

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

**EKONOMETRİ ANABİLİM DALI**

**EKONOMETRİ PROGRAMI**

**TÜRKİYE İÇİN EKONOMİK BÜYÜME, ENERJİ TÜKETİMİ VE  
ÇEVRE KİRLİLİĞİ UZUN DÖNEM İLİŞKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ahmet BİRİNCİ**

**ARALIK-2010**

**TRABZON**

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

**EKONOMETRİ ANABİLİM DALI**

**EKONOMETRİ PROGRAMI**

**TÜRKİYE İÇİN EKONOMİK BÜYÜME, ENERJİ TÜKETİMİ VE  
ÇEVRE KİRLİLİĞİ UZUN DÖNEM İLİŞKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ahmet BİRİNCİ**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Necati TÜREDİ**

**ARALIK-2010**

**TRABZON**

## ONAY

Ahmet BİRİNCİ tarafından hazırlanan Türkiye için Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ile Çevre Kirliliğinin Uzun Dönem İlişkisi adlı bu çalışma 02/02/2011 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Ekonometri Anabilim dalında **yüksek lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

[imza]

[Prof. Dr. Necati TÜREDİ] (Başkan-Danışman)

.....

[imza]

[Yrd. Doç. Hasan AYYILDIZ]

.....

[imza].

[Yrd. Doç. Zehra MARAŞ ABDİOĞLU]

.....

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylarım. ... / ... / ...

Doç. Dr. Yusuf ŞAHİN  
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.

İMZA

Ahmet BİRİNCİ

31/12/2010

## ÖNSÖZ

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği ilişkisi ülkelerin enerjiye olan ihtiyacın giderek artmasıyla daha da önem kazanmıştır. Sürdürülebilir ekonomik büyüme, enerji arzının karşılanması ve çevre kirliliğine karşı alınması gereken önlemler günümüzde birbirinden ayrılmayan konular olmuştur. Ekonomik büyümeyle artan sosyal refahın enerjiye olan arzı yükseltmesi bunun yanında çevre bilincinin gelişmesiyle çevreyi koruma politikaları geliştirilmeye başlamıştır. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye’de enerji tüketiminin artışına paralel olarak yapılacak geri dönüşüm ve atıkların arıtılması yatırımları ülkenin ekonomik büyümesini olumlu etkileyecektir. Gelişmiş ülkeler sanayileşmelerini tamamladıktan sonra çevreye verilen zarara karşı önlem aldıkları için ekonomik açıdan büyük maliyetlerle karşı karşıya kalmışlar ve ekonomik büyümeleri yavaşlamıştır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye için ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkisini genel, sanayi sektörü ve tarım sektörü için ekonometrik olarak incelenmesidir.

Tez çalışmam süresince bana yol tez danışmanım Prof. Dr. Necati TÜREDİ’ye teşekkürlerimi sunuyorum. Tez çalışmamın her aşamasında değerli bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan Yrd. Doç. Uğur SİVRİ’ye teşekkürü bir borç bilirim. Tez jürisinde bulunan ve değerli bilgileriyle çalışmama değer katan hocalarım Yrd. Doç. Zehra MARAŞ ABDİOĞLU ve Yrd. Doç. Hasan AYYILDIZ’a teşekkür ederim. Her konuda desteklerini benden esirgemeyen, verdikleri sevgiyle beni hayata bağlayan tüm aileme binlerce kez teşekkür ederim.

Ahmet BİRİNCİ

31/12/2010

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	IV
İÇİNDEKİLER .....	V
ÖZET .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
TABLOLAR LİSTESİ .....	IX
GRAFİKLER LİSTESİ .....	XI
KISALTMALAR LİSTESİ .....	XII
GİRİŞ .....	1-2

## BİRİNCİ BÖLÜM

<b>1. EKONOMİK BÜYÜME, ENERJİ TÜKETİMİ ve ÇEVRE KİRLİLİĞİ İLİŞKİSİ ....</b>	<b>3-23</b>
1.1. Ekonomik Büyüme .....	4
1.1.1. Enerji Tüketimi .....	6
1.1.2. Çevre Kirliliği .....	8
1.2. Birincil Enerji Kaynakları .....	9
1.2.1. Taşkömürü .....	11
1.2.2. Linyit .....	12
1.2.3. Asfaltit .....	13
1.2.4. Petrol .....	14
1.2.5. Doğal Gaz .....	15
1.2.6. Hidrolik Enerji .....	16
1.2.7. Rüzgar Enerjisi .....	17
1.2.8. Jeotermal Enerji .....	19
1.2.9. Güneş Enerjisi .....	20
1.2.10. Nükleer Enerji .....	21
1.2.11. Biyokütle Enerjisi(Odun, Hayvansal ve Bitkisel Enerji) .....	22

## İKİNCİ BÖLÜM

<b>2. LİTERATÜR</b> .....	<b>24-30</b>
---------------------------	--------------

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

<b>3. EKONOMETRİK YÖNTEM ve VERİ SETİ</b> .....	<b>31-53</b>
3.1. Ekonometrik Yöntem .....	31
3.1.1. Durağanlık .....	31
3.1.1.1. Dickey-Fuller testi .....	34
3.1.1.2. Geliştirilmiş Dickey-Fuller Testi ( <i>ADF</i> ) .....	39
3.1.1.3. Phillips-Perron Testi ( <i>PP</i> ) .....	40
3.1.2. Kointegrasyon .....	42
3.1.2.1. Johansen-Juselius Kointegrasyon Testi .....	43
3.1.3. Hata Düzeltme Modeli ( <i>ECM</i> ) .....	46
3.2. Veri Seti .....	47
3.3. Yöntem .....	52

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

<b>4. MODELİN TAHMİNİ</b> .....	<b>54-73</b>
4.1. Türkiye için Uzun Dönem İlişkisi .....	54
4.2. Türkiye için Sanayi Sektöründe Uzun Dönem İlişkisi .....	60
4.3. Türkiye için Tarım Sektöründe Uzun Dönem İlişkisi .....	66
<b>SONUÇ ve DEĞERLENDİRME</b> .....	<b>74</b>
<b>YARARLANILAN KAYNAKLAR</b> .....	<b>77</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>81</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>82</b>

## ÖZET

Ekonometrik çalışmalarda önemli bir konu olan ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin belirlenmesi birçok çalışmaya konu olmuştur. Kuznets (1955) ve Kraft ve Kraft (1978) öncülüğünde yapılan çalışmalar günümüzde güncel araştırma konuları arasında yer almaktadır. Bu çalışmada Türkiye için ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliğinin uzun dönem ilişkisi (Türkiye geneli, sanayi sektörü ve tarım sektörü) kointegrasyon analizi ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Modelin tahmininde, uzun dönem ilişkilerinin belirlenmesi için Johansen-Juselius kointegrasyon testi ve hata düzeltme modeli uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Türkiye için ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında pozitif ve ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Türkiye için sanayi sektöründe; ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği arasındaki uzun dönem ilişkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, sanayi sektöründe ekonomik büyüme ile enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Türkiye için tarım sektöründe; ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği arasındaki uzun dönem ilişkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, tarım sektöründe ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi, Çevre Kirliliği, Kointegrasyon Analizi



## ABSTRACT

Econometric studies are subject to significant, the relationship economic growth, energy consumption and environmental pollution has been the subject of many in the study. Kuznets (1955) and Kraft and Kraft (1978) under the leadership of current research interests include work done today. In this study, a long-term relationship economic growth, energy consumption and environmental pollution for the Turkey (Turkey in general, the industrial sector and the agricultural sector) is to be estimated using cointegration analysis. Estimation of the model, the Johansen-Juselius cointegration test for the determination of long-term relationships, and error correction model has been applied. According to the results, a long-term relationship economic growth, energy consumption and environmental pollution for the Turkey in the study, a positive correlation between economic growth and energy consumption and a negative correlation between economic growth and environmental pollution have been identified. A long-term relationship economic growth, energy consumption and environmental pollution for the Turkish industrial sector in the study to determine a positive correlation the industrial sector economic growth, energy consumption and environmental pollution have been identified. A long-term relationship economic growth, energy consumption and environmental pollution for the Turkish agricultural sector in the study to determine a positive correlation between the agricultural sector economic growth and environmental pollution have been identified.

**Key words:** Economic Growth, Energy Consumption, Enviromental Pollution, Cointegration Analysis

## TABLULAR LİSTESİ

<u>Tablo Nr.</u>	<u>Tablonun Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
1	Türkiye Orta-Sıra dışı Arası Rüzgar Kaynağı .....	18
2	Güncel Literatür Karşılaştırma Tablosu .....	30
3	Değişkenlerin Tanımlaması .....	48
4	Temel İstatistikler .....	48
5	ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Seviyesinde).....	54
6	ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Birinci Farkında) .....	55
7	Kointegrasyon Denkleminin Gecikme Uzunluğu .....	56
8	Johansen-Juselius kointegrasyon testi sonuçları .....	56
9	Zayıf Dışsallık Testi (LR-testi, Chi-Square(r), P-values) .....	57
10	$\Delta$ LGDP Hata Düzeltme Modeli Sonuçları .....	58
11	$\Delta$ LBET Hata Düzeltme Modeli Sonuçları .....	59
12	$\Delta$ LCO Hata Düzeltme Modeli Sonuçları .....	59
13	ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Seviyesinde).....	60
14	ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Birinci Farkında) .....	61
15	Kointegrasyon Denkleminin Gecikme Uzunluğu .....	62
16	Johansen-Juselius kointegrasyon testi sonuçları .....	62
17	Zayıf Dışsallık Testi (LR-testi, Chi-Square(r), P-values) .....	63
18	$\Delta$ LSNG Hata Düzeltme Modeli Sonuçları .....	64
19	$\Delta$ LSAN Hata Düzeltme Modeli Sonuçları .....	64
20	$\Delta$ LCO Hata Düzeltme Modeli Sonuçları .....	65
21	ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Seviyesinde).....	66
22	ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Birinci Farkında) .....	67
23	Kointegrasyon Denkleminin Gecikme Uzunluğu .....	68
24	Test of Exclusion (LR-testi, Chi-Square(r), P-values) .....	69
25	Test of Stationarity (LR-testi, Chi-Square(3-r), P-values) .....	69
26	Zayıf Dışsallık Testi (LR-testi, Chi-Square(r), P-values) .....	70

27	Kointegrasyon Denkleminin Gecikme Uzunluğu .....	71
28	Johansen-Juselius kointegrasyon testi sonuçları .....	71
29	Zayıf Dışsallık Testi (LR-testi, Chi-Square(r), P-values) .....	72
30	$\Delta$ LTRG Hata Düzeltme Modeli Sonuçları .....	73
31	$\Delta$ LCO Hata Düzeltme Modeli Sonuçları .....	73

## GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik Nr.</u>	<u>Grafığın Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
1	Türkiye’de Taşkömürü Üretimi ve Tüketimi .....	12
2	Türkiye’de Linyit Üretimi ve Tüketimi .....	13
3	Türkiye’de Asfaltit Üretimi ve Tüketimi .....	14
4	Türkiye’de Petrol Üretimi ve Tüketimi .....	15
5	Türkiye’de Doğal Gaz Üretimi ve Tüketimi .....	16
6	Türkiye’de Hidrolik Enerjisi Üretimi ve Tüketimi .....	17
7	Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Üretimi ve Tüketimi .....	19
8	Türkiye’de Jeotermal Isı Enerji Üretimi ve Tüketimi .....	20
9	Türkiye’de Güneş Enerjisi Üretimi ve Tüketimi .....	21
10	Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Üretimi ve Tüketimi .....	23
11	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (Logaritması) .....	49
12	Birincil Enerji Tüketimi (Logaritması) .....	49
13	Karbondioksit Emisyonu (Logaritması) .....	50
14	GSMH Sanayi Sektörü Toplamı(Logaritması) .....	50
15	Sanayi Sektörü Enerji Tüketimi(Logaritması) .....	51
16	GSMH Tarım Sektörü Toplamı (Logaritması) .....	51
17	Tarım Sektörü Enerji Tüketimi (Logaritması) .....	52

## KISALTMALAR LİSTESİ

GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GDP	: Gross Domestic Product (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla)
GNP	: Gross National Product (Gayri Safi Milli Hasıla)
EC	: Energy Consumption (Enerji Tüketimi)
ADF	: Augmented Dickey-Fuller Birim Kök Testi
PP	: Phillips-Perron Birim Kök Testi
LGDP	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) logaritması
LBET	: Birincil enerji tüketiminin logaritması
LCO	: Karbondioksit emisyonunun logaritması
LSNG	: GSMH'da sanayi sektörünün girdisinin logaritması
LSAN	: Sanayi sektörü enerji tüketiminin logaritması
LTRG	: GSMH'da tarım sektörünün girdisinin logaritması
LTAR	: Tarım sektöründe enerji tüketiminin logaritması
TEP	: Ton eşdeğer petrol
MTEP	: Milyon ton eşdeğer petrol

## GİRİŞ

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkisinin incelenmesi 18. yüzyılın başlarında önem kazanmıştır. Ekonomik büyüme, artan enerji tüketimi ile birlikte enerji kaynaklarına duyulan ihtiyacı arttırmış ve ülkelerin enerji kaynağı rezervlerinin miktarı, enerji kaynaklarının ekonomik olarak kullanılabilir olması, dünyadaki enerji yollarına yakınlık vb. etkenlerden dolayı enerjinin ekonomideki önemi artmıştır. Ekonominin enerji yoğun olarak büyümesi sonucunda çevre kirliliği sorununu ortaya çıkarmıştır. Gelişmiş ülkeler büyümelerini tamamladıktan sonra çevre kirliliği konusunda adım attıkları için büyük miktarlarda ekonomik harcamalar yapmışlardır. Çevre kirliliğinin azaltılması çalışmalarını önem kazanması ile birlikte bu alandaki teknoloji gelişmiş ve maliyetler azalmıştır. Ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyümeyle beraber artan enerji tüketiminin yanında dünyada artan çevreyi koruma bilinci ile arıtma ve geri dönüşüm tesislerine önem verilirse ekonomik büyüme üzerindeki çevre kirliliği maliyeti azaltılacaktır. Çevre kirliliğinin boyutu ne kadar azaltılırsa ekonomiye ve insanlara verdiği zararda azalacaktır.

Mal ve hizmetlerin insan ihtiyacını karşılamasına “tüketim”, bu kullanımın parasal karşılığına “tüketim harcaması” denilmektedir. Genel tüketim teorisi 1936 yılında Keynes tarafından yayınlanmış ve literatürde Keynes mutlak gelir hipotezi olarak bilinmektedir. Keynes mutlak gelir hipotezi gelir arttıkça ortalama tüketim eğiliminin azalacağını önermiştir. II. Dünya savaşından sonra Keynes mutlak gelir hipotezine duyulan güven azalmış ve alternatif hipotezler geliştirilmiştir. Kuznets (1955) ve Kraft ve Kraft (1978) yaptıkları çalışmalar öncülüğünde literatürde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkisi Kuznets eğrisi modeli, kointegrasyon ve nedensellik testleriyle araştırılmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye için ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkisi genel, sanayi sektörü ve tarım sektörü için oluşturulan ekonometrik modeller kointegrasyon testiyle incelenmiştir.

Çalışmada birinci bölümde, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği ilişkisi başlığında, ekonomik büyüme, enerji tüketimi, çevre kirliliği ve Türkiye’de birincil enerji kaynakları (taşkömürü, linyit, asfaltit, petrol, doğalgaz, hidrolik enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, güneş enerjisi, nükleer enerji, biyokütle enerjisi (odun, hayvansal ve bitkisel enerji)) incelenmiştir. İkinci bölümde, konuyla ilgili literatürdeki hem Türkiye hem de diğer ülkelerle ilgili uygulamalar incelenmiştir Üçüncü bölümde, ekonometrik yöntem ve veri seti (durağanlık, Dickey-Fuller, geliştirilmiş Dickey-Fuller, Phillips-Perron birim kök testleri, kointegrasyon, Johansen-Juselius kointegrasyon testi ve hata düzeltme modeli) incelenmiştir. Dördüncü bölümde, Türkiye için ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkisi genel, sanayi sektörü ve tarım sektörü için oluşturulan ekonometrik modeller tahmin edilerek kointegrasyon testi ve hata düzeltme modeli ile modeller incelenmiştir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### 1. EKONOMİK BÜYÜME, ENERJİ TÜKETİMİ ve ÇEVRE KİRLİLİĞİ İLİŞKİSİ

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği arasındaki ilişkinin belirlenmesi ekonometrik çalışmalarda önemli bir araştırma konusudur. Yapılan ekonometrik çalışmalarda ekonomik büyümeyle artan enerji tüketimi ve çevre kirliliğinin toplum bilincinin artmasıyla doğaya daha az zararlı enerji kaynaklarının kullanımı ve çevreye zararlı maddelerin arıtılması yönünde çalışmaların olduğunu göstermiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomisine ve politikalarına yön vermeleri açısından ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği arasındaki ilişkinin belirlenmesi önemli bir faktördür.

Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ilişkisi günümüzde enerji kaynaklarına hâkim olma, enerji ulaşım hatlarına yakınlık ve enerji politikalarında söz sahibi olmak konusunda büyük bir rekabet olmaktadır. Bu nedenle enerji, dünya ekonomisine ve politikalarına yön önemli faktörlerden biri konumuna gelmiştir. Ekonomik büyümeyle artan enerji tüketiminin karşılanması ve enerji arz dengesinin korunması çok önemlidir. Ülkelerin enerji kaynaklarını en iyi şekilde kullanılması ve enerjinin çeşitlendirilmesi için politikalar geliştirmelidir.

Ekonomik büyüme ve çevre kirliliği ilişkisi günümüzde küresel ısınmayla giderek artmaktadır. Ekonomik büyümenin çevreye etkisi, doğal dengenin bozulması ve kaynakların azalması gibi görünürken, çevrenin kirlenmesinin ekonomik büyüme üzerinde etkisi; kirliliğin azaltılması için yapılan yatırımlar, sağlık harcamalarının büyümesi, iklim değişikliği ile ısınma ve sıcaktan korunmak için harcanan enerji maliyetlerinin artması, gıda üretiminde yaşanan dengesizlikler ile fiyatların artması gibi etmenlerdir.



## 1.1. Ekonomik Büyüme

Ekonomik büyüme, bir ekonomide zaman içinde mal ve hizmet üretimi miktarında artış olmasıdır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerde uygulanan politikaların temelinde yer alan “büyüme” olgusu, belirli bir dönemde ortaya çıkan üretim ve gelir artışıyla açıklanmaktadır.

Reel GSMH'daki artış olarak da adlandırılan büyüme sürecine, klasik, neo-klasik ve modern büyüme teorileri farklı değişkenlerle araştırmışlardır. Bu teorilerde nüfus, ücretler, faiz oranı, tasarruf düzeyi, teknoloji, doğal kaynaklar, verimlilik, sermaye birikimi ve eğitim gibi unsurlar temel belirleyiciler içinde analize katılmakla birlikte, daha çok fiziki ve beşeri sermaye yatırımlarının arttırılması çabalarına yer verilmektedir.

Klasik büyüme teorileri yatırımların üretim kapasitesi üzerindeki etkileri ile ilgilenirken, yatırımların gelir etkisini göz ardı etmektedir. Keynesyen büyüme teorisi ise, yatırımların sadece milli gelir üzerindeki etkilerini dikkate alarak kapasite etkisi ile ilgilenmektedir. Diğer taraftan, Harrod ve Domar modeli yatırımların hem gelir yaratıcı hem de kapasite genişletici etkilerini öne çıkarmaktadır. İçsel büyüme teorisinde ise, büyümenin piyasaların kendi bünyelerinde var olan ekonomik güçler tarafından içsel olarak belirlendiğini ileri sürmektedir.

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH), bir ülke sınırları içerisinde belli bir zaman (aylık, üç aylık veya yıllık) içinde, üretilen tüm nihai mal ve hizmetlerin para birimi cinsinden değeridir. Nihai mal ve hizmetler, üretilen toplam mal ve hizmetlerden üretim için kullanılan ara mallar düşüldükten sonra geriye kalan değerdir. GSYİH genel formül olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$GSYİH = Tüketim + Yatırım + Devlet Harcamaları + (İthalat - İhracat)$$

Eşitliğinde, tüketim ve yatırım, nihai mal ve hizmetler için yapılan harcamadır. Eşitliğin “İhracat – ithalat” kısmı ise harcamaların yurtiçinde üretilmemiş kısmını (ithalat) düşüp, yurtiçi üretimin içeride tüketilmemiş kısmını (ithalat) eklemek suretiyle dengeler. GSYİH'dan amortismanlar (sermayenin aşınma ve eskime payı) çıkarıldığı zaman Safi

Yurtiçi Hasıla elde edilir. “Gayri Safi”, sermaye stokuna amortismanın eklenmiş olduğunu ifade eder.

Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH), bir ülke vatandaşlarının verilen bir yıl için ürettikleri toplam mal ve hizmetlerin, belli bir para birimi karşılığındaki değerinin toplamıdır. “Vatandaşlık” ayrımının yapılmasındaki sebep Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)’dan farklı olduğunu belirtmek içindir. GSYİH, o ülkede faaliyet gösteren yabancı ülke yurttaşlarının ürettiği nihai mal ve hizmetleri de kapsar. Başka bir deyişle GSMH, bir ülkenin yurt dışında çalışan vatandaşlarının ülkeye gönderdikleri faktör gelirlerinin GSYİH’ya eklenip, ülkede çalışan yabancıların kendi ülkelerine gönderdikleri faktör gelirlerinin GSYİH’den düşülmesi ile elde edilen değerdir.

1990’ların başından itibaren, küreselleşmenin ivme kazanıp, üretim faktörlerinin ve sermayenin, ülke sınırlarının dışına taşması sonucu, makroekonomik analizlerde ilgi, bir ülkenin yurttaşlarının gelirini ifade eden GSMH yerine, bir ülkenin sınırları içerisinde yaratılan toplam geliri ifade eden GSYİH üzerine yoğunlaşmıştır. Fakat yine de ülkelerdeki kişi başına gelir ve bunların karşılaştırılması gibi konularda GSMH hala önemli bir kavram ve ölçüdür. GSMH, genellikle bir yıllık zaman birimi içinde hesaplanır. Kişi başına Milli Hasıla hesaplamalarında nüfus artışı göz önünde bulundurulur.

Milli gelir hesaplamalarında cari ve sabit fiyatlar olmak üzere iki çeşit uygulama vardır. Cari fiyatla, milli gelir hesaplanmasında enflasyon etkisi gözetilmez. Üretilen mal ve hizmetlerin güncel değerleri üzerinden hesaplanır. Sabit fiyatla, milli gelir hesaplanmasında temel olarak herhangi bir yıl alınır ve o yıla endeksli enflasyon oranından arındırılmış reel artışlar hesaplanır.

Gelirler yönetimi ile hesaplamada, gelir niteliği taşıyan üretim ve hizmet alanındaki kalemler esas alınır. Gelirler yöntemi temel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$GSYİH = \text{Tarım} + \text{Sanayi} + \text{İnşaat} + \text{Ticaret} + \text{Ulaştırma, Haberleşme} + \text{Mali Kuruluşlar} \\ + \text{Konut} + \text{Hizmetler Toplamı (Kamu ve Özel)} + \text{İthalat Vergisi}$$

$GSMH = GSYİH - \text{Yurtdışında bulunan vatandaşların gelirleri} - \text{Yurtiçindeki yabancıların gelirleri}$

### **1.1.1. Enerji Tüketimi**

Enerji tüketiminde dünyada öngörülen değişimleri etkileyen en önemli faktörlerden biri ekonomik büyümedir. Kısa dönemde talep tarafı olarak toplum ve sanayinin tüketim kararları enerji tüketiminin yönünü belirlemektedir. Fakat uzun dönemde ülkelerin ekonomik büyüme gücü enerji tüketiminin yönünü belirlemektedir. Günümüzde enerji ülkelerin ekonomilerine ve politikalarına yön veren önemli bir faktör konumuna gelmiştir. Ülkelerin enerji ihtiyacının karşılanması ve ekonomik büyümenin sürdürülebilmesi için üç temel kaynak vardır.

1. Ülkelerin enerji potansiyelini en uygun çözümler üreterek ihtiyacı karşılamaya çalışmaktır.
2. Ülkelerin yurt dışındaki enerji kaynaklarının aranması ve üretilmesi sürecine kendi şirketleriyle katılarak çıkan kaynaktan pay almalarıdır.
3. Ülkelerin enerji ihtiyaçlarını ithalat yoluyla karşılamalarıdır. Fakat ithalata yönelen ülkelerin enerji arzının ve fiyatların istikrarını sağlaması için kaynakların çeşitliliğine dikkat etmesi gerekmektedir.

Enerji günümüzde dünya ekonomisine ve politikalarına yön veren en önemli faktör konumuna gelmiştir. Daha fazla enerji üretmek, üretilen enerjiyi daha fazla sayıdaki insana ulaştırabilmek, fakir ülkelerin kalkınmasını sağlamak ve bunları yaparken çevreye zarar vermeden sonraki nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak tüm ülkelerin önündeki temel hedefdir. Enerjinin her geçen gün artan önemi enerji piyasasının derinlemesine incelenmesini gerektirmektedir. Enerji piyasasındaki değişkenlerin analiz edilmesi, enerji firmalarının, tüketicilerin, hükümetlerin, düzenleyici kurumların ve uluslararası organizasyonların belirleyecekleri politikalar için önemli bir göstergedir. Ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişmelerinin sürükleyici unsuru ve en temel gereksinimlerinden biri enerjidir. Bu nedenle ülke yönetimlerini üstlenenler, enerjiyi kesintisiz, güvenilir, temiz ve ucuz yollardan bulmak ve bu kaynakları da mutlaka çeşitlendirmek durumundadır. Türkiye’de ithalat bağımlılığı en yüksek sektörler içerisinde enerji sektörü %80’lik pay ile

başta gelmektedir. 1980’li yıllarda yaşanan piyasalardaki hızlı serbestleştirmeler ve küreselleşmenin etkisiyle başlangıçta petrol endüstrisi önem kazansa da sonraki dönemlerde yeni enerji kaynakları daha önemli hale gelmiştir. Dünyada yaşanan sıcak ve soğuk savaşların temelinde, enerji kaynaklarına sahip olma, taşıma yollarını ve son yıllarda da giderek artan oranda, enerjinin ticaretini kontrol altında tutma çabaları etkin olmaktadır (Özata, 2010: 101–113).

Türkiye’de yerli enerji kaynaklarından sadece hidrolik ve kömür ihtiyacı karşılayabilecek düzeydedir. Ülkemizin enerji ihtiyacını karşıladığı en önemli enerji kaynakları kömür, doğalgaz ve petroldür. Türkiye enerji ithalatına 2006 yılında 29 milyar dolar ve 2007 yılında 33,9 milyar \$ ödenmiştir. Türkiye’nin Gayri Safi Milli Hasılası 2007 yılında 656,8 milyar \$ olup, aynı yılda petrol ve doğalgaz ithalatına yaklaşık 23 milyar \$ ödenerek Gayri Safi Milli Hasılamızın %3,5’i petrol ve doğalgaz ithalatına verilmiştir. Başka bir deyişle 2007 yılındaki tüm ihracatımızın (107,3 Milyar \$) %21,4’ü petrol ve doğalgaz ithalatına ayrılmıştır. Toplam enerji arzında, petrole %30,9 ve doğalgaza %31,5 oranında bağımlı olan ülkemizde enerji sektörünün, ekonomi üzerindeki yoğun etkisi ve arz güvenliği büyük önem taşımaktadır. Özellikle doğalgaz son yılların hızla büyüyen enerji kaynağı olarak tüketimde vazgeçilmez bir yere oturmuştur. 2007 yılında doğalgaz enerji tüketiminde %31,5 ile en büyük payı alan enerji kaynağı haline gelmiştir. Buna karşılık doğalgaz tüketimimizin sadece %2,4’ü kendi üretimimiz ile karşılanabilmiştir.

Türkiye gereksinim duyduğu enerjiyi sağlamak açısından; güvenilirlik ve sürdürülebilirlik, ekonomiklik, çevresel uyum ilkelerini benimsemiş durumdadır. Enerji temininde güvenilirlik açısından enerji gereksinimini, hem daha çeşitli kaynaklara dayandırmaya hem de bu kaynakları satın aldığı ülkelerin sayısını artırmaya çalışmaktadır. Son yıllarda önemli bir enerji kaynağı olan doğalgaz temin edildiği ülkeler Cezayir, Nijerya, Rusya, Azerbaycan, İran ayrıca bu ülkelere Kazakistan ve Türkmenistan eklenerek doğalgaz arzının güvenli bir şekilde sağlanmasına çalışılmıştır. Türkiye çevre açısından, daha az salınım yapan doğalgaz kullanımı için yılda 68 milyar metreküplük doğalgaz bağlantısı yapmıştır.

### 1.1.2. Çevre Kirliliği

Çevre kirliliğinin temelinde, ihtiyaçların karşılanması için gerçekleştirilen üretim ve tüketim faaliyetleri bulunmaktadır. Ekonomi bilimi, “doğal kaynakların tükenmezliği” ve “doğal çevreye egemen olma” düşüncesinden hareketle, çevrenin kendi kendine ortaya çıkan kirliliği üstesinden geleceğini (absorbe) edeceğini kabul etmiştir. Ancak, faydalanılan doğal kaynakların ekonomik anlamda fiyatı “sıfır” olan serbest mal olarak kabul edilmesi, üretim sürecinde karşılık ödenmeden kullanılması çevrenin ekolojik dengesinin bozulmasına yol açmıştır (Uçar, 1991: 40).

Ekonomik faaliyetler kıt olan kaynaklar kullanılarak insan ihtiyaçlarını karşılayabilmek için gerçekleştirilirken, doğal kaynakların bozulması ve hızla azalması ile kaynaklarla ihtiyaçlar arasındaki dengesizlik artmaktadır. Ekonominin temel gayesi olan insan refahını artırmak için belli bir düzeyde kaliteli çevre gereklidir. Adam Smith refah göstergesi olarak sadece mal ve hizmet üretimini yeterli saymış ve o dönemde toplumların daha fazla mal ürettiklerinde daha mutlu olduklarına inanılmıştır. Fakat günümüzde mutluluk ve refah artışının sadece nicel değil, nitel yani kaliteli bir çevre ile tamamlandığı bilinmektedir (Dura, 1991: 71).

Çevre ve ekonominin karşılıklı etkileşimi bir kısır döngü içerisinde gerçekleşmektedir. Ekonominin çevre üzerindeki etkisi, kirlenme ve kaynakların azalması iken, çevrenin kirlenmesinin de ekonomi üzerinde çeşitli etkileri olmaktadır (Yıldırım, 2004: 189). Bunlardan biri, kirliliğin bertarafı (ortadan kaldırılması, engellenmesi) için yapılan çevre harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki yanıtıcı etkisidir. Harcamalar, ekonomik büyümede bir artış meydana getirmekle birlikte, gerçekte kirlilikten ve kaynakların azalmasından dolayı bir refah azalışı yaşanmaktadır. Ayrıca mali kaynakların çevresel bozulmaları ve kirliliği düzeltmede kullanılması, bu kaynakların daha başka verimli alanlarda kullanılma olanağını ortadan kaldırmaktadır. Ekonomik büyüme ile çevre sorunları arasındaki ilişki, öncelikle insanların doğal çevreyi dikkate almayan faaliyetleri nedeniyle, ekonomik büyümenin amaç, çevre sorunlarının da bir sonuç olması şeklinde ortaya çıkmıştır. Daha sonraları çevre bilincinin gelişmesiyle birlikte, amaç çevreyi korumak, sonuç ise ekonomik büyümenin yavaşlaması olarak karşımıza çıkmaktadır (Sencar, 2007: 27).

Dünyada sanayi devrimiyle başlayan makineleşme ve hızla artan doğal kaynaklara olan ihtiyacın karşılanması sırasında doğal denge ve çevre kirliliği gibi unsurlar göz ardı edilmiştir. Ekonomik büyüme sadece insanların ihtiyacı olan mal ve hizmetlerin üretilmesi ve belli bir refah seviyesine ulaşılması olarak görülmekteydi. Ancak ekonomik büyümeyle belli bir refah seviyesine ulaşan toplumlar çevrenin sanayileşmeden olumsuz olarak etkilendiğinin ve ekolojik dengenin bozulduğu fark etmişlerdir. Sanayileşmiş toplumlar artık bunun sonucu olan çevre kirliliğinin üstesinden gelmek için çalışmalarına başlamışlardır. Sanayileşmiş toplumlar bir yandan ekolojik dengenin korunması ve doğal hayatın devam etmesi çalışmalarını sürdürürken diğer taraftan, çevreye bırakılan atıkların temizlenmesi, depo edilmesi ve çevre kirliliğinin azalması için teknolojilerin yenilenmesine yönelmişlerdir. Çevre kirliliğinin etkilerinin azaltılması için sanayileşmiş toplumların yaptığı harcamalar ekonomileri üzerinde oldukça büyük yükler getirmiştir.

Kuznets (1955) ekonomik büyüme ve çevre kirliliği ilişkisini ekonomik büyümeyle beraber artan refah seviyesi belli bir noktaya geldiğinde toplumda çevre bilinciyle beraber çevre kirliliğinin azaltılması yönünde çalışmaların olduğunu göstermektedir. 1990'da yapılan çalışmalar da Kuznets'in çalışmasını desteklemektedir.

Toplumların ekonomik büyümeyi sağlamak için yaptığı çalışmalarda üzerinde yaşadığı dünyanın doğal dengesinin öneminin farkına varması gerekmektedir. Ekonomik büyüme toplumlara refah düzeylerinin artması gibi düşünülse bile daha sonradan çevre koşulları yaşamlarını tehdit eden boyuta gelmektedir. Günümüzde çevrenin korunması için atılan en önemli adımlardan biri Kyoto Protokolü olarak bilinen ülkelerin karbon emisyon oranlarını düzenlemeye yönelik çalışmadır. Bu protokolün ülkelere getirdiği ekonomik yük hala tartışılmakta ve protokol bazı ülkelere onaylanılmamaktadır.

## **1.2. Türkiye'de Birincil Enerji Kaynakları**

Enerjinin herhangi bir dönüşüme uğramamış hali "birincil enerji" olarak adlandırılmaktadır. Petrol, taşkömürü, linyit, doğal gaz, hidrolik ve jeotermal enerji, rüzgar enerjisi, denizlerde gelgit ve dalgalardan elde edilen enerji, nükleer enerji, güneş enerjisi, odun, hayvan ve bitki atıkları temel birincil enerji kaynaklarıdır (Karluk, 2005: 241).

Fosil yakıtlar, hidrokarbon içeren petrol, doğalgaz, linyit ve taşkömürü gibi doğada var olan enerji kaynaklarıdır. Günümüzde dünyada olduğu gibi, ülkemiz içinde en temel enerji kaynağı olan petrol, kömür ve doğal gaz, stratejik önemini daha da arttırmıştır. Petrol, kömür ve doğal gaz ekonominin vazgeçilmez bir girdisi haline gelmiştir. 2007 yılı itibariyle küresel enerji ihtiyacının %35,6'sı petrol, %23,8'i doğal gazdan karşılanmaktadır. Dünya'da elektrik üretiminin yaklaşık olarak %40'ı kömürden sağlanmaktadır. Dünyadaki mevcut enerji kaynaklarına, ispat edilmiş rezervleri ve yıllık üretim miktarları açısından bakıldığında, rezerv ömrü; petrol için 42 yıl, doğal gaz için 60 yıl, kömür için ise 228 yıl olarak tahmin edilmektedir.

Yenilenebilir enerji, hiç tükenmeyeceği düşünülen, çevreye emisyon yaymayan hidrolik, jeotermal, güneş, rüzgar ve dalga enerjisi gibi enerji çeşitleridir. Gerek fosil yakıt fiyatlarının artış seyri ve istikrarsızlığı, gerekse iklim değişikliği üzerinde yol açtığı etkiler, dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmaları hızlandırmıştır.

Yenilenebilir enerjinin iki önemli avantajı vardır. Birincisi yenilenebilir, dolayısıyla tükenmez olmaları, ikincisi doğal süreçlerin parçası olmaları nedeniyle, çevreye zararlı yabancı unsurlar salmamalarıdır. Buna karşılık coğrafi olarak her yerde bol bulunmamaları ve yoğun enerji formları olmamaları nedeniyle geniş alanlardan toplanmak zorunda kalınması dezavantajlarıdır. Yenilenebilir enerji üretiminin önündeki en önemli engel, hidrolik ve rüzgar dışındaki enerjilerin şimdilik pahalı olmaları ve mevcut enerji üretim ve tüketim sistemlerinin değişikliklere yavaş yanıt veriyor olmasıdır (Bilim ve Teknik Dergisi, 2002: 18 ).

Hidrolik, rüzgar, jeotermal, güneş ve biyokütle ülkemizin kullanılan ve kullanılma potansiyeli yüksek yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. 2007 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji miktarı 8,47 MTEP mertebesindedir. Bu toplam birincil enerji arzımızın yaklaşık %8'ine karşılık gelmektedir. Ülkemiz yenilenebilir enerji arzı ağırlıklı olarak hidrolik kaynaklardan ve biyokütleden (odun, bitki ve hayvan atıkları) üretilmektedir. Biyokütlenin payı yenilenebilir enerji arzımızın %47'sini oluşturmaktadır. Bu oranın tamamına yakını ticari olmayan yakıtlardan olan ve konut ısıtılmasında

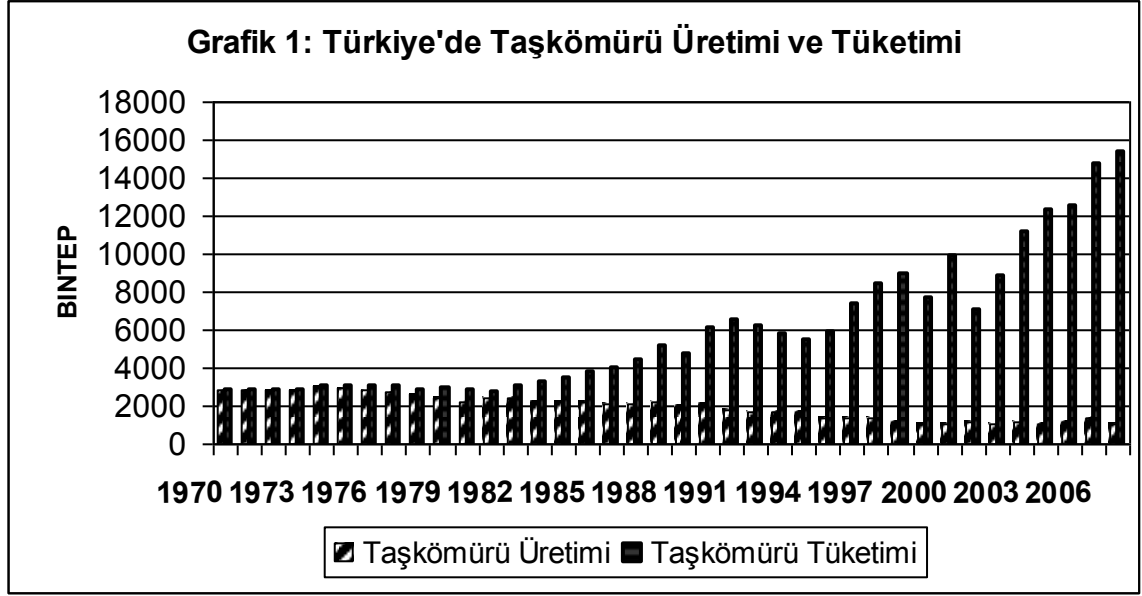
kullanılan odun ve hayvan artıklarıdır. Geriye kalan yenilenebilir enerji arzı ise ağırlıklı olarak hidrolik kaynaklardan elde edilmektedir. Şimdilik rüzgar ve güneş enerjilerinin payı çok küçük olsa da yakın gelecekte hızla artması beklenmektedir. 2007 yılında jeotermal, rüzgar ve güneş enerjilerinin toplam birincil enerji arzı içindeki payı sadece %1,5–2 civarındadır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi [DEKTMK], 2008: 60).

Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin parçalanması sonucunda fisyon ve füzyon tepkimeleri ile elde edilen enerjiye “nükleer enerji” adı verilmektedir. Fosil yakıtlar kullanılarak yapılan enerji üretimi ile karşılaştırıldığında, nükleer enerji üretiminin çevresel olumsuz etkileri daha azdır. Bu nedenle, nükleer santraller, çevre etkileri bakımından tercih edilmesi gereken bir seçenektir. Elektrik üretiminin sürekliliği yönünden, nükleer santraller, termik ve hidrolik santrallere göre daha güvenlidir. Ancak nükleer enerjinin yaygınlaşması ile tepkimeler sonucunda oluşan nükleer atıklarının depolanması önemli bir sorun olarak ortaya çıkmıştır.

### **1.2.1. Taşkömürü**

Ülkemizdeki en zengin taşkömürü kaynakları Zonguldak ve çevresinde, Ereğli’den Amasra’ya kadar uzanan bir sahil şeridini kaplamakta olup, ayrıca Toroslar ve Diyarbakır dolaylarında da 20 milyon ton civarında rezerv bulunduğu tahmin edilmektedir. Kömür madenlerinin işletilmesi iki yöntemle yapılmaktadır. Birincisi kömür rezervine tünel kazılarak yeraltından çıkarılması (yeraltı işletmesi), ikincisi kömür rezervi üzerindeki toprak tabakasının taşınarak kömüre ulaşılması (açık ocak işletmesi) yöntemleriyle gerçekleştiriliyor. Ancak açık ocak işletmeciliğinin yapıldığı alanlarda doğa tahrip olmaktadır. Ülkemizdeki toplam kömür üretiminin %90’ı halen devlete ait kuruluşlar tarafından yapılmaktadır. Türkiye’de üretilen taşkömürünün %55 gibi büyük bir bölümü çelik endüstrisinde, %25’i enerji üretiminde, %18 diğer endüstri dallarında, kalan %2’lik kısmı ise ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Grafik 1’de Türkiye’de taşkömürü üretim ve tüketim değerlerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir.



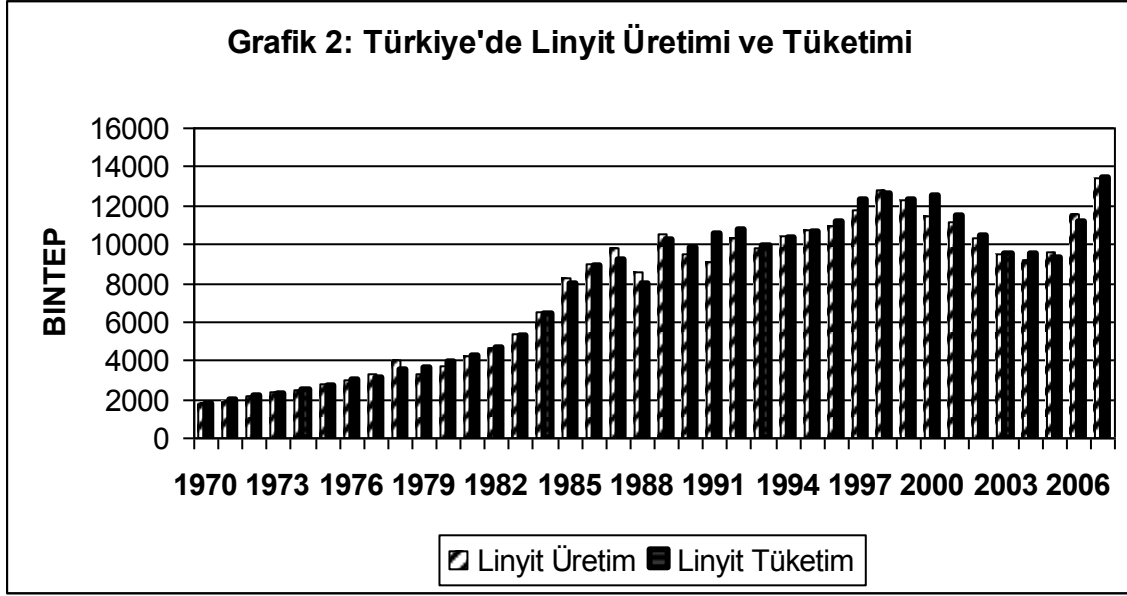


**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı “Birincil Enerji Kaynakları (2007)”, <http://www.enerji.gov.tr> (15.01.2010).

### 1.2.2. Linyit

Yerli enerji kaynaklarımız içinde önemli bir yere sahip olan linyit yatakları ülkemiz genelinde bulunmaktadır. Bilinen linyit varlığının en önemlilerini Afşin-Elbistan, Muğla, Soma, Tunçbilek, Seyitömer, Konya, Beypazarı ve Sivas havzaları oluşturmaktadır. Linyit rezervlerimiz alt ısıl değerlerinden üst ısıl değerine doğru sınıflandığında, 1000–1500 kcal/kg %55, 1500–2000 kcal/kg %16, 2000–3000 kcal/kg %20, 3000–3500 kcal/kg %4, 3500’in üstü kcal/kg %2’lık ısıl değerine sahip olduğu görülmektedir. Buna göre linyit rezervlerimizin %74’ü (1000–1500 kcal/kg %55, 1500–2000 kcal/kg %16) düşük ısıl değere sahip olup, bunun en büyük bölümünü 5 milyar ton civarındaki Elbistan linyitleri (ortalama alt ısıl değeri 1100 kcal/kg) teşkil etmektedir. (DEKTMK, 2008: 35).

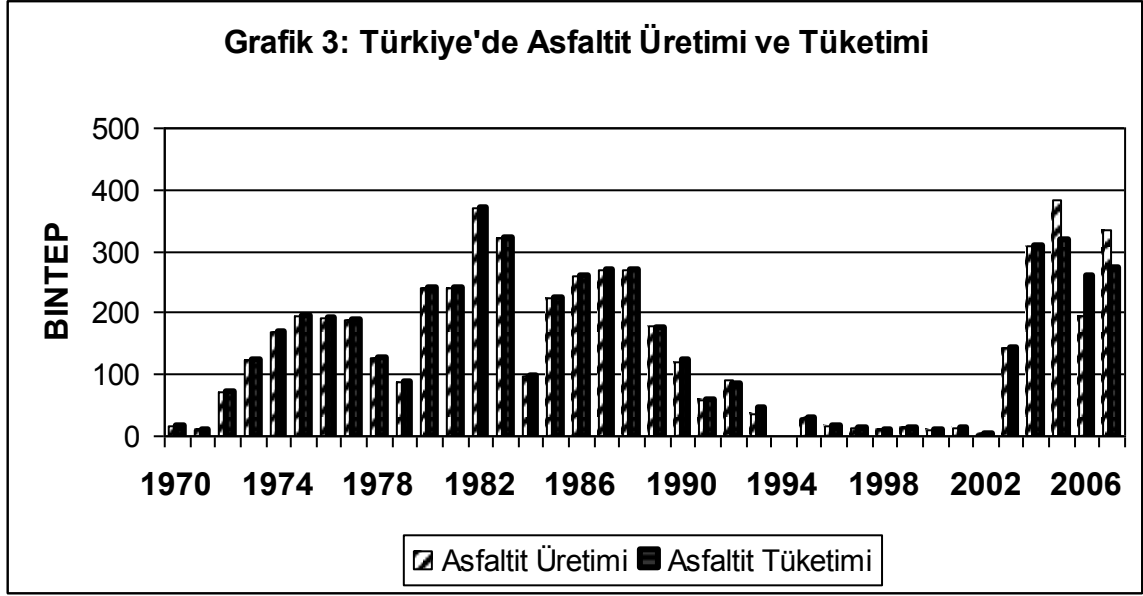
Türkiye’de çıkarılan linyitin yaklaşık %80’inin termik santrallerde tüketildiği ve ülkemiz elektrik enerjisi üretiminin %25–30 arasının termik santrallerden karşılandığı göz önüne alındığında, linyit madenciliğinin elektrik enerjisindeki önemi açıkça görülmektedir. Grafik 2’de Türkiye’de linyit üretim ve tüketim değerlerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir.



**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı “Birincil Enerji Kaynakları (2007)”, <http://www.enerji.gov.tr> (15.01.2010).

### 1.2.3. Asfaltit

Asfaltit, petrolden oluşan veya petrol köklerinden meydana gelen yüksek ısıl değerine sahip hidrokarbondur. Termik santrallerde yakılarak elektrik üretiminde kullanılabileceği gibi geriye kalan küllerinden de nadir elementler elde edilme olanağı vardır. Asfaltit kokunun yakılması ile elde edilen külün yapısında nikel, molitoden, vanadyum, kadminyum, kobalt, uranyum gibi nadir elementler bulunur. Bu elementlerin değerlendirilebilirliği ekonomik sınırlar içinde kalmaktadır. Değişik yüzdelerde gaz elde edilen kıymetli bir enerji kaynağıdır. Asfaltit, sentetik petrol üretimine elverişli bir hammaddedir. Bu özelliğinden dolayı da yakılmamasına dikkat edilmeli ve bunun için önlemler alınmalıdır. Petrolün hammaddesini içeren asfaltitin ev yakıtı olarak kullanılması, başta sağlık ve çevre kirliliği açılarından olmak üzere her bakımdan sakıncalıdır. Türkiye’deki asfaltit sahaları Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer almaktadır. Grafik 3’de Türkiye’de asfaltit üretim ve tüketim değerlerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir.



**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı “Birincil Enerji Kaynakları (2007)”, <http://www.enerji.gov.tr> (15.01.2010).

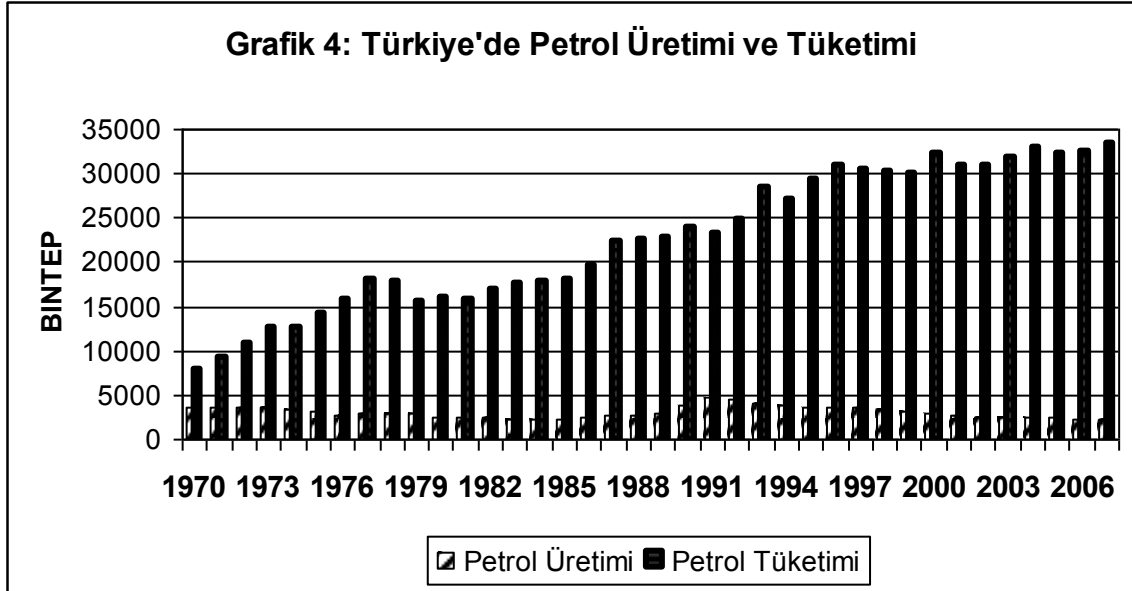
#### 1.2.4. Petrol

Dünyanın en önemli enerji ve endüstri hammaddesi olan petrol, kimyasal açıdan oldukça karmaşık bir hidrokarbon karışımı olup; azot, oksijen ve kükürt bileşenlerini de içerir. Petrol gaz, sıvı ya da katı halde bulunabilir. Rafine edilmiş petrolden ayırt edilmesi için ham petrol olarak adlandırılan sıvı petrol, ticari açıdan en önemli olanıdır.

Hafif petroler (yüksek graviteli) çoğunlukla açık kahverengi, sarı ya da yeşil renkli, ağır petroler (düşük graviteli) ise koyu kahverengi ya da siyah renklidir. Yüksek graviteli petrolerin rafinerilerde işlenmesiyle ağırlıklı olarak benzin, gazyağı ve motorin gibi hafif ve beyaz ürünler elde edilirken, düşük graviteli petrolün işlenmesiyle daha çok fuel oil ve asfalt gibi ağır ve siyah ürünler elde edilir (Bilim ve Teknik Dergisi, 2002: 11 ).

Türkiye'nin ekonomik kalkınmasında temel ihtiyaçlar arasında yer alan enerji türleri içerisinde petrol, günümüzde yerini ve önemini korumakta ve gelecekte de bunu sürdüreceği beklenmektedir. Ekonomide üretimden tüketime kadar pek çok sektörde kullanılan petrol ve petrol ürünleri, ülkemiz enerji ihtiyacının çok önemli bir kısmını karşılamaktadır. 2007 yılı verilerine göre petrol, enerji tüketimimiz içinde doğalgazdan sonra en büyük paya (%30,9) sahiptir. 33310 bin TEP olan ham petrol ve petrol ürünleri

talebimizin sadece %6,7'si yerli üretim ile karşılanabilmiştir (DEKTMK, 2008: 35). Grafik 4'de Türkiye'de petrol üretim ve tüketim değerlerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir.



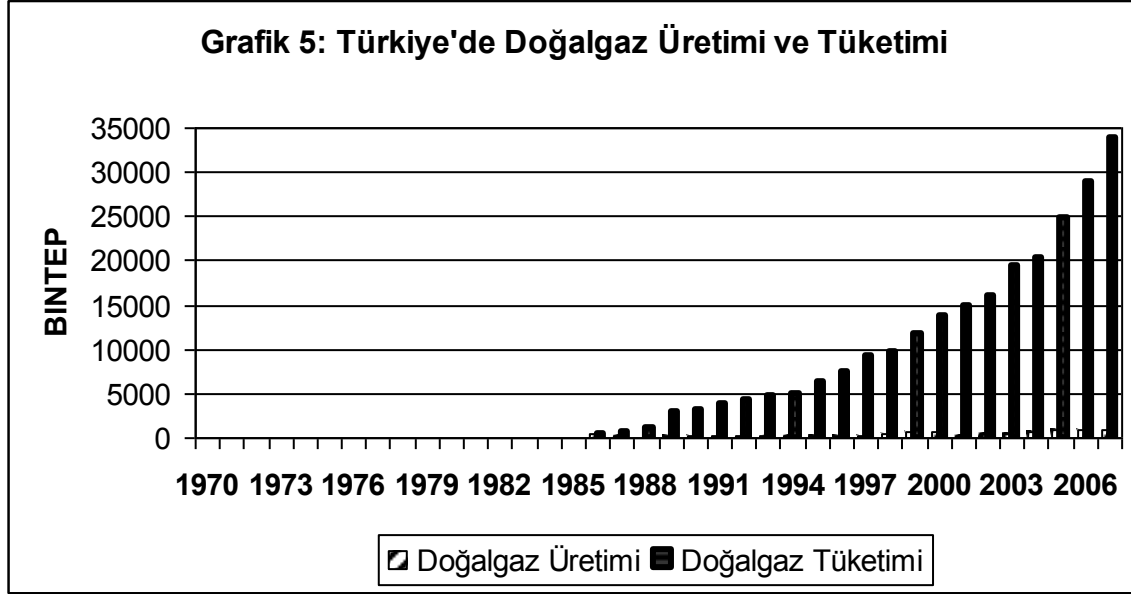
**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı “Birincil Enerji Kaynakları (2007)”, <http://www.enerji.gov.tr> (15.01.2010).

### 1.2.5. Doğal Gaz

Türkiye'nin ekonomik kalkınmasında temel ihtiyaçlar arasında yer alan enerji kaynakları içerisinde doğal gazın yeri giderek artmaktadır. Ülkemizde toplam birincil enerji tüketiminde 2006 yılında %25,5 olan doğal gazın payı 2007 yılında %31,56 olarak gerçekleşmiştir. 2007 yılında toplam birincil enerji arzının %31,56'sını doğal gaz oluşturmuş, toplam doğal gaz arzının ise %51,7'si elektrik santrallerinde tüketilmiştir. Doğal gazın nihai tüketimi de hızla artarak 2007 yılında 36,7 milyar  $m^3$ 'e ulaşmıştır.

Türkiye'de doğal gaz ağırlıklı olarak elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Sanayide gerçekleşen yüksek kapasite kullanım oranları, yeni yatırımlar ve buna bağlı olarak artan elektrik talebi, sanayi ve elektrik santrallerinde tüketilen doğal gaz miktarını ciddi oranlarda artırmaya devam etmektedir. Ayrıca doğal gaz iletim ve dağıtım ağlarının yaygınlaşmasıyla konut kesiminde de ciddi talep artışı meydana gelmiştir. 2007 yılında ulusal doğal gaz tüketiminin; %56'sı elektrik üretiminde, %22'si konutlarda gerçekleşmiş

olup, kalan %22'side sanayide kullanılmıştır. Grafik 5'de Türkiye'de doğal gaz üretim ve tüketim değerlerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir.



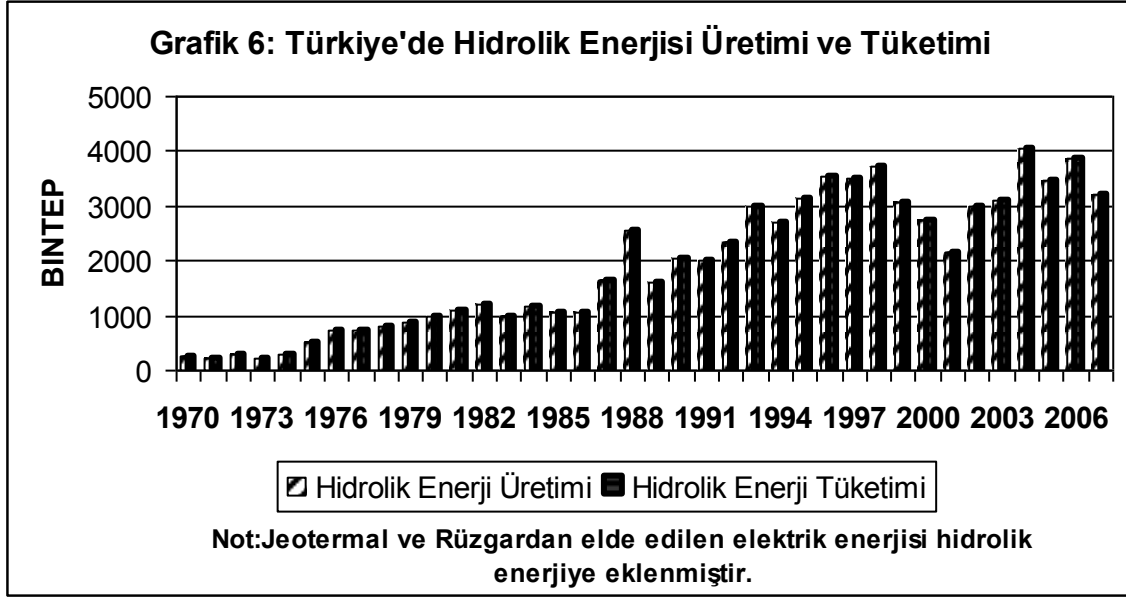
**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı “Birincil Enerji Kaynakları (2007)”, <http://www.enerji.gov.tr> (15.01.2010).

### 1.2.6. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerjisi, hidroelektrik santrallerde suyun türbin kanatlarını döndürmesiyle birlikte oluşan kinetik enerjinin türbine bağlı bir jeneratörden elektrik üretilmesi yöntemidir. Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh/yıl, teknik hidroelektrik potansiyeli 216 milyar kWh/yıl, ekonomik potansiyeli ise 150 milyar kWh/yıl'dır. Ekonomik potansiyelin, yeni projelerle birlikte önümüzdeki yıllarda daha da artış göstererek yaklaşık 170 milyar kWh/yıl'a ulaşacağı tahmin edilmektedir (DEKTMK, 2008: 62).

Ülkemizin başlıca milli ve yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik potansiyelinin değerlendirilebilmesi için; yakıt masrafı olmayan, dolayısıyla işletme maliyeti çok düşük olan, yük taleplerine kolaylıkla uyum gösteren ve alternatif enerji kaynaklarına göre çevresel etkileri az olan büyük HES'lerin öncelikli inşa edilerek işletmeye alınmalarının gerekliliği kadar, yapımı daha kısa süren ve enterkonnekte sisteme bağlanma zorunluluğu olmayan küçük HES'lerin de çoğaltılması büyük önem

taşımaktadır. Küçük suların değerlendirilmesi, buldukları yöreye enterkonnekte şebekenin ulaşma zorunluluğu da ortadan kaldıracığından, iletişim şebekesindeki kayıplarda önemli bir azalma meydana gelecektir (Muhsin T. Gençoğlu). Grafik 6'da Türkiye'de hidrolik enerjisi üretim ve tüketim değerlerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir.



**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı “Birincil Enerji Kaynakları (2007)”, <http://www.enerji.gov.tr> (15.01.2010).

### 1.2.7. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi, atmosferdeki ısınma farklılıklarının meydana getirdiği hava hareketlerindeki kinetik enerjiyi, bir rüzgar türbini aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmesi olayıdır. Türbin; rüzgarla birlikte dönen rotor, bir jeneratör ve dönme hızını kontrol eden bir sistemden oluşuyor. Türbinin, büyüklüğüne göre 3–25 m/s (11-90km/s) rüzgar hızlarına gereksinimi vardır. Tablo 1’de Türkiye’nin rüzgar enerji potansiyeli tablosu verilmektedir.

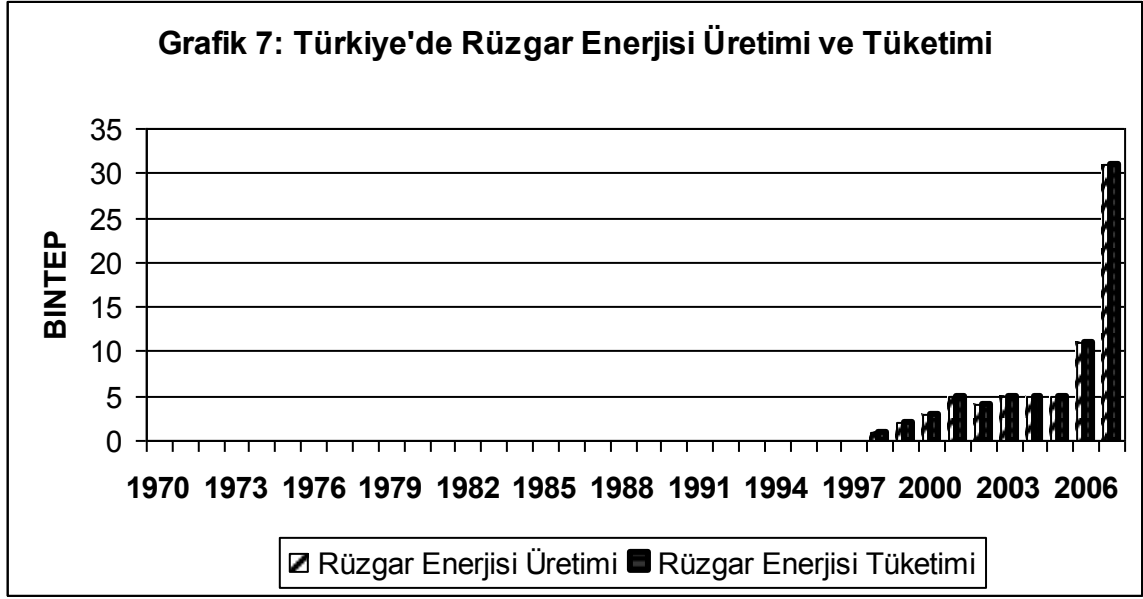
**Tablo 1: Türkiye Orta-Sıra Dışı Arası Rüzgar Kaynağı**

Rüzgar Kaynak Derecesi	Rüzgar Sınıfı	50 m'de Rüzgar Gücü Yoğ.(W/m <sup>2</sup> )	50 m'de Rüzgar Hızı (m/s)	Toplam Alan (km <sup>2</sup> )	Rüzgarlı Arazi Yüzdesi	Toplam Kurulu Güç (MW)
Orta	3	300–400	6.5–7.0	16781.39	2.27	83906
İyi	4	400–500	7.0–7.5	5851.87	0.79	29259.36
Harika	5	500–600	7.5–8.0	2598.86	0.35	12994.32
Mükemmel	6	600–800	8.0–9.0	1079.98	0.15	5399.92
Sıra dışı	7	> 800	> 9.0	39.17	0.01	195.84
Toplam				26351.28	3.57	131756.40

**Kaynak:** Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (Aralık 2008), 2007–2008 Türkiye Enerji Raporu, 0009/2009, Ankara: Poyraz Ofset, s.63.

Tablo 1’de Türkiye rüzgar enerji potansiyeli, rüzgar derecesi iyi ile sıra dışı arasında 47,849.44 MW olarak belirlenmiştir. İyi ile sıra dışı arası rüzgar derecesine sahip araziler ülkemizin toplam rüzgarlı arazilerinin %1.30’una denk gelmektedir. Orta ile sıra dışı arası rüzgar derecesine sahip rüzgarlı arazilere bakıldığında 131,756.40 MW’lık rüzgar enerjisi potansiyelinin bulunduğu ve toplam rüzgarlı arazi alanının ülkemizin toplam rüzgarlı arazisinin %3.57’si olduğu görülmüştür.

Türkiye, Avrupa’da rüzgar enerjisi potansiyeli bakımından en zengin ülkelerden biridir. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ve yaklaşık 3500 km kıyı şeridi olan Türkiye’de özellikle Marmara ve Ege kıyı şeritleri düzenli rüzgar almaktadır. Türkiye’de şebeke bağlantılı rüzgar santrallerinin toplam kurulu gücü 146,25 MW’ ta ulaşmış olup 2007’de 355 GW enerji üretmiştir. 2007’de toplam 76,4 MW rüzgar santrali devreye alınmıştır (DEKTMK, 2008: 63). Grafik 7’de Türkiye’de rüzgar enerjisi üretim ve tüketim değerlerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir.



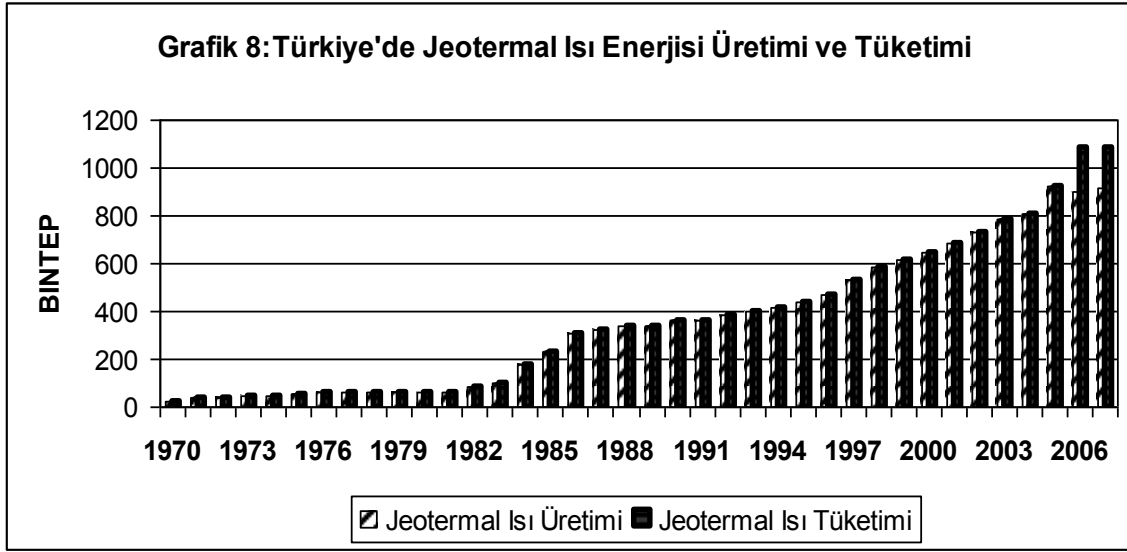
**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı “Birincil Enerji Kaynakları (2007)”, <http://www.enerji.gov.tr> (15.01.2010).

### 1.2.8. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunun ince olduğu yerlerden çıkan sıcak sulara ve gayzerlere dayalı bir enerji türüdür. Kaynağını, 1.500–10.000 metre derinliklere yaklaşan magmanın derin yeraltı sularını ısıtmasından alır. Elektrik enerjisi için gerekli sıcaklıklara nadir yerlerde rastlanmakla beraber, ısıtma gereksinimine yönelik olarak kullanılabilir.

Türkiye’deki jeotermal enerji kaynaklarının tümüne yakınının düşük-entalpili (akışkan sıcaklıkları  $160^{\circ}C$ ’den küçük) olması, kaynakların değerlendirilmesinde endüstriyel proses ısı ve konut ısıtmasına yönelmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır. Türkiye’nin gelecek yıllardaki enerji ihtiyacı dikkate alındığında jeotermal enerjinin tek başına çözüm olamayacağı; ancak enerji sorununda tamamlayıcı bir rol oynayacağı açıktır (DEKTMK, 2008: 66). Grafik 8’de Türkiye’de jeotermal ısı enerjisi üretim ve tüketim değerlerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir.





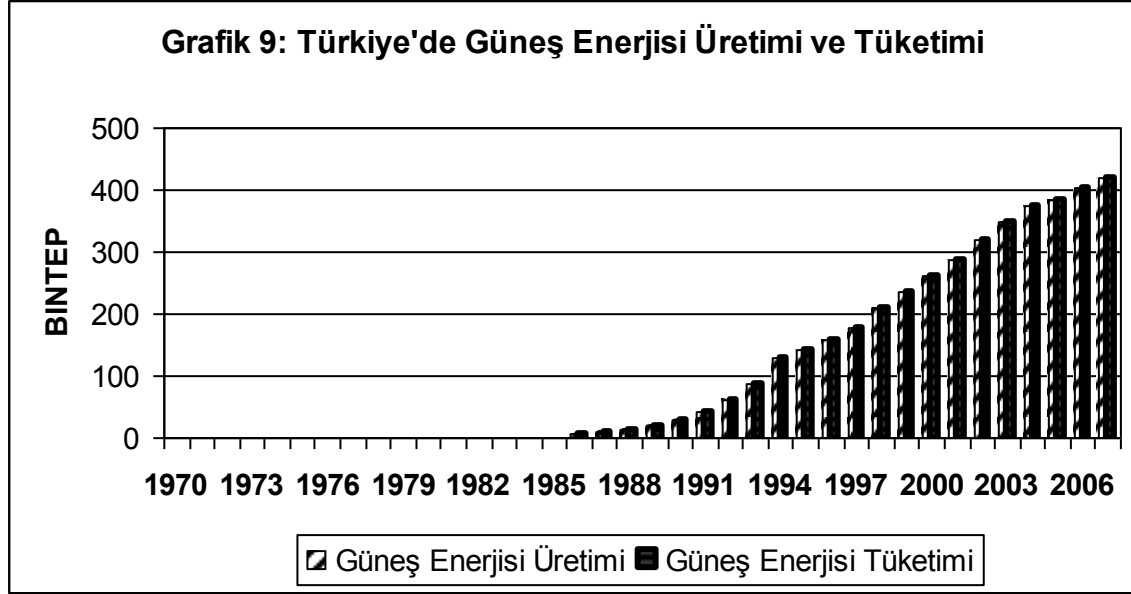
**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı “Birincil Enerji Kaynakları (2007)”, <http://www.enerji.gov.tr> (15.01.2010).

### 1.2.9. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneş ışınlarının enerjisini ısı veya elektrik enerjisine dönüştürülmesidir. Güneş ışınlarının enerjisini ısıya çevirmek için; yüzeyi güneş ışınlarını emen bir maddeyle kaplı olan ısı toplayıcıları, içlerinden geçirilen suyu ısıtır ve bu su, konut ve işyerlerinin sıcak su ihtiyacında kullanılır. Bu yöntemle buhar elde etmek istenildiğinde, gereken sıcaklığı sağlayabilmek için ışınları yoğunlaştırmak gerekir. Güneşin konumunu bilgisayar yardımıyla otomatik olarak izleyen parabolik aynalar, topladıkları güneş ışınları, içinden su geçirilen emici yüzeyli boruların üzerine düşürülür. Güneş ışınlarının enerjisini elektriğe çevirmek için fotovoltaiik hücrelerden oluşan paneller kullanılır.

Türkiye güneş kuşağında yer alan bir ülkedir. Günlük ortalama güneşlenme süresi 3,75 (Aralık ayı) - 11,31 (Temmuz ayı) saat arasında değişmektedir. Türkiye'nin, Güneydoğu ve Akdeniz bölgeleri içinde kalan ve yüzölçümünün %17'sini kapsayan bölümünde, güneş enerjisiyle çalışan su ısıtıcıları yıl boyunca tam kapasite ile çalışabilmektedir. Türkiye yüzölçümünün %63'ünü kapsayan bölümde, güneş enerjisiyle çalışan su ısıtıcıları yıl boyu çalışma oranı %90 ve ülkenin %94'ünü kapsayan bir

bölümündeki çalışma oranı, %80'dir (DEKTMK, 2008: 68). Grafik 9'da Türkiye'de güneş enerjisi üretim ve tüketim değerlerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir.



**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı “Birincil Enerji Kaynakları (2007)”, <http://www.enerji.gov.tr> (15.01.2010).

### 1.2.10. Nükleer Enerji

Nükleer enerjinin radyoizotop uygulamaları yanında en çok tartışılan uygulaması, nükleer güç santrallerinde elektrik enerjisi üretilmesidir. Nükleer enerji, uluslararası ve ulusal düzeyde güvenilir kuruluşlarla (uluslararası atom enerjisi ajansı ve Türkiye atom enerjisi kurumu) denetlenen tek enerji türüdür.

Nükleer santrallerden ticari olarak elektrik üretimi 1950’li yıllarda başlamıştır. 2008 yılı sonu itibariyle dünyada 31 ülkede işletilmekte olan 439 nükleer güç reaktörünün toplam kapasitesi yaklaşık 372 000 MW’tır. Nükleer enerji dünya elektrik talebinin yaklaşık %16’sını karşılamaktadır. Fransa’da elektriğin %78’i, İsveç’te %52’si, Almanya’da %32’si, Japonya’da %29’u, İspanya’da %23’ü, ABD’de %20’si, İngiltere’de %19’u nükleer santrallerde üretilmektedir.

Türkiye’de bulunan uranyum, %99,3 oranında uranyum-238 ve %0,7 oranında uranyum-235 izotoplarının karşımıdır. Türkiye’nin toplam görünür uranyum rezervi

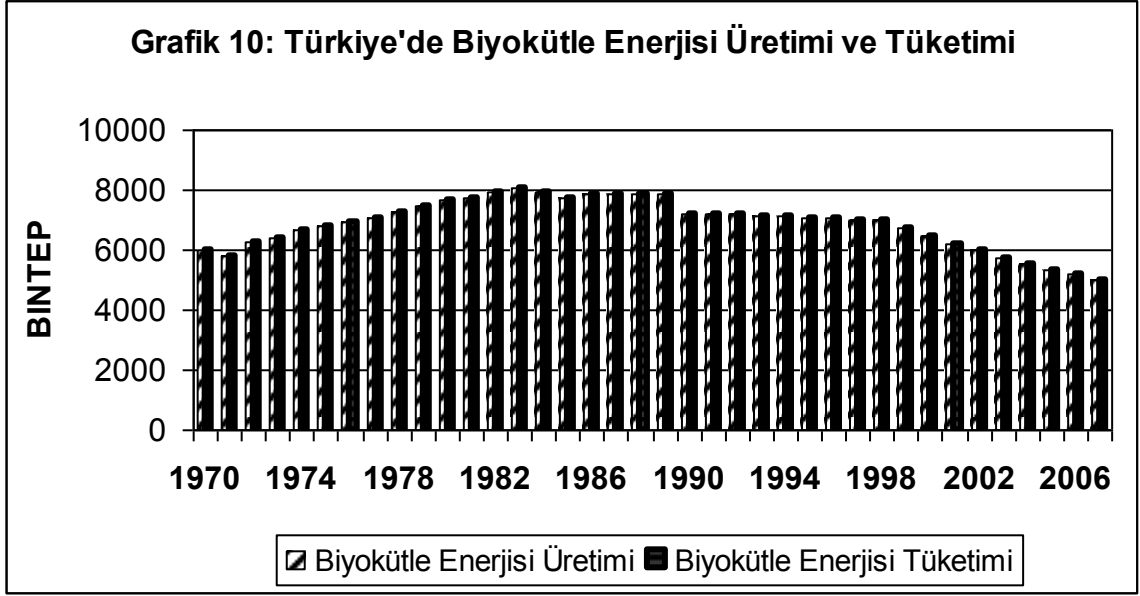
yaklaşık 9000 tondur. Bu miktar 1500 MW gücündeki bir nükleer santralin 30 yıllık yakıt ihtiyacını karşılayabilir. Doğal uranyum içindeki uranyum-235 izotopu oranının %0,7'nin üzerine çıkartılmasıyla zenginleştirilmiş yakıt elde edilir. Bir nükleer reaktörün yakıtında bulunan U-235 çekirdeklerinin yavaşlatılmış serbest nötronlarla fisyon reaksiyonuna girmesiyle yoğun enerji açığa çıkar. Doğal Uranyum yakıt teknolojisi yurdumuzda bilinen ve uygulanan bir teknolojidir. Yıllarda Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü'nün başarıyla yürüttüğü çalışmalar, Türkiye Atom Enerjisi Kurumuna bağlı İstanbul-Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkez'inde 1977 yılında kurulan Nükleer Yakıt Teknolojisi Bölümünde sürdürülmektedir.

### **1.2.11. Biyokütle Enerjisi (Odun, Hayvansal ve Bitkisel Enerji)**

Biyokütle, enerjiye dönüştürülebilen organik maddeye denilmektedir. Biyokütle: odun, hayvan atıkları, bitki artıkları veya enerji amaçlı yetiştirilen bitkilerden oluşabilir. Biyokütle yeni-yenilenebilir enerji kaynakları içinde ciddi bir teknik potansiyele sahiptir. Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler "Biyokütle Enerji Kaynağı", bu kaynaklardan üretilen enerji ise "Biyokütle Enerjisi" olarak tanımlanmaktadır. Türkiye'nin biyokütle, biyogaz ve biyoyakıt enerji kapasiteleri bakımından ciddi potansiyellere sahiptir.

Biyogaz, hayvansal atıkların veya çöplerin depoda toplanarak fermantasyon edilmesi ile açığa çıkan metan gazına denilmektedir. Ülkemizde katı atık toplama ve işleme tesislerinin gelişmesiyle biyogaz önemli bir enerji kaynağı olacaktır.

Biyoyakıt; petrol ürünlerine alternatif, daha temiz çevre ve iklimin korunmasına katkıda bulunan ve tarımsal iş hacminde genişleme yaratacak yenilenebilir enerji seçenekleridir. Ülkemizde şeker pancarından biyoetanol üretilerek benzinle karıştırılarak benzinli araçlarda kullanılabilir. Ayrıca kanola, ayçiçeği, soya, aspir, pamuk gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen biyodizel motorine eşdeğer bir yakıttır. Grafik 10'da Türkiye'de biyokütle üretim ve tüketim değerlerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir.



**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı “Birincil Enerji Kaynakları (2007)”, <http://www.enerji.gov.tr> (15.01.2010).

## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. LİTERATÜR

Ekonometrik çalışmalarda ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin incelemesinde iki standart geliştirilmiştir. Birinci standart temel olarak, çevre kirliliğine sebep olan etmenler (hava, su ve toprağı kirleten maddeler) ve çevre kirliliğinin kaynağı (insanlar, fabrikalar vb.) ilişkisi üzerine (Environmental Kuznets Curve “EKC” hipotezini kullanarak) odaklanmıştır. Kuznets (1955) ekonomik büyüme ile çevre kirliliği ilişkisini ters “U” eğrisi şeklinde tahmin etmiştir. Buna göre ekonomik büyüme ile enerji tüketimi ve çevre kirliliğinin belli bir seviyeye kadar (doğru orantılı olarak) artmakta olduğunu, ancak daha sonra ekonomik büyüme ve enerji tüketimi artarken çevre kirliliğinin azaldığını gözlemlemiştir. Çalışmada çevre kirliliğinin azalmasının sebebi ekonomik büyümeyle beraber çevreyi daha az kirleten yakıtların kullanılması ve diğer atıkların arıtma işlemi uygulanarak çevreye bırakılmasıdır. Bu gözlem Kuznets eğrisi (Kuznets Curve “KC”) olarak adlandırılmıştır. 1990’da yapılan yeni çalışmalarla Kuznets eğrisi modeli daha da geliştirilmiş ve ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği ilişkisi, ters “U” şeklinde bir eğri olduğu gösterilmiştir. Sonuç olarak Kuznets eğrisi, çevre kirliliği ölçütleri ( $CO_2$ ,  $SO_2$ , vd.) ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi modelleyen bir yöntem olmuştur. Ekonomik büyüme ile çevre kirliliği gösterge birimleri arasındaki ilişkiyi araştıran model EKC (Çevresel Kuznets Eğrisi “Environmental Kuznets Curve”) olarak bilinmektedir. EKC hipotezini ilk olarak Grossman ve Krueger (1991) çalışmasında önermiş ve uygulamıştır. Daha sonra ekonomik büyüme ve çevre kirliliği ilişkisini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Stern (2004) ve Dinda (2004), model üzerinde çalışarak modeli geliştirmişlerdir. Shafik (1994), Heil ve Selden (1999), Friedl ve Getzner (2003), Dinda ve Coondoo (2006), Coondoo ve Dinda (2008) ve Managi ve Jena (2008) EKC modelini kullanarak uygulamalı çalışmalar yapmışlardır.

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin incelenmesinde kullanılan ikinci standart, enerji tüketimi ve çevre kirliliği ilişkisi üzerinde yoğunlaşmıştır. Buna göre ekonomik büyüme ve çevre kirliliği için birlikte karar verilebileceği önerilmektedir. Çünkü ekonomik büyüme ve enerji tüketimi, ekonomik

büyüme arttıkça daha çok enerjiye ihtiyaç duyulduğu için (enerji tüketimi arttığından) yakın ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Böylece ekonomik büyüme ile çevre kirliliği veya enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkileri incelenirken yapılan çalışmalar nedenselliğin yönünün belirlenmesi için geliştirilmeye başlanmıştır. Kraft ve Kraft (1978) yaptığı çalışmalar öncülüğünde yapılan yeni çalışmalarla model literatürde hızla gelişmiştir. Bu çalışmalara Masih ve Masih (1996), Yang (2000), Wolde-Rufael (2006), Narayan ve Singh (2007) ve Narayan vd. (2008) örnek olarak verilebilir.

Erdal vd. (2008) ve Lise ve Monfort (2007) çalışmalarında, Türkiye için ekonomik büyüme ile çevre kirliliği ve enerji tüketimi ile çevre kirliliği modellerini ampirik olarak incelemiştir. Lise (2006) çalışmasında, çevre kirliliği (ayrıştırılabilir  $CO_2$  emisyon oranı) için 1980–2003 dönemini incelemiş ve 1980'li ve 1990'lı yıllarda çevre kirliliğinin ( $CO_2$  emisyon) arttığı sonucuna ulaşmıştır. Böylece artan enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir. Say ve Yücel (2006) çalışmasında, 1970–2002 dönemi için çevre kirliliği (toplam  $CO_2$  emisyonu) ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu gösterilmiştir.

Soytaş ve Sarı (2001), Türkiye için 1960–1995 döneminde ekonomik büyüme (Gross Domestic Product “GDP”) ile enerji tüketimi (Energy Consumption “EC”) ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada Uluslararası Enerji Ajansı verisi (logaritmik olarak) kullanılmış ve enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü  $EC \rightarrow GDP$  nedenselliğinin olduğu gösterilmiştir.

Soytaş ve Sarı (2003), G-7 ülkeleri ve gelişmekte olan ülkeler için 1950–1992 döneminde ekonomik büyüme (GDP) ile enerji tüketimi (EC) ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada kointegrasyon, vektör hata düzeltme modeli ve Granger nedensellik testleri ile G-7 ülkeleri ve gelişmekte olan ülkeler için analizler yapılmıştır. Çalışmada Türkiye için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü  $EC \rightarrow GDP$  nedenselliğinin olduğu gösterilmiştir.

Altınay ve Karagöl (2004), Türkiye için 1950–2000 döneminde ekonomik büyüme (GDP) ve enerji tüketimi ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada Merkez Bankası (GSYİH) ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (birincil enerji tüketimi) verileri kullanılmıştır. Çalışmada verilerde yapısal kırılma tespit edilmiş ve yapısal kırılma varlığında kullanılan birim kök ve Granger nedensellik testleri uygulanmış ve ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında nedenselliğin olmadığı ( $GDP \rightarrow EC$ ) gösterilmiştir.

Soytaş ve Sarı (2006), Türkiye için 1968–2000 döneminde ekonomik büyüme (Gross National Product “GNP”) ve enerji tüketimi ilişkisi imalat sanayi bazında incelemiştir. Çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (imalat sanayinde; 15 yaş üstü toplam çalışan sayısı, toplam elektrik tüketimi, GSMH katkı düzeyi–1998 fiyatıyla) ve Devlet Planlama Teşkilatı (imalat sanayinde toplam yatırım oranı–1998 fiyatıyla) verileri kullanılmıştır. Çalışmada kointegrasyon, vektör hata düzeltme modeli ve Granger nedensellik testleri uygulanmış ve enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü ( $EC \rightarrow GDP$ ) nedenselliğin olduğu gösterilmiştir.

Jobert ve Karanfil (2007), Türkiye için 1960–2003 döneminde ekonomik büyüme (GNP) ile enerji tüketimi ilişkisini genel ve sanayi sektörü bazında incelenmiştir. Çalışmada Merkez Bankası (reel GSMH ve sanayi sektörünün GSMH’ya katkısı ) ve Uluslararası Enerji Ajansı (toplam evsel ve sanayi sektörü enerji tüketimi “petrol ürünleri, elektrik, doğalgaz ve kömür tüketimi (bin ton eşdeğeri petrol<sup>1</sup>)” ) verileri kullanılmıştır. Johansen kointegrasyon testi, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi ve sanayi sektörünün ekonomik büyümeye katkısı ile sanayi sektörünün enerji tüketimi arasında bir ilişki olmadığı ( $GDP \rightarrow EC$ ) gösterilmiştir.

Lise ve Monfort (2007), Türkiye için 1970–2003 döneminde ekonomik büyüme (GDP) ile enerji tüketimi ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (GSYİH) ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (birincil enerji tüketimi) verileri kullanılmıştır. Kointegrasyon ve vektör hata düzeltme modeli, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında uzun dönem birlikte hareket ettiklerini ve ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü ( $GDP \rightarrow EC$ ) nedenselliğin olduğu gösterilmiştir.

---

<sup>1</sup> Bin ton eşdeğeri petrol = Bin ton petrolden elde edilen enerjiye karşılık gelen kömür miktarıdır.

Erdal vd. (2008), Türkiye için 1970–2006 döneminde ekonomik büyüme (GDP) ile enerji tüketimi ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (reel GSYİH) ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (birincil enerji tüketimi) verileri kullanılmıştır. Çalışmada Johansen kointegrasyon ve çift yönlü Granger nedensellik testi uygulanmış ve ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü  $GDP \leftrightarrow EC$  nedenselliğinin olduğu gösterilmiştir.

Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin kointegrasyon, vektör hata düzeltme modeli ve nedensellik analizi yöntemlerini kullanılarak yapılan diğer ülkelere ait çalışmalara aşağıda birkaç örnek gösterilmiştir.

Asafu ve Adjaye (2000), Asya'nın gelişmekte olan ülkeleri (Hindistan, Endonezya, Tayland, Filipinler) için 1971–1995 döneminde enerji tüketimi, enerji fiyatları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Johansen kointegrasyon ve granger nedensellik testi uygulanmıştır. Hindistan ve Endonezya için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik  $EC \rightarrow GDP$  ilişkisi bulunurken, Tayland ve Filipinler için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedenselliğinin  $GDP \leftrightarrow EC$  olduğu gösterilmiştir.

Yang (2000), Tayvan için 1954–1997 döneminde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Tayvan için ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi  $GDP \leftrightarrow EC$  olduğu gösterilmiştir.

Glasure (2002), Kore için 1961–1990 döneminde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada vektör hata düzeltme modeli ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Kore için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi  $GDP \leftrightarrow EC$  olduğu gösterilmiştir.



Hondroyiannis ve diğeri (2002), Yunanistan için 1960–1996 döneminde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Johansen ve Juselius kointegrasyon ve vektör hata düzeltme modeli uygulanmıştır. Yunanistan için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi  $\langle GDP \leftrightarrow EC \rangle$  olduğu gösterilmiştir.

Oh ve Lee (2004), Kore için 1970–1999 döneminde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada vektör hata düzeltme modeli ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Kore için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi  $\langle EC \rightarrow GDP \rangle$  olduğu gösterilmiştir.

Shiu ve Lam (2004), Çin için 1971–2000 döneminde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Johansen kointegrasyon, hata düzeltme modeli uygulanmıştır. Çin için elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi  $\langle EC \rightarrow GDP \rangle$  olduğu gösterilmiştir.

Yoo (2005), Kore için 1970–2002 döneminde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Johansen kointegrasyon, hata düzeltme modeli ve granger nedensellik testi uygulanmıştır. Kore için ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi  $\langle GDP \leftrightarrow EC \rangle$  olduğu gösterilmiştir.

Yoo (2006), Asya'nın gelişmekte olan ülkeleri (Endonezya, Malezya, Singapur, Tayland) için 1971–2002 döneminde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada kointegrasyon ve granger nedensellik testi uygulanmıştır. Endonezya ve Tayland için ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik  $\langle GDP \rightarrow EC \rangle$  ilişkisi bulunurken, Malezya ve Singapur için elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedenselliğin  $\langle GDP \leftrightarrow EC \rangle$  olduğu gösterilmiştir.

Climent ve Pardo (2007), İspanya için 1984–2003 döneminde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada kointegrasyon, vektör hata düzeltme modeli ve nedensellik testi uygulanmıştır. İspanya için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi  $\{EC \rightarrow GDP\}$  olduğu gösterilmiştir.

Zhang ve Cheng (2009), Çin için 1960–2007 döneminde enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Çin için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi  $\{GDP \rightarrow EC\}$  ve enerji tüketimi ile karbondioksit emisyonu arasında enerji tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi  $\{EC \rightarrow CO\}$  olduğu gösterilmiştir.

Tsani (2009), Yunanistan için 1960–2006 döneminde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Yunanistan için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi  $\{EC \rightarrow GDP\}$  olduğu gösterilmiştir.

Belloumi (2009), Tunus için 1971–2004 döneminde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Johansen kointegrasyon ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Tunus için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi  $\{EC \rightarrow GDP\}$  olduğu gösterilmiştir.

Tablo 2’de çalışma ile ilgili literatür incelenmesi verilmektedir.

**Tablo 2: Güncel Literatür Karşılaştırma Tablosu**

Araştırmacı	Ülke	Dönem	Yöntem	Sonuç
Soytaş ve Sarı.(2001)	Türkiye	1960–1995	Kointegrasyon	$EC \rightarrow GDP$
Soytaş ve Sarı (2003)	Türkiye	1950–1992	VECM	$EC \rightarrow GDP$
Altınay ve Karagöl (2004)	Türkiye	1950–2000	Nedensellik	$GDP \rightarrow EC$
Soytaş ve Sarı (2006)	Türkiye	1968–2002	Kointegrasyon ve nedensellik	$EC \rightarrow GNP$
Lisa ve Monfort (2007)	Türkiye	1970–2003	Nedensellik	$GDP \rightarrow EC$
Jobert ve Karanfil (2007)	Türkiye	1960–2003	Kointegrasyon ve nedensellik	$GDP \rightarrow EC$
Erdal vd.(2008)	Türkiye	1970–2006	Nedensellik	$GDP \leftrightarrow EC$
Asafu ve Adjaye (2000)	Filipinler	1971–1995	Kointegrasyon ve ECM	$GDP \leftrightarrow EC$
Asafu ve Adjaye (2000)	Tayland	1971–1995	Kointegrasyon ve ECM	$GDP \leftrightarrow EC$
Yang (2000)	Tayvan	1954–1997	Nedensellik	$GDP \leftrightarrow EC$
Glasure (2002)	Kore	1961–1990	VECM ve nedensellik	$GDP \leftrightarrow EC$
Hondroyiannis vd. (2002)	Yunanistan	1960–1996	Kointegrasyon ve VECM	$GDP \leftrightarrow EC$
Oh ve Lee (2004)	Kore	1970–1999	VECM ve nedensellik	$EC \rightarrow GDP$
Shiu ve Lam (2004)	Çin	1971–2000	Nedensellik	$EC \rightarrow GDP$
Yoo (2005)	Kore	1970–2002	Kointegrasyon ve ECM	$GDP \leftrightarrow EC$
Yoo (2006)	Tayland	1971–2002	Kointegrasyon ve nedensellik	$GDP \rightarrow EC$
Yoo (2006)	Malezya	1971–2002	Kointegrasyon ve nedensellik	$GDP \leftrightarrow EC$
Yoo (2006)	Singapur	1971–2002	Kointegrasyon ve nedensellik	$GDP \leftrightarrow EC$
Climent ve Pardo (2007)	İspanya	1984–2003	Kointegrasyon ve VECM	$EC \rightarrow GDP$
Zhang ve Cheng (2009)	Çin	1960–2007	Nedensellik	$GDP \rightarrow EC$
Tsani (2009)	Yunanistan	1960–2006	Nedensellik	$EC \rightarrow GDP$
Belloumi (2009)	Tunus	1971–2004	Kointegrasyon ve nedensellik	$EC \rightarrow GDP$

$\rightarrow$  ve  $\leftarrow$  tek yönlü nedensellik,  $\leftrightarrow$  çift yönlü nedensellik, 0 nedensellik olmadığı anlamında kullanılmıştır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3. EKONOMETRİK YÖNTEM VE VERİ SETİ

Bu bölümde, çalışmada kullanılan ekonometrik modellerle ilgili teorik bilgi verilerek veri seti tanıtılmıştır.

#### 3.1. Ekonometrik Yöntem

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla çalışmada kullanılan teorik bilgi ekonometrik yöntem başlığında verilmektedir.

##### 3.1.1. Durağanlık

Eğer bir zaman serisi durağansa, ortalaması, varyansı ve kovaryansı zaman içerisinde değişmemektedir. Bir zaman serisinin ortak olasılık dağılımı zaman içinde değişmiyorsa zaman serisi güçlü anlamda durağan olarak adlandırılır (Charemza ve Deadman, 1993: 118).  $\{X_t : t \in T\}$  bir zaman serisi olsun (burada T indis kümesi doğal sayılar kümesidir). Eğer  $\forall n, h, t_1, t_2, \dots, t_n \in T$  ve  $t_{1+h}, t_{2+h}, \dots, t_{n+h} \in T$  olmak üzere,  $\forall x_1, x_2, \dots, x_n \in R$  için  $F_{X_{t_1}, X_{t_2}, \dots, X_{t_n}}(x_1, x_2, \dots, x_n) = F_{X_{t_{1+h}}, X_{t_{2+h}}, \dots, X_{t_{n+h}}}(x_1, x_2, \dots, x_n)$  koşulunu sağlıyorsa  $\{X_t : t \in T\}$  zaman serisine güçlü durağan bir zaman serisi denir.

Bir zaman serisinin ortalamasının, varyansının ve kovaryansının zaman içerisinde sabit kalması, zayıf durağanlık (kovaryans durağanlık veya ikinci mertebede durağanlık) olarak tanımlanır (Darnell, 1994: 386).  $X_1, X_2, \dots, X_n$  rasgele değişkenlerinin ortalaması  $E\{X_t\} = \mu_t$  olmak üzere  $\{X_t : t \in T\}$  bir zaman serisinde t'nin tüm değerleri için;

1.  $E\{X_t\} = \mu$

2.  $Cov(X_t, X_{t+h}) = \gamma(h); h=0,1,2,3, \dots, n$

koşulları sağlanıyorsa  $\{X_t : t \in T\}$  zaman serisine zayıf durağan, ikinci dereceden durağan denir. Yukarıdaki 2. koşula göre  $Cov(X_t, X_{t+h})$ ,  $\{X_t : t \in T\}$ , bir zaman serisinin otokovaryans fonksiyonu  $\gamma(h)$  ile gösterilir. Otokovaryans fonksiyonu, zaman serilerinin modellenmesinde sezgisel olarak modelin biçimi derecesinin belirlenmesinde kullanılır ve serinin durağan olup olmadığı hakkında bilgi verir.

Otokovaryans fonksiyonuna dayalı olarak tanımlanan otokorelasyon fonksiyonu ve buna bağlı olarak elde edilen kısmi otokorelasyon fonksiyonu, serilerin modellenmesinde ve serinin durağan olup olmadığına karar verilmesinde kullanılır. Otokorelasyon fonksiyonu bir değişkenin değerleri ile çeşitli gecikme uzunlukları arasındaki ilişkileri modeller ve  $\pm 1$  aralığında değer alır. Otokovaryans fonksiyonu  $\gamma(h)$  için  $X_t$  ve  $X_{t+h}$  değerleri arasındaki korelasyon, serinin otokorelasyon fonksiyonu olarak aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\rho(h) = \frac{Cov(X_t, X_{t+h})}{\sqrt{Var(X_t) Var(X_{t+h})}} = \frac{\gamma(h)}{\gamma(0)} \quad (3.1)$$

Eğer  $\gamma(h) = Cov(X_t, X_{t+h})$ , durağan bir  $\{X_t : t \in T\}$  zaman serisinin otokovaryans fonksiyonu ise, aşağıdaki özellikleri sağlar.

1.  $\gamma(h)$  fonksiyonu simetriktir (yani,  $\gamma(-h) = \gamma(h)$  dir).
2.  $|\gamma(h)| \leq \gamma(0), \forall h$ , için.
3.  $\gamma(h)$  fonksiyonu pozitif tanımlıdır. Yani,  $\forall n, \forall a_i \in R, \forall h_i, i = 1, 2, \dots, n$  için,

$$\sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^n \gamma(h_i - h_k) a_i a_k \geq 0 \text{ dir.}$$

Eğer  $\rho(h)$ , durağan bir  $\{X_t : t \in T\}$  zaman serisinin otokovaryans fonksiyonu ise, aşağıdaki özellikleri sağlar.

1.  $\rho(h)$  fonksiyonu simetriktir (yani,  $\rho(-h) = \rho(h)$  dir).
2.  $|\rho(h)| \leq 1, \forall h$ , için.

3.  $\rho(\underline{a})$  fonksiyonu pozitif tanımlıdır. Yani,  $\forall n, \forall a_i \in R, \forall h_i, i = 1, 2, \dots, n$  için,

$$\sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^n \rho(\underline{a}) - h_k \underline{a}_i a_k \geq 0 \text{ dir.}$$

Herhangi  $X_t; t \in T$  zaman serisi için;  $X_t$ 'nin  $X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-h}$  üzerine regresyon ile elde edilen  $X_{t-h}$  değişkeninin katsayısı  $h$ -nci kısmi otokorelasyon olarak tanımlanır ve  $\phi(\underline{a})$  ile gösterilir. Eğer kısmi otokorelasyon bir noktadan sonra sıfır oluyorsa (veya anlamlı olarak sıfıra yaklaşıyorsa) zaman serisi otoregresiftir denir. Kısmi otokorelasyon fonksiyonu, serinin otokorelasyon fonksiyonundan hesaplanabilir. Kısmi otokorelasyonlar,  $P_h$  kısmi otokorelasyon matrisi ve kısmi otokorelasyon matrisinde son sütun vektörü  $\underline{c}' = (\rho_{h-1}, \rho_{h-2}, \rho_{h-3}, \dots, 1)$  yerine  $\underline{a} = (\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_h)$  konularak elde edilen  $P_h^*$  otokorelasyon matrisinden  $\phi(\underline{a})$  aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\phi(\underline{a}) = \frac{\det(P_h^*)}{\det(P_h)} \text{ (h-nci, kısmi korelasyon)}$$

$$P_h = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{h-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{h-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{h-2} & \rho_{h-3} & \rho_{h-4} & \cdots & \rho_1 \\ \rho_{h-1} & \rho_{h-2} & \rho_{h-3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

$$P_h^* = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{h-2} & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{h-3} & \rho_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{h-2} & \rho_{h-3} & \rho_{h-4} & \cdots & \rho_2 & \rho_{h-1} \\ \rho_{h-1} & \rho_{h-2} & \rho_{h-3} & \cdots & \rho_1 & \rho_h \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

### 3.1.1.1. Dickey-Fuller Testi (DF)

Birinci dereceden bir otoregresif zaman serisi modeli,  $e_t \approx N(0, \sigma^2)$  olmak üzere  $X_t$  (3.4) eşitliğinde olduğu gibi tanımlansın. Burada  $\rho$ 'nun en küçük kareler tahmincisi  $\hat{\rho}_n$  aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$X_t = \rho.X_{t-1} + \varepsilon_t \quad t=1,2,3,\dots,n \quad (3.4)$$

$$\hat{\rho}_n = \frac{\sum_{t=2}^n X_t \cdot X_{t-1}}{\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} \quad (3.5)$$

$X_0 = 0$  başlangıç koşulu altında (3.4) eşitliği (3.5) eşitliğinde yerine yazılırsa  $\hat{\rho}_n$  istatistiği için aşağıdaki eşitlikler elde edilir.

$$\begin{aligned} \hat{\rho}_n &= \frac{\sum_{t=2}^n (\rho.X_{t-1} + e_t) \cdot X_{t-1}}{\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} = \frac{\sum_{t=2}^n \rho.X_{t-1}^2}{\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} + \frac{\sum_{t=2}^n X_{t-1} \cdot e_t}{\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} \\ &= \rho \cdot \frac{\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2}{\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} + \frac{\sum_{t=2}^n X_{t-1} \cdot e_t}{\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} = \rho + \frac{\sum_{t=2}^n X_{t-1} \cdot e_t}{\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} \\ \hat{\rho}_n - \rho &= \frac{\sum_{t=2}^n X_{t-1} \cdot e_t}{\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} \quad (3.6) \end{aligned}$$

Box (1994)'a göre  $\hat{\rho}_n$  en küçük kareler tahminsinin tutarlı olabilmesi ve asimptotik dağılımının elde edilebilmesi için,  $\sum_{t=1}^n e_t \cdot X_{t-1}$  ve  $\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2$  istatistiklerinin yakınsama

hızlarının belirlenmesi gerekir.  $X_t$  serisinin durağan olması durumunda yani  $|\rho| < 1$  ise  $\sqrt{n}(\hat{\rho}_n - \rho)$ 'nin limit dağılımı normaldir (Dickey ve Fuller, 1979: 427–431). Çünkü

$$\sum_{t=2}^n e_t X_{t-1} = O_p(\sqrt{n}) \text{ ve } \sum_{t=2}^n X_{t-1}^2 = O_p(n) \text{ dir. } \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=2}^n X_{t-1} e_t \xrightarrow{D} N(0, 1 - \rho^2) \text{ olmaktadır.}$$

(3.6) eşitliğinin pay ve paydası  $\left(\frac{1}{n}\right)$  ile çarpılır ve gerekli düzenleme yapılırsa  $n \rightarrow \infty$  için aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\hat{\rho}_n = \rho + \frac{1}{\sqrt{n}} \frac{\sum_{t=1}^n e_t X_{t-1}}{\frac{1}{n} \sum_{t=2}^n X_{t-1}^2}$$

$$\hat{\rho}_n - \rho = \frac{1}{\sqrt{n}} \frac{\sum_{t=1}^n e_t X_{t-1}}{\frac{1}{n} \sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} \quad (3.7)$$

(3.7) eşitliği  $O_p(\frac{1}{\sqrt{n}})$  dir. Dolayısıyla  $\sqrt{n}(\hat{\rho}_n - \rho)$  istatistiğinin asimptotik dağılımı, sıfır ortalamalı ve  $1 - \rho^2$  varyanslı normal dağılımdır  $\sqrt{n}(\hat{\rho}_n - \rho) \xrightarrow{D} N(0, 1 - \rho^2)$ . Eğer  $X_t$  serisi durağan değilse  $\rho = 1$ , (3.7) eşitliğinin pay ve paydası aşağıdaki şekilde olur.

$$\sum_{t=1}^n e_t \cdot X_{t-1} = O_p(n) \text{ , } \frac{1}{n} \sum_{t=2}^n e_t X_{t-1} = O_p(1) \quad (3.8)$$

$$\sum_{t=2}^n X_{t-1}^2 = O_p(n^2) \text{ , } \frac{1}{n^2} \sum_{t=2}^n X_{t-1}^2 = O_p(1) \quad (3.9)$$

(3.7) eşitliğinin pay ve paydası  $\frac{1}{n^2}$  ile çarpılır ve gerekli düzenlemeler yapılırsa aşağıdaki şekli alır.



$$\hat{\rho}_n - \rho = \frac{\frac{1}{n^2} \sum_{t=1}^n e_t X_{t-1}}{\frac{1}{n^2} \sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} = \frac{1}{n} \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=2}^n e_t X_{t-1}}{\frac{1}{n^2} \sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} \quad (3.10)$$

Bu durumda  $\rho = 1$  olduğunda  $n \hat{\rho}_n - 1 \xrightarrow{D} \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t X_{t-1}}{\frac{1}{n^2} \sum_{t=2}^n X_{t-1}^2} = O_p(1)$  istatistiği elde edilir.

Dickey ve Fuller  $n \hat{\rho}_n - 1$  istatistiğinin limit dağılımını  $n \hat{\rho}_n - 1 \xrightarrow{D} \frac{0.5(\zeta^2 - 1)}{\Gamma}$  şeklindedir. Ayrıca Dickey ve Fuller dağılımlı serinin birim köklü olup olmadığını test edilmesinde Fuller (1976) tablosu kullanılmaktadır. Eğer  $|\rho| > 1$  ise  $|\rho|^n (\hat{\rho}^2 - \rho^2) \xrightarrow{D} \hat{\rho} - \rho$ 'nin limit dağılımı Cauchy'dir (Dickey ve Fuller, 1979: 427–431).

Durağan olmayan zaman serileri için,  $H_0 = \rho = 1$  hipotezinin testinde kullanılan  $t$  istatistiğinin dağılım grafiği negatif olarak sola eğimlidir ve sol uçtaki kritik değerler, geleneksel  $t$ -student dağılımından daha küçük olabilmektedir. Durağan olmayan zaman serilerinde  $H_0 = \rho = 1$  hipotezinin dağılımı standart  $t$  dağılımı olmadığında limit dağılımı sırasıyla  $\tau, \tau_\mu, \tau_\tau$  için aşağıdaki eşitlikler elde edilir.

1.  $X_t = \rho X_{t-1} + \varepsilon_t$  eşitliği için  $n \hat{\rho} - 1$  veya  $\hat{\tau}$
2.  $X_t - \mu = \rho (X_{t-1} - \mu) + \varepsilon_t$  eşitliği için  $n \hat{\rho}_\mu - 1$  veya  $\hat{\tau}_\mu$
3.  $X_t - \alpha_0 - \alpha_1 t = \rho (X_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 t) + \varepsilon_t$  eşitliği için  $n \hat{\rho}_\tau - 1$  veya  $\hat{\tau}_\tau$

Sıfır ortalamalı  $X_t$  serisi için,  $X_t = \rho X_{t-1} + e_t$  eşitliğinde kullanılan  $\tau$  istatistiği aşağıdaki şekilde tanımlanır (Dickey ve Fuller, 1979: 427–431).

$$\hat{\tau} = \frac{\hat{\rho} - 1 \left( \sum_{t=2}^n X_{t-1}^2 \right)^{1/2}}{S_e} \quad (3.11)$$

$$S_e^2 = \frac{\sum_{t=2}^n (X_t - \hat{\rho}X_{t-1})^2}{n-2} \quad (3.12)$$

$X_t$  serisinin ortalaması sıfırdan farklı olduğunda (seri sabit terim içerdiğinde)  $(X_t - \mu) = \rho(X_{t-1} - \mu) + \varepsilon_t$  modeline göre  $\rho$ 'nun en küçük kareler tahmincisi aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\hat{\rho}_\mu = \frac{\sum_{t=2}^n (X_{t-1} - \bar{X})(X_t - \bar{X})}{\sum_{t=2}^n (X_{t-1} - \bar{X})^2} \quad (3.13)$$

(3.13) eşitliğinde  $i=0,1$  için  $X_{(i)} = \sum_{t=1}^n X_t$  şeklindedir. Benzer şekilde,  $\hat{\tau}_\mu$  istatistiği aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\hat{\tau}_\mu = \frac{\sum_{t=2}^n (X_{t-1} - \bar{X})(X_t - \bar{X})}{S_e} \quad (3.14)$$

(3.13) ve (3.14) eşitliğinin limit dağılımları sırasıyla  $\rho_\mu$  ve  $\tau_\mu$  olmak üzere tablo değerleri Fuller (1976) tablosunda verilmiştir (Dickey ve Fuller, 1979: 427–431). Fuller (1976) tablosu incelendiğinde  $\tau_\tau < \tau_\mu < \tau$  ilişkisi görülür. Burada “<” daha güçlü anlamında kullanılmıştır (Dickey ve diğerleri, 1986: 12–26).

$X_t$  serisinin durağan olup olmadığını test etmek için ( $H_0 : \rho = 1$  hipotezinin testi) hesaplanan  $\hat{\tau}$  veya  $n(X_{(1)} - 1)$  istatistiğinin değeri kritik değerden küçük ise yokluk hipotezi ret edilir. Yani  $X_t$  serisi durağandır.

AR(1) seriler için kısaca özetlemek gerekirse,

A. Model:  $(X_t - \mu) = \rho(X_{t-1} - \mu) + \varepsilon_t$

B.  $H_0 : \rho = 1$  hipotezinin testi,

i.  $\rho = 1$  ise  $\mu$  modelden düşer ve öngörüler ortalamaya yaklaşmaz.

ii. Test istatistiğinin aldığı değeri hesaplayabilmek için, her iki taraftan da  $X_{t-1}$  çıkarılır. Yani modelde  $X_t - X_{t-1} = \rho X_{t-1} + e_t$  şeklinde yazılır. Buradan  $D_t = X_t - X_{t-1}$  birinci dereceden farklar hesaplanır.

iii.  $D_t$ 'lerin  $\rho = 1$  ve  $X_{t-1}$  üzerine regresyonu yapılır ve bu regresyon modelinde  $X_{t-1}$ 'in katsayısının 0 olduğunu test etmek için hesaplanan test istatistiği duruma göre  $n \rho - 1$  istatistiğinin kritik değerleri ile karşılaştırılır.

iv. Yüksek dereceden farkı alınan modeller için geçerlidir.

C. Trendden arındırma

i.  $D_t = X_t - X_{t-1}$  değişkeninin  $X_{t-1}$  üzerine regresyonu yapılır. ( $\alpha_0$  yok)

ii.  $D_t = X_t - X_{t-1}$  değişkeninin  $X_{t-1}$  üzerine regresyonu yapılır. ( $\alpha_0$  var)

iii.  $D_t = X_t - X_{t-1}$  değişkeninin  $X_{t-1}$  üzerine regresyonu yapılır.

Her üç regresyon modeli için hesaplanan test istatistiği analiz sonucuna göre  $n \rho - 1$  istatistiğinin kritik değeri ile karşılaştırılır.

D. Yüksek dereceden modeller

i. Model:  $X_t - \mu = \alpha_1 (X_{t-1} - \mu) + \alpha_2 (X_{t-2} - \mu) + \dots + \alpha_p (X_{t-p} - \mu) + \varepsilon_t$

ii. Karakteristik denklem:  $m^p - \alpha_1 m^{p-1} - \alpha_2 m^{p-2} - \dots - \alpha_p = 0$

iii. Eğer  $m = 1$  ise  $1 - \alpha_1 - \alpha_2 - \dots - \alpha_p = 0$  dır ve  $\mu$  modelden çıkar.

iv. Birim kök testi için  $D_t = X_t - X_{t-1}$  ve  $D_{t-1}, D_{t-2}, \dots, D_{t-p}$  farkları hesaplanır.

v.  $D_t$  değişkeni  $1, X_{t-1}, D_{t-1}, D_{t-2}, \dots, D_{t-p-1}$  üzerine regresyonu yapılır ve  $X_{t-1}$ 'in katsayısının  $(-\alpha_1 - \alpha_2 - \dots - \alpha_p)$  sıfır olup olmadığı hesaplanan test istatistiğinin  $n \rho - 1$  veya  $\hat{\tau}$  dağılımların kritik değerleri ile karşılaştırılır.

### 3.1.1.2. Geliştirilmiş Dickey-Fuller Testi (ADF)

Dickey ve Fuller (1979) birim kök testinde, modeldeki  $\varepsilon_t$  hata terimlerinin beyaz gürültü özelliği taşımadığı, otokorelasyonlu oldukları anlaşılınca bu sorunu çözmek için Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilen Dickey-Fuller birim kök testi önerilmiştir. Geliştirilmiş Dickey-Fuller birim kök testinde hataların otokorelasyonlarının giderilmesi amacıyla regresyona açıklayıcı değişken olarak bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri eklenir. Geliştirilmiş Dickey-Fuller birim kök testinin denklemleri sırasıyla sabitsiz-trendsiz, sabitli ve sabitli-trendli olarak aşağıdaki gibidir.<sup>2</sup>

$$\text{Sabitsiz ve trendsiz denklem: } \Delta X_t = \alpha_1 X_{t-1} + \sum_{j=2}^p \beta_j \Delta X_{t-j+1} + e_t \quad (3.15)$$

$$\text{Sabitli denklem: } \Delta X_t = a_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \sum_{j=2}^p \beta_j \Delta X_{t-j+1} + e_t \quad (3.16)$$

$$\text{Sabitli ve trendli denklem: } \Delta X_t = a_0 + \alpha_1 X_{t-1} + a_2 t + \sum_{j=2}^p \beta_j \Delta X_{t-j+1} + e_t \quad (3.17)$$

ADF birim kök testinde  $X_t$  serisi için,  $\nabla X_t = \alpha_1 X_{t-1} + \sum_{j=1}^p \beta_j \nabla X_{t-j} + e_t$  eşitliğinde

$H_0 : \{ X_t \text{ serisi birim köklüdür} \}$  şeklindeki sıfır hipotezi Dickey ve Fuller testindeki  $H_0 : \alpha_1 = 0$  hipotezinin test edilmesi ile aynı olur.  $X_t$ 'nin,  $X_{t-1}, \nabla X_{t-1}, \dots, \nabla X_{t-p}$  üzerine regresyonunun yapılması durumunda,  $X_{t-1}$ 'in katsayısının en küçük kareler tahminicisinin, değeri hesaplanır. Hesaplanan  $\hat{\tau} = \frac{\hat{\alpha}_1}{S_{\hat{\alpha}_1}}$  (veya  $\tau_\mu, \tau_t$ ) test istatistiği,  $n \rightarrow \infty$  veya  $\hat{\tau}$  dağılımların kritik değerleri ile karşılaştırılır.

<sup>2</sup> Tanım: Sıfır ortalamalı herhangi bir  $\{ \varepsilon_t : t \in T \}$  zaman serisinin otokovaryans fonksiyonu  $\gamma_e(h) = \begin{cases} \sigma^2, & h = 0 \\ 0, & h \neq 0 \end{cases}$  şeklinde tanımlı olduğunda  $\{ \varepsilon_t : t \in T \}$  serisine Beyaz Gürültü (White Noise) serisi denir

Özet olarak ifade edilirse,  $X_t$  zaman serisinin gecikmeli değerlerini kullanarak hata terimleri arasındaki otokorelasyonu ortadan kaldırmak için Geliştirilmiş Dickey-Fuller testi kullanılır.  $X_t$  zaman serisinin gecikme katsayısının belirlenmesinde Akaike bilgi kriteri  $AIC$  veya Schwarz Bayesian kriterinden  $SBC$  faydalanılır.  $AIC$  veya  $SBC$  istatistiklerinden biri seçilir. Seçilen kriter için hesaplanan modellerde (Sabitli, Sabitli-Trendli, Sabitsiz-Trendsiz) kriterin en küçük değeri aldığı model en uygun model olarak kullanılmaktadır.

### 3.1.1.3. Phillips-Perron Testi (PP)

Phillips (1987) ve Phillips ve Perron (1988), hata terimlerindeki muhtemel otokorelasyonu gidermek için Dickey ve Fuller denklemlerine bağımlı değişken gecikmelerinin ilave etmeden, parametrik olmayan bir yaklaşımla test istatistiğinde bir düzeltme yapılmasını önermiştir. Phillips ve Perron testinde, hata terimlerinin sadece birbirleriyle ilişkili değil, aynı zamanda heterojen dağılabileceğini de göz önüne almaktadır. Phillips ve Perron, hata terimleri varyansı  $\sigma_e^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} T^{-1} \sum_{t=1}^T E \varepsilon_t^2$  için  $s_e^2$ , kitle varyansı (uzun dönemli varyans)  $\sigma_\pi^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} T^{-1} E \left( \sum_{t=1}^T \varepsilon_t \right)^2$  içinde  $s_\pi^2$  tutarlı tahmincilerini kullanarak Dickey ve Fuller test istatistiğinde bir düzeltme yapmışlardır.  $\sigma_e^2$  ve  $\sigma_\pi^2$  için tahmincileri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\sigma_e^2 \text{ için tutarlı tahminci } s_e^2 = T^{-1} \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 \quad (3.18)$$

$$\sigma_\pi^2 \text{ için tutarlı tahminci } s_\pi^2 = T^{-1} \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 + 2T^{-1} \sum_{\tau=1}^l \sum_{t=\tau+1}^T \varepsilon_t \varepsilon_{t-\tau} \quad (3.19)$$

(3.18) ve (3.19) eşitliğindeki iki varyans tahmincisi arasındaki fark,  $\sigma_\pi^2$ 'nin hata terimleri arasındaki sıfırdan farklı muhtemel bir kovaryansı dikkate almasıdır.  $s_\pi^2$  tahmincisi kullanılarak hesaplanan varyansın her zaman pozitif değer almaması, önemli bir sorundur. Özellikle örnekten hesaplanan otokorelasyonun negatif ve mutlak değerinin

büyük olması halinde,  $s_{\pi}^2$  tahmincisi de negatif değer alabilir.  $s_{\pi}^2$  tahmincisinin negatif olmasını engelleyecek şekilde varyans tahmincisinde ağırlıklandırma yapılır.

$$s_{\pi}^2 = T^{-1} \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 + 2T^{-1} \sum_{\tau=1}^l w_{t\tau} \sum_{t=\tau+1}^T \varepsilon_t \varepsilon_{t-\tau} \quad (3.20)$$

(3.20) eşitliğinde otokovaryansa uygulanan ağırlık  $w_{t\tau}$ , Newey ve West (1987) ağırlığı olarak bilinir ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$w_{t\tau} = 1 - \frac{\tau}{l+1} \quad (3.21)$$

(3.21) eşitliğinde  $l$ , otokovaryansın hangi gecikmeye kadar varyans denklemine katılacağını belirlemektedir. Gecikme uzunluğu araştırmacı tarafından belirlenmektedir. Phillips ve Perron, birim kökü ifade eden sıfır hipotezi için, tutarlı varyans tahmincilerini kullanarak sabitsiz ve trendsiz, sabitli, sabitli ve trendli Dickey ve Fuller denklemleri için aşağıdaki test istatistiklerini önermiştir.

$$\text{Sabitsiz ve trendsiz denklem: } Z_t = \frac{s_e}{s_{tl}} t \left( \frac{\sum_{t=1}^T y_t^2 - s_e^2}{s_{tl} \left( T^{-2} \sum_{t=1}^T y_{t-1}^2 \right)^{1/2}} \right) \quad (3.22)$$

$$\text{Sabitli denklem: } Z_{t\mu} = \frac{s_e}{s_{tl}} t \left( \frac{\sum_{t=1}^T y_t^2 - s_e^2}{s_{tl} \left[ T^{-2} \sum_{t=1}^T (y_{t-1} - \bar{y}_{-1})^2 \right]^{1/2}} \right) \quad (3.23)$$

$$\text{Sabitli ve trendli denklem: } Z_{t\tau} = \frac{s_e}{s_{tl}} t \left( \frac{T^3 (\sum_{t=1}^T y_t^2 - s_e^2)}{4\sqrt{3} D_X^{1/2} s_{tl}} \right) \quad (3.24)$$

Yukarıdaki denklemlerdeki  $t$ , Dickey ve Fuller test istatistiğidir. Sabitli denklemdeki  $\bar{y}_{-1} = T^{-1} \sum_{t=1}^{T-1} y_t$ , Sabitli ve trendli denklemdeki  $D_X = \det(X'X)$ , regresörler

$X = \{t, y_{t-1}\}$  şeklinde tanımlanır. Phillips ve Perron testinde hesaplanan test istatistikleri Dickey ve Fuller dağılımına sahip olduğu için Dickey ve Fuller tabloları Phillips ve Perron testi için kullanılabilir.

### 3.1.2. Kointegrasyon

Kointegrasyon analizi, aynı derecede kointegrasyonlu zaman serileri arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığını araştırılması için geliştirilmiştir. Kointegrasyon analizi, seviyesinde durağan olmayan, ancak aynı derecede farkları alındığında durağan hale gelen serilerin, seviyesinde analiz edilmesine kullanılır. Kointegrasyon analizi fark alma yöntemiyle değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli bilgilerin kaybolmaması açısından avantaj sağlamaktadır. Her bir değişken için hata düzeltme modelinin kullanılması, uzun ve kısa dönemli ilişkileri ayırt etmemizi sağlamaktadır.

$X_t$  ve  $Y_t$  zaman serilerinin  $d, b$  derecede kointegrasyonlu oldukları söylenebilmesi için aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır.

1.  $X_t$  ve  $Y_t$  zaman serileri  $d$ -nci derecede entegre olmalıdır.
2.  $X_t$  ve  $Y_t$  zaman serilerinin doğrusal denklemi  $\alpha_1 X_t + \alpha_2 Y_t$  olarak kabul edildiğinde bu denklem  $d-b$  entegre olmalıdır.

$d \geq b \geq 0$  olmak üzere,  $X_t, Y_t \sim CI(d, b)$  şeklinde ifade edilir. Ayrıca  $[\alpha_1, \alpha_2]$  vektörü “kointegrasyon vektörü” olarak adlandırılır (Engle ve Granger, 1987: 251–276). Engle ve Granger (1987)’nin önerdiği model, en küçük kareler yöntemine dayanmaktadır ve kısaca regresyondan elde edilen hata terimleri serisi durağan ise, serinin kointegrasyonlu olduğu kabul edilir. Ancak Engle ve Granger yöntemi iki değişkenli modeller için önerilmiştir. Engle ve Granger yöntemindeki eksiklerden dolayı, Johansen (1988) en çok olabilirlik yöntemine dayanan bir model geliştirmiştir. Bu yöntemde kointegrasyon vektörlerinin tahmini ve test edilmesi yanında parametreler üzerindeki bazı kısıtlamalar test edilmektedir. Johansen ve Juselius (1990), VAR modeline sabit katsayı, trendi veya mevsimselliği ifade eden gölge değişkenleri (uygulamaya bağlı olarak) dahil ederek, modeli ve kısıtları geliştirmişlerdir.

### 3.1.2.1 Johansen ve Juselius Kointegrasyon Testi

Johansen ve Juselius kointegrasyon analizinde, serinin kointegrasyonlu olup olmadığının araştırılması için parametre matrisinin özdeğerlerinden yararlanılır. Birinci dereceden bir vektör otoregresif zaman serisi aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$X_t = AX_{t-1} + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.25)$$

(3.25) eşitliğindeki  $A$  matrisi  $k$  boyutlu parametre matrisidir.  $\varepsilon_t$ 'ler ise, varyans kovaryans matrisi  $V$  olan beyaz gürültü sürecini gösterirler. Modelin iki tarafından da  $X_{t-1}$  çıkartılır ve  $\pi = A - 1$  olmak üzere aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\nabla X_t = \pi X_{t-1} + e_t \quad (3.26)$$

(3.26) eşitliğinde  $\pi$  matrisinin rankı 0 ise, seri kointegrasyonlu değildir.  $\pi = \alpha\beta'$  eşitliği için  $B$  tekil olmayan bir matris olmak üzere,  $\pi = \alpha BB^{-1}\beta'$  şeklinde yazılabildiğinden sonsuza doğru gidildikçe  $\alpha$  veya  $\beta$  vektörleri (matrisleri) bulunur. Kointegrasyon testinde uygulanan yöntem,  $\beta$  vektörünün tahmini yerine  $\pi$  matrisinin rankı üzerine testler oluşturmaktadır.

$X_0 = 0$  varsayımı altında,  $\pi$  parametre matrisinin en çok olabilirlik tahmincisinin aldığı değerler bulunur.  $\varepsilon_t$ 'lerin normal dağılıma sahip olduğu varsayımı ile  $|V|$ ,  $V$  matrisinin determinantını göstermek üzere, olabilirlik fonksiyonu  $\ell$ ,  $\pi$ 'nin en çok olabilirlik tahmincisi ve  $V$  matrisinin en çok olabilirlik tahmincisi aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\ell = \frac{1}{(\pi) \cdot |V|^{n/2}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^n (X_t X_{t-1}')^{-1} (X_t - \pi X_{t-1}) \right] \quad (3.27)$$



$$\hat{\pi} = \left[ \sum_{t=1}^n \nabla X_t X_{t-1}' \right] \left[ \sum_{t=1}^n \nabla X_{t-1} X_{t-1}' \right]^{-1} = S_{01} S_{11}^{-1} \quad (3.28)$$

$$\hat{V}_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left( X_t - \hat{\pi} X_{t-1} \right) \left( X_t - \hat{\pi} X_{t-1} \right)' = S_{00} - \hat{\pi} S_{11} \hat{\pi}' \quad (3.29)$$

$H_0 : \pi = \alpha \beta'$  sıfır hipotezini test edebilmek için,  $\Pi$  matrisi  $k \times k$  boyutlu, rankı  $r$  olan bir matris olmak üzere  $\alpha$  ve  $\beta$  matrisleri  $k \times r$  boyutlu matrisler ve  $H_0$  hipotezi geçerli iken, olabilirlik fonksiyonu  $l(\alpha, \beta)$  maksimizasyon işlemi ile önce  $\beta$  sabit tutularak  $\alpha$ 'nın en çok olabilirlik tahmincisi,  $\nabla X_t = \alpha \beta' X_{t-1} + e_t$  regresyon denklemi kullanılarak bulunur.  $\alpha$ 'nın en çok olabilirlik tahmincisi  $l(\alpha, \beta)$  olabilirlik fonksiyonunda yerine konularak,  $\beta$ 'nin en çok olabilirlik tahmincisi bulunur.  $\alpha$ 'nın en çok olabilirlik tahmincisi hesaplanınca,  $l(\alpha, \beta)$  olabilirlik fonksiyonu  $\beta$  ve  $V$  nin bir fonksiyonu olarak yazılabilir.  $Y = \nabla X_t - \alpha \beta' X_{t-1}$  olmak üzere,  $l(\alpha, \beta)$  eşitliğinde gerekli düzenleme yapılarak olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$l(\alpha, \beta) = \frac{1}{(\pi)^{nk/2} |V|^{n/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \left( X_t - \alpha \beta' X_{t-1} \right)' Y^{-1} \left( X_t - \alpha \beta' X_{t-1} \right) \right\} \quad (3.30)$$

$$\hat{\alpha}' = \left[ \sum_{t=1}^n \beta' X_{t-1} X_{t-1}' \beta \right]^{-1} \left[ \sum_{t=1}^n \beta' \left( X_{t-1}' \nabla X_t \right) \right] = \left[ \beta' S_{11} \beta \right]^{-1} \left[ \beta' S_{10} \right] \quad (3.31)$$

$$\exp \left[ -\frac{n}{2} \text{trace} \left( X \left( X' X \right)^{-1} X' \right) \right] = \exp \left[ -\frac{n}{2} \text{trace} \left( \left( X' X \right)^{-1} X' X \right) \right] = \exp \left[ -\frac{nk}{2} \right] \quad (3.32)$$

$$l = \frac{1}{(\pi)^{nk/2} |\hat{V}|^{n/2}} \exp \left[ -\frac{nk}{2} \right] \quad (3.33)$$

3.33 eşitliği ile verilen  $\ell$  olabilirlik fonksiyonunun maksimize edilmesi problemi, elde edilen son denklemden görüldüğü gibi,  $|\hat{V} \beta|^{n/2}$ 'nin minimize edilmesi problemine dönüşür.  $\pi$  matrisinin rankının  $r$  olması,  $r$  tane birbirinden lineer bağımsız kointegrasyon ilişkisi olduğunu gösterir. Minimizasyon denklemi aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\min_{\beta} |\hat{V} \beta| = \min_{\beta} |S_{00} - S_{01} \beta (S_{11} \beta)' \beta' S_{10}| \quad (3.34)$$

$H_0 : r \leq r_0$  hipotezi, en fazla  $r_0$  tane doğrusal bağımsız kointegrasyon ilişkisi vardır.  $H_1 : r > r_0$  alternatif hipotez olarak verilir.  $\lambda_i$  ler  $\pi$  matrisinin özdeğerlerini göstermek üzere, olabilirlik oranı test istatistiği (LR) ve kritik değerler aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$LR = \frac{\max_{H_0} \ell(\alpha, \beta)}{\min_{H_0 \cup H_1} \ell(\alpha, \beta)} = \frac{|\hat{V}_1|^{n/2}}{|\hat{V}_0|^{n/2}} = \frac{\left[ \prod_{i=0}^k (-\hat{\lambda}_i) \right]^{n/2}}{\left[ \prod_{i=0}^{r_0} (-\hat{\lambda}_i) \right]^{n/2}} = \left[ \prod_{i=r_0+1}^k (-\hat{\lambda}_i) \right]^{n/2} \quad (3.35)$$

$$\lambda_{trace} = -n \sum_{i=r_0+1}^k \ln(-\hat{\lambda}_i) \quad (3.36)$$

$\lambda_{trace}$  test istatistiğinin aldığı değer kritik değerden büyük ise  $H_0 : r \leq r_0$  (veya  $H_0 : r = r_0$ ) hipotezi reddedilir. Burada  $\lambda_{r_0+1} > \lambda_{r_0+2} > \dots > \lambda_p$  olacak şekilde  $k - r_0$  tane kanonik korelasyon kullanılmaktadır (Johansen, 1988: 231–254).

### 3.1.3. Hata Düzeltme Modeli (ECM)

VAR modeli (kointegrasyon testi) ile kointegrasyonun varlığı test edildikten sonra yapılması gereken, uzun dönemde ilişkili olan değişkenlerin kısa dönemdeki davranışlarının incelenmesidir. Kısa dönem ilişkisi, hata düzeltme modeli (ECM) olarak ifade edilir.  $X_t$  ve  $Y_t$  zaman serileri arasındaki ilişki, hata düzeltme modeli ile aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\Delta X_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \gamma_{1i} \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^r \partial_{1i} u_{r,t-1} + \varepsilon_t \quad (3.37)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \beta_{2i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \gamma_{2i} \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^r \partial_{2i} u_{r,t-1} + \varepsilon_t \quad (3.38)$$

Yukarıdaki eşitliklerde  $\Delta$  simgesi değişkenlerin farkının alınarak durağan hale getirildiğini göstermektedir. Eşitlikten, bağımlı değişkendeki değişimlerin, bağımsız değişkenlerdeki değişim ve kointegrasyon regresyonundaki gecikmeli hata teriminin bir fonksiyonu olduğu anlaşılmaktadır. Başka bir ifadeyle, hata düzeltme modelinin bir sonucu olarak  $\Delta X_t$  veya  $\Delta Y_t$ 'deki değişimin ya da her ikisindeki değişimlere  $\Delta X_{t-i}$ ,  $\Delta Y_{t-i}$  veya gecikmeli hata düzeltme terimi ( $u_{t-1}$ ) neden olmaktadır. Hata düzeltme modelindeki nedenselliğin kaynağı aşağıdaki şekillerde belirlenebilir.

- a) Her bağımsız değişkenin gecikmeleri toplamına uygulanan F veya Wald  $\chi^2$  testinin anlamlılığına bakılır.
- b) Gecikmeli hata düzeltme terimine ( $u_{t-1}$ ) uygulanan t-testinin anlamlılığına bakılır.
- c) Charemza ve Deadman (1997), her bağımsız değişkenin gecikmeleri toplamı ve gecikmeli hata düzeltme terimine beraber uygulanan F veya Wald  $\chi^2$  testinin anlamlılığına bakılır.

### 3.2. Veri Seti

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki uzun dönem ilişkisinin belirlenmesi amacıyla çalışmada, Türkiye için 1970–2007 döneminde ekonomik büyüme (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH)), enerji tüketimi (birincil enerji tüketimi) ve çevre kirliliği (karbondioksit  $\text{CO}_2$  emisyonu) arasındaki uzun dönem ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler; 2000 fiyatlarıyla GSYİH, toplam birincil enerji tüketimi (bin ton eşdeğeri petrol) ve karbondioksit salınım (milyon ton) değerlerinden oluşmaktadır. Birincil enerji tüketimi için kullanılan kaynaklar: jeotermal ısı, taşkömürü, linyit, asfaltit, petrol, doğalgaz, rüzgar, güneş, odun, hayvansal ve bitkisel artıklar, biyoyakıt, hidrolik+jeotermal, net elektrik ithalatı verileri alınarak hesaplanılmıştır.

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki uzun dönem ilişkisinin belirlenmesi amacıyla çalışmada, Türkiye için 1970–2006 döneminde sanayi sektöründe ekonomik büyüme (GSMH'da (Gayri Safi Milli Hasıla) sanayi sektörünün katkısı), sanayi sektörü enerji tüketimi ve çevre kirliliği (karbondioksit  $\text{CO}_2$  emisyonu) arasındaki uzun dönem ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler; 1987 fiyatlarıyla GSMH'da sanayi sektörünün katkısı, sanayi sektörü enerji tüketimi (bin ton eşdeğeri petrol) ve karbondioksit salınım (milyon ton) değerlerinden oluşmaktadır.

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki uzun dönem ilişkisinin belirlenmesi amacıyla çalışmada, Türkiye için 1970–2006 döneminde tarım sektöründe ekonomik büyüme (GSMH'da (Gayri Safi Milli Hasıla) tarım sektörünün katkısı), tarım sektöründe enerji tüketimi ve çevre kirliliği (karbondioksit  $\text{CO}_2$  emisyonu) arasındaki uzun dönem ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler; 1987 fiyatlarıyla GSMH'da tarım sektörünün katkısı, tarım sektörü enerji tüketimi (bin ton eşdeğeri petrol) ve karbondioksit salınım (milyon ton) değerlerinden oluşmaktadır.

Tablo 3'te çalışmada kullanılan değişkenlerin tanımlamaları verilmiştir. Değişkenlerin kısaltmasındaki "L" harfi değişkenlerin logaritmasının alındığını göstermektedir.

**Tablo 3: Değişkenlerin Tanımlaması**

<b>Değişkenler</b>	<b>Değişkenlerin Tanımı</b>
LGDP	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)
LSNG	GSMH'da sanayi sektörünün katkısı
LTRG	GSMH'da tarım sektörünün katkısı
LBET	Toplam birincil enerji tüketimi
LSAN	Sanayi sektörü enerji tüketimi
LTAR	Tarım sektöründe enerji tüketimi
LCO	Karbondioksit emisyonu

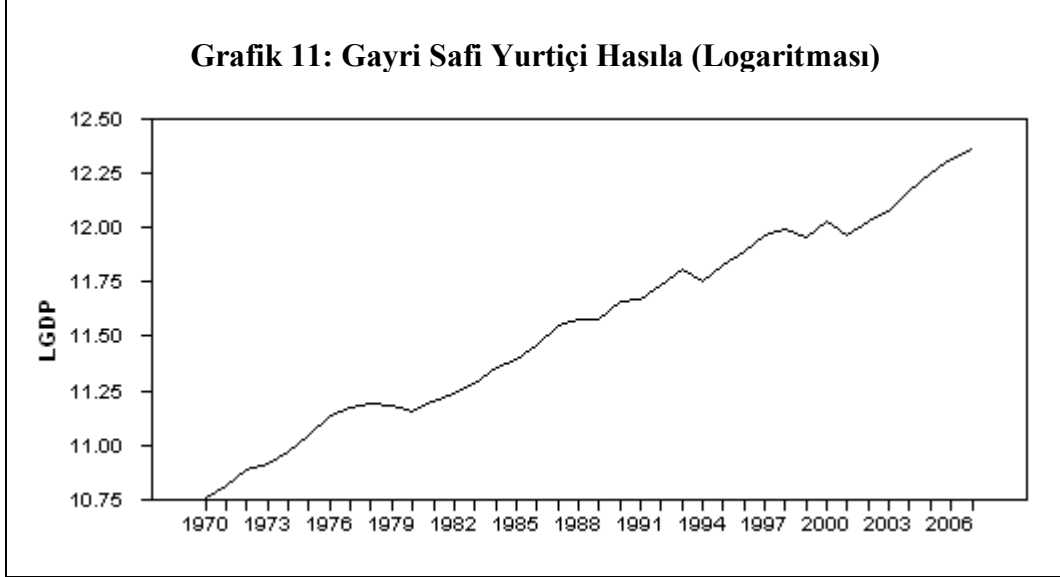
Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin temel istatistiksel veriler Tablo 4'te verilmektedir.

**Tablo 4: Temel İstatistikler**

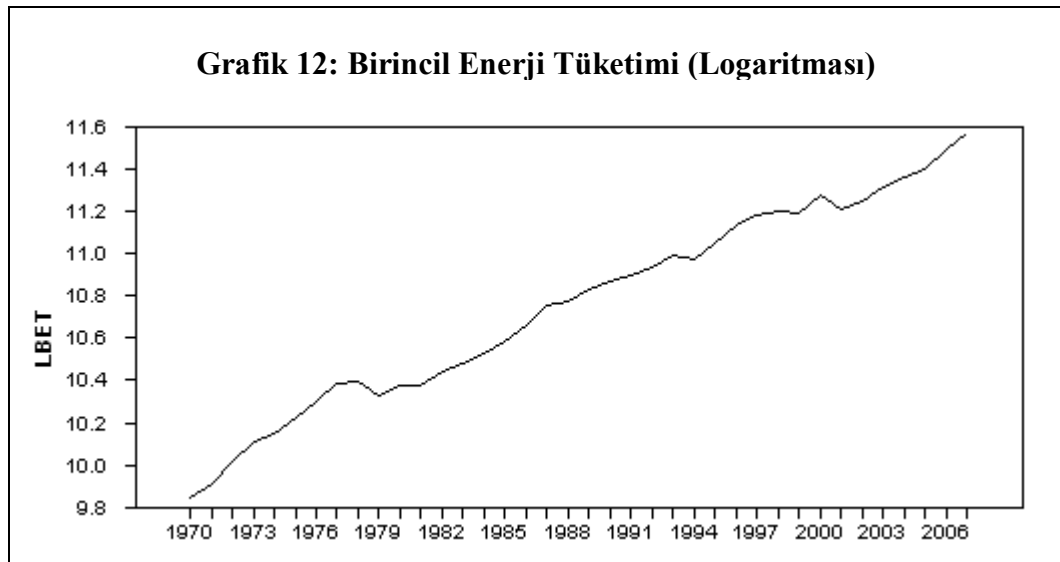
<b>Seri</b>	<b>Veri sayısı</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Standart Sapma</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
GDP	38	115.548,856	51310,759	46.968,813	232.961,547
SNG	38	21.865.449	11269474,77	6.382.400	46.026.669
TRG	38	13.668.638	1750975,231	10.565.900	17.241.028
BET	38	52.180,895	23663,690	18.845	106.019
SAN	38	14665	8332.3	4122	32446
TAR	38	1.918,132	1.002,841	510	3.944
CO	38	126,105	62,322	38	270

Tablo 4'te, GDP değişkenine ait seride 38 verinin olduğu ve bu serinin ortalamasının 115548,856, standart sapmasının 51310,759, minimum (en küçük) değerinin 46968,813, maksimum (en büyük) değerinin 232961,547 olduğu verilmektedir. BET değişkenine ait seride 38 verinin olduğu ve bu serinin ortalamasının 52180,895, standart sapmasının 23663,690, minimum (en küçük) değerinin 18845, maksimum (en büyük) değerinin 106019 olduğu verilmektedir. CO değişkenine ait seride 38 verinin olduğu ve bu serinin ortalamasının 126,105, standart sapmasının 62,322, minimum (en küçük) değerinin 38, maksimum (en büyük) değerinin 270 olduğu verilmektedir.

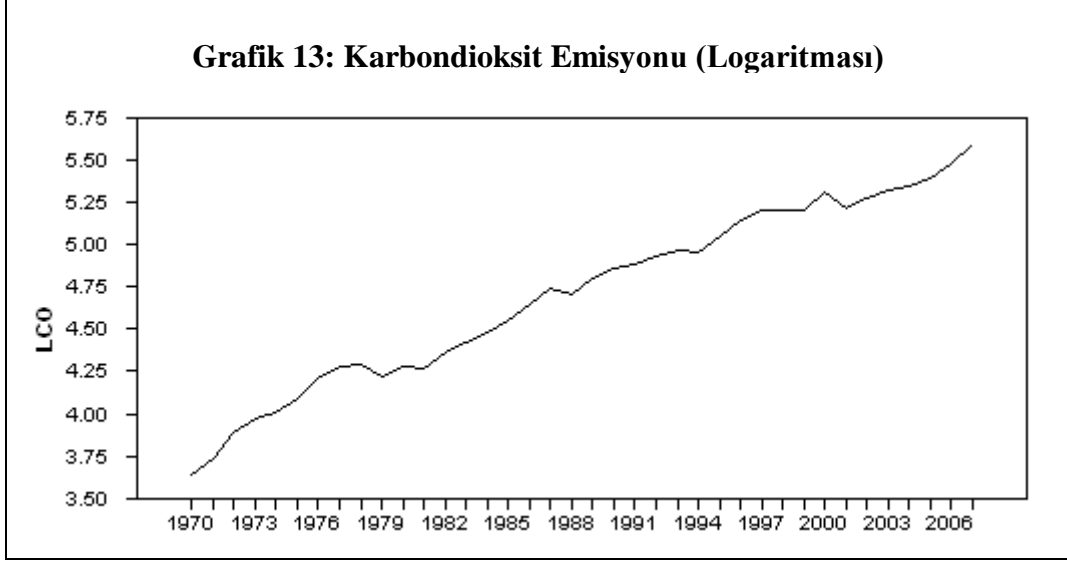
Veriler, OECDSTATS (Avrupa Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı İstatistikleri), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Merkez Bankası istatistiklerinden elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan verilerin grafikleri (logaritmaları alınmış halde) aşağıda gösterilmiştir.



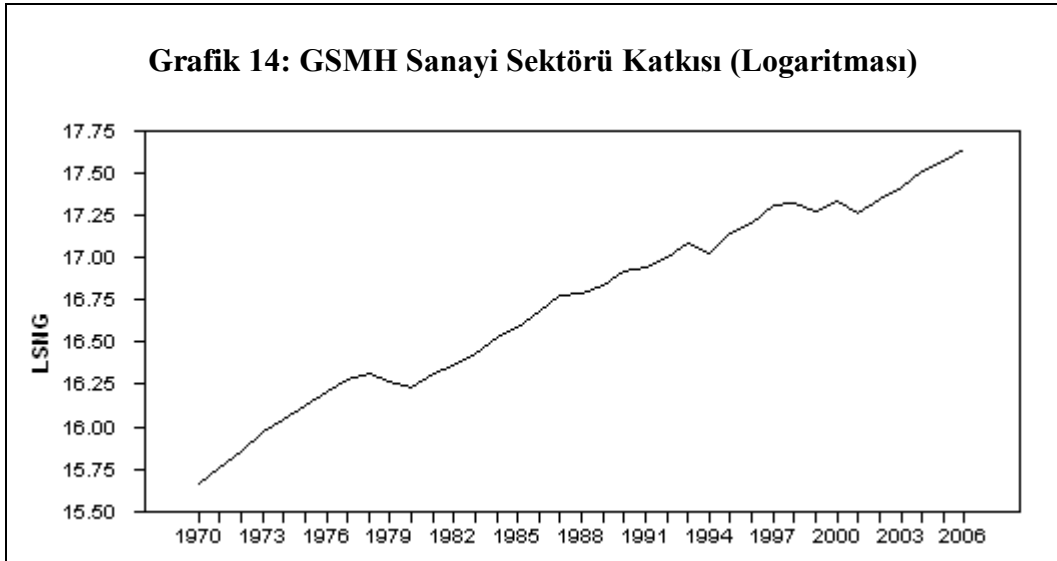
Grafik 11’de gayri safi yurtiçi hasıla serisinin logaritmik (LGDGP) verilerinin zaman içerisinde artan ve doğrusal olmayan bir trende sahip olduğu görülmektedir.



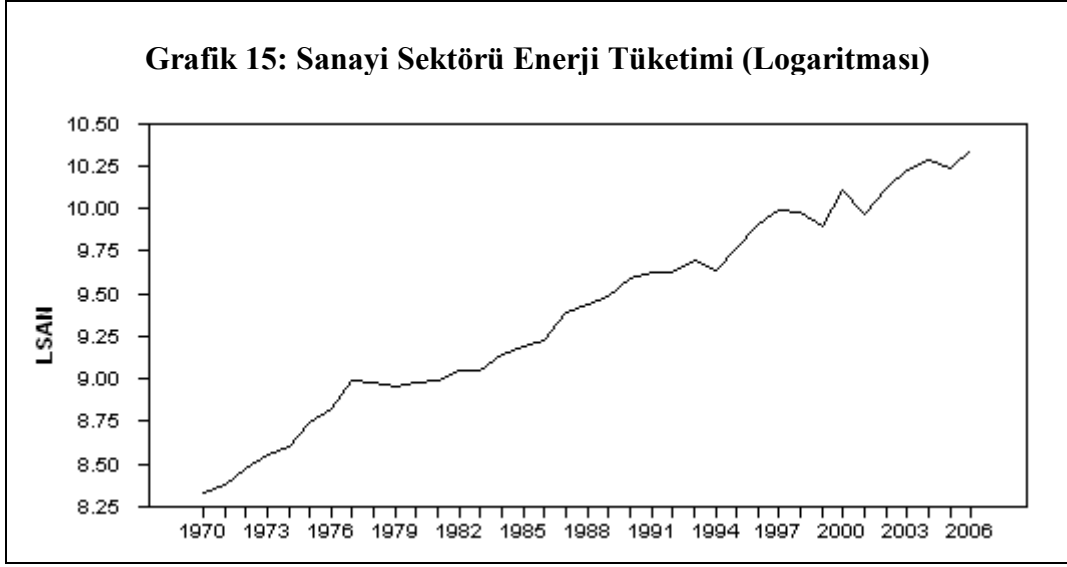
Grafik 12’de birincil enerji tüketimi serisinin logaritmik (LBET) verilerinin zaman içerisinde artan ve doğrusal olmayan bir trende sahip olduğu görülmektedir.



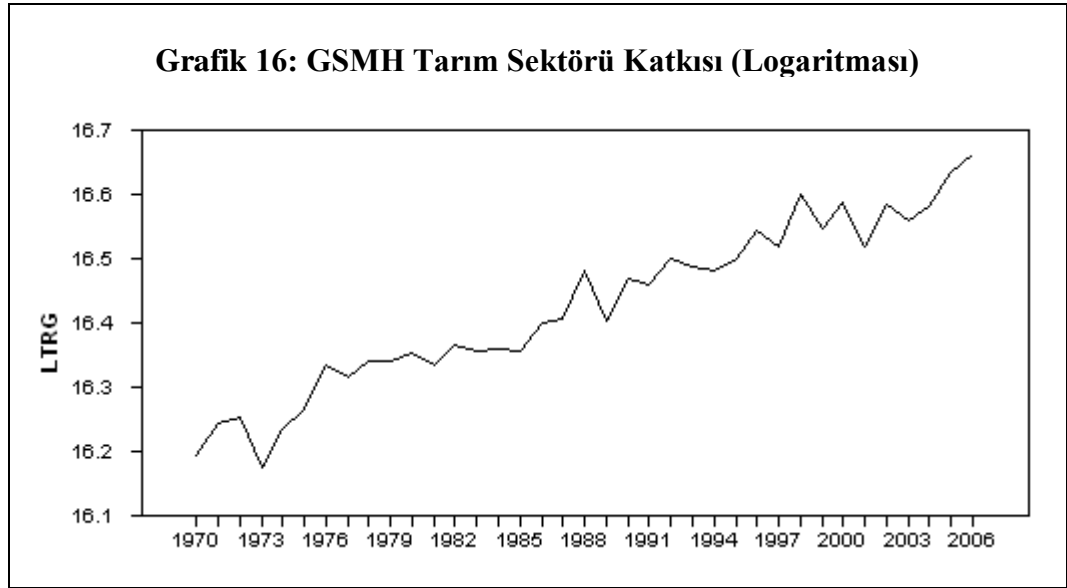
Grafik 13’de karbondioksit emisyonu serisinin logaritmik (LCO) verilerinin zaman içerisinde artan ve doğrusal olmayan bir trende sahip olduğu görülmektedir.



Grafik 14’te gayri safi milli hasılda sanayi sektörü katkısı serisinin logaritmik (LSNG) verilerinin zaman içerisinde artan ve doğrusal olmayan bir trende sahip olduğu görülmektedir.

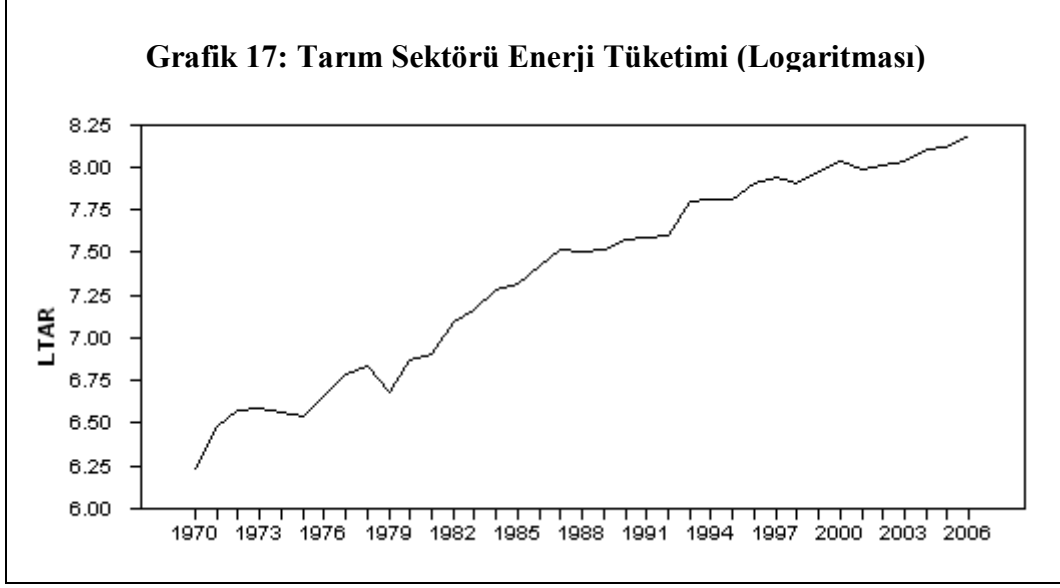


Grafik 15'te sanayi sektörü enerji tüketimi serisinin logaritmik (LSAN) verilerinin zaman içerisinde artan ve doğrusal olmayan bir trende sahip olduğu görülmektedir.



Grafik 16'da gayri safi milli hasılda tarım sektörü katkısı serisinin logaritmik (LTRG) verilerinin zaman içerisinde artan ve doğrusal olmayan bir trende sahip olduğu görülmektedir.





Grafik 17’de tarım sektörü enerji tüketimi serisinin logaritmik (LTAR) verilerinin zaman içerisinde artan ve doğrusal olmayan bir trende sahip olduğu görülmektedir.

### 3.3. Yöntem

Çalışmada, Türkiye için, ekonomik büyüme (GSYİH), enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkisi tespit edilmeden önce her bir değişkenin durağan olup olmadıkları birim kök testiyle incelenmiştir. Zaman serileri analizinde, serilerin durağan olması gerekmektedir. Durağan olmayan zaman serileriyle çalışılması halinde sahte regresyon problemi ile karşılaşılabilir. Bu durumda regresyon analizi ile elde edilen sonuç gerçek ilişkiyi yansıtmamaktadır (Gujarati, 2001: 709–733). Çalışmada, kullanılan değişkenlerin durağan olup olmadıkları ve durağan iseler hangi seviyede durağan oldukları ADF ve PP birim kök testleri ile test edilmiştir.

Değişkenler arasında kointegrasyon ilişkisi olup olmadığı Johansen ve Juselius kointegrasyon testiyle tahmin edilmiştir. Kointegrasyon testi, seviyesinde durağan olmayan değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarının uzun dönemde optimal gecikme uzunluklarının aynı olmasına (dolayısıyla değişkenlerin birbirleriyle kointegrasyonlu), zaman serileri arasındaki uzun dönem ilişkisinin modellenmesine ve tahmin edilmesine yöneliktir. Değişkenler arasında kointegrasyonun bulunması, değişkenlerin arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı anlamına gelmektedir.

Çalışmada uzun dönemli ilişki yorumunda, değişkenler arasındaki içsellik ve dışsallığı doğrulamak amacıyla zayıf dışsallık testi yapılmıştır.  $\pi = \alpha\beta$  uzun dönem tepki matrisinde, her bir değişken için  $\alpha$  değerinin sıfıra eşit olmasının olabilirlik oranı yöntemi ile test edilebileceğini ve  $i$ -nci değişken için  $\alpha_i = 0$  ret edilemediğinde bu değişkenin  $\beta$  içerisindeki uzun dönem parametreleri için dışsal olacağını göstermiştir (Johansen, 1995: 119).

Değişkenler için uzun dönem dengesinin hesaplanması için hata düzeltme modeli kullanılmıştır. Değişkenler için kointegrasyon denklemi hesaplanmış ve daha sonra değişkenlerin gecikme uzunlukları alınarak her değişken için kısa dönem parametresi hesaplanmıştır. Analizlerde WinRATS 6.35 ve EViews 5 programları kullanılmıştır.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### 4. MODELLİN TAHMİNİ

#### 4.1. Türkiye Geneli için Uzun Dönem İlişkisi

Türkiye için ekonomik büyüme (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH)), enerji tüketimi (toplam birincil enerji tüketimi) ile çevre kirliliği (Karbondioksit ( $CO_2$ ) emisyonu) ilişkisini tahmin etmek için, ADF ve PP birim kök testleri uygulanarak model tahmininde yer alan değişkenlerin zaman içinde durağan olup olmadıkları araştırılmıştır. ADF ve PP birim kök testleri sonuçları Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmektedir.

**Tablo 5: ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Seviyesinde)**

Değişken Adı		LGDP	LBET	LCO
ADF (sabitli)		-0.294033(0)	-1.041061(0)	-1.397476(0)
PP (sabitli)		-0.294033(0)	-1.027533(1)	-1.420710(1)
Kritik Değerler	a = %1	-3.621023	-3.621023	-3.621023
	b = %5	-2.943427	-2.943427	-2.943427
	c = %10	-2.610263	-2.610263	-2.610263
ADF (sabitli ve trendli)		-2.755657(0)	-3.000725(0)	-3.370889(0)
PP (sabitli ve trendli)		-2.843315(1)	-3.048074(1)	-3.373420(1)
Kritik Değerler	a = %1	-4.226815	-4.226815	-4.226815
	b = %5	-3.536601	-3.536601	-3.536601
	c = %10	-3.200320	-3.200320	-3.200320
ADF (sabitsiz ve trendsiz)		6.600368(0)	6.959589(0)	5.638838(0)
PP (sabitsiz ve trendsiz)		6.600368(0)	6.667282(1)	5.560513(1)
Kritik Değerler	a = %1	-2.628961	-2.628961	-2.628961
	b = %5	-1.950117	-1.950117	-1.950117
	c = %10	-1.611339	-1.611339	-1.611339

L: Serinin logaritmasının alındığını göstermektedir.

( ): parantez içindeki rakamlar değişkenler için gecikme değerleri olup, Akaike Bilgi Kriterine (AIC) göre otokorelasyonun bulunmadığı minimum gecikmeler olarak belirlenmiştir.

Tablo 5’te yer alan LGDP, LBET ve LCO değişkenlerine ilişkin ADF ve PP birim kök testleri ile elde edilen sabitli model test istatistikleri kritik değerlerden büyük çıkmıştır. Dolayısıyla ilgili değişkenler seviyesinde durağan bulunamamışlardır. Eğer seriler seviyelerinde durağan değilse farkları alınmak suretiyle durağan hale getirilmektedirler. Bu amaçla değişkenlerin birinci farkları alınmıştır.

**Tablo 6: ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Birinci Farkında)**

Değişken Adı		$\Delta$ LGDP	$\Delta$ LBET	$\Delta$ LCO
<b>ADF (sabitli)</b>		-6.166392(0)	-5.366866 (0)	-5.884029(0)
<b>PP (sabitli)</b>		-6.166392(0)	-5.366866(0)	-5.884029(0)
Kritik Değerler	a = %1	-3.626784	-3.626784	-3.626784
	b = %5	-2.945842	-2.945842	-2.945842
	c = %10	-2.611531	-2.611531	-2.611531
<b>ADF (sabitli ve trendli)</b>		-6.074738(0)	-5.325346(0)	-5.870414(0)
<b>PP (sabitli ve trendli)</b>		-6.074738(0)	-5.325346(0)	-5.865992(1)
Kritik Değerler	a = %1	-4.234972	-4.234972	-4.234972
	b = %5	-3.540328	-3.540328	-3.540328
	c = %10	-3.202445	-3.202445	-3.202445
<b>ADF (sabitli ve trendsiz)</b>		-1.920933(1)	-1.909228(1)	-2.315604(1)
<b>PP (sabitli ve trendsiz)</b>		-3.409643(4)	-2.699256(3)	-3.376181(3)
Kritik Değerler	a = %1	-2.632688	-2.632688	-2.632688
	b = %5	-1.950687	-1.950687	-1.950687
	c = %10	-1.611059	-1.611059	-1.611059

L: Serinin logaritmasının alındığını göstermektedir.

$\Delta$ : Serinin birinci farkının alındığını göstermektedir.

( ): parantez içindeki rakamlar değişkenler için gecikme değerleri olup, Akaike Bilgi Kriterine (AIC) göre otokorelasyonun bulunmadığı minimum gecikmeler olarak belirlenmiştir.

Tablo 6’da  $\Delta$ LGDP,  $\Delta$ LBET ve  $\Delta$ LCO değişkenlerinin sabitli modelde birinci farkları [I(1)] ile durağan hale geldikleri veya birim kök içermedikleri gözlenmektedir. Bu değişkenlerin tümü %1 anlam düzeyinde durağan çıkmışlardır.

Değişkenlere ait serilerin birinci farklarıyla aynı dereceden durağan olmaları nedeniyle, aralarında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığını araştırmak için Johansen ve Juselius kointegrasyon testi yapılmıştır. Kointegrasyon testinde ilk aşama optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesidir. Optimal gecikme uzunluğu için yapılan test ile en uygun gecikme uzunluğunun “1” olduğuna karar verilmiştir. “1” gecikme uzunluğu için yapılan Johansen ve Juselius kointegrasyon testi sonuçları Tablo 7’de verilmektedir.

**Tablo 7: Kointegrasyon Denkleminin Gecikme Uzunluğu**

model	k	T	Regr	Log-Lik	SC	H-Q	LM(1)	LM(k)
VAR(5)	5	33	16	390.366	-18.573	-20.017	0.358	0.326
VAR(4)	4	33	13	380.996	-18.958	-20.132	0.855	0.535
VAR(3)	3	33	10	375.259	-19.564	-20.467	0.433	0.538
VAR(2)	2	33	7	372.522	-20.352	-20.984	0.955	0.711
VAR(1)	1	33	4	368.438	-21.058	-21.058	0.657	0.657
Log-Lik: Log-Likelihood, SC: Schwarz Kriteri, H-Q: Hannan-Quinn Kriteri								

Tablo 7’deki sonuçlar, ele alınan modelin optimal gecikme uzunluğunun bir olduğunu göstermektedir. Yani; Tablo 7’deki VAR(1) modeli en uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir. Tablo 7’deki veriler incelendiğinde VAR(1) modeli için Log-Lik değerinin en küçük olduğu görülmekte ve modelin optimal gecikme uzunluğunun bir olduğuna karar verilmektedir. Bir gecikme uzunluğu için yapılan kointegrasyon testi sonuçları Tablo 8’de verilmektedir.

**Tablo 8: Johansen-Juselius Kointegrasyon Testi Sonuçları**

p-r	r	Eig.Value	Trace	Trace*	Frac95	P-Value	P-Value*
3	0	0.473	36.285	34.775	29.804	0.007	0.011
2	1	0.286	12.566	12.259	15.408	0.132	0.146
1	2	0.003	0.114	0.113	3.841	0.735	0.736

Tablo 8'deki sonuçlar, ele alınan değişkenlerden LGDP, LBET ve LCO arasında kointegrasyonun olmadığı yönündeki  $H_0$  hipotezinin reddedildiğini ve değişkenler arasında bir kointegrasyon vektörünün bulunduğunu göstermektedir. Buna göre söz konusu değişkenler arasında kointegrasyon vardır, yani değişkenler arasında uzun dönemli ilişki bulunmaktadır.

Kointegrasyon vektörü, Türkiye için ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği değişkenlerinin katsayılarına göre ayrı ayrı normalize edildiğinde değişkenler arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$LGDP = 1.785.LBET - 0.738.LCO \quad (4.1)$$

(4.1) eşitliğine göre, uzun dönemde enerji tüketimi, ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. Buna göre incelenen dönemde enerji tüketimindeki %1'lik artış ekonomik büyümeyi %1.785 oranında arttırmaktadır. Çevre kirliliğindeki azalış ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. İncelenen dönemde çevre kirliliğindeki %1'lik artış ekonomik büyümeyi %0.738 oranında azaltmaktadır. Yani ekonomik büyüme arttıkça çevreyi çok kirleten yakıtlardan daha az kirleten yakıtlara doğru bir eğilim olmaktadır. Bu sonuçlardan hareketle uzun dönemde Türkiye için ekonomik büyüme üzerinde enerji tüketiminin pozitif çevre kirliliğinin ise negatif etkisinin olduğunu söylemek mümkündür.

Yapılan yorumlar için doğru normalizasyon yapıp yapılmadığı, zayıf dışsallık testi yardımıyla belirlenmiştir. Zayıf dışsallık testi sonuçları Tablo 9'da verilmektedir.

**Tablo 9: Zayıf Dışsallık Testi (LR-testi, Chi-Square(r), P-values)**

<b>r</b>	<b>DGF</b>	<b>5% C.V</b>	<b>LGDP</b>	<b>LBET</b>	<b>LCO</b>
1	1	3.841	0.037 [0.848]	6.310 [0.012]	2.479 [0.115]
2	2	5.991	0.038 [0.981]	8.766 [0.012]	8.735 [0.013]

Tablo 9'daki sonuçlar " $H_0$ : Değişkenler zayıf dışsaldır." şeklindeki hipotezinin test sonucu, LGDP değişkeninin zayıf dışsal olduğu, LBET ve LCO değişkenlerinin zayıf dışsal değişkenler olmadıklarını şeklinde bulunmuştur. Buna göre LGDP değişkeninin dışsal ve LBET ve LCO değişkenlerinin içsel değişkenler olduğu ifade edilir. Tablo 9'daki sonuçlar LGDP değişkeninin dışsal ve LBET ve LCO değişkenlerinin içsel değişkenler kabul edilerek yapılan kointegrasyon vektörü için yapılan yorumların geçerli olduğunu göstermektedir. Modeldeki değişkenlerin aynı dereceden durağan olmaları ve değişkenler arasında kointegrasyon bulunması nedeniyle çalışmada, değişkenler arasındaki uzun dönem ilişki sürecini gösteren ve dinamik bir modele uygulanan hata düzeltme modeli uygulanmıştır.  $\Delta$ LGDP,  $\Delta$ LBET,  $\Delta$ LCO değişkenleri için yapılan hata düzeltme modeli sonuçları sırasıyla aşağıdaki Tablo 10, Tablo 11, Tablo 12'de verilmektedir.

**Tablo 10:  $\Delta$ LGDP Hata Düzeltme Modeli Sonuçları**

Variable	Coefficient	Std.Error	t-statistic	Prob
C	-0.152210	1.044214	-0.145765	0.8849
EC(-1)	-0.046910	0.250564	-0.187217	0.8526
$R^2$	0.001000	F-istatistiği	0.035050	
Düzeltilmiş $R^2$	-0.027542	Prob(F-istatistiği)	0.852571	
ARCH Testi (F-istatistiği)	0.626903 (0.433983)	B-G Serial Correlation LM test	0.103159 (0.902273)	

Ekonomik büyümenin gerçek değeri ile uzun dönem değerleri arasındaki sapmanın her yıl %0.05 oranında azaldığını göstermektedir. Modelde ARCH etkisini ve korelasyonu gösteren test değerleri sırasıyla ARCH testi 0.626903 (0.433983) ve B-G serial correlation LM test 0.103159 (0.902273) olarak tespit edilmiştir. Modelde ARCH etkisinin ve korelasyonun olmadığı gösterilmiştir.

**Tablo 11: ΔLBET Hata Düzeltme Modeli Sonuçları**

Variable	Coefficient	Std.Error	t-statistic	Prob
C	2.739827	0.953229	2.874258	0.0068
EC(-1)	0.646244	0.228732	2.825338	0.0077
R <sup>2</sup>	0.185716	F-istatistiği	7.982537	
Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	0.162451	Prob(F-istatistiği)	0.007750	
ARCH Testi (F-istatistiği)	0.005720 (0.940155)	B-G Serial Correlation LM test	0.148774 (0.862339)	

Enerji tüketiminin gerçek değeri ile uzun dönem değerleri arasındaki sapmanın her yıl % 65 oranında azaldığını göstermektedir. Modelde ARCH etkisini ve korelasyonu gösteren test değerleri sırasıyla ARCH testi 0.005720 (0.940155) ve B-G serial correlation LM test 0.148774 (0.862339) olarak tespit edilmiştir. Modelde ARCH etkisinin ve korelasyonun olmadığı gösterilmiştir.

**Tablo 12: ΔLCO Hata Düzeltme Modeli Sonuçları**

Variable	Coefficient	Std.Error	t-statistic	Prob
C	2.614529	1.348470	1.938885	0.0606
EC(-1)	0.614664	0.323571	1.899623	0.0657
R <sup>2</sup>	0.093465	F-istatistiği	3.608567	
Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	0.067564	Prob(F-istatistiği)	0.065748	
ARCH Testi (F-istatistiği)	0.016231 (0.899372)	B-G Serial Correlation LM test	0.485704 (0.619593)	

Çevre kirliliğinin (karbondioksit emisyonu) gerçek değeri ile uzun dönem değerleri arasındaki sapmanın her yıl %62 oranında arttığını göstermektedir. Modelde ARCH etkisini ve korelasyonu gösteren test değerleri sırasıyla ARCH testi 0.016231 (0.899372) ve B-G serial correlation LM test 0.485704 (0.619593) olarak tespit edilmiştir. Modelde ARCH etkisinin ve korelasyonun olmadığı gösterilmiştir.



## 4.2. Türkiye’de Sanayi Sektörü İçin Uzun Dönem İlişkisi

Türkiye için sanayi sektöründe ekonomik büyüme (Gayri Safi Milli Hasılda (GSMH) sanayi sektörünün girdisi), sanayi sektörü enerji tüketimi ve çevre kirliliği (karbondioksit  $CO_2$  emisyonu) arasındaki ilişkiyi tahmin etmek için, ADF ve PP birim kök testleri uygulanarak model tahmininde kullanılan verilerin durağan olup olmadıkları araştırılmıştır. ADF ve PP birim kök testleri sonuçları Tablo 13 ve Tablo 14’te verilmektedir.

**Tablo 13: ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Seviyesinde)**

Değişken Adı		LSNG	LSAN	LCO
ADF (sabitli)		-2.143584(0)	-1.071759(1)	-1.397476(0)
PP (sabitli)		-2.206374(3)	-1.207680(6)	-1.420710(1)
Kritik Değerler	a = %1	-3.621023	-3.621023	-3.621023
	b = %5	-2.943427	-2.943427	-2.943427
	c = %10	-2.610263	-2.610263	-2.610263
ADF (sabitli ve trendli)		-1.810723(0)	-3.809790(0)	-3.370889(0)
PP (sabitli ve trendli)		-1.855639(2)	-3.753919(1)	-3.373420(1)
Kritik Değerler	a = %1	-4.226815	-4.226815	-4.226815
	b = %5	-3.536601	-3.536601	-3.536601
	c = %10	-3.200320	-3.200320	-3.200320
ADF (sabitsiz ve trendsiz)		4.119560(0)	4.742703(1)	5.638838(0)
PP (sabitsiz ve trendsiz)		4.097648(1)	6.596180(5)	5.560513(1)
Kritik Değerler	a = %1	-2.628961	-2.628961	-2.628961
	b = %5	-1.950117	-1.950117	-1.950117
	c = %10	-1.611339	-1.611339	-1.611339

L : Serinin logaritmasının alındığını göstermektedir.  
( ) : parantez içindeki rakamlar değişkenler için gecikme değerleri olup, Akaike Bilgi Kriterine (AIC) göre otokorelasyonun bulunmadığı minimum gecikmeler olarak belirlenmiştir.

Tablo 13’te LSGNP, LSAN ve LCO değişkenlerine ilişkin ADF ve PP test istatistikleri sabitli ve trendli model için test istatistiği kritik değerlerden büyük çıkmıştır. Dolayısıyla ilgili değişkenler seviye değerlerinde durağan olmadığı görülmüştür. Eğer

seriler seviyelerinde durağan değilse farkları alınmak suretiyle durağan hale getirilmektedirler. Bu amaçla değişkenlerin birinci farkı alınmıştır.

**Tablo 14: ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Birinci Farkında)**

Değişken Adı		$\Delta$ LSNG	$\Delta$ LSAN	$\Delta$ LCO
<b>ADF (sabitli)</b>		-4.255614(0)	-8.182573(0)	-5.884029(0)
<b>PP (sabitli)</b>		-4.270518(2)	-8.400354(3)	-5.884029(0)
Kritik Değerler	a = %1	-3.626784	-3.626784	-3.626784
	b = %5	-2.945842	-2.945842	-2.945842
	c = %10	-2.611531	-2.611531	-2.611531
<b>ADF (sabitli ve trendli)</b>		-4.620413(0)	-8.167668(0)	-5.870414(0)
<b>PP (sabitli ve trendli)</b>		-4.529388(3)	-8.650803(4)	-5.865992(1)
Kritik Değerler	a = %1	-4.234972	-4.234972	-4.234972
	b = %5	-3.540328	-3.540328	-3.540328
	c = %10	-3.202445	-3.202445	-3.202445
<b>ADF (sabitli ve trendsiz)</b>		-3.150567(0)	-5.093008(0)	-2.315604(1)
<b>PP (sabitli ve trendsiz)</b>		-3.057164(2)	-5.369893(4)	-3.376181(3)
Kritik Değerler	a = %1	-2.630762	-2.630762	-2.632688
	b = %5	-1.950394	-1.950394	-1.950687
	c = %10	-1.611202	-1.611202	-1.611059
L : Serinin logaritmasının alındığını göstermektedir.				
$\Delta$ : Serinin birinci farkının alındığını göstermektedir.				
( ) : parantez içindeki rakamlar değişkenler için gecikme değerleri olup, Akaike Bilgi Kriterine (AIC) göre otokorelasyonun bulunmadığı minimum gecikmeler olarak belirlenmiştir.				

Tablo 14'te  $\Delta$ LSNG,  $\Delta$ LSAN ve  $\Delta$ LCO değişkenlerinin sabitli ve trendli model için değişkenlerin birinci farkları [I(1)] ile durağan hale geldikleri veya birim kök içermedikleri görülmektedir. Bu değişkenlerin tümü %1 anlamlılık düzeyinde durağan çıkmışlardır.

Değişkenlere ait serilerin birinci farklarıyla aynı dereceden durağan olmaları nedeniyle, aralarında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığını araştırmak için Johansen ve Juselius kointegrasyon testi yapılmıştır. Kointegrasyon testinin ilk aşama optimal

gecikme uzunluğunun belirlenmesidir. Optimal gecikme uzunluğu için yapılan test sonucunda, en uygun gecikme uzunluğunun “1” olduğuna karar verilmiştir. “1” gecikme uzunluğu için yapılan Johansen ve Juselius kointegrasyon testi sonuçları Tablo 15’de verilmektedir.

**Tablo 15: Kointegrasyon Denkleminin Gecikme Uzunluğu**

model	k	T	Regr	Log-Lik	SC	H-Q	LM(1)	LM(k)
VAR(5)	5	32	17	352.782	-16.525	-18.087	0.618	0.374
VAR(4)	4	32	14	343.172	-16.899	-18.186	0.540	0.180
VAR(3)	3	32	11	334.939	-17.360	-18.370	0.182	0.171
VAR(2)	2	32	8	325.915	-17.770	-18.505	0.590	0.338
VAR(1)	1	32	5	320.047	-18.378	-18.838	0.457	0.457
Log-Lik: Log-Likelihood, SC: Schwarz Kriteri, H-Q: Hannan-Quinn Kriteri								

Tablo 15’deki sonuçlar, ele alınan modelin birinci derecede optimal gecikme uzunluğuna sahip olduğunu göstermektedir. Yani; Tablo 15’deki VAR(1) modeli en uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir. Tablodaki veriler incelendiğinde VAR(1) modeli için H-Q değerinin en küçük olduğu görülmekte ve modelin birinci dereceden durağan olduğuna karar verilmektedir. Bir gecikme uzunluğu için yapılan Johansen ve Juselius kointegrasyon test sonuçları Tablo 16’da verilmektedir.

**Tablo 16: Johansen-Juselius Kointegrasyon Testi Sonuçları**

p-r	r	Eig.Value	Trace	Trace*	Frac95	P-Value	P-Value*
3	0	0.574	53.476	51.176	42.770	0.003	0.005
2	1	0.352	22.795	22.220	25.731	0.115	0.134
1	2	0.181	7.199	7.137	12.448	0.334	0.340

Kointegrasyon vektörü, sanayi sektöründe ekonomik büyüme (SGNP), sanayi sektörü enerji tüketimi (LSAN) ve çevre kirliliği (LCO) değişkenlerinin katsayılarına göre ayrı ayrı normalize edildiğinde değişkenler arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$LSNG = 0.455.LSAN + 0.952.LCO - 0.017.TREND \quad (4.2)$$

(4.2) eşitliğinde, uzun dönemde sanayi sektörü enerji tüketimi, sanayi sektöründe ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. Buna göre incelenen dönemde sanayi sektörü enerji tüketimindeki %1’lik artış sanayi sektöründeki ekonomik büyümeyi %0.455 oranında arttırmaktadır. Çevre kirliliğinde pozitif yönlü hareket sanayi sektöründeki ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. Buna göre incelenen dönemde çevre kirliliğinde %1’lik artış sanayi sektöründeki ekonomik büyümeyi %0.952 oranında arttırmaktadır. Yani sanayi sektöründeki ekonomik büyüme arttıkça çevreyi kirleten yakıtlardan daha fazla ortaya çıkmaktadır. Bu sonuçlardan hareketle uzun dönemde Türkiye için sanayi sektöründeki ekonomik büyüme üzerinde sanayi sektörü enerji tüketimi ve çevre kirliliğinin (karbondioksit emisyonunun) pozitif etkiye sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Yapılan bu yorumlar için doğru normalizasyon yapıp yapılmadığı, zayıf dışsallık testi yardımıyla belirlenmiştir. Zayıf dışsallık testi sonuçları Tablo 17’de verilmektedir.

**Tablo 17: Zayıf Dışsallık Testi (LR-testi, Chi-Square(r), P-values)**

r	DGF	5% C.V	LSNG	LSAN	LCO
1	1	3.841	2.592 [0.107]	3.240 [0.072]	13.196 [0.000]
2	2	5.991	6.759 [0.034]	11.506 [0.003]	20.808 [0.000]

Tablo 17’deki sonuçlar “ $H_0$ : Değişkenler zayıf dışsaldır.” şeklindeki hipotezinin test sonucu, LSGNP değişkenin zayıf dışsal olduğu, LSAN ve LCO değişkenlerinin içsel değişkenler olduğu şeklinde bulunmuştur. Buna göre LSNG değişkeninin dışsal ve LSAN ve LCO değişkenlerinin içsel değişkenler olduğu ifade edilir. Tablo 16’daki sonuçlar LSNG değişkeninin dışsal ve LSAN ve LCO değişkenlerinin içsel değişkenler kabul edilerek yapılan kointegrasyon vektörü için yapılan yorumların geçerli olduğu desteklenmiştir.

Modeldeki değişkenlerin aynı dereceden durağan olmaları ve değişkenler arasında kointegrasyon bulunması nedeniyle çalışmada, değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisini gösteren ve dinamik bir modele uygulanan hata düzeltme modeli uygulanmıştır.  $\Delta$ LSNG,  $\Delta$ LSAN,  $\Delta$ LCO değişkenleri için yapılan hata düzeltme modeli sonuçları sırasıyla aşağıdaki Tablo 18, Tablo 19, Tablo 20’de verilmektedir.

**Tablo 18:  $\Delta$ LSNG Hata Düzeltme Modeli Sonuçları**

Variable	Coefficient	Std.Error	t-statistic	Prob
C	-4.328326	2.208774	-1.959605	0.0583
EC3(-1)	0.338965	0.170809	1.984465	0.0553
$R^2$	0.103803	F-istatistiği		3.938101
Dztilmiş $R^2$	0.077445	Prob(F-istatistiği)		0.055322
ARCH Testi (F-istatistiği)	0.000884 (0.976461)	B-G Serial Correlation LM test		0.096950 (0.907867)

Sanayi sektöründe ekonomik büyümenin gerçek değeri ile uzun dönem değerleri arasındaki sapma arasında ilişkinin olmadığını göstermektedir. Modelde ARCH etkisini ve korelasyonu gösteren test değerleri sırasıyla ARCH testi 0.000884 (0.976461) ve B-G serial correlation LM test 0.096950 (0.907867) olarak tespit edilmiştir. Modelde ARCH etkisinin ve korelasyonun olmadığı gösterilmiştir.

**Tablo 19:  $\Delta$ LSAN Hata Düzeltme Modeli Sonuçları**

Variable	Coefficient	Std.Error	t-statistic	Prob
C	-7.619050	3.250009	-2.344317	0.0250
EC3(-1)	0.593535	0.251330	-2.361576	0.0241
$R^2$	0.140916	F-istatistiği		5.577041
Dztilmiş $R^2$	0.115649	Prob(F-istatistiği)		0.024067
ARCH Testi (F-istatistiği)	2.864019 (0.100004)	B-G Serial Correlation LM test		2.038122 (0.146845)

Sanayi sektörü enerji tüketiminin gerçek değeri ile uzun dönem değerleri arasındaki sapmanın her yıl %59 oranında azaldığını göstermektedir. Modelde ARCH etkisini ve korelasyonu gösteren test değerleri sırasıyla ARCH test 2.864019 (0.100004) ve B-G serial correlation LM test 2.038122 (0.146845) olarak tespit edilmiştir. Modelde ARCH etkisinin ve korelasyonun olmadığı gösterilmiştir.

**Tablo 20: ΔLCO Hata Düzeltme Modeli Sonuçları**

Variable	Coefficient	Std.Error	t-statistic	Prob
C	-10.16691	1.750879	-5.806747	0.0000
EC3(-1)	0.790193	0.135399	5.836026	0.0000
R <sup>2</sup>	0.500435	F-istatistiği		34.05920
Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	0.485742	Prob(F-istatistiği)		0.000001
ARCH Testi (F-istatistiği)	0.396340 (0.533320)	B-G Serial Correlation LM test		2.269569 (0.119748)

Çevre kirliliğinin gerçek değeri ile uzun dönem değerleri arasındaki sapmanın her yıl %79 oranında azaldığını göstermektedir. Modelde ARCH etkisini ve korelasyonu gösteren test değerleri sırasıyla ARCH test 0.396340 (0.533320) ve B-G serial correlation LM test 2.269569 (0.119748) olarak tespit edilmiştir. Modelde ARCH etkisinin ve korelasyonun olmadığı gösterilmiştir.

### 4.3 Türkiye’de Tarım Sektörü İçin Uzun Dönem İlişkisi

Türkiye için tarım sektöründe ekonomik büyüme (GSMH’da tarım sektörünün girdisi), tarım sektörü enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi tahmin etmek için, ADF ve PP birim kök testleri uygulanarak model tahmininde kullanılan verilerin durağan olup olmadıkları araştırılmıştır. ADF ve PP birim kök testleri sonuçları Tablo 21 ve Tablo 22’de verilmektedir.

**Tablo 21: ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Seviyesinde)**

Değişken Adı		LTRG	LTAR	LCO
ADF (sabitli)		-1.673447(1)	-0.884246(1)	-1.397476(0)
PP (sabitli)		-2.021288(6)	-2.493614(11)	-1.420710(1)
Kritik Değerler	a = %1	-3.626784	-3.626784	-3.621023
	b = %5	-2.945842	-2.945842	-2.943427
	c = %10	-2.611531	-2.611531	-2.610263
ADF (sabitli ve trendli)		-4.005573(0)	-2.531885(0)	-3.370889(0)
PP (sabitli ve trendli)		-4.005573(0)	-2.531885(0)	-3.373420(1)
Kritik Değerler	a = %1	-4.226815	-4.226815	-4.226815
	b = %5	-3.536601	-3.536601	-3.536601
	c = %10	-3.200320	-3.200320	-3.200320
ADF (sabitsiz ve trendsiz)		2.261477(3)	4.183738(0)	5.638838(0)
PP (sabitsiz ve trendsiz)		0.475223(11)	4.892026(7)	5.560513(1)
Kritik Değerler	a = %1	-2.634731	-2.628961	-2.628961
	b = %5	-1.951000	-1.950117	-1.950117
	c = %10	-1.610907	-1.611339	-1.611339

L : Serinin logaritmasının alındığını göstermektedir.  
( ) : parantez içindeki rakamlar değişkenler için gecikme değerleri olup, Akaike Bilgi Kriterine (AIC) göre otokorelasyonun bulunmadığı minimum gecikmeler olarak belirlenmiştir.

Tablo 21’de yer alan LTAR ve LCO değişkenlerine ilişkin ADF ve PP test istatistikleri sabitli ve trendli modelde, test istatistiği kritik değerlerden büyük çıkmıştır. Dolayısıyla ilgili değişkenler seviye değerlerinde durağan olmadığı görülmüştür. Eğer seriler seviyelerinde durağan değilse farkları alınarak durağan hale getirilmektedirler. Bu

amaçla değişkenlerin birinci farkı alınmıştır. Fakat LTRG seviyesinde durağan olduğu görülmektedir.

**Tablo 22: ADF ve Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları (Birinci Farkında)**

Değişken Adı		$\Delta$ LTRG	$\Delta$ LTA	$\Delta$ LCO
<b>ADF (sabitli)</b>		-6.483055(0)	-7.257960(0)	-5.884029(0)
<b>PP (sabitli)</b>		-6.026775(6)	-7.638607(6)	-5.884029(0)
Kritik Değerler	a = %1	-3.626784	-3.626784	-3.626784
	b = %5	-2.945842	-2.945842	-2.945842
	c = %10	-2.611531	-2.611531	-2.611531
<b>ADF (sabitli ve trendli)</b>		-6.529337(0)	-7.150753(0)	-5.870414(0)
<b>PP (sabitli ve trendli)</b>		-6.122000(9)	-7.753615(7)	-5.865992(1)
Kritik Değerler	a = %1	-4.234972	-4.234972	-4.234972
	b = %5	-3.540328	-3.540328	-3.540328
	c = %10	-3.202445	-3.202445	-3.202445
<b>ADF (sabitli ve trendsiz)</b>		-6.468433(0)	-3.235945(1)	-2.315604(1)
<b>PP (sabitli ve trendsiz)</b>		-6.331617(2)	-5.198052(3)	-3.376181(3)
Kritik Değerler	a = %1	-2.630762	-2.632688	-2.632688
	b = %5	-1.950394	-1.950687	-1.950687
	c = %10	-1.611202	-1.611059	-1.611059
L : Serinin logaritmasının alındığını göstermektedir.				
$\Delta$ : Serinin birinci farkının alındığını göstermektedir.				
( ) : parantez içindeki rakamlar değişkenler için gecikme değerleri olup, Akaike Bilgi Kriterine (AIC) göre otokorelasyonun bulunmadığı minimum gecikmeler olarak belirlenmiştir.				

Denklemin bütünlüğünün araştırılması için tablo 22’de  $\Delta$ LTRG,  $\Delta$ LTA ve  $\Delta$ LCO değişkenlerinin sabitli ve trendli modelde birinci farkları [I(1)] ile durağan hale geldikleri veya birim kök içermedikleri gözlenmektedir. Bu değişkenlerin tümü %1 anlamlılık düzeyinde durağan çıkmışlardır.

Değişkenlere ait serilerin birinci farklarıyla aynı derecede durağan olmaları nedeniyle, aralarında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığını araştırmak için Johansen ve Juselius kointegrasyon testi yapılmıştır. Bu test vasıtasıyla oluşturulan denklemde yer



alan değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Kointegrasyon testinde ilk aşama optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesidir. Gecikme uzunluğu için yapılan test ile en uygun gecikme uzunluğunun bir olduğuna karar verilmiştir. Bir gecikme uzunluğu için yapılan Johansen ve Juselius kointegrasyon testi sonuçları Tablo 23’de verilmektedir.

**Tablo 23: Kointegrasyon Denkleminin Gecikme Uzunluğu**

model	k	T	Regr	Log-Lik	SC	H-Q	LM(1)	LM(k)
VAR(5)	5	32	17	339.720	-15.709	-17.271	0.475	0.819
VAR(4)	4	32	14	337.091	-16.519	-17.806	0.993	0.292
VAR(3)	3	32	11	332.545	-17.210	-18.221	0.978	0.734
VAR(2)	2	32	8	322.287	-17.544	-18.279	0.234	0.943
VAR(1)	1	32	5	313.722	-17.983	-18.442	0.484	0.484
Log-Lik: Log-Likelihood, SC: Schwarz Kriteri, H-Q: Hannan-Quinn Kriteri								

Tablo 23’deki sonuçlar, ele alınan modelin optimal gecikme uzunluğunun bir olduğunu göstermektedir. Yani; Tablo 23’deki VAR(1) modeli en uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir. Tablo 23’deki veriler incelendiğinde VAR(1) modeli için H-Q değerinin en küçük olduğu görülmekte ve modelin optimal gecikme uzunluğunun bir olduğuna karar verilmektedir.

$LTRG = LTAR \mp LCO \mp TREND$  eşitliği için yapılan testlerde otokorelasyon, ARCH etkisi ve normalliğin istenilen sonuçlarını vermiştir. Fakat elde edilen test sonuçlarından yola çıkarak  $LTRG = LTAR \mp LCO \mp TREND$  denkleminde bağımsız değişken olarak ele alınan LTAR ve TREND değişkenlerinin eşitlikten çıkarılabileceği görülmüştür. Test sonuçları aşağıda Tablo 24’te verilmektedir.

**Tablo 24: Test of Exclusion (LR-testi, Chi-Square(r), P-values)**

<b>r</b>	<b>DGF</b>	<b>5% C.V</b>	<b>LTRG</b>	<b>LTAR</b>	<b>LCO</b>	<b>TREND</b>
1	1	3.841	20.068 [0.000]	2.895 [0.089]	6.899 [0.009]	2.110 [0146]
2	2	5.991	27.229 [0.000]	3.307 [0.191]	13.031 [0.001]	7.704 [0.021]

Tablo 24 incelendiğinde, eşitlikte değişkenlerin çıkarılmasına ilişkin sonuçlara baktığımızda TREND değişkeninin çıkarılmasını bununla beraber LTAR değişkeninin ise kritik değerde olduğu görülmektedir. Değişkenlerin durağanlarına ilişkin test sonuçları Tablo 25’de verilmektedir.

**Tablo 25: Test of Stationarity (LR-testi, Chi-Square(3-r), P-values)**

<b>r</b>	<b>DGF</b>	<b>5% C.V</b>	<b>LTRG</b>	<b>LTAR</b>	<b>LCO</b>
1	2	5.991	6.908 [0.032]	26.499 [0.000]	20.751 [0.000]
2	1	3.841	0.305 [0.581]	5.995 [0.014]	0.538 [0.463]

Tablo 25’de eşitlik bir bütün olarak incelendiğinde serilerin durağan olmadığı test edilmiştir. Tüm serilerin durağan olmadığı test sonucu ile görülmektedir. Eşitlikte kullanılan değişkenlerin kullanımında bir hata olmadığını göstermektedir. Değişkenlerin zayıf dışsallık testine ilişkin test sonuçları Tablo 26’da verilmektedir.

**Tablo 26: Zayıf Dışsallık Testi (LR-testi, Chi-Square(r), P-values)**

<b>r</b>	<b>DGF</b>	<b>5% C.V</b>	<b>LTRG</b>	<b>LTAR</b>	<b>LCO</b>
1	1	3.841	17.797 [0.000]	0.688 [0.407]	0.206 [0.650]
2	2	5.991	24.642 [0.000]	3.320 [0.190]	7.381 [0.025]

Tablo 26'daki sonuçlar " $H_0$ :Değişkenler zayıf dışsaldır." şeklindeki hipotezinin LTAR ve LCO değişkenlerinin zayıf dışsal olmadığını, LTRG değişkeninin dışsal değişken olduğunu göstermektedir.

$LTRG = LTAR \mp LCO \mp TREND$  eşitliği test edilememiştir. Türkiye için tarım sektöründe ekonomik büyüme (Gayri safi milli hasılda tarımın katkısı) yıllara göre fazla değişiklik göstermemiştir. Türkiye'de nüfusun artması ile tarım ürünlerinde kendi yeten bir ülke olma özelliği üretimin belli seviyelerde kalmasıyla artık tarım ürünü ithal eden bir ülke olmuştur. Türkiye'de ilkel tarım (iklimi bağlı tarım) uygulamasının yoğunlukta olması, tarımda makineleşmenin yetersiz olması, vb gibi sebeplerden dolayı üretim belli seviyelerde kalmıştır. Bu nedenle Türkiye'de tarım sektöründe ekonomik büyüme (gayri safi milli hasılda tarım girdisi) ile tarımda enerji tüketimi arasında kointegrasyon ilişkisi bulunamamıştır.

$LTRG = LTAR \mp LCO \mp TREND$  eşitliği için yapılan test LTAR ve TREND değişkenlerinin denklemden çıkarılabileceğini göstermiştir.  $LTRG = \mp LCO$  eşitliği için yapılan yeni çalışma sonuçları aşağıda verilmiştir.

Değişkenlere ait serilerin birinci farklarıyla aynı dereceden durağan olmaları nedeniyle, aralarında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığını araştırmak için Johansen ve Juselius kointegrasyon testi yapılmıştır. Bu test vasıtasıyla oluşturulan eşitlikte yer alan değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Kointegrasyon testinde ilk aşama optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesidir. Optimal gecikme uzunluğu için yapılan test ile en uygun gecikme uzunluğunun "1" olduğuna karar

verilmiştir. “1” gecikme uzunluğu için yapılan Johansen ve Juselius kointegrasyon testi sonuçları Tablo 27’de verilmektedir.

**Tablo 27: Kointegrasyon Denkleminin Gecikme Uzunluğu**

model	k	T	Regr	Log-Lik	SC	H-Q	LM(1)	LM(k)
VAR(5)	5	32	11	224.328	-11.638	-12.311	0.611	0.956
VAR(4)	4	32	9	222.074	-11.930	-12.481	0.693	0.158
VAR(3)	3	32	7	220.485	-12.264	-12.693	0.856	0.847
VAR(2)	2	32	5	216.174	-12.428	-12.734	0.179	0.829
VAR(1)	1	32	3	213.442	-12.690	-12.874	0.547	0.547
Log-Lik: Log-Likelihood, SC: Schwarz Kriteri, H-Q: Hannan-Quinn Kriteri								

Tablo 27’deki sonuçlar, ele alınan modelin optimal gecikme uzunluğunun bir olduğunu göstermektedir. Yani; Tablo 27’deki VAR(1) modeli en uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir. Tablo 27’deki veriler incelendiğinde VAR(1) modeli için H-Q değerinin en küçük olduğu görülmekte ve modelin optimal gecikme uzunluğunun bir olduğuna karar verilmektedir. Bir gecikme uzunluğu için yapılan Johansen ve Juselius kointegrasyon test sonuçları Tablo 28’de verilmektedir.

**Tablo 28: Johansen-Juselius Kointegrasyon Testi Sonuçları**

p-r	r	Eig.Value	Trace	Trace*	Frac95	P-Value	P-Value*
2	0	0.503	28.286	27.573	15.408	0.000	0.000
1	1	0.084	3.142	3.115	3.841	0.076	0.078

Tablo 28’de kointegrasyon vektörü, Türkiye için tarım sektöründe ekonomik büyüme ile çevre kirliliği değişkenlerinin katsayılarına göre ayrı ayrı normalize edildiğinde değişkenler arasındaki ilişki aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$\text{LTRG} = 0.247.\text{LCO} \quad (4.3)$$

(4.3) eşitliğinde, uzun dönemde çevre kirliliği (karbondioksit emisyonu), tarım sektöründe ekonomik büyümeyi (GSMH’da tarım sektörü girdisi) pozitif yönde etkilemektedir. Buna göre incelenen dönemde çevre kirliliğindeki pozitif yönlü hareket tarım sektöründe ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. Buna göre incelenen dönemde çevre kirliliğindeki %1’lik artış tarım sektöründe ekonomik büyümeyi %0.247 oranında artmaktadır. Yani tarım sektöründe ekonomik büyüme arttıkça çevreyi kirleten yakıtlardan daha fazla ortaya çıkmaktadır. Yapılan bu yorumlar için doğru normalizasyon yapıp yapılmadığı, zayıf dışsallık testi yardımıyla belirlenmiştir. Zayıf dışsallık testi sonuçları Tablo 29’da verilmektedir.

**Tablo 29: Zayıf Dışsallık Testi (LR-testi, Chi-Square(r), P-values)**

<b>r</b>	<b>DGF</b>	<b>5% C.V</b>	<b>LTRG</b>	<b>LCO</b>
1	1	3.841	18.523 [0.000]	0.497 [0.481]

Tablo 29’deki sonuçlar “ $H_0$ : Değişkenler zayıf dışsaldır.” şeklindeki hipotezinin LCO değişkenin zayıf dışsal olmadığını göstermektedir Buna göre LTRG değişkeninin dışsal ve LCO değişkeninin içsel değişken olduğu ifade edilir. Tablo 29’deki sonuçlar LTRG değişkeninin dışsal ve LCO değişkeninin içsel değişken kabul ederek belirlenen kointegrasyon vektörü için yapılan yorumların geçerli olduğunu göstermektedir.

Modeldeki değişkenlerin birinci farkları ile aynı dereceden durağan olmaları ve değişkenler arasında kointegrasyon olması nedeniyle çalışmada, değişkenler arasındaki uzun dönem ilişki sürecini gösteren ve dinamik bir modele uygulanan hata düzeltme modeli uygulanmıştır.  $\Delta$ LTRG,  $\Delta$ LCO değişkenleri için yapılan hata düzeltme modeli sonuçları sırasıyla aşağıdaki Tablo 30, Tablo 31’de verilmektedir.

**Tablo 30: ΔLTRG Hata Düzeltme Modeli Sonuçları**

Variable	Coefficient	Std.Error	t-statistic	Prob
C	19.19940	3.697059	5.193154	0.0000
EC4(-1)	-0.965489	0.186042	-5.189622	0.0000
R <sup>2</sup>	0.442003	F-istatistiği	26.93218	
Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	0.425591	Prob(F-istatistiği)	0.000010	
ARCH Testi (F-istatistiği)	0.650785 (0.425608)	B-G Serial Correlation LM test	2.656989 (0.085596)	

Tarım sektöründe ekonomik büyümenin gerçek değeri ile uzun dönem değerleri arasındaki sapmanın her yıl %97 oranında azaldığını göstermektedir. Modelde ARCH etkisini ve korelasyonu gösteren test değerleri sırasıyla ARCH test 0.650785 (0.425608) ve B-G serial correlation LM test 2.656989 (0.085596) olarak tespit edilmiştir. Modelde ARCH etkisinin ve korelasyonun olmadığı gösterilmiştir.

**Tablo 31: ΔLCO Hata Düzeltme Modeli Sonuçları**

Variable	Coefficient	Std.Error	t-statistic	Prob
C	-4.438593	6.214746	-0.714203	0.4800
EC3(-1)	0.225938	0.312736	0.722442	0.4750
R <sup>2</sup>	0.015119	F-istatistiği	0.521922	
Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	-0.013849	Prob(F-istatistiği)	0.474963	
ARCH Testi (F-istatistiği)	0.127318 (0.723500)	B-G Serial Correlation LM test	0.119947 (0.887365)	

Çevre kirliliğinin gerçek değeri ile uzun dönem değerleri arasındaki sapmanın her yıl %22 oranında azaldığını göstermektedir. Modelde ARCH etkisini ve korelasyonu gösteren test değerleri sırasıyla ARCH test 0.127318 (0.723500) ve B-G serial correlation LM test 0.119947 (0.887365) olarak tespit edilmiştir. Modelde ARCH etkisinin ve korelasyonun olmadığı gösterilmiştir.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada, Türkiye için 1970–2007 döneminde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkisi, Türkiye için 1970–2006 döneminde sanayi sektöründe ekonomik büyüme, sanayi sektörü enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkisi ve Türkiye için 1970–2006 döneminde tarım sektöründe ekonomik büyüme, tarım sektörü enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkisi analiz edilmiştir.

Türkiye için 1970–2007 döneminde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkisi için yapılan analizde tüketim denklemi sabitsiz ve trendsiz olarak kullanılmıştır. Modeldeki değişkenler durağanlık testleriyle incelenmiş ve değişkenlerin birinci dereceden durağan olduğu görülmüştür. Değişkenler aynı seviyede durağan oldukları için kointegrasyonun varlığı incelenmiştir. Kointegrasyon testinde oluşturulan eşitliğin optimal gecikme uzunluğu incelenmiş ve optimal gecikme uzunluğu bir olduğu belirlenmiştir. Kointegrasyon testinin sonucunda bir kointegrasyon ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen kointegrasyon eşitliğinden Türkiye için ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında pozitif ve ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında negatif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Analiz sonucunda Türkiye'nin ekonomik büyümesinin enerji yoğun olduğunu göstermiştir. Fakat ekonomik büyüme ile çevreyi daha çok kirleten yakıtlardan daha az kirleten yakıtların kullanımına doğru geçildiğini de göstermektedir. Toplumun yaşam kalitesi artıkça etrafına ve doğaya olan hassasiyeti artmaktadır. Birçok sanayileşmiş ülke gelişmesini tamamladıktan sonra atıkların geri dönüştürülmesi veya arıtılarak doğaya bırakılması yönünde çalışmalar yapmıştır. Türkiye sanayileşmesini tamamlarken eğer atıkların geri dönüşümü ve arıtma tesisleri yapılmasını sanayileşmeye paralel olarak devam ettirilebilirse diğer sanayileşmiş ülkelerin sanayileşmeyi tamamladıktan sonraki doğaya verdikleri zarar ve zararın önlenmesi için harcadığı maliyeti en alt düzeyde tutabilir.

Türkiye için 1970–2006 döneminde sanayi sektöründe ekonomik büyüme, sanayi sektörü enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkisi için yapılan analiz sonucunda, sanayi sektöründe ekonomik büyüme ile sanayi sektörü enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Türkiye'de sanayileşme artıkça enerjiye olan ihtiyaç yoğun bir şekilde artmaktadır. Bunun sonucunda da çevreyi kirleten gazların

doğaya bırakılma oranı artmaktadır. Enerji ihtiyacının önemli bir kısmını ithal eden ülkemiz hem enerji fiyatlarından hem de enerji temin etmede kaynakların çeşitliliği sorunuyla karşılaşmaktadır. Artan enerji ihtiyacı büyüyen bir ekonomi için enerji fiyatlarının artması veya temininde yaşanan sıkıntılar sonucunda ekonomik büyüme yavaşlayabilmekte ya da durabilmektedir. Artan enerji tüketimi ile ortaya çıkan çevre kirliliği sorunu hem insanlar hem de canlı yaşamını tehdit etmektedir. Sanayileşme ile birlikte güçlü bir alt yapı oluşturulmalı zehirli gazların, sıvı ve katı atıkların dönüştürülmesi konusunda önemli çalışmalar yapılmalıdır. Sanayileşen toplumlarda geri dönüşüm maliyeti yüksek olabilir fakat sanayileşmesini tamamlayarak geri dönüşüm tesisler oluşturan ülkelerdeki kadar maddi (sağlık problemleri için artan harcama, geri dönüşüm tesisleri maliyeti...) olarak yüksek olmayacaktır.

Türkiye için 1970–2006 döneminde tarım sektöründe ekonomik büyüme, tarım sektörü enerji tüketimi ile çevre kirliliği ilişkisi için yapılan analiz yapılmaya başlanmıştır. Fakat analiz sonucunda modelden tarımda enerji tüketimi değişkeninin çıkarılabileceği sonucu elde edilmiştir. Eşitlik tarım sektöründe ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişki olarak değiştirilerek analize devam edilmiştir. Eşitliği için kointegrasyon analizi yapıldığında bir kointegrasyon ilişkisinin olduğu görülmüştür. Elde edilen kointegrasyon eşitliği sonucunda Türkiye için tarım sektöründe ekonomik büyüme ile çevre kirliliği (karbondioksit emisyonu) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Fakat Türkiye için tarım sektöründe ekonomik büyüme ile tarım sektöründe enerji tüketimi arasında bir kointegrasyon ilişkisi bulunmamıştır. Kointegrasyon analizi sonucunda tarım sektöründe emek yoğun bir üretimin yapıldığı söylenebilir. Türkiye’de enerji fiyatlarının yüksek olması, makinelerin fiyatlarının yüksekliği ve tarım arazilerinin miras yoluyla bölünmesi gibi nedenler sonucunda makineleşmenin, modern tarım yöntemlerinin maliyetleri tarım sektörü için yüksek olmaktadır.

Türkiye, gelişmekte olan birçok ülke gibi enerji yoğun büyümeye dayalı bir yapı arz ederken, enerji ihtiyacının çoğunu ithalatla karşılamaktadır. Türkiye’nin enerji ithalatının artması dış ticaret açığından cari açığa, enflasyondan yatırım ve büyümeye kadar bir dizi olumsuz etkide bulunabilmektedir. Enerji sektöründe gerek maliyet fiyat artışları, gerekse artan enerji talebi çerçevesinde arz güvenliğinin sağlanması konusunda tedbirler alınması gerekmektedir. Ülkemizde ekonomik büyüme beraberinde getirdiği



yoğun enerji talebi ekonomik büyüme üzerinde bir baskı oluşturmaktadır. Ekonomik büyümeyle birlikte küreselleşen dünya ekonomisinde rekabet edebilmek için girdi maliyetlerinin düşük seviyelerde olması gerekmektedir. Enerji maliyetleri minimum düzeyde tutabilmek ve ekonomik büyüme üstündeki baskısını azaltmak için arz güvenliğinin sağlanması ve yerli enerji kaynaklarından en üst seviyede verim alınması gerekmektedir. Ülkemiz enerji arz güvenliğinin sağlanması için enerji ithalatı yapılan kaynakları çeşitlendirmesi gerekmektedir. Ülkemizde her ne kadar enerji yoğun büyümekte olsa da ekonomik büyümenin sürekliliği açısından gelişmiş ülkelerin ekonomik büyümesine önemli katkıları olan makine sanayi, teknoloji geliştirme, ilaç sanayi, milli savaş sanayinde üst düzey projeler gibi sektörlerde atılım yapılması gerekmektedir. Ülkemiz ekonomik büyümesini dünyadaki şoklardan koruması için enerji arzının güvenliğinin yanında her konuda teknolojik imkanların geliştirilmesi gerekmektedir. Tamamen yerli kaynaklarla üretilen enerji ülkemiz ekonomik büyümesi için çok önemlidir. Enerji kaynağı yerli olabilir ama bu kaynağı kullanabilecek teknolojik altyapımız olmazsa bu kaynak maliyet açısından ekonomik olmayabilir.

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği konusunda Türkiye için araştırma yapıldığında model oluşturmada veri açısından serilerin aynı dönemde derlenmesi kolay olmamaktadır. Fakat bu konuda çalışmak isteyenlere güncel bir araştırma yapma imkanı sağlamaktadır. Günümüzde daha çok üretimde elektrik enerjisi kullanılsa da enerji üretiminde birincil enerji kaynaklarından yararlanılmaktadır. Bu sebeple enerjiyi minimum maliyetle elde edilmesi önem kazanmıştır. Gerek enerji sektörü gerekse diğer sektörler için yapılan yeni analizler güncel ekonomik konular olacaktır.

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Aktaş, Cengiz (2009), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam ve Ekonomik Büyüme İlişkinin Hata Düzeltme Modeliyle Analizi”, **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 25 (Aralık), 61–68.
- Atlaş, İsmail H.(1998),”Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye’deki Potansiyel Enerji, Elektrik”, **Elektronik-3e**, 45, 58–63.
- Altın, Vural (2002), “Yeni Ufuklara Enerji”, **Bilim ve Teknik Dergisi TÜBİTAK Enerji Eki**, Ocak.
- Altınay, Galip ve Karagöl, Erdal (2004), “Structural Break, Unit Root, and The Causality Between Energy Consumption and GDP in Turkey”, **Energy Economics**, 26, 985–994.
- Arslan, İbrahim ve Yapraklı, Sevda (2008), “Banka Kredileri ve Enflasyon Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz (1983–2007)”, **İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi**, 7, 88–103.
- Asafu, John ve Adjaye (2000), “The Relationship Between Energy Consumption, Energy Price and Economic Growth: Time Series Evidence From Asian Developing Countries”, **Energy Economics**, 22, 615–625.
- Akdi Yılmaz (2003), **Zaman serileri analizi (birim kökler ve kointegrasyon)**, Bıçaklar kitabevi, Ankara.
- Aytaç, Deniz (2010), “Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Çok Değişkenli VAR Yaklaşımı ile Tahmini”, **Maliye Dergisi**, 158, 482–495.
- Belloumi, Mounir (2009), “Energy Consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and Causality Analysis”, **Energy Policy**, 37, 2745–2753.
- Box, G.E, Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C.(1994), “Time Series Analysis; Forecasting and Control”, **Holden-Day**, San Fransisco.
- Climent, Francisco ve Pardo, Angel (2007). “Decoupling Factors on The Energy-Output Linkage: The Spanish Case”, **Energy Policy**, 35, 522–528.
- Çalışkan, Şadan (2009), “Türkiye’nin Enerjide Dışa Bağımlılık ve Enerji Arz Güvenliği Sorunu”, **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 25 (Aralık), 297–310.
- Dickey, D.A. ve Fuller, W.A. (1979), Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root, **Journal of American Statistical Association**, 74, 427–431.

- Dickey, D.A. ve Bell, W.R. ve Miller, R.B. (1986), Unit Roots in Time Series Models: Tests and Implications, **American Statistician**, 40, 12-26.
- DornBusch, Rudiger ve Fischer, Stanley (1998), **Makro Ekonomi**, (Çev. Erhan Yıldırım ve diğerleri), 1.Baskı, Mc Graw-Hill-Akademi Yayıncılık.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (Aralık 2008), **2007–2008 Türkiye Enerji Raporu**, 0009/2009, Poyraz Ofset.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2010), **Mavi Kitap**, Ankara, 2010
- Erdal, Gülistan ve diğerleri (2008), “The Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in Turkey”, **Energy Policy**, 36, 3838–3842.
- Ertürk, Emin (2004), **Küresel Ekonomide Makroekonomik Analize Giriş**, 2.Baskı, Bursa: Alfa Akademi, 45–62.
- Enders, Walter (2004), **Applied Econometric Time Series**, Second edition, USA, John Wiley & sons.
- Engle, R.F. ve Granger C.W.J. (1987), “Cointegration and Error Correction: Representation Estimation and Testing”, **Econometrica**, 55, 251–276.
- Fuller, W.A. (1976), **Introduction to Statistical Time Series**, John Wiley and Sons.
- Glasure, Yong U. (2002), “Energy and National Income in Korea: Further Evidence on The Role of Omitted Variables”, **Energy Economics**, 24, 355–365.
- Gujarati, N.Gujarati (2001), **Temel Ekonometri**, (Çev. Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen), İkinci basım, İstanbul: Literatür yayıncılık.
- Hendry, F. David ve Juselius, Katarina (1999), Explaining Cointegration Analysis: Part1.
- Hendry, F. David ve Juselius, Katarina (2000), Explaining Cointegration Analysis: Part2.
- Hondroyannis, George ve diğerleri (2002), “Energy Consumption and Economic Growth: Assessing The Evidence From Greece”, **Energy Economics**, 24, 319–336.
- Jobert, Thomas ve Karanfil, Fatih (2007), “Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey”, **Energy Policy**, 35, 5447–5456.
- Johansen, S. (1988), “Statistical Analysis of Cointegration Vectors”, **Journal of Economics Dynamics and Control**, 12, 231–254.
- Karanfil, Fatih (2008), “Energy Consumption and Economic Growth Revisited: Does The Size of Unrecorded Economy Matter?”, **Energy Policy**, 36, 3029–3035.
- Kutlar, Aziz (2000), **Ekonometrik Zaman Serileri: Teori ve Uygulama**, 1.Baskı, Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kutlar, Aziz (2005), **Uygulamalı Ekonometri**, 2.Baskı, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

- Lise, Wietze ve Monfort, Kees Van (2007), "Energy Consumption and GDP in Turkey: Is there a Co-integration Relationship?", **Energy Economics**, 29, 1166–1178.
- Lise, Wietze (2005), "Decomposition of  $CO_2$  Emissions over 1980–2003 in Turkey", **Energy Policy**, 34, 1841–1852.
- Oh, Wankeun ve Lee, Kihoon (2004), "Causal Relationship Between Energy Consumption and GDP Revisited: The Case of Korea 1970–1999", **Energy Economics**, 26, 51–59.
- Öcan, Tezer (2007), "Milli Gelir ve İstihdam", **Makro İktisat**, 2.Baskı içinde (80–100), Yayla Yayıncılık.
- Özata, Erkan (2010), "Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Ekonometrik İncelenmesi", **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 26 (Nisan), 101–113.
- Parasız, M. İlker (2008), "Modern Tüketim Teorileri", **Makro Ekonomi Teori ve Politika**, 7. Baskı içinde (83–98), İstanbul: Ezgi Kitabevi.
- Rudiger, Dornbusch ve Stanley, Fischer (2009), "Tüketim ve Tasarruf", Çeviren Yıldırım Erhan ve diğerleri (Ed.), **Makro Ekonomi**, 8.Baskı içinde (297–329), Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Sarı, Ramazan ve Soytaş, Uğur (2004), "Disaggregate Energy Consumption, Employment and income in Turkey", **Energy Economics**, 26, 335–344.
- Satman, Abdurrahman (Ed.) (2007) , "Türkiye’de Enerji ve Geleceği", [www.itu.edu.tr/iTUOnerileri.pdf](http://www.itu.edu.tr/iTUOnerileri.pdf). (20.01.2010).
- Sencar, Pelin (2007), **Türkiye’de Çevre Koruma ve Ekonomik Büyüme İlişkisi**, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Shiu, Alice ve Lam, Pun-Lee (2004), "Electricity Consumption and Economics Growth in China", **Energy Policy**, 32, 47–54.
- Soytaş, Uğur ve Sarı, Ramazan (2006), "The relationship Between Energy and Production: Evidence from Turkish Manufacturing Industry", **Energy Economics**, 29, 1151–1165.
- Soytaş, Uğur ve Sarı, Ramazan (2003), "Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G–7 Countries and Emerging Markets", **Energy Economics**, 25, 33–37.
- Say, Peker Nuriye ve Yücel, Muzaffer (2005), "Energy consumption and  $CO_2$  Emissions in Turkey: Empirical Analysis and Future Projection Based on an Economic Growth", **Energy Policy**, 34, 3870–3876.

- Sevüktekin, Mustafa ve Nargeleşkenler, Mehmet (2007), **Ekonometrik Zaman Serileri Analizi: Eviews Uygulamalı**, 2. Baskı, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Sevüktekin, Mustafa ve Nargeleşkenler, Mehmet (2005), **Zaman Serileri Analizi**, 1. Baskı, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım..
- Tsani, Stela Z. (2009), “Energy Consumption and Economic Growth: A Causality Analysis for Greece”, **Energy Economics**, t.y, s.y.
- TÜBİTAK (2003), **Vizyon 2023 Teknoloji Öngörü Projesi Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli Raporu**, Ankara, 1–56.
- Yang, Hao-Yen (2000), “A Note on The Causal Relationship Between Energy and GDP in Taiwan”, **Energy Economics**, 22, 309–317.
- Yiğitbaşı, Nuri Osman ve Firuzan, Rıza Ali (2000), “Kointegrasyon Analizi”, **Muğla Üniversitesi SBE Dergisi**, 1.
- Yıldırım, Kemal ve Karaman, Doğan (2009), “Tüketim ve Tasarruf”, **Makro Ekonomi**, 8. Baskı içinde (541–570), Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yoo, Seung-Hoon (2005), “Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From Korea”, **Energy Policy**, 33, 1627–1632.
- Yoo, Seung-Hoon (2006), “The Causal Relationship Between Electricity Consumption and Economic Growth in The ASEAN Countries”, **Energy Policy**, 34, 3573–3582.
- Zhang, Xing-Ping ve Cheng, Xiao-Mei (2009), “Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China”, **Ecological Economics**, 68, 2706–2712.

## Ek 1: Analizde Kullanılan Veriler

YIL	GDP	BET	CO	SNG	SAN	TAR	TRG
1970	46.968,8127135722	18845	38	6.382.400	4122	510	10.767.600
1971	49.583,9872404940	20082	42	6.956.400	4362	655	11.324.700
1972	53.266,0973323887	22387	49	7.681.200	4799	717	11.454.300
1973	55.003,5191324554	24498	53	8.591.900	5186	722	10.565.900
1974	58.080,5223524294	25442	55	9.219.500	5462	708	11.231.500
1975	62.246,7179418607	27446	60	10.060.900	6286	695	11.583.200
1976	68.759,6153541203	29716	67	10.962.700	6781	780	12.391.900
1977	71.100,7529758274	32426	72	11.716.100	8046	882	12.162.400
1978	72.170,4706413609	32558	73	12.112.700	7963	933	12.500.400
1979	71.719,7703505510	30718	68	11.582.800	7716	797	12.495.100
1980	69.965,6559471210	31963	72	11.196.700	7955	963	12.636.100
1981	73.362,6007315588	32049	71	12.223.900	7987	993	12.398.500
1982	75.976,3842082004	34417	78	12.820.500	8514	1198	12.786.200
1983	79.751,6946688737	35743	83	13.628.300	8519	1297	12.666.900
1984	85.104,4561473818	37357	88	14.975.400	9389	1451	12.727.500
1985	88.714,2316247021	39335	95	15.908.800	9779	1506	12.669.500
1986	94.937,7905786639	42485	104	17.667.500	10146	1671	13.254.700
1987	103.941,9547141300	46720	114	19.275.700	12038	1839	13.314.400
1988	106.145,8902645920	47883	110	19.618.100	12583	1828	14.356.500
1989	106.412,9969573110	50703	122	20.528.600	13219	1841	13.272.300
1990	116.261,8471634190	52646	129	22.302.100	14542	1956	14.176.900
1991	117.339,0319868570	53935	132	22.908.600	15181	1976	14.048.900
1992	124.360,9313892740	56124	138	24.268.400	15181	1994	14.651.100
1993	134.362,0626516650	59429	143	26.259.800	16333	2450	14.462.900
1994	127.031,7214974510	58211	141	24.774.900	15272	2480	14.358.200
1995	136.166,8502347050	62893	155	27.765.900	17372	2480	14.640.200
1996	145.705,7730473170	68148	172	29.743.400	20050	2713	15.284.500
1997	156.675,6706743010	71883	181	32.835.400	21790	2823	14.927.100
1998	161.519,8683434900	73340	182	33.493.900	21555	2728	16.176.500
1999	156.084,1692161560	72712	181	31.813.900	19873	2923	15.369.100
2000	166.658,0215000000	78865	203	33.737.900	24501	3073	15.961.900
2001	157.162,7199427380	73946	184	31.206.800	21324	2964	14.923.100
2002	166.849,9779693830	76591	194	34.142.300	24782	3030	15.947.600
2003	175.635,0720595810	82123	204	36.793.500	27777	3086	15.548.800
2004	192.079,4458569360	86142	210	40.233.700	29358	3314	15.862.500
2005	208.217,2268826430	89099	219	42.839.811	28084	3359	16.755.642
2006	222.570,6592395110	97995	240	46.026.669	30996	3610	17.241.028
2007	232.961,5471889820	106019	270	36.629.972	32446	3944	12.512.678

## ÖZGEÇMİŞ

Ahmet BİRİNCİ,

11 Mayıs 1984 yılında TRABZON 'da doğdu. 2002 yılında Tefvik Serdar Anadolu lisesini bitirdi. 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik ve Bilgisayar Bölümünü bitirdi. 2007 yılında Türkiye İstatistik Kurumu Trabzon Şubesinde çalıştı. 2008 yılında Ekonometri bölümünde tezli yüksek lisans öğrenimine başladı.

C++, Delphi, Php, Mysql konularında proje geliştirdi. Lisans bitirme çalışması olarak Delphi programıyla araç plaka tanıma sistemi programı yazdı. Yabancı dil olarak İngilizce biliyor.