

Zaman serisi analizlerinde ilk olarak serilerin durağan olup olmadıklarına bakılır. Zaman serisi modellerinde serilerin durağan olması, yani stokastik sürecin niteliği zaman boyunca değişmemelidir. Eğer stokastik süreç zaman boyunca sabit ise, serinin geçmiş değerlerini kullanarak seriye ait sabit katsayılı bir model elde edilebilir. Seri durağan değilse bu durumda sahte bir örnek ortaya çıkar. Teknik olarak ifade etmek gerekirse, durağan zaman serisinde peş peşe iki değer arasındaki fark, zamanın kendisinden kaynaklanmamakta, sadece zaman aralığından kaynaklanmaktadır. Durağan serideki bu

ilişkinin pratik sonucu serinin ortalamasının zamanla değişmeyeceğidir. Oysa gerçekte zaman serilerinin çoğu durağan değildir ve serinin ortalaması zamanla değişir. Seri genellikle artan veya azalan bir trende sahip olur (Kutlar, 2005: 252).

Zaman serilerinde durağanlığı test etmenin çeşitli yolları vardır. Bunlar temelde iki şekilde sınıflandırılabilir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005: 206):

- a. Serinin zaman yolu grafiğinde ve onun korelogramında otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları üzerinde yapılan subjektif yargılara dayanmak,
- b. Birim köklerin varlığı için formel istatistiksel testlere başvurmaktır.

Çalışmada ikinci olarak ifade edilen istatistiksel testlerden Genişletilmiş Dikey Fuller (ADF) testi ve Phillips-Perron (PP) Testi kullanılmıştır. O nedenle bu testlerin açıklaması verilmiş, diğer durağanlık sınamaları üzerinde durulmamıştır.

#### 4.1.1.1. Birim Kök Analizi

Zaman serisi analizinde kullanılan serilerin birim kök taşıyıp taşımadıkları ADF ve Philip ve Perron birim kök testleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. ADF testinde  $H_0$  (boş hipotez) seri birim kök taşımaktadır yani seri durağan değildir ve  $H_a$  (alternatif Hipotez) ise seri birim kök taşımamaktadır yani seri durağandır biçimlerinde kurulur. ADF testinde serinin seviyesinde birim kök taşıyıp taşımadığı aşağıda sunulan (19) numaralı sabitsiz, (20) numaralı sabitli ve (21) numaralı sabitli-trendli üç model üzerinden araştırılır:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + e_t \quad (19)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + e_t \quad (20)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 T + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + e_t \quad (21)$$

(19), (20) ve (21) numaralı denklemlerde  $Y$ ,  $T$ ,  $e$ ,  $\Delta$  ve  $m$  sırasıyla seviyesinde durağanlığı araştırılan seriyi, trendi, hata terimini, birinci fark operatörünü ve regresyon denkleminde otokorelasyon problemine yol açmayan Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) ve Akaike Bilgi Kriteri (AIC) bilgi kriterlerinden yaralanılarak seçilen optimal bağımlı değişken gecikmesini ifade etmektedir.  $H_0$  hipotezi; yukarıda sunulan regresyon denklemlerinin en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmesinden elde edilen  $Y_{t-1}$  değişkeninin katsayısının için hesaplanan  $t$  istatistiği MacKinnon (1996) tablo kritik değeri ile karşılaştırılarak sınanır. Tablo kritik değeri hesaplanan  $t$  istatistiğinin mutlak değerinden küçükse  $H_0$  hipotezi reddedilemez ve serinin seviyesinde durağan olmadığına karar verilir. Tablo kritik değeri hesaplanan  $t$  istatistiğinden mutlak değerinden büyükse  $H_0$  hipotezi reddedilerek  $H_a$  kabul edilir ve serinin seviyesinde durağan olduğuna karar verilir. Seviyesinde durağan olmayan serilerin birinci farkı alınarak tekrar birim kök sınamasına tabi tutulur. Zaman serisi analizi sahte ilişkilere sebebiyet vermemek için durağan seriler üzerinden yürütüldüğünden durağan olmayan serilerin durağan oluncaya kadar farkı alınır.

Dickey-Fuller testinde tüm adımlarda, hata payları arasında korelasyon olmadığı varsayılmıştır. Dickey-Fuller, hata payları arasında korelasyon problemi varsa, bu sorunu aşmak için bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri eşitliğin sağ tarafında yer alacağı yukarıda ifade edilen ADF testini önermiştir (Bozkurt, 2007: 39). Benzer şekilde PP hata terimleri arasında otokorelasyon problemi olması durumunda, otokorelasyonu gidermeye yetecek kadar bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri modele dahil edilmek yerine, Newey-West tahmincisi kullanılarak uyarlanmaktadır.

Çalışmada serilerin durağanlığının tespitinde ADF testinde başka Philips-Perron (1988) testi de kullanılmıştır. PP testinde DF testinde olduğu gibi üç model kullanılmaktadır. Bununla birlikte çalışmada aşağıda gösterilen sırasıyla 22 numaralı sabitli ve 23 numaralı sabitli trendli denklemler kullanılarak PP birim kök testi gerçekleştirilmiştir.

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + e_t \quad (22)$$

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 T + \delta Y_{t-1} + e_t \quad (23)$$



Burada T deterministik trendi,  $\beta$ , ve  $\delta$  parametreleri, e hata terimini göstermektedir. PP testi, ADF testinden farklı olarak bağımlı değişken gecikmelerini kullanmamaktadır. PP testinde de ADF testindeki gibi bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin katsayısı olan  $\delta$  katsayısının t istatistiği MacKinnon kritik tablo değerlerinden büyükse sıfır hipotezi reddedilerek serinin durağan olduğuna karar verilir (Abdioğlu ve Terzi, 2009: 202; Abdioğlu, 2013: 5307).

#### 4.1.1.2. Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi

Toda ve Yamamoto (1995) tarafından geliştirilen nedensellik analizi ise eşbütünleşik olmaya bağımlı olmaksızın değişkenler arasında nedensel ilişkilere bakabilmektedir. Söz konusu nedensellik analizi, serilerin durağan olmamaları durumunda bile seviye değerlerinin yer aldığı bir VAR modeli yardımıyla nedensellik ilişkisinin tespitine imkân sağlamaktadır. Bunun için ilk olarak, birim kök testlerinden yararlanarak serilerin en büyük bütünleşme derecesi ( $d_{max}$ ) belirlenir. İkinci olarak AIC ve SCI bilgi kriterlerinden yararlanılarak optimal gecikme uzunluğu (k) belirlenir. Son olarak VAR modeli ( $k+d_{max}$ ) gecikme sayısı ve görünüşte ilişkisiz regresyon yöntemiyle tahmin edilerek nedensellik ilişkisi ve yönü üzerinde karar verilmektedir. Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik analizinin matematiksel denklemi şu şekildedir:

$$X_t = \delta + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{k+d_{max}} \beta_j X_{t-j} + u_{1t} \quad (24)$$

$$Y_t = \gamma + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \lambda_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{k+d_{max}} \delta_j X_{t-j} + u_{2t} \quad (25)$$

Nedensellik ilişkisi ve yönüne VAR( $k+d_{max}$ ) modeli tahmin edilerek modeldeki katsayıların ilk k tanesine MWALD (Modified WALD) testi uygulanarak karar verilmektedir. Nedensellik ilişkisinde sıfır hipotezi, k kadar bağımsız değişkenin grup olarak sıfıra eşit olduğu, alternatif hipotez ise k kadar bağımsız değişkenin grup olarak sıfıra eşit olmadığı şeklinde kurulur. Eğer MWALD istatistiği istatistiksel olarak anlamlı ise sıfır hipotezi reddedilerek alternatif hipotez kabul edilir. Alternatif hipotezin kabul edilmesi, bağımsız değişkenden bağımlı değişkene doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu

anlamına gelmektedir (Yavuz, 2006: 169; Kızılgöl ve Erbaykal, 2008: 355-356; Abdioğlu ve Terzi, 2009: 202; Çetin ve Şeker, 2012: 98; Çevik ve Cural, 2013: 129; Tandoğan ve Özyurt, 2013: 64; Tapşın ve Karabulut, 2013: 201; Abdioğlu, 2013: 52-53).

#### **4.1.2. Panel Veri Analizi**

Panel veri, bireyler, ülkeler, firmalar, hane halkları gibi birimlere ait yatay kesit gözlemlerin, belli bir dönemde bir araya getirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Panel veri, N sayıda birim ve her bir birime karşılık gelen T sayıda gözlemden oluşmaktadır (Tatoğlu, 2012: 2).

Panel veri analizi hem zaman serisi hem de yatay kesit veri analizlerine özgü özellikleri taşımakla birlikte, bu analizlere ait dezavantajları da ortadan kaldırmaktadır. Panel veri analizinin avantajları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır (Tarı, 2010: 475):

1. Panel veri analizi kesit birimlere özgü farklılığı dikkate alarak, bu farklılığın model içinde kontrolüne ve ölçülebilmesine izin vermektedir.

2. Yatay kesit gözlemleri ile zaman serilerini birleştirmekte, panel veri, daha aydınlatıcı bilgi, değişkenler arasında daha az doğrusal bağlantı, daha fazla serbestlik derecesi ve daha fazla etkinlik sağlamaktadır.

3. Tekrarlanan yatay kesit gözlemlerini incelemekle, panel veri, değişme dinamiklerini araştırmak için daha uygundur.

4. Panel veriler, pür zaman serisi verileri veya pür yatay kesit verilerinde kolayca gözlenemeyen etkileri daha iyi belirleyebilir ve ölçülebilir. Panel veri analizi, zamana göre değişmeyen ve kesit boyunca farklı olan gözlenemeyen etkilerle birlikte zaman ve kesit boyunca değişen etkilerin bağımlı değişken üzerindeki olası etkilerini de hesaba katabilmektedir.

5. Panel veri analizi, daha karmaşık davranış modelleri ile çalışabilme imkânı sunması açısından, zaman serisi ve yatay kesit verisi modellerine göre üstünlük sağlamaktadır.

Panel veri kullanmanın getirdiği kısıtlamalar ve dezavantajlar da vardır. Bunlar şöylece özetlenebilir: ilk olarak, panel veri modelindeki hata terimi, zaman serisi, yatay

kesit ve panel veri modeline özgü sapmaları taşıdığı için çoğu zaman sapmalıdır. İkincisi, veri bulmadaki güçlüktür. Üçüncü ve son olarak, birim boyutunun fazla olmasına rağmen zaman boyutunun kısa olmasıdır (Tatoğlu, 2012: 14).

Panel veri metodolojisinin klasik regresyon modeli olarak ifade edilen gösterimi şöyledir (Greene, 2000: 560):

$$y_{it} = \alpha_i + \beta' x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (26)$$

$i:1,\dots,N; t=1,\dots,T$

Denklemdede;  $\alpha$ , sabit terim;  $\beta'$ , eğim katsayısı;  $i$ , ülkeler, firma ve hane halkları gibi birimleri yani panelin yatay-kesit birimini;  $t$ , ise zamanı yani panelin zaman serisi kısmını ifade eder.  $y_{it}$ ,  $i$ 'nci birimin  $t$  dönemindeki bağımlı değişkeninin değeri;  $\varepsilon_{it}$ ,  $i$ 'nci ekonomik birimin  $t$  dönemindeki hata terimini (sıfır ortalamalı, sabit varyansa sahip ve tüm dönem ve birimler için normal dağılıma sahip) gösterir.  $x_{it}$ ,  $i$ 'nci birimin  $t$  dönemindeki bağımsız değişkeninin değerini gösterir.  $x_{it}$  içinde  $K$  tane bağımsız değişken vardır.  $\alpha_i$  ise zamana göre sabit ve her bir yatay kesit birimine göre değişebilen bireysel etkiyi ifade eder. Eğer  $\alpha_i$ , bütün birimler boyunca aynı olursa, o zaman sıradan enküçük karaler  $\alpha$  ve  $\beta$ 'nın istrarlı ve tutarlı tahminini sağlar.

Yukarıda 26 nolu denklemde gösterilen panel veri modeli iki temel yapıda sınıflandırılır. Bunlar sabit ve tesadüfi etkiler yaklaşımlarıdır. Çalışmada bu modeller kullanıldığından ilgili modeller aşağıda açıklanmıştır.

#### **4.1.2.1. Sabit Etkiler Modeli**

Sabit etkiler regresyon modeli (SEM), zamana göre değişmeyen ancak birime göre değişen değişkenler atıldığı zaman, panel veride atılan değişkenlerin kontrolüne imkan tanıyan bir metoddur (Stock ve Watson, 2007: 356). Modelin yaygın formülasyonu, birimler boyunca farklılıkların sabit terimdeki değişiklikler tarafından yakalanabildiğini varsayar (Greene, 2000: 560). Başka bir ifadeyle bu model, ülkeler ve firmalar gibi birimlerin aralarındaki farklılıkların sabit terim tarafından gösterildiği bir modeldir.

Her bir birim için sabit katsayıların farklı, buna karşılık eğim katsayılarının aynı olan  $K$  tane bağımsız değişkenli bir sabit etkiler modeli aşağıdaki gibi yazılabilir (Asteriou

ve Hall: 2007: 345). Bu denklemde sabit terim daha önce ifade edildiği gibi zamana göre değil, birime göre değişmektedir.

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_K X_{Kit} + \varepsilon_{it} \quad (27)$$

$i=1,\dots,N;t=1,\dots,T$

Sabit etkiler modelinin tahmini çeşitli yöntemlerle yapılabilmektedir. Bunlar, Gölge Değişkenli En Küçük Kareler, Grup İçi Tahmin, Gruplar Arası Tahmin, Havuzlanmış En Küçük Kareler, En Çok Olabilirlik, Genelleştirilmiş En Küçük Kareler ve Esnek Genelleştirilmiş En Küçük Karelerdir (Tatoğlu, 2012: 80).

Bu yöntemlerden gölge değişkenli en küçük kareler yöntemi öne çıkan yöntemlerden biridir. N-1 tane gölge değişken yukarıda gösterilen eşitliğin sağına ilave edilerek model tahmin edilmektedir. Birim sayısı fazla olduğunda, serbestlik derecesi kaybı da fazla olmaktadır. Bu nedenle grup içi tahmin yöntemi en çok tercih edilen model olmakta ve bundan dolayı da sabit etkiler tahmincisi ismini almaktadır (Tatoğlu, 2012: 124).

Sabit etkiler modelinde öncelikli amaç eğim parametrelerini tahmin etmek olduğunda birim etkileri göstermek için modele gölge değişken ilave etmek gerekli değildir. Grup içi tahmin yönteminde her bir birim için zaman serisi gözlemlerinden birim ortalamaları çıkarılarak değişkenler dönüştürülmektedir. Daha sonra dönüştürülmüş değişkenlerle oluşturulan regresyona, havuzlanmış en küçük kareler yöntemi uygulanmaktadır. Sonraki aşamada birim gölge değişken katsayıları, kalıntıların grup ortalamaları kullanılarak tahmin edilebilmektedir. Böylece hem gölge değişken tuzağından hem de çoklu doğrusal bağlantı sorunundan kaçınılmaktadır (Tatoğlu, 2012: 86).

Grup içi tahminciden elde edilen eğim katsayıları, standart hata ve t istatistikleri, gölge değişkenli en küçük kareler yöntemiyle elde edilenlerle aynıdır. Bu karşılık sabit terim ise her bir yöntemde farklıdır (Tatoğlu, 2012: 94).

#### **4.1.2.2. Tesadüf Etkiler Modeli**

Sabit etkiler modeli, birim etkilerin ( $\mu_i$ ) dolayısıyla birimler arası farklılıkların sabit olduğu ve sabit terimdeki farklılıklarla ifade edilebildiği durumlarda kullanılmaktadır.

Fakat bazen örnekteki birimler tesadüfi olarak seçilmektedir. Bu durumda birimler arası farklılıklarda tesadüfi olmaktadır. Bu birim farklılıklarına tesadüfi farklılıklar denilmektedir (Tatoğlu, 2012: 103).

Tesadüfi etkiler modelinde (TEM) birim veya zamana bağlı olarak meydana gelen değişmelerin hata terimi gibi tesadüfi olduğu varsayılmaktadır. Bu nedenle de birim ve zamana bağlı olarak meydana gelen değişmeler modele hata teriminin bir bileşeni olarak katılmaktadır (Çalışkan, 2009: 125; Bayraktutan ve Demirtaş, 2011: 8). Bu durumda tesadüfi etkiler modeli şu şekilde ifade edilir (Asteriou ve Hall: 2007: 348):

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_K X_{Kit} + (\varepsilon_{it} + \mu_{it}) \quad (28)$$

Burada  $\varepsilon_{it}$  hata terimini ve  $\mu_i$  birim etkiyi göstermekte olup her ikisi de sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı normal dağılıma sahiptir. Dolayısıyla denklem şu şekilde yeniden yazılabilir:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_K X_{Kit} + V_{it} \quad (29)$$

Burada  $V_{it} = \varepsilon_{it} + \mu_{it}$  şeklinde birim ve zamana bağlı olarak meydana gelen değişmeler hata teriminin bir bileşeni olarak yazıldığında, sabit etkiler modelinde görülen serbestlik derecesi kaybının önüne geçilmektedir (Çalışkan, 2009: 125; Bayraktutan ve Demirtaş, 2011: 8).

Tesadüfi etkiler modelinin tahmininde sabit etkiler modelinde olduğu gibi çeşitli yöntemler mevcuttur. Bunlar, Havuzlanmış En Küçük Kareler, Grup İçi Tahmin, En Çok Olabilirlik, Genelleştirilmiş En Küçük Kareler, Esnek Genelleştirilmiş En Küçük Kareler, Genel Esnek Genelleştirilmiş En Küçük Kareler ve İki Aşamalı Genelleştirilmiş En Küçük Karelerdir. Bununla birlikte Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi, en çok tercih edilen yöntemdir. Bu nedenle genelleştirilmiş en küçük kareler tahmincisi, tesadüfi etkiler tahmincisi olarak da bilinmektedir (Tatoğlu, 2012: 124).

#### **4.1.2.3. Model Seçimi**

Panel veri modelinin seçiminde sabit etkiler ve tesadüfi etkiler modellerden hangisinin tercih edilmesinin daha uygun olacağı konusunda teorik ve ampirik iki farklı yaklaşım mevcuttur. Bu yaklaşımlardan teorik olanına göre, belirli bir grubun tüm

üyelerinin modele dahil edildiği durumlarda sabit etkiler modeli, gruptan bazılarını rastgele seçilerek analize dâhil edilmesi durumunda tesadüfi etkiler modeli kullanılmalıdır (Baltagi, 2008: 14).

Sabit etkiler modeli veya tesadüfi etkiler modeli seçiminde Judge ve diğerleri tarafından yapılan şu gözlemler yararlı olabilir (Gujarati, 2003: 650).

1. Eğer T (zaman serisi veri sayısı) N (yatay kesit birim sayısı)'den daha büyükse sabit etkiler modeli ve tesadüfi etkiler modeli arasında çok az bir farklılık vardır. Bu nedenle seçim burada hesaplamaya dayanır. Bu durumda sabit etkiler modeli tercih edilebilir.

2. N büyük ve T küçük olduğu zaman iki modelden elde edilecek tahminler istatistiksel olarak farklı olabilir. Bu durumda istatistiksel sonuç, örnekteki gözlemlenen yatay kesit birimlerinin durumuna bağlıdır. Eğer örnekteki birey, yatay kesit birimler daha büyük örnekten rastgele elde edilmiyorsa, bu durumda sabit etkiler modeli uygundur. Bununla birlikte örnekteki yatay kesit birimleri tesadüfiyse, o zaman tesadüfi etkiler modeli uygundur.

3. Eğer bireysel hata terimi bir veya daha fazla bağımsız değişken ile ilişkiliyse, o zaman sabit etkiler modeli geçerlidir.

4. Son olarak N büyük T küçükse ve tesadüfi etkiler varsayımları geçerliyse, tesadüfi etkiler modeli tahminçileri, sabit etkiler modeli tahminçilerinden daha etkindir.

Sabit etkiler tahminçisi ile tesadüfi etkiler tahminçisi arasında tercih yapmak için kullanılan amprik testler, Hausman testi, Wald testi, F ve t testleridir (Tatoğlu, 2012: 179). Çalışmada Hausman testi kullanıldığı için burada sadece bu test hakkında bilgi verilecektir.

Hausman testinde temel hipotez, açıklayıcı değişken ve birim etki arasında korelasyon yoktur şeklindedir. Bu durumda, her iki tahminci de tutarlı olduğundan, sabit ve tesadüfi etkiler tahminçileri arasındaki farkın çok küçük olacağı beklenmektedir. Tesadüfi etkiler tahminçisi daha etkin olduğundan, kullanımı uygun olacaktır. Alternatif hipoteze göre, açıklayıcı değişkenler ile birim etki korelasyonludur. Bu durumda tesadüfi etkiler tahminçisi sapmalıdır ve farkın büyük olacağı beklenmektedir. Sabit etkiler modeli tutarlı olduğundan tercih edilmelidir. Hausman testi, tesadüfi etkiler tahminçisinin geçerli

olduğu biçimindeki temel hipotezi, k serbestlik derecele  $\chi^2$  dağılımına uyan istatistik yardımıyla test etmektedir (Tatoğlu, 2012:180). Test sonucunda  $\chi^2$  katsayısı % 10'dan küçükse temel hipotez reddedilir ve sabit etkiler tahmincisinin geçerli olduğuna karar verilir. Çalışmada modelin seçiminde hem teorik yaklaşımlardan hem de Hausman Test istatistiğinden yararlanılmıştır.

## **4.2. Ekonometrik Bulgular**

Çalışmanın bu kısmında Türkiye'de sektörel enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz etmek amacıyla ilk olarak zaman serisi analizinde kullanılan değişkenler tanıtılmıştır. Daha sonra da kullanılan ekonometrik model açıklanmış ve ulaşılan sonuçlar paylaşılmıştır. Ayrıca ilişkinin Türkiye'nin düzey 2 bölgeleri itibariyle incelenmesi amacıyla veri seti tanıtılmış ve mevcut kısıtlardan bahsedilmiştir. Bölgesel olarak ilişkinin panel veri analiz sonuçları ayrıca paylaşılmıştır. Çözüm sonuçları, Eviews 7 ve Stata 10.0 paket programları kullanılarak elde edilmiştir.

### **4.2.1. Zaman Serisi Analiz Sonuçları**

Bu kısımda veri seti tanıtıldıktan sonra serilerin durağan olup olmadıklarına bakılmıştır. Daha sonra da durağan olmasa bile nedensellik analizine imkân tanıyan Toda-Yamamoto nedensellik analiz sonuçları verilmiştir.

#### **4.2.1.1. Veri Seti**

Enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkiler Türkiye açısından bir, iki, ve çok sektörlü modeller kullanılıp geniş bir literatür oluşturacak şekilde inceleme konusu yapılmıştır. Sektörel enerji tüketiminin büyüme üzerindeki etkisini çok sektörlü model kullanarak inceleme konusu yapan Şahbaz ve Yanar (2013) dışında herhangi bir çalışma literatürde tespit edilememiştir. Dolayısıyla, çok sektörlü model kullanarak sektörel enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkilerini Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik sınamasıyla ortaya koymak ve literatürdeki boşluğu doldurmak bu çalışmada amaçlanmıştır.

Türkiye ekonomisi için yapılan çalışma 1970-2012 dönemini kapsamaktadır. Nedensellik ilişkilerini belirlemek için kurulan modellerde GSYİH (LRGDP), Gayri Safi

Sabit Sermaye Oluşumu (LSER), İstihdam (LİST) ve Tarım (LT), Sanayi (LS), Ulaştırma (LU) ve Konut (LK) Sektörel enerji tüketimleri kullanılmıştır. 2005 yılı fiyatlarıyla GSYİH ve Gayri Safi Sabit Sermaye Oluşumu serileri WDI ve sektörel enerji tüketimleri Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı veri tabanlarından temin edilmiştir. İstihdam serisi ise TÜİK (İstatistik Göstergeler, 2013:126)'den elde edilmiştir. Değişkenlerin önündeki  $\Delta$  simgesi değişkenin farkının alındığını göstermektedir. Analizler serilerin logaritması alınarak gerçekleştirilmiştir. Logaritmaları alınan serilerin önüne L harfi koyularak ayırt edilmiştir. Ayrıca değişkenlerin önündeki R harfi de serinin reel olduğunu ifade etmektedir.

#### 4.2.1.2. Birim Kök Analiz Sonuçları

Çalışmada nedensellik ilişkileri Toda ve Yamamoto yaklaşımıyla belirlenecektir. Bu yaklaşımın birinci aşamasında ilgili değişkenlerin durağanlık düzeyleri araştırılmaktadır. Dolayısıyla ADF birim kök testi uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 21'de sunulmuştur.

**Tablo 19: ADF Birim Kök Testi Sonuçları**

Değişkenler	Sabitli	Sabitli-Trendli
LRGDP	-0.622999 (0)	-3.279965 (0)
LİST	-1.373602 (0)	-1.909772 (0)
LSER	-1.375162 (0)	-2.416696 (0)
LS	-1.712583 (0)	-2.319066 (0)
LK	-0.346673 (0)	-2.059329 (0)
LU	-0.859183 (0)	-3.245841 (0)
LT	-2.016828 (0)	-1.583046 (0)
$\Delta$ LRGDP	-6.434865* (0)	-6.364156* (0)
$\Delta$ LİST	-6.342373* (0)	-6.394646* (0)
$\Delta$ LSER	-5.812089* (0)	-5.809338* (0)
$\Delta$ LS	-7.478995* (0)	-7.799991* (0)
$\Delta$ LK	-6.227113* (0)	-6.146739* (0)
$\Delta$ LU	-4.965875* (0)	-4.829402* (0)
$\Delta$ LT	-3.682916* (0)	-3.862684** (0)

**Not:** Parantez için değerler SIC kriterine göre belirlenen gecikme uzunluğunu, \* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Tablo 19'dan da görüldüğü üzere, tüm değişkenler seviyelerinde birim kök taşıdığı birinci farklarında ise birim kök taşımadıkları %1 anlamlılık seviyesinde tespit edilmiştir.



Aynı zamanda değişkenlerin durağanlığı için PP birim kök sınaması yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 20’de sunulmuştur.

**Tablo 20: PP Birim Kök Testi Sonuçları**

Değişkenler	Sabitli	Sabitli-Trendli
LRGDP	-0.631039	-3.398382
LİST	-1.403877	-1.940424
LSER	-1.373762	-2.540297
LS	-2.085075	-2.142608
LK	-0.328083	-2.198597
LU	-0.854163	-3.302578
LT	-2.022643	-1.727585
$\Delta$ LRGDP	-6.445923*	-6.371762*
$\Delta$ LİST	-6.352819*	-6.391970*
$\Delta$ LSER	-5.784610*	-5.782014*
$\Delta$ LS	-7.618173*	-8.221059*
$\Delta$ LK	-6.224474*	-6.141741*
$\Delta$ LU	-4.815257*	-4.657154*
$\Delta$ LT	-3.669359*	-3.887934**

**Not:** Uyarlama gecikmesi (truncationlag),  $q = 4(N/100)^{2/9} = 3$  olarak hesaplanmıştır (Newey-West, 1987). \* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Tablo 20’den de görüldüğü üzere, tüm değişkenler seviyelerinde birim kök taşıdığı birinci farklarında ise birim kök taşımadıkları %1 anlamlılık seviyesinde tespit edilmiştir. Yapılan birim kök sınamaları tüm değişkenlerin birinci farkında durağan olduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla Toda ve Yamamoto yaklaşımına dayalı nedensellik ilişkilerinin belirlendiği VAR sistemlerinin  $d_{max}$  seviyesi 1 olarak tespit edilmiştir.

#### 4.2.1.3. Toda-Yamamoto Nedensellik Sonuçları

Toda ve Yamamoto nedensellik sınaması için  $d_{max}$  seviyesi 1 belirlenmiştir. İkinci aşamada seviye değerlerinin yer aldığı VAR sistemlerinin gecikme uzunlukları tespit edilir. Üçüncü aşamada ise seviye değerlerinin yer aldığı ve gecikmesi belirlenen VAR sistemlerinin gecikme uzunluğu  $d_{max}$  kadar artırılır ve VAR sistemleri Görünürde İlişkısiz Denklemler (SUR) yöntemi ile tahmin edilir. Sektörel enerji tüketiminin büyüme üzerinde etkisi için 4 ayrı var sistemi oluşturulmuştur. LS, LT, LK ve LU sektörel enerji

tüketimlerinin seviye değerlerinin yer aldığı VAR sistemlerinin gecikme uzunlukları sırasıyla 5, 1, 1 ve 5 olarak AIC bilgi kriteri vasıtasıyla belirlenmiştir.  $d_{\max}$  1 tespit edilmiş ve aşağıda sunulan VAR sistemleri üzerinden nedensellik sınaması gerçekleştirilmiştir.

$$\begin{bmatrix} LRGDP_t \\ LSER_t \\ LiST_t \\ LS_t \end{bmatrix} = B_0 + B_1 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-1} \\ LSER_{t-1} \\ LiST_{t-1} \\ LS_{t-1} \end{bmatrix} + B_2 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-2} \\ LSER_{t-2} \\ LiST_{t-2} \\ LS_{t-2} \end{bmatrix} + B_3 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-3} \\ LSER_{t-3} \\ LiST_{t-3} \\ LS_{t-3} \end{bmatrix} + B_4 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-4} \\ LSER_{t-4} \\ LiST_{t-4} \\ LS_{t-4} \end{bmatrix} + B_5 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-5} \\ LSER_{t-5} \\ LiST_{t-5} \\ LS_{t-5} \end{bmatrix} + B_6 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-6} \\ LSER_{t-6} \\ LiST_{t-6} \\ LS_{t-6} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} E_{1t} \\ E_{2t} \\ E_{3t} \\ E_{4t} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} LRGDP_t \\ LSER_t \\ LiST_t \\ LT_t \end{bmatrix} = A_0 + A_1 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-1} \\ LSER_{t-1} \\ LiST_{t-1} \\ LT_{t-1} \end{bmatrix} + A_2 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-2} \\ LSER_{t-2} \\ LiST_{t-2} \\ LT_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \\ \varepsilon_{4t} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} LRGDP_t \\ LSER_t \\ LiST_t \\ LK_t \end{bmatrix} = \beta_0 + \beta_1 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-1} \\ LSER_{t-1} \\ LiST_{t-1} \\ LK_{t-1} \end{bmatrix} + \beta_2 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-2} \\ LSER_{t-2} \\ LiST_{t-2} \\ LK_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \\ \varepsilon_{4t} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} LRGDP_t \\ LSER_t \\ LiST_t \\ LU_t \end{bmatrix} = \mu_0 + \mu_1 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-1} \\ LSER_{t-1} \\ LiST_{t-1} \\ LU_{t-1} \end{bmatrix} + \mu_2 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-2} \\ LSER_{t-2} \\ LiST_{t-2} \\ LU_{t-2} \end{bmatrix} + \mu_3 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-3} \\ LSER_{t-3} \\ LiST_{t-3} \\ LU_{t-3} \end{bmatrix} + \mu_4 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-4} \\ LSER_{t-4} \\ LiST_{t-4} \\ LU_{t-4} \end{bmatrix} + \mu_5 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-5} \\ LSER_{t-5} \\ LiST_{t-5} \\ LU_{t-5} \end{bmatrix} + \mu_6 \begin{bmatrix} LRGDP_{t-6} \\ LSER_{t-6} \\ LiST_{t-6} \\ LU_{t-6} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{1t} \\ Z_{2t} \\ Z_{3t} \\ Z_{4t} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Yukarıdaki (1), (2), (3) ve (4) nolu VAR sistemleri SUR yöntemi ile tahmin edilmiş ve MWALD sınaması ile elde edilen nedensellik ilişkileri Tablo 21’de sunulmuştur. Bu tablodan görüldüğü üzere (2) ve (3) numaralı VAR sistemlerinde LT ile LRGDP ve LK ile LRGDP arasında nedensellik ilişkilerini belirlemek için kurulan boş hipotezler %10 anlamlılık düzeyinde reddedilememiş ve ilgili değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi saptanamamıştır. Diğer taraftan (1) numaralı VAR sisteminde LS ile LRGDP arasındaki ilişkileri belirlemek için kurulan boş hipotezler %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiş ve LS ile LRGDP arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Benzer şekilde (4) numaralı VAR sistemi için LU neden değil LRGDP ve LRGDP neden değil LU

biçiminde kurulan boş hipotezle sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiş ve LU ile LRGDP arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgular Türkiye ekonomisi için çalışmanın temel inceleme alanı olan sanayi ile ulaştırma sektörleri enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru ve ekonomik büyümeden sanayi ve ulaştırma sektöründeki enerji tüketimine doğru olmak üzere çift yönlü nedensellik ilişkileri ortaya koymuştur.

**Tablo 21: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları**

VAR Sistemi Numarası	Boş Hipotez	$\chi^2$ İstatistiği	P-değeri	Karar
1	LS neden değil LRGDP	25.29102	0.0001	Boş Hipotez Reddedilir
	LRGDP neden değil LS	74.18634	0.0000	Boş Hipotez Reddedilir
2	LT neden değil LRGDP	1.140738	0.2855	Boş Hipotez Reddedilemez
	LRGDP neden değil LT	0.277193	0.5985	Boş Hipotez Reddedilemez
3	LK neden değil LRGDP	0.058546	0.9712	Boş Hipotez Reddedilemez
	LRGDP neden değil LK	0.890365	0.3454	Boş Hipotez Reddedilemez
4	LU neden değil LRGDP	14.34716	0.0135	Boş Hipotez Reddedilir
	LRGDP neden değil LU	15.10934	0.0099	Boş Hipotez Reddedilir

#### 4.2.2. Panel Veri Analiz Sonuçları

Bölgesel seviyede enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisinin incelenmesi amacıyla öncelikle değişkenler tanıtılmış ve panel veri analizi kapsamında oluşturulan ekonometrik model açıklanmıştır. Bu modellerden elde edilen sonuçlar ayrıca paylaşılmıştır.

##### 4.2.2.1. Veri Seti ve Ekonometrik Model

Türkiye'nin il bazında 2001 sonrası için GSYİH verileri TÜİK tarafından yayınlanmamaktadır. Ancak 2002 yılında uygulamaya giren İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırması (İBBS) bazında 2004-2011 dönemi için Düzey 2 kapsamında cari Gayri Safi Katma Değer (GSKD) verileri hem Türk lirası hem de dolar cinsinden

yayınlanmaktadır. Bölgesel cari verilerdeki fiyat etkilerini kaldırabilmek için TÜİK tarafından bölgesel bazda TÜFE yayınlanmaktadır. TÜFE değerleri kullanılmak suretiyle bölgesel GSKD rakamları reelleştirilmiştir. Daha sonra da logaritmaları alınmak suretiyle analize katılmıştır.

Kamu yatırımları eski adıyla DPT, yeni adıyla Kalkınma Bakanlığı tarafından il düzeyinde yayımlanmaktadır. Çalışmada her bir düzey 2 bölgesi için il verileri toplanarak bölgesel veriye ulaşılmıştır. TÜFE değerlerine oranlanmak suretiyle reelleştirilen verilerin logaritmaları alınarak çalışmada kullanılmıştır.

Emek değişkeni olarak da TÜİK tarafından İktisadi Faaliyet Koluna Göre İstihdam Edilenler başlığı altında düzey 2 kapsamında yayımlanan veriler olup, bin kişi sayısıdır. Emek değişkeni de logaritması alınarak çalışmada kullanılmıştır.

Enerji tüketimi değişkeni de bölgesel düzeyde bulunmamaktadır. Sadece elektrik tüketim verileri il ve bölge düzeyinde TEDAŞ tarafından hazırlanmakta ve TÜİK tarafından da yayımlanmaktadır. Elektrik tüketim verileri TÜİK veri tabanında bölgesel düzeyde ve sektörel elektrik tüketimi olarak bulunmaktadır. Çalışmada elektrik tüketim verileri enerji değişkeni yerine vekil (Proxy) değişken olarak kullanılmıştır. Bölgesel elektrik tüketim verileri toplam, sanayi, mesken, ticaret, tarım, resmi kurum ve sokak elektrik tüketimi şeklinde sınıflandırılarak da kullanılmıştır. Çalışmada tüm elektrik enerjisi değişkenlerinin logaritması alınmıştır. Sektörel elektrik tüketim verileri esas alınarak yedi regresyon denklemi şu şekilde oluşturularak tahmin edilmiştir:

$$LRGSKD_{it} = \alpha_i + \beta_1 LRKY_{it} + \beta_2 LİST_{it} + \beta_3 LTET_{it} + \varepsilon_{it} \quad (30)$$

$$LRGSKD_{it} = \alpha_i + \beta_1 LRKY_{it} + \beta_2 LİST_{it} + \beta_3 LŞAN_{it} + \varepsilon_{it} \quad (31)$$

$$LRGSKD_{it} = \alpha_i + \beta_1 LRKY_{it} + \beta_2 LİST_{it} + \beta_3 LMES_{it} + \varepsilon_{it} \quad (32)$$

$$LRGSKD_{it} = \alpha_i + \beta_1 LRKY_{it} + \beta_2 LİST_{it} + \beta_3 LTİC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (33)$$

$$LRGSKD_{it} = \alpha_i + \beta_1 LRKY_{it} + \beta_2 LİST_{it} + \beta_3 LTAR_{it} + \varepsilon_{it} \quad (34)$$

$$LRGSKD_{it} = \alpha_i + \beta_1 LRKY_{it} + \beta_2 LİST_{it} + \beta_3 LRES_{it} + \varepsilon_{it} \quad (35)$$

$$LRGSKD_{it} = \alpha_i + \beta_1 LRKY_{it} + \beta_2 LİST_{it} + \beta_3 LSOK_{it} + \varepsilon_{it} \quad (36)$$

$$i = 1, \dots, N ; t = 1, \dots, T$$

LRGSKD<sub>it</sub>, LRKY<sub>it</sub> ve LİST<sub>it</sub> sırasıyla i'nci düzey 2 bölgesinin t yılındaki reel gayri safi katma değerini, reel kamu yatırımlarını ve istihdamı göstermektedir. Enerji değişkeni olarak kullanılan LTET<sub>it</sub>, LŞAN<sub>it</sub>, LMES<sub>it</sub>, LTİC<sub>it</sub>, LTAR<sub>it</sub>, LRES<sub>it</sub> ve LSOK<sub>it</sub> i'nci düzey 2 bölgesinin t yılındaki sırasıyla toplam, sanayi, mesken, ticarethane, tarımsal sulama, resmi daire ve sokak aydınlatmada kullanılan elektrik tüketim verilerini gösterir. Denklemlerde değişken isimlerinin önündeki "L" harfi ilgili değişkenin doğal logaritmasının alındığını gösterir.  $\alpha_i$ , sabit terim olup zamana göre sabit ve birimlere göre değiştiğini göstermek amacıyla sadece i alt indisi kullanılmıştır.  $\beta$  değerleri ise eğim katsayıları olup tüm birimler için değişmemektedir. O nedenle i ve t alt indisleri  $\beta$  katsayıları için kullanılmamıştır.  $\varepsilon_{it}$  ise hata terimi olup normal dağılıma sahiptir.

Bu modeller önce 26 bölge için daha sonra da aşağıda açıklandığı üzere 11 gelişmiş ve 15 daha az gelişmiş düzey 2 bölgesine ayrılarak 2004-2011 dönemi için çözülmüştür.

#### 4.2.2.2. Düzey 2 Bölgeleri İçin Panel Regresyon Sonuçları

Çalışmada Düzey 2 bölgeleri 11 gelişmiş ve 15 az gelişmiş ve bunların toplamı 26 bölge olarak ele alınmıştır. Gelişmişlik seviyelerine göre sıralama Kalkınma Bakanlığının 2013 yılında yapmış olduğu, İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması - 2011 (SEGE-2011) dikkate alınmıştır. Buna göre il verileri kullanılarak Düzey 2 bölgeleri için gelişmişlik endeks değerleri hesaplanmıştır. Bu endeks değerlerine göre 11 Düzey 2 bölgesi ortalamanın üzerinde bir değere sahiptir. Bu 11 bölgenin ortalamanın üzerinde bir değere sahip olması yine çalışmada belirtildiği üzere nispi olarak avantajlı bir durumu göstermektedir (SEGE-2011, 2013: 75). Tablo 22'de ilk 11 sırada yer alan düzey 2 bölgeleri nispeten daha gelişmiş bölge olarak ifade edilmektedir.

Az gelişmiş olarak ifade ettiğimiz 15 Düzey 2 bölgesinin endeks değeri ortalamanın altındadır. Ayrıca son on tanesi de ortalamanın altında olduğu gibi aynı zamanda negatif değerlidir. Ortalamanın altında olup pozitif değerli olanlar şunlardır: TR33 ( Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak), TR81 (Zonguldak, Karabük, Bartın), TR72 (Kayseri, Sivas, Yozgat)'dir. TR83 (Samsun, Tokat, Çorum, Amasya) bölgesi ise sıfır ortalamaya sahiptir.

Geri kalan düzey 2 bölgeleri ise negatif değerlidir. Çalışmada, ortalamanın altında kalan 15 düzey 2 bölgesi nispeten daha az gelişmiş olarak ifade edilmiştir.

**Tablo 22: İllerin ve Bölgelerinin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeks Değerlerine Göre Sıralaması**

Düzye 2 Kodu	Bölge İlleri	Endeks Değeri	Sıra
TR10	İstanbul	4,5154	1
TR51	Ankara	2,8384	2
TR31	İzmir	1,9715	3
TR41	Bursa, Eskişehir, Bilecik	1,2667	4
TR61	Antalya, Isparta, Burdur	1,2305	5
TR42	Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova	1,0528	6
TR32	Aydın, Denizli, Muğla	0,8257	7
TR21	Tekirdağ, Edirne, Kırklareli	0,7736	8
TR62	Adana, Mersin	0,5211	9
TR22	Balıkesir, Çanakkale	0,5133	10
TR52	Konya, Karaman	0,4951	11
TR33	Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak	0,2437	12
TR81	Zonguldak, Karabük, Bartın	0,1934	13
TR72	Kayseri, Sivas, Yozgat	0,1130	14
TR83	Samsun, Tokat, Çorum, Amasya	0,0000	15
TRC1	Gaziantep, Adıyaman, Kilis	-0,0547	16
TR90	Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane	-0,0756	17
TR71	Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir	-0,1248	18
TR82	Kastamonu, Çankırı, Sinop	-0,2190	19
TRB1	Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli	-0,2448	20
TR63	Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye	-0,2729	21
TRA1	Erzurum, Erzincan, Bayburt	-0,3751	22
TRC2	Şanlıurfa, Diyarbakır	-1,1466	23
TRC3	Mardin, Batman, Şırnak, Siirt	-1,3284	24
TRA2	Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan	-1,3611	25
TRB2	Van, Muş, Bitlis, Hakkâri	-1,4927	26

**Kaynak:** İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması (SEGE-2011), 2013: 74.

Çalışmada ayrıca enerji değişkenine vekil değişken olarak kullanılan elektrik tüketimi değişkeni sektörel olarak sınıflandırılmış ve böylece 7 modele ulaşılmıştır. Model 1’de toplam elektrik tüketimi, model 2’de sanayi, model 3’de mesken, Model 4’de ticari, model 5’de tarım, model 6’da resmi daire ve model 7’de sokak elektrik tüketimi verileri enerji değişkeni yerine vekil olarak kullanılmıştır. Model sonuçlarının verildiği tablolarda her bir düzey 2 bölgesi sınıflandırması için sabit etkiler modeli (SEM) yanında, tesadüfi etkiler modeli (TEM) sonuçları da gösterilmiştir.

**Tablo 23: Model 1 Tahmin Sonuçları**

Bağımsız Değişkenler	Bağımlı Değişken LRGSKD					
	Tüm Düzey 2 Bölgeleri		Nispeten Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi		Nispeten Az Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi	
	SEM	TEM	SEM	TEM	SEM	TEM
Sabit	9.36322* (0.31734)	7.67213* (0.345415)	8.621358* (0.468971)	7.509589* (0.562805)	9.934138* (0.381146)	8.860261* (0.394783)
LRKY	0.058832* (0.011659)	0.057492* (0.014645)	0.021640 (0.019350)	0.069211* (0.022882)	0.091748* (0.014206)	0.079941* (0.016456)
LİST	0.089443** (0.042566)	0.278547* (0.048629)	0.272288* (0.072067)	0.537611* (0.075668)	-0.049375 (0.052215)	0.107051*** (0.054995)
LTET	0.377024* (0.026547)	0.408487* (0.031030)	0.394324* (0.048162)	0.310781* (0.055590)	0.352966* (0.030465)	0.370014* (0.032901)
Gözlem Sayısı	208	208	88	88	120	120
R <sup>2</sup> (within)	0.74	0.72	0.83	0.81	0.75	0.73
Hausman Testi		507.92 [0.0000]		2663.18 [0.0000]		9018.65 [0.0000]
F testi-Wald Testi	169.42 [0.0000]	677.04 [0.0000]	118.81 [0.0000]	386.53 [0.0000]	102.83 [0.0000]	340.15 [0.0000]
Seçilen Yöntem	Sabit Etkiler		Sabit Etkiler		Sabit Etkiler	

**Not:** Tabloda, \* ilgili katsayının %1’de, \*\* %5’de ve \*\*\* %10’da istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, parantez içindeki değerler ise standart hataları, köşeli parantez içindeki değerler Hausman, Wald ve F testi olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 23’te sunulan model 1 tahmin sonuçlarına göre 26 düzey 2 bölgesinde toplam elektrik tüketimi ile yaratılan katma değer arasında pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki mevcuttur. Buna göre toplam LTET’de meydana gelecek % 1’lik bir artış SEM’e göre % 0.38 ve TEM’e göre % 0.41 oranında LRGSKD’yi artırır. Hausman

testi, her ne kadar SEM'i önerse de TEM'e göre elde edilen sonuçlar da pek farklı değildir. Nitekim gerek SEM'de gerekse TEM'de LİST değişkeni hariç tüm değişkenler % 1 seviyesinde anlamlıdır. LİST değişkeni ise SEM'de % 1 seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Her iki panel modelinde de denklemlerin açıklayıcılık gücü yüksek ve katsayılar bir bütün olarak anlamlıdır.

Stata paket programında tesadüfi etkiler modelinde F testi yerine Wald testi hesaplanmaktadır (Torres-Reyna, 2007: 27; Tatoğlu, 2012: 49). Tabloda değişkenlerin grup anlamlılığın testini gösteren satırda sabit etkiler modeli için F testi, tesadüfi etkiler modeli için de Wald testi sonuçları ve anlamlılık seviyeleri gösterilmiştir.

11 Gelişmiş düzey 2 bölgesinde TEM'e göre LTET ile LRGSKD arasında doğru yönlü anlamlı ilişki mevcuttur. Sadece LRKY, sabit etkiler modelinde anlamlı değildir. Bu değişken dışındaki tüm değişkenler % 1 seviyesinde anlamlıdır. Hausman test istatistiği sonucu SEM tercih edilmiştir. Buna göre gelişmiş bölgelerde enerji tüketiminde meydana gelecek % 1'lik bir artış yaklaşık % 0.39 oranında LRGSKD artışına yol açar. Gelişmiş bölgeler için kurulan her iki modelin  $R^2$ 'si yüksek çıktığı için açıklayıcılık gücünün yüksek olduğu ve F testi sonucuna göre de bir bütün olarak değişkenlerin anlamlı olduğu görülmüştür.

Nispeten daha az gelişmiş 15 düzey 2 bölgesi için bulunan sonuçlar, diğer 11 gelişmiş düzey 2 bölgesi için bulunan sonuçlarla benzerlik arz etmektedir. Hausman test istatistiği sonucu sabit etkiler modeli tercih edilmiştir. Buna göre istihdam değişkeni LİST hariç bütün değişkenler % 1 seviyesinde anlamlıdır. LİST değişkeni, SEM'de negatif fakat istatistikî olarak anlamsız bulunmuştur. Bu değişken TEM'de ise % 10 seviyesinde anlamlı bulunmuştur. SEM'e göre, enerji tüketiminde meydana gelecek % 1'lik bir artış LRGSKD'i % 0.35 oranında artırır.

Tablo 24'de Model 2'ye ait sonuçlar verilmiştir. Model 2'de ele alınan düzey 2 bölgelerinin tümü için LSAN ile LRGSKD arasında pozitif yönlü anlamlı ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Hausman test istatistiğine göre sabit etkiler modeli tercih edildiğinden, 26 düzey 2 bölgelerinde LSAN'da meydana gelecek % 1'lik bir artışın LRGSKD'yi % 0.2 artıracığı tahmin edilmiştir. Öte yandan nispeten daha az gelişmiş düzey 2 bölgeleri ile



karşılaştırıldığında, 11 gelişmiş bölge için hesaplanan katsayının daha düşük çıktığı gözlemlenmiştir. Nitekim gelişmiş bölgelerde, SEM'e göre sanayi elektrik tüketiminde meydana gelecek % 1'lik bir artışın, % 0.16'lık katma değer yaratacağı tahmin edilmiştir. Nispeten daha az gelişmiş bölgeler için sanayi elektrik tüketimindeki artışın katma değeri % 0.21 oranında artıracığı sonucuna varılmıştır. Sanayi elektrik enerji tüketimi ile katma değer arasındaki bu ilişki daha önce yapılmış olan çalışmalarla tutarlıdır.

**Tablo 24: Model 2 Tahmin Sonuçları**

Bağımsız Değişkenler	Bağımlı Değişken LRGSKD					
	Tüm Düzey 2 Bölgeleri		Nispeten Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi		Nispeten Az Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi	
	SEM	TEM	SEM	TEM	SEM	TEM
Sabit	11.11946* (0.318103)	9.596988* (0.323745)	9.896518* (0.525077)	8.799787* (0.542183)	11.71576* (0.352777)	10.73795* (0.344265)
LRKY	0.070509* (0.014070)	0.072633* (0.016692)	0.058598** (0.022987)	0.095198* (0.024336)	0.101503* (0.016402)	0.092821* (0.018394)
LİST	0.23828* (0.047574)	0.455725* (0.050080)	0.571953* (0.067738)	0.75794* (0.062533)	0.019729 (0.059171)	0.202035* (0.059169)
LSAN	0.201548* (0.022357)	0.207340* (0.023211)	0.162914* (0.038781)	0.119457* (0.038164)	0.210503* (0.024648)	0.207192* (0.023423)
Gözlem Sayısı	208	208	88	88	120	120
R <sup>2</sup> (within)	0.62	0.60	0.74	0.73	0.67	0.64
Hausman Testi		589.10 [0.0000]		29.21 [0.0000]		3296.77 [0.0000]
F testi-Wald Testi	96.95 [0.0000]	453.92 [0.0000]	68.57 [0.0000]	292.65 [0.0000]	67.33 [0.0000]	253.66 [0.0000]
Seçilen Yöntem	Sabit Etkiler		Sabit Etkiler		Sabit Etkiler	

**Not:** Tabloda, \* ilgili katsayının %1'de, \*\* %5'de ve \*\*\* %10'da istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, parantez içindeki değerler ise standart hataları, köşeli parantez içindeki değerler Hausman, Wald ve F testi olasılık değerlerini göstermektedir.

Mesken elektrik tüketiminin kullanıldığı ve model 3 olarak adlandırılan modelin sonuçları Tablo 25'te sunulmuştur. Buna göre, tüm düzey 2 bölgelerinde enerji değişkeni ile ekonomik büyüme arasında % 1 seviyesinde pozitif anlamlı ilişki tespit edilmiştir. SEM'e göre LMES değişkeninde meydana gelecek % 1'lik bir değişme LRGSKD'yi aynı yönde olmak üzere tüm bölgelerin geneli için % 0.34 oranında, gelişmiş bölgeler için %

0.38 oranında ve nispeten daha az gelişmiş bölgeler için ise % 0.31 oranında değiştirir. Daha genel bir ifadeyle mesken elektrik tüketiminde meydana gelecek % 1'lik bir artış katma değeri % 0.31 - % 0.38 oranında artırır.

**Tablo 25: Model 3 Tahmin Sonuçları**

Bağımsız Değişkenler	Bağımlı Değişken LRGSKD					
	Tüm Düzey 2 Bölgeleri		Nispeten Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi		Nispeten Az Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi	
	SEM	TEM	SEM	TEM	SEM	TEM
Sabit	10.19676* (0.282900)	8.754901* (0.318590)	10.03195* (0.388339)	9.33817* (0.418259)	10.48619* (0.403628)	9.49478* (0.412639)
LRKY	0.060788* (0.011659)	0.057295* (0.014595)	0.041415** (0.017821)	0.061590* (0.019649)	0.080091* (0.016255)	0.066564* (0.017977)
LİST	0.111477* (0.041886)	0.269910* (0.048828)	0.141844*** (0.081380)	0.275083* (0.087055)	0.058543 (0.054724)	0.173551* (0.056244)
LMES	0.343270* (0.024308)	0.376314* (0.030256)	0.384132* (0.044526)	0.350352* (0.049638)	0.307189* (0.032397)	0.340554* (0.035796)
Gözlem Sayısı	208	208	88	88	120	120
R <sup>2</sup> (within)	0.74	0.73	0.84	0.83	0.69	0.68
Hausman Testi		210.60 [0.0000]		86.55 [0.0000]		168.80 [0.0000]
F testi-Wald Testi	168.05 [0.0000]	590.73 [0.0000]	126.33 [0.0000]	382.45 [0.0000]	77.16 [0.0000]	264.09 [0.0000]
Seçilen Yöntem	Sabit Etkiler		Sabit Etkiler		Sabit Etkiler	

**Not:** Tabloda, \* ilgili katsayının %1'de, \*\* %5'de ve \*\*\* %10'da istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, parantez içindeki değerler ise standart hataları, köşeli parantez içindeki değerler Hausman, Wald ve F testi olasılık değerlerini göstermektedir.

SEM'nin tercih edildiği model 3 tahmin sonuçlarına göre, LİST değişkeni nispeten az gelişmiş bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı değilken, gelişmiş bölgelerde % 10 seviyesinde ve tüm bölgeler için ise % 1 seviyesinde anlamlıdır. LRKY değişkeni gelişmiş bölgeler için % 5, diğer tüm modellerde de % 1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Denklemlerin tümünde katsayıların bir bütün olarak anlamlı olduğu ve LRGSKD'de meydana gelen değişmelerin önemli bir kısmı modelde yer alan değişkenler tarafından açıklandığı ilgili testlerle ortaya koyulmuştur.

Ticari elektrik tüketimi ile katma değer arasındaki ilişkinin incelendiği model 4 tahmin sonuçları Tablo 26'dan da görülebildiği gibi, ilk üç modelin tahmin sonuçlarıyla oldukça benzeşmektedir. Değişkenleri sırasıyla ele alacak olursak LRKY değişkeni, SEM'de gelişmiş bölgeler için Model 1'de istatistiksel olarak anlamsız bulunmuşken, Model 2 ve 3'de % 5 seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Bu modelde de % 10 seviyesinde anlamlıdır. Benzer şekilde LİST değişkeni de nispeten az gelişmiş bölgelerde, ele alınan ilk dört modelin tamamında istatistiksel olarak anlamsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 26: Model 4 Tahmin Sonuçları**

Bağımsız Değişkenler	Bağımlı Değişken LRGSKD					
	Tüm Düzey 2 Bölgeleri		Nispeten Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi		Nispeten Az Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi	
	SEM	TEM	SEM	TEM	SEM	TEM
Sabit	12.19158* (0.237955)	10.87465* (0.272062)	11.64313* (0.414914)	10.81548* (0.428344)	12.40721* (0.298624)	11.52608* (0.322887)
LRKY	0.041826* (0.012063)	0.040232* (0.015390)	0.036849*** (0.019158)	0.058226* (0.020781)	0.062314* (0.016203)	0.051005* (0.018925)
LİST	0.123223* (0.041365)	0.308653* (0.048398)	0.274596* (0.075279)	0.405536* (0.078426)	0.038426 (0.052983)	0.186388* (0.056631)
LTİC	0.223367* (0.015765)	0.233491* (0.01997)	0.219834* (0.028478)	0.194537* (0.031100)	0.205044* (0.019927)	0.213466* (0.023358)
Gözlem Sayısı	208	208	88	88	120	120
R <sup>2</sup> (within)	0.74	0.72	0.82	0.81	0.72	0.70
Hausman Testi		150.99 [0.0000]		160.86 [0.0000]		108.00 [0.0000]
F testi-Wald Testi	168.85 [0.0000]	543.76 [0.0000]	111.23 [0.0000]	341.98 [0.0000]	86.41 [0.0000]	249.80 [0.0000]
Seçilen Yöntem	Sabit Etkiler		Sabit Etkiler		Sabit Etkiler	

**Not:** Tabloda, \* ilgili katsayının %1'de, \*\* %5'de ve \*\*\* %10'da istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, parantez içindeki değerler ise standart hataları, köşeli parantez içindeki değerler Hausman, Wald ve F testi olasılık değerlerini göstermektedir.

Çalışmanın temel konusu enerji değişkenine bakıldığında buraya kadar ele alınan tüm modellerde olduğu gibi burada da LTİC değişkeni % 1 seviyesinde pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Ayrıca katsayının değeri hemen hemen LTİC değişkenini içeren tüm modellerde aynıdır. Buna göre LTİC değişkeninde meydana gelecek % 1'lik bir

artış, LRGSKD'yi % 0,2 oranında artırır. Diğer modellerde olduğu gibi denklemlerin açıklayıcılık gücü yüksek ve değişkenler bir bütün olarak anlamlıdır.

**Tablo 27: Model 5 Tahmin Sonuçları**

Bağımsız Değişkenler	Bağımlı Değişken LRGSKD					
	Tüm Düzey 2 Bölgeleri		Nispeten Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi		Nispeten Az Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi	
	SEM	TEM	SEM	TEM	SEM	TEM
Sabit	12.05113* (0.341709)	10.61248* (0.357619)	10.50115* (0.521162)	9.826179* (0.537505)	12.69249* (0.412716)	11.23645* (0.391424)
LRKY	0.108390* (0.015723)	0.108012* (0.018506)	0.097479* (0.022522)	0.114048* (0.024318)	0.137375* (0.020060)	0.120571* (0.022617)
LİST	0.360906* (0.052267)	0.612016* (0.052210)	0.656289* (0.065664)	0.827319* (0.059562)	0.154301** (0.071140)	0.410018 (0.065625)
LTAR	0.061102* (0.015805)	0.043636* (0.015372)	0.068933* (0.025398)	0.005417 (0.022745)	0.057021* (0.018773)	0.064541* (0.014660)
Gözlem Sayısı	208	208	88	88	120	120
R2 (within)	0.49	0.47	0.70	0.68	0.47	0.44
Hausman Testi		190.88 [0.0000]		28.27 [0.0000]		96.66 [0.0000]
F testi-Wald Testi	57.04 [0.0000]	272.34 [0.0000]	58.11 [0.0000]	234.90 [0.0000]	30.43 [0.0000]	154.31 [0.0000]
Seçilen Yöntem	Sabit Etkiler		Sabit Etkiler		Sabit Etkiler	

**Not:** Tabloda, \* ilgili katsayının %1'de, \*\* %5'de ve \*\*\* %10'da istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, parantez içindeki değerler ise standart hataları, köşeli parantez içindeki değerler Hausman, Wald ve F testi olasılık değerlerini göstermektedir.

Model 5 olarak ifade edilen ve tarım sektöründe elektrik tüketiminin katma değer üzerindeki etkisinin incelendiği bu modelde de LTAR ile LRGSKD arasında % 1 anlamlılık seviyesinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte pozitif yönlü bu ilişkinin payı oldukça düşüktür. Nitekim tarım elektrik tüketiminde meydana gelecek olan % 1'lik bir artış ekonomik büyüme üzerinde % 0.06 oranında pozitif yönlü bir etkide bulunacaktır. Bununla birlikte elektrik tüketimi içinde tarım sektörünün payının çok düşük olduğu göz önüne alındığında değişkenler arasındaki ilişkinin neden bu derece düşük olduğu ortaya çıkmaktadır.

**Tablo 28: Model 6 Tahmin Sonuçları**

Bağımsız Değişkenler	Bağımlı Değişken LRGSKD					
	Tüm Düzey 2 Bölgeleri		Nispeten Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi		Nispeten Az Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi	
	SEM	TEM	SEM	TEM	SEM	TEM
Sabit	11.95646* (0.335205)	10.54449* (0.353141)	10.85166* (0.525888)	9.891651* (0.492291)	12.41151* (0.433294)	11.64198* (0.444603)
LRKY	0.091235* (0.015591)	0.091992* (0.018272)	0.086504* (0.023593)	0.107636* (0.024268)	0.117145* (0.020445)	0.109333* (0.022175)
LİST	0.334397* (0.051898)	0.558101* (0.053449)	0.647656* (0.075966)	0.775040* (0.071571)	0.170581** (0.069145)	0.323681* (0.067974)
LRES	0.094294* (0.019291)	0.090023* (0.022407)	0.050076*** (0.026723)	0.034880 (0.027663)	0.087081* (0.025982)	0.080042* (0.028124)
Gözlem Sayısı	208	208	88	88	120	120
R <sup>2</sup> (within)	0.51	0.50	0.69	0.69	0.48	0.47
Hausman Testi		1581.99 [0.0000]		21.41 [0.0001]		118.38 [0.0000]
F testi-Wald Testi	62.42 [0.0000]	283.98 [0.0000]	54.19 [0.0000]	239.17 [0.0000]	31.59 [0.0000]	109.48 [0.0000]
Seçilen Yöntem	Sabit Etkiler		Sabit Etkiler		Sabit Etkiler	

**Not:** Tabloda, \* ilgili katsayının %1'de, \*\* %5'de ve \*\*\* %10'da istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, parantez içindeki değerler ise standart hataları, köşeli parantez içindeki değerler Hausman, Wald ve F testi olasılık değerlerini göstermektedir.

Resmi kurumlarda elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelendiği bu Model 6'da 26 düzey 2 bölgesinin geneli ve nispeten daha az gelişmiş 15 bölge için % 1 seviyesinde, gelişmiş 11 bölge için ise % 10 seviyesinde pozitif doğru yönlü ilişki bulunmuştur. Tablo 28'de verilen bu bulgulara göre resmi kurumlarda elektrik tüketimi artışı katma değer artışına neden olmaktadır. Bu bölgelerde LRES'deki % 1'lik bir artış SEM'e göre % 0.05 - % 9 oranında LRGSKD'yi artırır. Bununla birlikte resmi kurumların toplam elektrik tüketimi içindeki payı sokak aydınlatması için talep edilen elektrik tüketiminden sonra ikinci sırada en az elektrik tüketen sektördür. Bundan dolayı değerlendirme yaparken bunu göz önünde bulundurmak faydalıdır.

Elektrik enerjisi tüketimi içinde en az paya sahip olan sokak elektrik tüketimidir. 2012 Yılı itibariyle toplam içindeki payı sadece % 2'dir. Sokak elektrik tüketiminin enerji

değişkeni olarak ele alındığı model 7’de LSOK ile LRGSKD arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 29’da sunulmuştur. % 1 seviyesinde anlamlı ilişki sadece SEM’nin kullanıldığı nispeten az gelişmiş 15 düzey 2 bölgesi için bulunmuştur ve o da negatiftir.

**Tablo 29: Model 7 Tahmin Sonuçları**

Bağımsız Değişkenler	Bağımlı Değişken LRGSKD					
	Tüm Düzey 2 Bölgeleri		Nispeten Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi		Nispeten Az Gelişmiş Düzey 2 Bölgesi	
	SEM	TEM	SEM	TEM	SEM	TEM
Sabit	12.65543* (0.435425)	10.89557* (0.443838)	10.42548* (0.567731)	9.524739* (0.530737)	14.00315* (0.547157)	12.77461* (0.551578)
LRKY	0.100282* (0.016746)	0.105681* (0.019218)	0.095699* (0.023191)	0.112934* (0.023775)	0.117506* (0.021019)	0.113627* (0.023004)
LİST	0.421229* (0.051610)	0.640992* (0.051600)	0.715608* (0.061948)	0.809251* (0.058695)	0.190577* (0.069653)	0.358822* (0.068517)
LSOK	-0.019776 (0.017455)	0.002545 (0.019853)	0.039145 (0.023911)	0.041852*** (0.025116)	-0.059528* 0.021720	-0.0395*** (0.023544)
Gözlem Sayısı	208	208	88	88	120	120
R <sup>2</sup> (within)	0.45	0.44	0.68	0.68	0.46	0.44
Hausman Testi		613.74 [0.0000]		17.28 [0.0006]		114.20 [0.0000]
F testi-Wald Testi	48.82 [0.0000]	249.99 [0.0000]	53.34 [0.0000]	245.60 [0.0000]	29.43 [0.0000]	100.63 [0.0000]
Seçilen Yöntem	Sabit Etkiler		Sabit Etkiler		Sabit Etkiler	

**Not:** Tabloda, \* ilgili katsayının %1’de, \*\* %5’de ve \*\*\* %10’da istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, parantez içindeki değerler ise standart hataları, köşeli parantez içindeki değerler Hausman, Wald ve F testi sonuçlarını göstermektedir.

Sokak elektrik tüketiminin toplam elektrik tüketimi içindeki payının çok küçük olması ve katma değer üzerinde doğrudan bir etkisinin bulunmaması göz önüne alındığında aslında sonuç beklentileri doğru çıkarmaktadır. Nitekim düzey 2 bölgelerinin geneli ve gelişmiş düzey 2 bölgelerine ait sokak elektrik tüketimi katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ayrıca bir bütün olarak değişkenler istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Öte yandan denklemlerde değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklamadaki gücü oldukça yüksektir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerjinin insanlık tarihindeki yeri çok eski zamanlara kadar uzanmaktadır. Bununla birlikte bu kavramın ekonomik açıdan incelenmesi esas itibariyle Sanayi Devrimi ile başladığı söylenebilir. Fakat kavram olarak kullanılması teorik olarak 1960, amprik olarak ise hemen hemen petrol şoklarının yaşandığı 1970'li yıllar sonrasına denk gelmektedir. Enerjinin ekonomik yapı içerisinde yerinin belirlenmesi ve daha sonra ekonomik büyüme ilişkisinin hem sektörel hem de bölgesel olarak analiz edilmesi amacıyla ilişki önce teorik ve daha sonra da amprik açıdan ele alınmıştır.

Ana akım veya hakim iktisat anlayışında enerji kavramına üretim fonksiyonunda doğrudan ya hiç yer verilmemiş ya da enerji kavramı yerine toprak veya doğal kaynak kavramları kullanılmıştır. Bazı iktisadi düşünce okullarına göre de enerji ara girdi olarak görülmüştür. Toprak veya doğal kaynak kavramlarını kullananlara göre de enerji, ekonomik aktiviteleri sınırlayıcı bir unsur olarak görülmüştür. Neoklasik okuluna kadar toprak ve doğal kaynak kavramları yaygın olarak kullanılmıştır. Neoklasiklerse bu iki kavram yerine enerji kavramını kullanmışlar, fakat üretim fonksiyonunda doğrudan yer vermemişlerdir. Bu düşünürler, enerjiyi ara malı olarak görmüşlerdir. Benzer şekilde içsel büyüme teorisyenleri de enerjiyi, içsel olarak kabul edilen teknolojinin kullanımı için gerekli bir ara malı olarak görmüşlerdir.

Enerjinin ekonomideki yerini ekolojik iktisat yaklaşımı ile bulduğu söylenebilir. Ana akım iktisat anlayışında ekonomik faaliyet akımı hanehalkı ile firma arasında başka bir deyişle emek ve sermaye arasında gerçekleşmektedir. Buna göre ekonomik büyüme de emek ve sermaye girdisi tarafından sağlanmaktadır. Oysa neoklasik faaliyet akımı olarak ifade edilen bu döngü ekolojik iktisat anlayışında küresel ekosistemin bir alt sistemi olarak görülmektedir. Ekolojik iktisat anlayışı bu düşünceyle, 1970'li yıllarda gelişen neoklasik çevre ve doğal kaynaklar ekonomisinden ayrılmaktadır. Ekolojik iktisat anlayışında, küresel ekosistemde tek enerji kaynağı güneş enerjisidir. Güneş enerjisi ekosistem içinde ya doğrudan ya da dolaylı olarak kullanılmakta ve düşük ısı olarak atılmaktadır. Bu

ifadeden de anlaşılacağı üzere ekolojik iktisat anlayışında enerjinin ekonomideki yeri termodinamik ilkeleri ile açıklanmaya çalışılır.

Termodinamiğin birinci ilkesi olan kütle-denge ilkesine göre belirli bir miktar çıktı elde etmek için eşit miktarda girdi üretime katılmalıdır. Buna göre ekosisteme giren güneş enerjisi ile üretim yapılmakta, bunun yanında atıklar da ortaya çıkmaktadır. Üretim miktarı ve atıkların toplam değeri kütle-denge ilkesine göre sisteme giren güneş enerjisine eşit olmaktadır. Termodinamiğin ikinci ilkesi, entropi ilkesi olup madde ve malzemelerde enerji yeniden kullanıldıkça entropilerinin arttığını yani daha az fayda düzeyine ulaşıldığı ifade eder. Başka bir deyişle maddeyi dönüştürmek için enerjiye ihtiyaç duyulur. Bu durumda ekolojik iktisatçılar için enerji üretimin ana faktörüdür. Ekolojik iktisatçılardan bazısına göre enerji üretimin tek birincil faktörü olup, enerji tüketimi ekonomik büyümeyi artırır.

Ekolojik iktisatçılardan bazısına göre ise ekonomik büyüme enerjinin yanında emek ve sermaye artışıyla sağlanır. Enerji üretiminde gerekli bir faktör olmasına rağmen artan enerji kullanımı her zaman ekonomik büyümeye neden olmayabilir. Bununla birlikte yetersiz enerji kullanımı ekonomik büyümeyi sınırlandırır. Nitekim petrol krizlerinin yaşandığı dönemlerde ülkelerin ekonomik büyüme oranlarının da azaldığı gözlemlenmiştir.

Ekolojik iktisat anlayışı bir bütün olarak değerlendirildiğinde enerji, ya tek üretim faktörü ya da emek ve sermaye yanında kullanılan üçüncü bir üretim faktörü olarak olarak düşünülmüştür. J.Kraft ve A.Kraft ile 1970'li yıllarda yapılan amprik çalışmalar da bu doğrultuda gerçekleşmiştir. Bu çalışmada da ekolojik iktisat anlayışının enerjinin üretimin ayrılmaz bir parçası olduğu düşüncesi test edilmiştir. Enerji, emek ve sermayenin yanında üçüncü bir üretim faktörü olarak analize katılmıştır.

Bu çalışmada enerji tüketiminin ekonomik büyümeye neden olduğu hipotezi hem bölgesel hem de sektörel seviyede sınanmıştır. Enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisini Türkiye açısından inceleyen pek çok çalışma mevcuttur. Bununla birlikte sektörel enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen çalışma yok denecek kadar az sayıdadır. Bu çalışmalardan sadece Şahbaz ve Yanar (2013) çok sektörlü bir modelde enerji tüketimi büyüme ilişkisini araştırmıştır. Bunun dışındaki birkaç çalışmada ise bir veya iki sektörün enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkiye bakılmıştır. İşte



literatürdeki bu eksikliği gidermek amacıyla tarım, sanayi, konut ve ulaştırma sektörleri enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkileri ortaya koymak için Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik sınaması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sanayi ve ulaştırma sektörleri enerji tüketimi ile RGSYİH arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuşken, konut ve tarım sektörleri için nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

Literatürde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme değişkenleri arasında iki yönlü nedensellik ilişkisinin bulunması durumunda geri besleme hipotezinin geçerli olduğu ifade edilir. Buna göre, yapılan çalışmada sanayi ve ulaştırma sektörleri enerji tüketimleri ile RGSYİH arasında geri besleme hipotezinin bulunduğu tespit edilmiştir. Gerek sanayi sektöründe gerekse ulaştırma sektöründe enerji tüketimi arttıkça ekonomik büyümede artar. Ayrıca ekonomik büyümede meydana gelecek olan artışlar da sanayi ve ulaştırma sektörlerinde enerji tüketimini artırır.

Türkiye’de sanayi sektörü ile ulaştırma sektörü 2013 yılı itibariyle en fazla enerji tüketen sırasıyla ikinci ve üçüncü sektörlerdir. Sanayi ve ulaştırma sektörlerinde enerji tüketimi ve RGSYİH birbirlerinin tamamlayıcısı olarak hizmet eder. Enerji korunum politikalarının bu sektörlerde dikkatli uygulanması gerektiği söylenebilir. Enerji korunum politikaları niteliği itibariyle enerji tüketimini ve israfı azaltan politikalarlardır. Ayrıca birim girdi ile üretebilecek çıktı miktarı olarak tanımlanan enerji etkinliğini artırıcı özelliğe sahiptir. Bundan dolayı enerji tüketim etkinliğini geliştirici politilerin ekonomik büyüme üzerinde ters bir etkiye neden olmadığı gibi çevre üzerinde de olumsuz etkide bulunmayacağı söylenebilir. Çünkü enerji etkinliği arttıkça, aşırı enerji kullanımı önlenmiş olacak ve çevre üzerindeki baskı azalacaktır. Sanayi ve ulaştırma sektörlerinde kullanılan mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarının verimliliğinin artırılması ve yeni kaynakların üretime sokulması nedeniyle ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkilerin ortaya çıkmasını engellemektedir.

Zaman serisi analizinden elde edilen bir diğer sonuca göre, tarım ve konut sektörleri enerji tüketimi ile RGSYİH arasında nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Bu durum nötr (yansızlık) hipotezi olarak ifade edilen hipotezi doğrulamaktadır. Başka bir ifadeyle tarım ve konut sektörleri enerji tüketiminin büyüme üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır. Tarım ve özellikle konut sektörüne yönelik olarak uygulanacak tasarruf politikaları RGSYİH’yı azaltmaz.

ETKB verilerine göre, 2013 yılı nihai enerji tüketiminde en büyük paya sahip olan sektör, konut sektörüdür. Hizmetler sektörüne ait enerji tüketim verileri konut sektörü içinde yayımlanmaktadır. O halde konut ve hizmetler sektörünü kapsayan tasarruf politikaları, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılması bakımından son derece faydalıdır. Enerji ithalatına 2013 yılında yaklaşık 56 milyar dolar ödendiği ve enerji ithalatının toplam ithalatın yüzde 22'sini oluşturduğu göz önüne alındığında, konut sektörlerine yönelik olarak uygulanacak enerji tasarruf politikalarının önemi daha anlaşılır olmaktadır. Uygulanacak tasarruf politikalarının enerji tüketimini azaltması, sera gazı salınımının ve dolayısıyla çevre kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlaması Kyoto protokolüne taraf olan Türkiye açısından önemlidir.

Bölgesel enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen az sayıda çalışma vardır. Türkiye'de ise bölgesel bazda ilişkiyi inceleyen herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmayla bu eksikliğin giderilmesi ve yeni bir bakış açısı getirilmesi hedeflenmiştir. Bölge olarak, AB'ye üyelik sürecinde 2002 yılında oluşturulan İBBS Düzey 2 bölgeleri analiz konusu yapılmıştır. Düzey 2 bölgeleri kapsamında toplam, sanayi, tarım, ticaret, mesken, resmi daire ve sokak elektrik tüketim verileri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Toplam elektrik tüketimi yanında sanayi, mesken ve ticaret sektörleri elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında doğru yönlü pozitif ilişki tespit edilmiştir. Elektrik tüketiminin sektörel dağılımına bakıldığında neredeyse yarısının sanayi sektörü tarafından tüketildiği görülür. Ayrıca toplam elektrik tüketimi içinde en büyük paya sahip sanayi sektörünün yanında mesken ve ticaret sektörlerini de dikkate alacak olursak, tüketim seviyesi yaklaşık yüzde 87 seviyelerini bulmaktadır. Bu üç sektörle ekonomik büyüme arasında pozitif ilişkinin tespit edilmiş olması bu açıdan son derece önemlidir.

Bölgelerin gelişmişlik seviyelerine göre de bu sonuç değişmemiştir. Sokak elektrik tüketimi hariç tüm sektörler ile Reel Gayri Safi Katma Değer arasında pozitif doğru yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Sokak elektrik tüketimi ile katma değer arasında gerek 26 bölgenin tamamı itibariyle gerekse nispeten gelişmiş 11 bölge itibariyle istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin tespit edilememiştir. Sokak elektrik tüketiminin, toplam elektrik tüketimi içindeki payının yüzde 2 olduğu göz önüne alındığında, ayrıca sokak elektrik

tüketiminin doğrudan üretime etkisinin olmaması nedeniyle, anlamlı bir ilişkinin tespit edilememiş olması önemszenmeyebilir.

Bölgesel enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkisinin incelenmesinde panel veri ekonometrik yöntemi kullanılmıştır. Bu modelin tercih edilmesinin nedeni zaman serisi analizi için yeterli gözlem sayısına sahip olunmamasıdır. Nitekim İBBS'na 2002 yılında geçildiğinden düzey 2 bölgelerine ait yeterli veri bulunmamaktadır. Ayrıca il düzeyinde GSYİH verileri de 2001 yılına kadar mevcuttur. Bu tarihten sonra 2004 yılı itibariyle GSKD rakamları yayımlanmaya başlanmıştır. En son ilan edilen GSKD rakamları 2011 yılına aittir. Eğer katma değer rakamları 2004 öncesi ve 2011 sonrası dönem için ilan edilebilirse bölgesel bazda zaman serisi analizi yapmak mümkün olabilir. Ayrıca ilişkinin bölgesel düzeyde incelenmesinde enerji tüketimi değişkeni olarak sadece elektrik tüketim verileri bulunmaktadır. Oysa elektrik tüketiminin nihai enerji tüketimi içindeki payının 2013 yılında yüzde 19'dur. Elde edilen sonuçları buna göre değerlendirmek daha doğru olur. Bu bölgeler için elektrik dışında diğer enerji verileri yayımlandığı takdirde farklı bir bakış açısıyla konu incelenebilir.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki bütüncül bir yapıda değerlendirilecek olursa, genel itibariyle bu iki değişken arasında doğru yönlü bir etkileşimin olduğu görülür. Yani enerji tüketimi arttıkça ekonomik büyüme de artar. Bununla birlikte enerji tüketiminde yaşanacak artışlar enerjide dışa bağımlılığının artmasına neden olacaktır. Çünkü 120 Mtep'lik talebin 31.9 Mtep'i yerli üretim olup 96.3 Mtep'i ithal edilmektedir. Bu ithalatın da yüzde 98'nine yakını petrol, doğal gaz ve taş kömürü oluşturmaktadır. 2013 yılı için dış ticaret açığı yaklaşık 100 milyar dolar olup bunun yarısından fazlası enerji ithalatından kaynaklanmaktadır. Enerji ithalatı için yaklaşık 56 milyar dolar ödendiği göz önüne alındığında, bu tutarın önemli bir kısmının petrol, doğal gaz ve taş kömürü ithalatından kaynakladığı ifade edilebilir. Bu durumda şu önerilerde bulunulabilir;

a. Enerji tüketiminde dışa bağımlılığı azaltmak bakımından her şeyden önce yerli kaynakların değerlendirilmesine özel önem verilmelidir. Bunun için birincil enerji kaynakları üretiminde en yüksek paya (%44) sahip olan linyit üretiminde yeni stratejiler belirlenmelidir.

b. Temiz kömür teknolojilerinin kamu kesimimin yanında özel sektör tarafından kullanılması için gerekli teşvikler sağlanmalıdır. Temiz kömür teknolojileri olarak adlandırılan zenginleştirme, yıkama ve yakma teknikleri gibi yöntemlerle linyitin kalitesini artırmaya yönelik çalışmalar yetersiz de olsa Türkiye’de kullanılmaktadır. Çalışmaların yetersiz olmasının nedenleri incelendiğinde bu yöntemlerin linyit üretimine getirmiş olduğu maliyetten ileri geldiği görülmektedir. Bundan dolayı da daha çok kamu kesimi aracılığıyla geliştirilmeye devam etmektedir. Linyit üretiminin yüzde 56’sının kamu kesimi tarafından gerçekleştirilmesine rağmen, hemen hemen diğer yarısı da özel kesim tarafından gerçekleştirildiği bilinmektedir. Özel sektörün de bu alanda teşvik edilmesi enerji de dışa bağımlılığı azaltmak için gereklidir.

c. Linyit daha çok termik santrallerde kullanılan yenilenemeyen bir enerji kaynağıdır. O nedenle mutlaka bu enerji kaynağı ile ilgili çalışmalar hızlandırılmalıdır. Bu tedbirlere ilave olarak santrallerin bacalarından salınan zehirli gazların etkilerini gidermek için baca gazı arıtma tesisleri kurmak gibi tedbirler de mutlaka alınmalıdır.

d. Çeşitli biyokütle atıkları ile linyitin harmanlanarak daha temiz enerji üretilmesi konusundaki AR-GE çalışmalarına verilen destekler de artırılmalıdır.

e. Petrol ve doğal gaz arama çalışmalarına hız kesmeden devam edilmelidir. Yenilenemeyen enerji kaynakları rezerv ve üretiminde en az paya sahip olan petrol ve doğal gazdır. Bununla birlikte nihai enerji tüketiminde en fazla paya sahip olan da bu iki enerji kaynağının payı yüzde 53’tür. Mevcut petrol rezervlerinin 19 yıl, doğal gaz rezervlerinin ise 10 yıllık bir ömrü bulunduğu gerçeğinden hareketle yeni kaynakların keşfi ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

f. Elektrik enerjisi üretiminde de yabancı devletlere olan bağımlılık azaltılmalıdır. İkincil enerji kaynağı olan elektrik enerjisinin üretim kaynaklarına bakıldığında yüzde 44’ünün doğal gaz olduğu gerçeğinden hareketle elektrik enerjisi üretiminde de dışa bağlı olduğumuz görülür. Bu durumda ekonomik büyümeden vazgeçilemeyeceğine göre enerji ithalatımızı azaltacak politikalar üretilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Petrol, doğal gaz ve taş kömürü gibi fosil yakıtlar rezerv ve üretimi açısından yeterli kaynağı bulunmayan Türkiye için yenilenebilir kaynaklar ve nükleer enerji üretimi kaçınılmazdır.

g. Enerji etkinliği artırılmalıdır. Enerji kullanım miktarını azaltan ve yenilenebilir enerji kullanımına imkan tanıyan enerji etkinliği konusunda gerekli önlemler alınmalıdır. Çünkü Türkiye'nin uluslararası anlaşmalardan doğan yükümlülükleri devam etmektedir. Türkiye sera gazlarının azaltılması konusunda bağlayıcılığı bulunan Kyoto Protokolü'ne taraf olan bir devlettir. Sera gazı salınımının yüzde 85'ini gerçekleştiren Kanada, Japonya, Rusya ve Yeni Zelanda'nın ikinci taahhüt döneminde Kyoto Protokolünden çekilmiş olması tartışmaları beraberinde getirmiştir. Türkiye açısından ise Kyoto Protokolünün bağlayıcılığı devam etmektedir. Bu durumda yenilenebilir enerji kaynaklarının ve nükleer enerjinin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

h. Nükleer enerji üretimine mutlaka geçilmelidir. Türkiye'nin özellikle fosil yakıtlar konusunda yabancı ülkelere bağımlı olması, geçmiş yıllarda yaşanan enerji darboğazları, enerji fiyatlarındaki artışlar gibi yaşanan şoklar ve çevre sorunları dikkate alındığında nükleer enerji oldukça stratejik olarak görülmektedir. Kamuoyunda tartışmalar devam etmekle birlikte Enerji Bakanlığı'nın bu konudaki çalışmaları desteklenmelidir. Bilindiği gibi Mersin-Akkuyu'da ve Sinop'ta olmak üzere iki nükleer enerji santrali ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Akkuyu nükleer santralinin 2019 yılı itibariyle üretime geçmesi hedeflenmektedir. Sinop nükleer santrali ile ilgili yasal düzenleme Mart 2015 tarihi itibariyle TBMM'den geçtiği bilinmektedir.

HES ve rüzgar santralleri gibi temiz enerji kaynaklarının bile tartışma konusu yapılabildiğine göre nükleer enerji santrallerinin tartışılmaması mümkün değildir. HES fauna ve flora vermiş olduğu zararlar nedeniyle çevreciler tarafından yoğun olarak eleştirilmektedir. Rüzgâr gülü tarlalarının da kapladığı alan ve radyo sinyallerini bozması gibi etkilerle eleştirilerden nasibini almaktadır. Fakat nükleer enerjinin önemini anlamak bakımından gelişmiş ülkelerde enerji üretiminde nükleer enerjinin payına bakmak anlamlı olur. Elektrik enerjisi üretiminde nükleer enerjinin payı sadece Fransa'da yüzde 79, Japonya'da yüzde 21, ABD'de yüzde 19, Almanya'da yüzde 17, Rusya'da yüzde 16 ve Kanada'da yüzde 14'dür.

1. Yenilenebilir enerji gerek dışa bağımlılığın azaltılması gerekse kalkınmanın sürdürülebilirliği açısından önem arzeder. Son yıllara ait enerji üretim istatistiklerine bakıldığında yenilenebilir enerji kaynakları üretiminin de arttığı görülmektedir. Üretimdeki paylarına göre sırasıyla hidrolik, biyokütle, jeotermal, güneş ve rüzgar enerjilerinin toplam

içindeki payı yüzde 43'ler seviyesine ulaşmıştır. Bununla birlikte bu kaynaklarımızdan hala yeterli seviyede üretim yapamadığımız bir gerçektir.

Hidrolik enerjinin toplam üretim içindeki payı yüzde 16 seviyelerinde olmakla birlikte yenilenebilir enerji kaynakları içinde en yüksek paya sahip olan enerjidir. Ayrıca elektrik üretimi içinde petrol ve doğal gazdan sonra yüzde 25'lik payla en yüksek paya sahiptir. Elektrik üretimi içinde yüzde 5 paya sahip olan rüzgar ve diğer kaynaklar da dikkate alındığında yenilenebilir ve yurtiçi kaynaklarla elektrik üretim gücümüz yüzde 30 seviyelerini bulmaktadır. Enerji ithalatında dışa bağımlılığı azaltmak bakımından bu yenilenebilir kaynakların üretimini artırmak Türk ekonomisi açısından son derece önemlidir.

j. Türkiye'nin jeotermal enerji kaynaklarının yüzde 94'ü düşük ve orta sıcaklıkta olduğundan daha çok termal turizm ve ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Elektrik üretiminde kullanılacak jeotermal kaynağı ise çok azdır. Bununla birlikte güneş ve rüzgârdan elde edilen enerjinin iki katı kadar enerji üretimi gerçekleştirilmektedir.

k. Güneş enerjisi üretimi ise ancak kuzey ülkelerinin üretimi kadardır. Başka bir ifadeyle güneş enerjisinden de yeterli ölçüde yararlanılamamaktadır. O nedenle bu konudaki eksiklikler giderilmeli ve bu enerjinin daha etkin kullanımı sağlanmalıdır. Fakat güneş enerjisi ile ilgili sistemlerin geliştirilmesi ve uygulanması maliyetli olduğundan mutlaka çeşitli yöntemlerle teşviki sağlanmalıdır.

l. Türkiye'nin yakınında bulunduğu coğrafyanın petrol ve doğal gaz gibi enerji kaynaklarının dünya enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılaması beklenmektedir. Bu durumda Türkiye'nin jeopolitik önemi bir kez daha artmaktadır. Türkiye enerji koridoru olarak ifade edilen avantajlı durumu, gerek kendi enerji ihtiyacının karşılanması açısından ve gerekse politik güç unsuru olarak değerlendirebilmelidir. Daha açık olarak ifade etmek gerekirse, kaynak ve ülke bakımından çeşitlendirilmeye gidilmesi son derece önemlidir. Yakın geçmişte İran ve Rusya'dan alınan doğal gazda sıkıntılar yaşanması, enerjinin alındığı ülke bakımından çeşitlendirmenin önemini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Irak'ın ABD işgaliyle başlayan süreçte, petrol arzında sıkıntılar yaşanmış olması kaynak çeşitlendirmesinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Abdioğlu, Zehra ve Terzi, Harun (2009), “Enflasyon ve Bütçe Açıkları İlişkisi: Tanzi ve Patinkin Etkisi”, **Atatürk Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, 23 (2), 195-211.
- Abdioğlu, Zehra (2013), “Türkiye İçin Enflasyonu Hızlandırmayan Kapasite Kullanım Oranı Tahmini”, **Journal of Yasar University**, 8 (31), 5296-5323.
- \_\_\_\_\_ (2013), “Ücret-Fiyat Spirali: Türk İmalat Sanayi Örneği”, **Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi**, 19, 45-58.
- Acaravcı Ali ve Öztürk, İlhan (2010), “Electricity Consumption-Growth Nexus: Evidence from Panel Data For Transition Countries”, **Energy Economics**, 32, 604–608.
- Adıgüzel, Ali Osman, (2013), “Biyometanolün Genel Özellikleri ve Üretimi İçin Gerekli Hammadde Kaynakları”, **Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 2 (2), 204-220.
- Aghion, P. and P. Howitt (1998). **Endogenous Growth Theory**. Cambridge, MA: MIT Press. ’den aktaran Stern, David. Cleveland, Cutler J. (2004), Energy and Economic Growth, Rensselaer Working Papers in Economics, 0410, 1-41, <http://www.rpi.edu/dept/economics/> (23.07.2012).
- Ağır, Hüseyin ve Kar, Muhsin (2010), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Gelişmişlik Düzeyi İlişkisi: Yatay Kesit Analizi”, **Sosyo Ekonomi**, Özel Sayı, 149-176.
- Akarca, A.T. ve Long, T.V., (1980), On The Relationship between Energy and GNP: A Re-examination”, **Journal of Energy and Development**, 5, 326-331.
- Aktaş, Cengiz ve Yılmaz, Veysel (2008), “Causal Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in Turkey”, **ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi**, 4 (8), 45–54.

- Akinlo, A.E. (2008), “Energy Consumption And Economic Growth: Evidence From 11 Sub-Sahara African Countries”, **Energy Economics**, 30, 2391–2400.
- \_\_\_\_\_ (2009), “Electricity Consumption and Economic Growth in Nigeria: Evidence from Cointegration and Co-Feature Analysis”, **Journal of Policy Modeling**, 31 (5), 681-693.
- Alam, M. Shahid (2006), “Economic Growth With Energy”, <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/1260/> (23.07.2012).
- \_\_\_\_\_ (2008), “Bringing Energy Back into The Economy”, <http://ssrn.com/abstract=950211>, (26.07.2012).
- Aldemir, Şenkan ve Kaypak, Şafak (2008), “Eko-Ekonomi Kavramı ve Türkiye Ekonomisi İçin Bölgesel Ölçekli Bir Değerlendirme”, [http://www.deu.edu.tr/userweb/iibf\\_kongre/dosyalar/aldemir.pdf](http://www.deu.edu.tr/userweb/iibf_kongre/dosyalar/aldemir.pdf) (18.01.2015).
- Altınay, Galip ve Karagöl, Erdal (2004), “Structural Break, Unit Root, and The Causality between Energy Consumption and GDP in Turkey”, **Energy Economics**, 26 (6), 985– 994.
- \_\_\_\_\_ (2005), “Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey”, **Energy Economics**, 27 (6), 849–856.
- Altıntaş, Halil (2013), “Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi”, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi**, 8(1), 263-294.
- Apergis, Nicholas ve Payne, James E.(2009a), “Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from The Commonwealth of Independent States”, **Energy Economics**, 31 (5), 641–647.
- \_\_\_\_\_ (2009b), “Energy Consumption and Economic Growth in Central America: Evidence from A Panel Cointegration and Error Correction Model”, **Energy Economics**, 31 (2), 211–216.



- \_\_\_\_\_ (2010), “The Emissions, Energy Consumption, and Growth Nexus: Evidence from The Commonwealth of Independent States”, **Energy Policy**, 38 (1), 650–655.
- Arı Ayşe ve Zeren, Fatma (2011), “CO<sub>2</sub> Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi”, **Yönetim ve Ekonomi**, 18 (2), 37-47.
- Asafu-Adjaye, John (2000), “The Relationship Between Energy Consumption, Energy Prices and Economic Growth: Time Series Evidence from Asian Developing Countries”, **Energy Economics**, 22 (6), 615-625.
- Asteriou, Dimitrios ve Hall, Stephan (2007), **Applied Econometrics: A Modern Approach Using Eviews and Microfit**, Revised Ed., New York: Palgrave Macmillian.
- Aydın, Fatma Fehime (2010), “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, **Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 35, 317-340.
- Ayres, Robert U. ve Warr, Benjamin (2005), “Accounting for Growth: The Role of Physical Work”, **Structural Change and Economic Dynamics**, 16 (2), 181–209
- Ayres, Robert U. (2008), “Sustainability Economics: Where Do We Stand?”, **Ecological Economics**, 67 (2), 281– 310.
- Ayres, Robert U., Bergh, Jeroen C.J.M. van den, Lindenberger, Dietmar ve Warr, Benjamin (2013), “The Underestimated Contribution of Energy to Economic Growth”, **Structural Change and Economic Dynamics**, 27, 79-98.
- Balgati, Badi H. (2008), **Econometric Analysis of Panel Data**, 4th Ed., West Sussex: John Wiley and Sons Ltd.
- Başol, Koray (1992), **Doğal Kaynaklar Ekonomisi (Doğal Kaynaklar, Enerji ve Çevre Sorunları)**, 3.Baskı, İzmir: Akliselim Ofset Tesisleri.
- Bayraktutan, Yusuf ve Demirtaş, Işıl (2011), “Gelişmekte Olan Ülkelerde Cari Açığın Belirleyicileri: Panel Veri Analizi”, **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 22 (2), 1-28.
- Berber, Metin (2006), **İktisadi Büyüme ve Kalkınma**. 3.Baskı, Trabzon: Derya Kitabevi.

Bergh, Jeroen C.J.M. van den (2000), “Ecological Economics: Themes, Approaches, and Differences with Environmental Economics”, **Tinbergen Institute Discussion Paper**, TI 2000-080/3, <http://papers.tinbergen.nl/00080.pdf> (21.07.2014).

BOTAŞ (Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş.), (2009), “2008 Yılı Sektör Raporu”, [http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r+Raporu%2FSektor\\_Raporu\\_BOTAS.pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r+Raporu%2FSektor_Raporu_BOTAS.pdf) (24.09.2013).

\_\_\_\_\_ (2014), “2013 Yılı Sektör Raporu”, <http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r+Raporu%2FBOTAS+2013+Sektor+Raporu.pdf> (29.01.2015).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “İrak-Türkiye Hımpetrol Boru Hattı”, <http://www.botas.gov.tr/index.asp> (29.01.2015).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Doğalgaz İletim ve Dağıtım Hatları”, <http://www.botas.gov.tr/icerik/tur/projeler/yatirimbiten.asp> (29.01.2015).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı”, <http://www.botas.gov.tr/index.asp>, (29.01.2015).

Bowden, Nicholas ve Payne, James E. (2009), “The Causal Relationship between U.S. Energy Consumption and Real Output: A Disaggregated Analysis”, **Journal of Policy Modeling**, 31 (2), 180–188.

\_\_\_\_\_ (2010), “Sectoral Analysis of The Causal Relationship between Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Real Output in The US”, **Energy Sources**, 5, 400–408.

Bozkurt, Hilal (2007), **Zaman Serileri Analizi**, Bursa: Ekin Kitabevi.

BP Statistical Review of World Energy, (2014), <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/statistical-review-2014/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report.pdf> (25.01.2015).

\_\_\_\_\_ (2013), [http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review/statistical\\_review\\_of\\_world\\_energy\\_2013.pdf](http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review/statistical_review_of_world_energy_2013.pdf) (11.07.2013).

- Chandran, V.G.R. ve diğeri (2010), “Electricity Consumption–Growth Nexus: The Case of Malaysia”, **Energy Policy**, 38 (1), 606–612.
- Chen, Sheng-Tung ve diğeri (2007), “The Relationship between GDP and Electricity Consumption in 10 Asian Countries”, **Energy Policy**, 35 (4), 2611–2621.
- Chen, Qiu ve diğeri (2011), “An Empirical Study on the Relations between Rural Energy Consumption and Economic Growth”, **Asian Social Science**, 7 (10), 86-94.
- Chiou-Wei, Song Zan ve Diğeri (2008), “Economic Growth and Energy Consumption Revisited-Evidence from Linear and Nonlinear Granger Causality”, **Energy Economics**, 30 (6), 3063–3076.
- Ciarreta, A ve Zarraga, A. (2010), “Economic Growth-Electricity Consumption Causality In 12 European Countries: A Dynamic Panel Data Approach”, **Energy Policy**, 38 (7), 3790-3796.
- Cleveland, Cutler J. ve Ruth, Matthias (1997), “When, where, and by how much do biophysical limits constrain the economic process? A survey of Nicholas Georgescu-Roegen’s contribution to ecological economics”, **Ecological Economics**, 22, 203–223.
- Czech, Brain (2009), **Ecological Economics**, [http://steadystate.org/wp-content/uploads/Czech\\_Ecological\\_Economics.pdf](http://steadystate.org/wp-content/uploads/Czech_Ecological_Economics.pdf), (21.07.2014).
- Common, Michael ve Stiglitz, Sigrid (2005), **Ecological Economics: An Introduction**, New York: Cambridge University Press, <http://books.google.com.tr> (17.07.2014).
- Costantini, Valeria ve Martini, Chiara (2010), “The Causality between Energy Consumption and Economic Growth: A Multi-Sectoral Analysis Using Non-Stationary Cointegrated Panel Data”, **Energy Economics**, 32 (3), 591–603.
- Çağır, Gülcan ve diğeri (2013), “Enerji ve Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişki: Türkiye Açısından Bir Uygulama”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, 4 161-174.

- Çalışkan, Zafer (2009), “OECD Ülkelerinde Sağlık Harcamaları: Panel Veri Analizi”, **Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 34, 117-137.
- Çetin, Murat ve Şeker, Fahri (2012), “Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği”, **Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 31 (1), 85-106.
- Çevik, Nüket Kırıcı ve Cural, Mehmet (2013), “İç Borçlanma, Dış Borçlanma ve Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: 1989-2012 Dönemi Türkiye Örneği”, **Maliye Dergisi**, 165, 115-139.
- Daly, Herman E. (2007), **Ecological Economics and Sustainable Development, Selected Essays of Herman Daly**, Gloucester: Edward Elgar Publishing Limited  
[http://library.uniteddiversity.coop/Measuring\\_Progress\\_and\\_Eco\\_Footprinting/Ecological\\_Economics\\_and\\_Sustainable\\_Development-Selected\\_Essays\\_of\\_Herman\\_Daly.pdf](http://library.uniteddiversity.coop/Measuring_Progress_and_Eco_Footprinting/Ecological_Economics_and_Sustainable_Development-Selected_Essays_of_Herman_Daly.pdf) (21.07.2014).
- Demirtaş, Sibel (2010), **Avrupa Birliği ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Bunlardan Biyokütlenin Önemi**, Ankara: Orman Genel Müdürlüğü,  
<http://web.ogm.gov.tr/birimler/merkez/egitim/disiliskiler/Dokumanlar/AB-odev/sibeldemirtas.pdf> (25.01.2014).
- Devlet Planlama Teşkilatı (2009), **Dokuzuncu Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Çalışma Grubu Raporu**, No. 2794, Ankara: DPT Yayınları.
- Dinda, Soumyananda (2004), “Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey”, **Ecological Economics**, 49 (4), 431– 455.
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE), (t.y.), “Tep Hesap Tablosu”,  
[enver.eie.gov.tr/DocObjects/Download/60319/Buhar-TEP.xls](http://enver.eie.gov.tr/DocObjects/Download/60319/Buhar-TEP.xls) (05.05.2010).
- Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ), (t.y.), “Enerji Çeşitleri”, [http://www.euas.gov.tr/Sayfalar/Enerji\\_Cesitleri.aspx](http://www.euas.gov.tr/Sayfalar/Enerji_Cesitleri.aspx) (04.05.2010).

\_\_\_\_\_ (2014), “2013 Yılı Elektrik Üretim Sektör Raporu”, [http://www.euas.gov.tr/apk%20daire%20baskanligi%20kitapligi/Sektor%20Raporu/Sektor\\_Raporu\\_2013.pdf](http://www.euas.gov.tr/apk%20daire%20baskanligi%20kitapligi/Sektor%20Raporu/Sektor_Raporu_2013.pdf) (27.01.2015)

\_\_\_\_\_ (2014), “2013 Yıllık Rapor”, [http://www.euas.gov.tr/apk%20daire%20baskanligi%20kitapligi/YILLIKRAPOR\\_2013.pdf](http://www.euas.gov.tr/apk%20daire%20baskanligi%20kitapligi/YILLIKRAPOR_2013.pdf) (29.09.2014).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı [ETKB] (t.y.), “Petrol”, <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol> (18.01.2014).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Bor”, <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Bor> (18.01.2014).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Uranyum ve Toryum”, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uranyum-ve-Toryum> (18.01.2014).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Güneş Enerjisi ve Teknolojileri”, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g\\_enj\\_tekno.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx) (18.01.2014).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Rüzgâr Enerjisi” [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx) (18.01.2014).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Dalga Enerjisi Teknolojisi”, <http://www.eie.gov.tr/teknoloji/dalga.aspx> (18.01.2014).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Hidrojen Enerjisi”, [http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/teknoloji/h_enerjisi.aspx) (18.01.2014).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Hidroelektrik Enerjisi Nedir”, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h\\_hidrolik\\_nedir.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx) (18.01.2014).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Nükleer Enerji”, <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji> (18.01.2014).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Hidrolik”, <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik> (25.01.2015).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Jeotermal”, <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal> (25.01.2015).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Rüzgar”, <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar> (27.09.2014).

\_\_\_\_\_ (t.y.), “Güneş”, <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes> (17.09.2014).

- \_\_\_\_\_ (t.y.), “Uluslararası Müzakereler”, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uluslararası-Muzakereler> (29.01.2015).
- \_\_\_\_\_ (2013), “Mavi Kitap (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşların Amaç ve Faaliyetleri)”, [http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fMavi+Kitap%2fMavi\\_Kitap\\_2013.pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fMavi+Kitap%2fMavi_Kitap_2013.pdf) (04.09.2014).
- \_\_\_\_\_ (2014), “Mavi Kitap (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşların Amaç ve Faaliyetleri)”, <http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fMavi+Kitap%2fMAV%C4%B0+K%C4%B0TAP+2014+bask%C4%B1.pdf> (22.01.2014).
- \_\_\_\_\_ (2013), “Faaliyet Raporu”, [http://enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fFaaliyet+Raporu%2f2013\\_faaliyet\\_raporu.pdf](http://enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fFaaliyet+Raporu%2f2013_faaliyet_raporu.pdf) (08.09.2014).
- \_\_\_\_\_ (2013), “2014 Yılı Bütçe Sunumu”, [http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fB%C3%BCt%C3%A7e+Konu%C5%9Fmas%C4%B1%2f2014\\_Genel\\_Kurul\\_Konusmasi.pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fB%C3%BCt%C3%A7e+Konu%C5%9Fmas%C4%B1%2f2014_Genel_Kurul_Konusmasi.pdf) (21.12.2014).
- \_\_\_\_\_ (2014), “2015 Yılı Bütçe Sunumu”, <http://enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fB%C3%BCt%C3%A7e+Konu%C5%9Fmas%C4%B1%2f2015+Y%C4%B1l%C4%B1+Plan+B%C3%BCt%C3%A7e+Komisyonu+Konu%C5%9Fmas%C4%B1.pdf> (27.01.2015).
- \_\_\_\_\_ (t.y.), “Biyokütle Çevrim Teknolojileri”, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle\\_cevrim\\_tekno.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_cevrim_tekno.aspx) (15.09.2014).
- \_\_\_\_\_ (t.y.), “Biyodizel”, <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyodizel.aspx> (15.09.2014).
- \_\_\_\_\_ (t.y.), “Biyogaz”, <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx> (15.09.2014).
- \_\_\_\_\_ (t.y.), “Biyoeetanol”, <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyoeetanol.aspx> (15.09.2014).

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (2006), “Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı Çalışma Grubu Raporu”, [http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FBelge %2FEnerji\\_Grubu\\_Raporu.pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FBelge%2FEnerji_Grubu_Raporu.pdf) (27.01.2015).
- Erdal, Gülistan ve diğerleri (2008), “The Causality between Energy Consumption and Economic Growth in Turkey”, **Energy Policy**, 36 (10), 3838–3842.
- Erol, U., Yu, E.S.H. (1987), “On The Relationship between Energy and income for Industrialized Countries”, **Journal of Energy and Employment**, 13, 113-122.
- Ertuğrul, H.Murat (2011), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi Büyüme İlişkisi: Dinamik Analiz”, **Enerji, Piyasa ve Düzenleme**, 2, 49-73.
- ETİ Menkul Kıymetler A.Ş. (2008), “Enerji Sektör Raporu”, [http://www.etiyatirim.com/upload/rapor\\_sektor / SKR\\_ENERJI\\_ETIM\\_060608.pdf](http://www.etiyatirim.com/upload/rapor_sektor / SKR_ENERJI_ETIM_060608.pdf) (27.01.2014).
- Ewing, Bradley T. ve diğerleri (2007), “Disaggregate Energy Consumption and industrial Output in The United States”, **Energy Policy**, 35 (2), 1274–128.
- Ghali, Khalifa H. ve El-Sakka, M.I.T. (2004), “Energy Use and Output Growth in Canada: A Multivariate Cointegration Analysis”, **Energy Economics**, 26 (2), 225–238.
- Göker, Yener ve Akbulut, Turgay (1994), “Odun Kömürü ve Seyyar Madeni Kömür Ocaklarında Üretimi”, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, 44 (3-4), 35-49. <http://www.journals.istanbul.edu.tr/tr/index.php/orman/article/view/9935/9228> (28.01.2014).
- Greene, William H. (2000), **Econometric Analysis**, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Gross, Christian (2012), “Explaining The (Non-) Causality between Energy and Economic Growth in The U.S.—A Multivariate Sectoral Analysis”, **Energy Economics**, 34 (2), 489–499.
- Gujarati, Damador N. (2003), **Basic Econometrics**, 4th Ed., New York: McGraw Hill.
- Günsoy, Güler (2007), “Çevresel Bozulma ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Bir İnceleme”, **Mevzuat Dergisi**, 10 (113).

- Günsoy, Güler ve diğerleri (2013), **Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi**, 1. Baskı, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Web-Ofset Tesisleri.
- Güvenek, Burcu ve Alptekin, Volkan (2010), “Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi”, **Enerji, Piyasa ve Düzenleme**, 1(2), 172-193.
- Hall, C.A.S., Cleveland, C.J., Kaufmann, R.K., (1986). **Energy and Resource Quality: The Ecology of the Economic Process**, New York: Wiley Interscience'den
- Aktaran Ockwell, David G. (2008), “Energy and Economic Growth: Grounding Our Understanding in Physical Reality”, **Energy Policy**, 36 (12), 4600–4604.
- Hamit-Haggar, Mahamat (2012), “Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Cointegration Analysis from Canadian Industrial Sector Perspective”, **Energy Economics**, 34 (1), 358-364.
- Hiro Y. Toda ve Taku Yamamoto (1995), “Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes”, **Journal of Econometrics**, 66 (1-2), 225-250.
- Huang, Bwo-Nung ve diğerleri (2008), “Causal Relationship between Energy Consumption and GDP Growth Revisited: A Dynamic Panel Data Approach”, **Ecological Economics**, 67 (1), 41 – 54.
- Hussen, Ahmet (2004), **Principles of Environmental Economics**, 2nd Ed., London: Routledge.
- International Energy Agency (IEA), (t.y.), “Solar”, <http://www.iea.org/topics/solarpvandcsp/www.iea.org>, (25.09.2014).
- \_\_\_\_\_ (2013), “Key World Energy Statistics”, <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name-31287-en.html> (10.09.2014).
- \_\_\_\_\_ (2011), “Solar Paces-Annual Report 2011” , <http://www.solarpaces.org/index.php/2013-09-19-09-16-40/solarpaces-annual-reports> (10.09.2014).



- Jamil, Faisal ve Ahmad, Eatzaz (2010), “The Relationship between Electricity Consumption, Electricity Prices and GDP in Pakistan”, **Energy Policy**, 38 (10), 6016–6025.
- Jinke, Li ve diğerleri (2008), “Causality Relationship between Coal Consumption and GDP: Difference of Major OECD and Non-OECD Countries”, **Applied Energy**, 85 (6), 421–429.
- Jobert, Thomas ve Karanfil, Fatih (2007), “Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey”, **Energy Policy**, 35 (11), 5447–5456.
- Kalkınma Bakanlığı (2013), **İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması (SEGE-2011)**, Ankara.
- Kantarci, Muammer (2013), “Küresel Rekabetçilik, Teknoloji ve Ar-Ge Işığında Sanayi-Üniversite İşbirliğinin Artırılması”, **ÜSİMP 2013 VI. Ulusal Kongresi**, 9-10 Mayıs 2013.
- Kar, Muhsin ve Kınık, Esra (2008), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi”, **Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi**, 10 (2), 333-353.
- Karagöl, Erdal ve diğerleri (2007), “Türkiye’de Ekonomik Büyüme İle Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı”, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, 8 (1), 72-80.
- Karanfil, Fatih (2008), “Energy Consumption and Economic Growth Revisited: Does The Size of Unrecorded Economy Matter?”, **Energy Policy**, 36 (8), 3029– 3035.
- Kapusuzoğlu, Ayhan ve Karan, Mehmet Baha (2010), “Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi ile Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisinin Analizi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Çalışma” **İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi**, 1(3), 57-68.
- Karhan, Gökhan ve diğerleri (2012), “Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği”, **Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi**, 2 (1), 80-87.

- Kızılgöl, Özlem ve Erbaykal, Erman (2008), “Türkiye’de Turizm Gelirleri ile Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Nedensellik Analizi”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 13 (2), 351-360.
- Korkmaz, Suna ve Yılgör, Metehan (2011), “Enerji Tüketimi İktisadi Büyüme İlişkisi”, **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 22 (2), 111-125.
- Kraft, J., Kraft, A. (1978), “On The Relationship between Energy and GNP”, **Journal of Energy and Development**, 3, 401-403.
- Kula, Erhun (1992). **Economics of Natural Resources and the Environment**, London: Chapman Hall, <https://books.google.com.tr> (18.01.2015).
- Kutlar, Aziz (2005), **Uygulamalı Ekonometri**, Geliştirilmiş 2. Baskı, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kümmel, Reiner ve diğerleri (2002), “Capital, Labor, Energy and Creativity: Modelling Innovation Diffusion”, **Structural Change and Economic Dynamics**, 13, 415-433.
- “Kyoto Protokolü’nün Süresi Uzatıldı” (09.12.2012), **Sabah Gazetesi**, <http://www.sabah.com.tr/dunya/2012/12/09/kyoto-protokolunun-suresi-uzatildi> (29.01.2015).
- Lee, Chien-Chiang (2005), “Energy Consumption and GDP in Developing Countries: A Cointegrated Panel Analysis”, **Energy Economics**, 27 (3), 415– 427.
- \_\_\_\_\_ (2006), “The Causality Relationship Between Energy Consumption and GDP in G-11 Countries Revisited”, **Energy Policy**, 34 (9), 1086–1093.
- Lee, Chien-Chiang ve Chang, Chun-Ping (2007), “Energy Consumption and GDP Revisited: A Panel Analysis of Developed and Developing Countries”, **Energy Economics**, 29 (6), 1206–122.
- \_\_\_\_\_ (2008), “Energy Consumption and Economic Growth in Asian Economies: A More Comprehensive Analysis Using Panel Data”, **Resource and Energy Economics**, 30 (1), 50–65.

- Lee, Chien-Chiang ve Chien, Mei-Se (2010), “Dynamic Modelling of Energy Consumption, Capital Stock, and Real income in G-7 Countries”, **Energy Economics**, 32 (3), 564–581.
- Li, Fei ve diğ erleri (2011), “Energy Consumption-Economic Growth Relationship and Carbon Dioxide Emissions in China”, **Energy Policy**, 39 (2), 568–574.
- Lindenberger, Dietmar ve Kümmel, Reiner (2011), “Energy and State of Nations”, **Energy**, 36 (10), 6010-6018.
- Lise, Wietze ve Montfort, Kees Van (2007), “Energy consumption and GDP in Turkey: Is there a co-integration relationship?”, **Energy Economics**, 29 (6), 1166–1178.
- Mahadevan, Renuka ve Asafu-Adjaye, John (2007), “Energy Consumption, Economic Growth and Prices: A Reassessment Using Panel VECM for Developed and Developing Countries”, **Energy Policy**, 35 (4), 2481–2490.
- Mallick, Hrushikesh (2009), “Examining The Linkage Between Energy Consumption and Economic Growth in India”, **Journal of Developing Areas**, September 43 (1), 249-280.
- Mehrara, Mohsen (2007), “Energy Consumption and Economic Growth: The Case of Oil Exporting Countries”, **Energy Policy**, 35 (5), 2939–2945.
- Mishra, Vinod ve diğ erleri (2009), “The Energy-GDP Nexus: Evidence from A Panel of Pacific Island Countries”, **Resource and Energy Economics**, 31 (3), 210–220.
- Mucuk, Mehmet ve Uysal, Doğ an (2009), “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, **Maliye Dergisi**, 157, 105-115.
- Murat, Abdurrahman (2010), “Ülkemizde Yeni Belirlenen Petrollü Şeyl Rezervi ve Yerinde Şeyl Petrolü Üretiminin Araştırılması”, **MTA Doğ al Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni**, 1.Baskı İçinde (1-7), Ankara: MTA Genel Müdürlüğü Matbaası.
- Narayan, Paresh Kumar ve diğ erleri (2008), “A Structural VAR Analysis of Electricity Consumption and Real GDP: Evidence from The G7 Countries”, **Energy Policy**, 36 (7), 2765– 2769.

- Narayan, Paresh Kumar ve Prasad, Arti (2008), “Electricity Consumption–Real GDP Causality Nexus: Evidence from A Bootstrapped Causality Test for 30 OECD Countries”, **Energy Policy**, 36 (2), 910–918.
- Narayan, Paresh Kumar ve Smyth, Russell (2008), “Energy Consumption and Real GDP in G7 Countries: New Evidence from Panel Cointegration with Structural Breaks”, **Energy Economics**, 30 (5), 2331–234.
- \_\_\_\_\_ (2009), “Multivariate Granger Causality between Electricity Consumption, Exports and GDP: Evidence from A Panel of Middle Eastern Countries”, **Energy Policy**, 37 (1), 229–236.
- Nel, Willem P. ve Cooper, Christopher J. (2009), “Implications of Fossil Fuel Constraints on Economic Growth and Global Warming”, **Energy Policy**, 37 (1), 166–180.
- Nel, Willem P. ve Zyl, Gerhardus van (2010), “Defining Limits: Energy Constrained Economic Growth”, **Applied Energy**, 87 (1), 168–177.
- Newey, Whitney ve West, Kenneth (1987), “A Simple Positive Semi Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix”, **Econometrica**, 55, 703-708.
- Ockwell, David G. (2008), “Energy and Economic Growth: Grounding Our Understanding in Physical Reality”, **Energy Policy**, 36 (12), 4600–4604.
- Odhambo, Nicholas M. (2009), “Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Tanzania: An ARDL Bounds Testing Approach”, **Energy Policy**, 37 (2), 617–622.
- Öksüzler, Oktay ve İpek, Evren (2011), “Dünya Petrol Fiyatlarındaki Değişimin Büyüme ve Enflasyon Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği”, **ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi**, 7 (14), 15-34.
- Özsabuncuoğlu, İsmail H. ve Uğur, Atilla (2005), **Doğal Kaynaklar Ekonomi, Yönetim ve Politika**, Ankara: İmaj Yayınevi.

- Öztürk, İlhan ve diğerleri (2010), “Energy Consumption and Economic Growth Relationship: Evidence from Panel Data for Low and Middle Income Countries”, **Energy Policy**, 38 (8), 4422–4428.
- Panayotou, Theodore (2003), “Economic Growth and The Environment”, **Economic Survey of Europe**, No: 2, [http://www.unece.org/ead/pub/surv\\_032.html](http://www.unece.org/ead/pub/surv_032.html) (22.07.2014).
- Parasız, İlker (2008), **Ekonomik Büyüme Teorileri**, Gözden Geçirilmiş 3.Baskı, Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Perman, Roger ve diğerleri (1999), **Natural Resource and Environmental Economics**, Second edition, England: Pearson Education Limited.
- Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (t.y.), “Yıllar İtibariyle Ham Petrol ve Doğal Gaz Üretimi”, <http://www.pigm.gov.tr/istatistikler.php> (22.01.2015).
- Phillips, P. ve Peron, P. (1988) “Testing for a Unit Root in Time Series Regressions”, **Biometrika**, 75 (2), 335-346.
- Polat, Özgür ve diğerleri (2011), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi**, 16 (1), 349-362.
- Qi, Peng ve diğerleri (2011), “Energy Utilization, Environmental Quality and Sustainable Economic Development: Evidence from Shandong Province in China”, **Energy Procedia**, 5 (2011), 314–321.
- Sabır, Hasan (t.y.), “Küreselleşme Sürecinde Türkiye’de Enerji Sorunu”, <http://www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/ead/tanitimkoordinasyondb/kuresellesme.doc> (04.05.2010).
- Sarı, Ramazan ve Soytaş, Ugur (2004), “Disaggregate Energy Consumption, Employment and income in Turkey”, **Energy Economics**, 26 (3), 335– 344.
- \_\_\_\_\_ (2007), “The Growth of Income And Energy Consumption in Six Developing Countries”, **Energy Policy**, 35 (2), 889–898.

- Sarı, Ramazan ve diğerleri (2008), “The Relationship between Disaggregate Energy consumption and industrial Production in The United States: An ARDL Approach”, **Energy Economics**, 30 (5), 2302–2313.
- Sevüktekin, Mustafa ve Nargeleçekenler, Mehmet (2005), **Zaman Serileri Analizi**, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Sorrell, Steve ve Dimitropoulos, John (2007), “Energy Productivity and Economic Growth Studies”, **UKERC Working Paper**, 13, 1-153.
- Soytas, Ugur ve Sari, Ramazan (2003), “Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets”, **Energy Economics**, 25(1), 33-37.
- \_\_\_\_\_ (2007a), “Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by An EU Candidate Member”, **Ecological Economics**, 68 (6), 1667 – 1675.
- \_\_\_\_\_ (2007b), “The Relationship between Energy and Production: Evidence from Turkish Manufacturing Industry”, **Energy Economics**, 29 (6), 1151–1165.
- Stern, David I. (1997), “Limits to Substitution and Irreversibility in Production and Consumption: A Neoclassical Interpretation of Ecological Economics”, **Ecological Economics**, 21 (3), 197-215.
- \_\_\_\_\_ (2000), “A Multivariate Cointegration Analysis of The Role of Energy in The US Macroeconomy”, **Energy Economics**, 22 (2), 267-283.
- Stern, David ve Cleward, Cutler J. (2004), Energy and Ekonomic Growth, **Rensselaer Working Papers in Economics**, 0410, 1-41, <http://www.rpi.edu/dept/economics/> (23.07.2012).
- Squalli, Jay (2007), “Electricity Consumption and Economic Growth: Bounds and Causality Analyses of OPEC Members”, **Energy Economics**, 29 (6), 1192–1205.

- Şahbaz, Ahmet ve Yanar, Rüstem (2013), “Türkiye’de Toplam ve Sektörel Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Analizi”, **Finans Politik & Ekonomik Yorumlar**, 50 (575), 31-44.
- Şengüler, İlker (2012), “Şeyl Gazı (Shale Gas) ve Ekonomik Değeri”, **MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni**, 1.Baskı içinde (44-48), Ankara: Pozitif Matbaacılık.
- Şengüler, İlker (t.y.), “Petrollü Şeylden (Bitümlü Şeyl) Sentetik Ham Petrol Üretimi”, <http://www.mta.gov.tr/v2.0/birimler/redaksiyon/index.php?id=bulten12> (18.01.2014).
- Tahvonen, O. and S. Salo (2001). “Economic Growth and Transitions Between Renewable and Nonrenewable Energy Resources.” **European Economic Review** 45, 1379-1398’dan aktaran Stern, David. Cleward, Cutler J. (2004), “Energy and Economic Growth”, **Rensselaer Working Papers in Economics**, 0410, 1-41, <http://www.rpi.edu/dept/economics/> (23.07.2012).
- Tandoğan, Dilek ve Özyurt, Hasan (2013), “Bankacılık Sektörünün Ekonomik Büyüme ve Sürdürülebilir Ekonomik Kalkınma Üzerine Etkisi: Türkiye Ekonomisi Üzerine Nedensellik Testleri (1981-2009)”, **Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, 35 (2), 49-80.
- Tang, Chor Foon ve Shahbaz, Mohammad (2013), “Sectoral Analysis of The Causal Relationship between Electricity Consumption and Real Output in Pakistan”, **Energy Policy**, 60 (9), 885–891.
- Tapşın, Gülçin ve Karabulut, Ahu Tuğba (2013), “Reel Döviz Kuru, İthalat ve İhracat Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği”, **Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi**, 26, 190-205.
- Tarı, Recep (2010), **Ekonometri**, Genişletilmiş 6. Baskı, Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Tatoğlu, Ferda Yerdelen (2012), **Panel Veri Ekonometrisi**, İstanbul: Beta Yayınları.
- Toda, Hiro Y. ve Taku, Yamamoto (1995), “Statistical Inferencein Vector Autoregression With Possibly Integrated Processes”, **Journal of Econometrics**, 66, 225-250.

- Torres-Reyna, Oscar (2007), “Panel Data Analysis Fixed and Random Effects Using Stata”, <http://dss.princeton.edu/training/> (14.03.2015).
- Tugcu, Can Tansel ve diğeri (2012), “Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence from G7 Countries”, **Energy Economics**, 34 (6), 1942–1950.
- Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. (TETAŞ), (2013), “2012 Yılı Sektör Raporu”, <http://www.tetas.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r+Raporu%2FSektorRaporu2012.pdf> (27.09.2014).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (t.y.), “Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri”, <http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do> (27.01.2015).
- \_\_\_\_\_ (2013) “İstatistik Göstergeler 1923-2012”, TÜİK Yayınları, Ankara.
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) (2013), “Kömür Sektör Raporu (Linyit)”, <http://www.tki.gov.tr/Dosyalar/Dosya/K%C3%B6m%C3%BCrSekt%C3%B6rRaporu2012.pdf> (01.09.2013).
- \_\_\_\_\_ (2014), “Kömür Sektör Raporu (Linyit)”, <http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r+Raporu%2FK%C3%B6m%C3%BCr+Sekt%C3%B6r+Raporu++Linyit+2013.pdf> (22.01.2015).
- \_\_\_\_\_ (2013), “2012 Yılı Faaliyet Raporu”, <http://www.tki.gov.tr/Dosyalar/Dosya/2012yillikfaaliyetraporu.pdf> (12.09.2013).
- Türkiye Petrolleri A.O. (TPAO) (2013), “2012 Yılı Hampetrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu”, <http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/2012-sektor-rapor-mayis-tr.pdf> (24.09.2013).
- \_\_\_\_\_ (2014), “Hampetrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu”, <http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/2013-YILI-HAM-PETROL-VE-DOGAL-GAZ-SEKTOR-RAPORU.pdf> (22.01.2015).



- Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) (2013), “Taşkömürü Sektör Raporu”, [http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2f2012+Y%C4%B1%C4%B1+Sekt%C3%B6r+Raporu+\(TTK\).pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2f2012+Y%C4%B1%C4%B1+Sekt%C3%B6r+Raporu+(TTK).pdf) (01.09.2013).
- \_\_\_\_\_ (2014), “Taşkömürü Sektör Raporu”, [http://www.taskomuru.gov.tr/file/Is\\_Zekasi\\_Raporlari/sector\\_raporu.pdf](http://www.taskomuru.gov.tr/file/Is_Zekasi_Raporlari/sector_raporu.pdf) (21.01.2015).
- \_\_\_\_\_ (2013), “İstatistik Yıllığı”, <http://www.taskomuru.gov.tr/> (21.01.2015).
- Ulusoy, Veysel (2006), “Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi: Bir Ekonometrik Uygulama”, <http://www.trntp.org/pdf/enerjikitabi/21.pdf> (06.05.2015).
- URL, “Euler Teoremi nedir”, (t.y.), <http://eulerteoremi.nedir.com/> (06.06.2014).
- Uzun, Ahmet (2013), “Toplam Elektrik Üretimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1980-2010)”, **Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 17 (3), 327-344.
- Uzunöz, Meral ve Akçay, Yaşar (2012), “Türkiye’deki Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1970-2010”, **Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 3 (2), 1-16.
- Üçgül, İbrahim ve Akgül, Gökçen (2010), “Biyokütle Teknolojisi”, **Yekarum Dergi**, 1(1), 3-11.
- Ünsal, Erdal M. (2007), **İktisadi Büyüme**, Ankara: İmaj Yayıncılık.
- Wang, S.S. ve diğerleri (2011), “CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China: A Panel Data Analysis”, **Energy Policy**, 39 (9), 4870–4875.
- WB (Dünya Bankası), (2013), “World Development Indicator”, [http://databank.worldbank.org/data/download/archive/WDI\\_excel\\_2013\\_07.zip](http://databank.worldbank.org/data/download/archive/WDI_excel_2013_07.zip) (29.01.2015).
- WEC (Dünya Enerji Konseyi), (2013), “World Energy Resources”, [http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/Complete\\_WER\\_2013\\_Survey.pdf](http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/Complete_WER_2013_Survey.pdf) (29.01.2015).

- Wolde-Rufael, Yemane (2006), "Electricity Consumption and Economic Growth: A Time Series Experience for 17 African Countries", **Energy Policy**, 34 (2006), 1106–1114.
- \_\_\_\_\_ (2010), "Bounds Test Approach to Cointegration and Causality between Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in India", **Energy Policy**, 38 (1), 52 – 58.
- Wolde-Rufael, Yemane ve Menyah, Kojo (2010), "Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in Nine Developed Countries", **Energy Economics**, 32 (3), 550 – 556.
- Yanar, Rüstem ve Kerimoğlu, Güldem (2011), "Türkiye’de Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi", **Ekonomi Bilimleri Dergisi**, 3 (2), 191-201.
- Yavuz, Nilgün Çil (2006), "Türkiye’de Turizm Gelirlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisinin Testi: Yapısal Kırılma ve Nedensellik Analizi", **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, 7 (2), 162-171.
- Yaylalı, Muammer (2004), **Mikroiktisat**, 3.Baskı, İstanbul: Beta Yayınları.
- Yıldız, Kenan (2013), "Demir Çelik Metalurjisi", [http://www.cs.sakarya.edu.tr/sites/kenyil/file/demircelik4\\_kok.pdf](http://www.cs.sakarya.edu.tr/sites/kenyil/file/demircelik4_kok.pdf) (28.01.2014).
- Yıldıztekin, İhsan (2009), "Sürdürülebilir Kalkınmada Çevre Muhasebesinin Etkileri", **Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 13 (1), 367-390.
- Yoo, Seung-Hoon (2005), "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Korea", **Energy Policy**, 33 (12), 1627–1632.
- Yoo, Seung-Hoon (2006), "The Causal Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in The ASEAN Countries", **Energy Policy**, 34 (18), 3573–3582.
- Yuan, Jiahai ve diğerleri (2007), "Electricity Consumption and Economic Growth in China: Cointegration and Co-Feature Analysis", **Energy Economics**, 29 (6), 1179 – 1191.

- \_\_\_\_\_ (2008), “Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from China At Both Aggregated and Disaggregated Levels”, **Energy Economics**, 30 (6), 3077 – 3094.
- Zachariadis, Theodoros (2007), “Exploring The Relationship Between Energy Use and Economic Growth With Bivariate Models: New Evidence From G-7 Countries”, **Energy Economics**, 29 (6), 1233–1253.
- Zhixin, Zhang ve Xin, Ren (2011), “Causal Relationships between Energy Consumption and Economic Growth”, **Energy Procedia**, 5 (2011), 2065–2071.
- Zhang, Chuanguo ve Xu, Jiao (2012), “Retesting The Causality between Energy Consumption and GDP in China: Evidence from Sectoral and Regional Analyses Using Dynamic Panel Data”, **Energy Economics**, 34 (6), 1782–1789.
- Ziramba, Emmanuel (2009), “Disaggregate Energy Consumption and industrial Production in South Africa”, **Energy Policy**, 37 (6), 2214–2220.
- Zou, Gaolu ve Chau, K.W. (2006), “Short- and Long-Run Effects between Oil Consumption and Economic Growth in China”, **Energy Policy**, 34 (18), 3644 – 3655.

## EKLER

### EK 1: Enerji Kaynaklarının Alt Isıl Değerleri ve Petrol Eşdeğerine Çevrim Katsayıları

Miktar	Enerji Kaynağı	Yoğunluk	Alt Isıl Değer	Birim	TEP Çevrim Katsayısı
1 ton	Taşkömürü		6,100,000	kCal	0.610
1 ton	Kok Kömürü		7,200,000	kCal	0.720
1 ton	Linyit teshin ve sanayi		3,000,000	kCal	0.300
1 ton	Linyit santral		2,000,000	kCal	0.200
1 ton	Elbistan Linyiti		1,100,000	kCal	0.110
1 ton	Petrokok		7,600,000	kCal	0.760
1 ton	Asfaltit		4,300,000	kCal	0.430
1 ton	Odun		3,000,000	kCal	0.300
1 ton	Hayvan ve Bitki Artığı		2,300,000	kCal	0.230
1 ton	Ham Petrol		10,500,000	kCal	1,050
1 ton	Fuel Oil No: 4		9,600,000	kCal	0.960
1 ton	Fuel Oil No: 5	0.920 Kg/lt	10,025,000	kCal	1,003
1 ton	Fuel Oil No: 6	0.940 Kg/lt	9,860,000	kCal	0.986
1 ton	Motorin	0.830 Kg/lt	10,200,000	kCal	1,020
1 ton	Benzin	0.735 Kg/lt	10,400,000	kCal	1,040
1 ton	Gazyağı	0.780 Kg/lt	8,290,000	kCal	0.829
1 ton	Nafta		10,400,000	kCal	1,040
bin m <sup>3</sup>	Doğal Gaz	0.670 Kg/m <sup>3</sup>	8,250,000	kCal	0.825
1 ton	Kok Gazı		8,220,000	kCal	0.820
bin m <sup>3</sup>	Kok Gazı	0.490 Kg/m <sup>3</sup>	4,028,000	kCal	0.403
1 ton	Yüksek Fırın Gazı		535,000	kCal	0.054
bin m <sup>3</sup>	Yüksek Fırın Gazı	1.290 Kg/m <sup>3</sup>	690,000	kCal	0.069
bin m <sup>3</sup>	Rafineri Gazı		8,783,000	kCal	0.878
1 ton	LPG		10,900,000	kCal	1,090
bin m <sup>3</sup>	LPG	2.477 Kg/m <sup>3</sup>	27,000,000	kCal	2,700
bin kWh	Elektrik		860,000	kCal	0.086
bin kWh	Hidrolik		860,000	kCal	0.086
bin kWh	Jeotermal		860,000	kCal	0.860

**Kaynak:** EİE, (t.y.), enver.eie.gov.tr/DocObjects/Download/60319/Buhar-TEP.xls

## ÖZGEÇMİŞ

Can USTA, 1973 yılında Ankara'da dünyaya geldi. İlk ve orta öğretimini İstanbul'da tamamladı. 1993 yılında Giresun Meslek Yüksekokulu'ndan, 1996 yılında da Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü'nden mezun oldu. 2001 yılında KTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü (SBE) İktisat Anabilim Dalı'nda (ABD) Yüksek lisans eğitimini tamamladı. Doktora eğitimine 2007-2008 döneminde KTÜ SBE İktisat ABD'da başladı. 2000 yılında atanmış olduğu Tirebolu Meslek Yüksekokulu'nda Finans Bankacılık ve Sigortacılık Bölüm Başkanı olarak görevini devam ettirmektedir. USTA, evli ve iki çocuk babasıdır.