

**T.C.  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TÜRKİYE'DE ENERJİ ÜRETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ**

**Hazırlayan  
ALEV SINDIR**

**Danışman  
YRD. DOÇ. DR. FERHAN SAYIN**

**MANİSA  
2012**

T.C.  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE'DE ENERJİ ÜRETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ

Hazırlayan  
ALEV SINDIR

Danışman  
YRD. DOÇ. DR. FERHAN SAYIN

MANİSA  
2012

## ÖZET

Enerji, üretim sürecinde kullanılması zorunlu bir girdidir ve insanlığın daha yüksek yaşam standardını yakalayabilmesi için ihtiyaç duyulan bir hizmet aracı olup, ekonomik ve sosyal kalkınmanın temeli olarak görülmektedir. Türkiye son yıllarda yeni enerji kaynakları arayışı içerisinde. Çünkü ekonomik büyüme ile birlikte artan enerji talebi sorununun çözümü zorundadır. Bu sorunların çözümünde başvurulacak politikalar için ortaya çıkarılması gereken enerji ve ekonomik büyüme ilişkisi, çalışmada teorik ve ekonometrik açıdan incelenmiştir. Çalışmada, dünyada ve Türkiye’de yapılmış ampirik çalışmalar olanaklar ölçüsünde araştırıldıktan sonra, 1975-2010 yılları arasında Türkiye’de elektrik enerjisi üretimi, ithalatı ve tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Vektör Otoregresif (VAR) Model uygulanarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular, elektrik enerjisi üretimi, tüketimi ve ithalatından ekonomik büyümeye; elektrik enerjisi tüketimi ve ithalatından ise elektrik enerjisi üretimine doğru bir nedenselliğin olduğu yönündedir. Ekonomik büyümeyi uzun dönemde kendisinden sonra en çok etkileyen değişkenin elektrik enerjisi tüketimi olduğu ve ekonomik büyümenin, elektrik enerjisi ithalatı ve elektrik enerjisi üretimi şoklarınca da ifade edildiği yönünde sonuçlara ulaşılmıştır.

## **ABSTRACT**

Energy is an input that must be used in the production process and is a service tool which humanity needs reaching a higher standard of living, seen as the basis for economic and social development. Turkey seeks new energy sources in recent years. Because Turkey has to solve the problem of the increasing demand for energy as a result of economic growth. In this study, the relation which is needed to be revealed between energy and economic growth has been examined theoretically and econometrically for policies applied to solve this problems. In the study, after the empirical researches made both in Turkey and in the world have been studied, the relationship among the production of electric energy, energy consumption, energy import and economic growth in Turkey between 1975-2010 has been examined applying Vector Autoregressive (VAR) Model. According to the findings, there is a tendency of causality from production of electric energy, consumption and imports to economic growth; from consumption of electric energy and imports to production of electric energy. It has been concluded that in the long run the most important variable influencing economic growth, apart from itself, is the consumption of electric energy and economic growth is expressed by the shockings of electric energy imports and production.



Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Türkiye’de Enerji Üretiminin Ekonomik Büyümeye Etkisi” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

29/05/2012

Alev SINDIR

T.C.  
YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
ULUSAL TEZ MERKEZİ

## TEZ VERİ GİRİŞİ VE YAYIMLAMA İZİN FORMU

Referans No	430992
Yazar Adı / Soyadı	Alev SINDIR
Uyruğu / T.C.Kimlik No	T.C. 39865225044
Telefon / Cep Telefonu	5073790083 5056961204
e-Posta	alvzrk@hotmail.com
Tezin Dili	Türkçe
Tezin Özgün Adı	Türkiye'de Enerji Üretiminin Ekonomik Büyümeye Etkisi
Tezin Tercümesi	The Impact of Energy Production on Economic Growth in Turkey
Konu Başlıkları	Ekonomi Enerji
Üniversite	Celal Bayar Üniversitesi
Enstitü / Hastane	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Bölüm	İktisat Bölümü
Anabilim Dalı	İktisat Anabilim Dalı
Bilim Dalı / Bölüm	
Tez Türü	Yüksek Lisans
Yılı	2012
Sayfa	116
Tez Danışmanları	Yrd. Doç. Dr. Ferhan SAYIN
Dizin Terimleri	
Önerilen Dizin Terimleri	
Yayımlama İzni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimin yayımlanmasına izin veriyorum <input type="checkbox"/> Ertelemesini istiyorum

a.Yukarıda başlığı yazılı olan tezinin, ilgilenenlerin incelemesine sunulmak üzere Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi tarafından arşivlenmesi, kağıt, mikroform veya elektronik formatta, internet dahil olmak üzere her türlü ortamda çoğaltılması, ödünç verilmesi, dağıtım ve yayımı için, tezime ilgili fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere hiçbir ücret (royalty) ve erteleme talep etmeksizin izin verdiğimi beyan ederim.

03.06.2012  
İmza:.....

Yazdır

### TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü 09.05.2012 tarih ve 9/9 sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisans Üstü öğretim Yönetmeliği'nin 24. Maddesi gereğince Enstitümüz İktisat Anabilim Dalı İktisat Teorisi Yüksek Lisans Programı öğrencisi Alev SINDIR'ın "Türkiye'de Enerji Üretiminin Ekonomik Büyümeye Etkisi" konulu tezi incelenmiş ve aday 29.05.2012 tarihinde saat 10:00'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 90. dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI olduğuna [ ] OY BİRLİĞİ [✓]  
DÜZELTME yapılmasına \* [ ] OY ÇOKLUĞU [ ]  
RED edilmesine \*\* [ ] ile karar verilmiştir.

\* Bu halde adaya 3 ay süre verilir.

\*\* Bu halde adayın kaydı silinir.

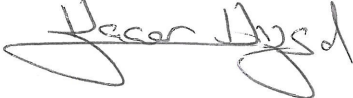
BAŞKAN

Yrd.Doç.Dr. Ferhan SAYIN  
(Danışman)



ÜYE

Prof.Dr. Yaşar UYSAL



ÜYE

Doç.Dr. Doğan UYSAL



Evet Hayır.....

\*\*\* Tez, burs, ödül veya Teşvik prog. (Tüba, Fullbright vb.) aday olabilir

[ ] [ ]

Tez, mutlaka basılmalıdır

[ ] [ ]

Tez, mevcut haliyle basılmalıdır

[ ] [ ]

Tez, gözden geçirildikten sonra basılmalıdır.

[ ] [ ]

Tez, basımı gereksizdir.

[ ] [ ]



## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	I
ABSTRACT .....	II
YEMİN METNİ.....	III
YÖK DÖKÜMANTASYON MERKEZİ TEZ VERİ GİRİŞ FORMU .....	IV
TUTANAK .....	V
İÇİNDEKİLER .....	VI
KISALTMALAR LİSTESİ .....	X
GRAFİK LİSTESİ.....	XII
ŞEKİL LİSTESİ.....	XIII
TABLO LİSTESİ.....	XIV
GİRİŞ.....	1

## I.BÖLÜM

### DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ SEKTÖRÜNÜN DURUMU

1.1. ENERJİ OLGUSU .....	3
1.2. TÜKENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI .....	7
1.2.1. Dünyada ve Türkiye'de Petrol ile Doğalgaz Kaynakları Kullanımı.....	7
1.2.2. Dünyada ve Türkiye'de Kömür Kaynakları ve Kullanımı .....	12
1.2.3. Dünyada ve Türkiye'de Nükleer Enerji Kaynakları ve Kullanımı.....	15
1.3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI .....	17
1.3.1. Dünyada ve Türkiye'de Hidroelektrik Enerji Kaynakları ve Kullanımı .....	18
1.3.2. Dünyada ve Türkiye'de Jeotermal Enerji Kaynakları ve Kullanımı .....	20
1.3.3. Dünyada ve Türkiye'de Güneş, Rüzgar Enerjileri ile Biyokütle Kaynakları ve Kullanımı.....	21

## II.BÖLÜM

### ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

2.1. EKONOMİK BÜYÜME OLGUSU VE EKONOMİK BÜYÜMENİN TEMEL BELİRLEYİCİLERİ .....	26
2.1.1. Büyüme Olgusu .....	26
2.1.2. Büyümenin Ölçülmesi .....	27
2.1.3. Büyümenin Temel Belirleyicileri .....	28
2.2. EKONOMİK BÜYÜME MODELLERİ .....	30
2.2.1. Geleneksel Büyüme Modelleri .....	30
2.2.1.1. Klasik Büyüme Modelleri .....	30
2.2.1.1.1. Adam Smith'in Büyüme Teorisi .....	30
2.2.1.1.2. Thomas Malthus'un Nüfus Teorisi .....	31
2.2.1.1.3. David Ricardo'nun Büyüme Teorisi .....	31
2.2.1.2. Keynesyen (Harrod- Domar) Büyüme Modeli .....	33
2.2.1.2.1. Domar Modeli .....	33
2.2.1.2.2. Harrod Modeli .....	36
2.2.1.3. Neoklasik Büyüme Modeli .....	38
2.2.1.3.1. Modelin Varsayımları .....	38
2.2.1.3.2. Neoklasik Üretim Fonksiyonu .....	40
2.2.1.3.3. Solow Diyagramı ve Durağan Durum .....	43
2.2.1.3.4. Solow Büyüme Modelinde Yatırım Oranındaki Değişmelerin Etkisi .....	44
2.2.2. İçsel Büyüme Modelleri .....	46
2.2.2.1. AK Modeli .....	48
2.2.2.2. Ar-Ge Modeli .....	50
2.2.2.3. Beşeri Sermaye Modeli .....	53

2.2.2.4. Kamu Yatırımları Modeli.....	54
2.3. ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME .....	56
2.3.1. Üretimde Enerjinin Yeri.....	56
2.3.2. Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Teorik Çerçevesi .....	57
2.3.3. Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisini Etkileyen Faktörler .....	61

### **III.BÖLÜM**

#### **ENERJİ ÜRETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN AMPİRİK ANALİZİ**

3.1. ENERJİ-EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİ İNCELEYEN AMPİRİK ÇALIŞMALAR.....	66
3.2. TÜRKİYE'DE ENERJİ-EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN VEKTÖR OTOREGRESİF (VAR) MODEL YARDIMIYLA İNCELENMESİ.....	75
3.2.1. Uygulamanın Amacı, Kapsamı ve Önemi .....	75
3.2.2. Uygulamada Kullanılan Yöntem ve Model .....	76
3.2.2.1. Birim Kök Test İstatistikleri.....	76
3.2.2.2. Vektör Otoregresif (VAR) Model.....	78
3.2.2.3. VAR Granger Nedensellik Testi .....	79
3.2.2.4. Varyans Ayırıştırma Analizi .....	80
3.2.2.5. Etki-Tepki (Impulse-Response) Analizi .....	80
3.2.3. Uygulamada Kullanılan Verilerin Tanımı .....	81
3.2.4. Uygulama Sonuçları .....	82
3.2.4.1. Birim Kök Test İstatistikleri.....	82
3.2.4.2. Vektör Otoregresif (VAR) Model.....	83
3.2.4.3. VAR Granger Nedensellik Testi .....	85
3.2.4.4. Varyans Ayırıştırma Analizi .....	86
3.2.4.5. Etki-Tepki (Impulse-Response) Analizi .....	87

GENEL DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER.....	89
YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	93
EK -1 .....	102

## KISALTMALAR LİSTESİ

- ABD:** Amerika Birleşik Devletleri-United States (US)
- ADF:** Augmented Dickey-Fuller Birim Kök Testi
- AIC:** Akaike Information Criterion-Akaike Bilgi Kriteri
- ARDL:** Autoregressive Distribution Lag
- AR-GE:** Araştırma Geliştirme
- BP:** British Petroleum
- CSP:** Concentrated in Solar Power-Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi
- DSİ:** Devlet Su İşleri
- EKKY:** En Küçük Kareler Yöntemi-Least Squares Method
- EÜAŞ:** Elektrik Üretim Anonim Şirketi
- FPE:** Final Prediction Error -Son Kestirim Hatası
- GSUH:** Gayri Safi Ulusal Hasıla
- GSYİH:** Gayri Safi Yürt İçi Hasıla
- GW:** Giga Watt
- GWH:** Giga Watt Hour-Giga Watt Saat
- GWEC:** Global Wind Energy Council-Dünya Rüzgar Enerjisi Birliği
- HES:** Hiroelektrik Santral Projesi
- HKT:** Kısıtlanmamış Modelin Hata Kareler Toplamı
- HKTS:** Kısıtlanmış Modelin Hata Kareler Toplamı
- HQIC:** Hannan-Quinn Information Criterion-Hannan-Quinn Bilgi Kriteri
- IEA:** International Energy Agency –Uluslararası Enerji Ajansı
- KWH:** Kilo Waat Hour-Kilo Watt Saat
- KPSS:** Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin Birim Kök Testi
- LM:** Lagrange Multiplier Test-Lagrange Çarpanları Testi



**LR:** Likelihood Ratio-Ardışık Modifiye Edilmiş Likelihood Test İstatistiği

**MTOE:** Milyon Ton Petrol Eşdeğeri

**MW:** Mega Watt

**MWH:** Mega Watt Hour-Mega Watt Saat

**OECD:** Organisation for Economic Co-operation and Development-Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü

**PİGM:** Petrol İşleri Genel Müdürlüğü

**SC:** Schwarz Information Criterion -Schwarz Bilgi Kriteri

**SIC:** Schwarz Information Criterion-Schwarz Bilgi Kriteri

**TEİAŞ:** Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

**TEP:** Ton Petrol Eşdeğer

**TKİ:** Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu

**TPAO:** Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı

**TW:** Tera Watt

**TWH:** Tera Watt Hour-Tera Watt Saat

**USD:** United States Dolar-Amerikan Doları

**VECM:** Vector Error Correction Model-Vektör Hata Düzeltme Modeli

**VAR:** Vector Autoregression-Vektör Otoresif

**\$:** Amerikan Doları

## GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1.1: Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Tüketiminin Yıllar İtibarıyla Değişimi (GWh).....	6
Grafik 1.2: Toplam Birincil Enerji Kaynakları Üretimi ve Tüketimi (Bin TEP) .....	6
Grafik 1.3: Yıllar İtibarıyla Ham Petrol Üretimi (Milyon Ton) .....	9
Grafik 1.4: Yıllar İtibarıyla Türkiye Doğal Gaz Üretimi (Milyon M <sup>3</sup> ) .....	11
Grafik 1.5: Seçilmiş Yıllar İtibarıyla Dünya Kömür Üretimi (Milyon TEP) .....	13
Grafik 1.6: Seçilmiş Yıllar İtibarıyla Dünya Kömür Tüketimi (Milyon TEP).....	14
Grafik 3.1: AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri.....	84

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1:	Türkiye’de 2010 Yılı Elektrik Üretiminde Enerji Kaynaklarının Payları..	5
Şekil 2.1:	Ekonomik Büyüme.....	26
Şekil 2.2:	Domar Büyüme Modelinde Sermaye ve Tasarruf Fonksiyonları .....	34
Şekil 2.3:	Neoklasik Üretim Fonksiyonu.....	41
Şekil 2.4:	Ekonominin Durağan Durum Dengesi .....	43
Şekil 2.5:	Solow Diyagramı ve Yatırım Oranındaki Değişmeler .....	45
Şekil 2.6:	İçsel Büyüme Modellerinin Varsayımlarına Göre Türleri .....	47
Şekil 2.7:	Birinci Tür İçsel Büyüme Modellerinin Alt Türleri.....	48

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1:	2010 Yılı İtibarıyla Kesinleşmiş Petrol Rezervleri .....	8
Tablo 1.2:	2010 Yılı İtibarıyla Kesinleşmiş Doğal Gaz Rezervleri .....	10
Tablo 1.3:	Seçilmiş Ülkelerin Elektrik Üretimi Hidroelektrik Potansiyelleri İle Karşılama Oranı (2009 Yılı).....	19
Tablo 1.4:	Küresel Kurulu Rüzgar Gücü Kapasitesi 2010/2011 (MW) Bölgesel Dağılımı .....	23
Tablo 3.1:	Birim Kök Test İstatistikleri.....	82
Tablo 3.2:	VAR Gecikme Uzunluğu Seçme Kriteri.....	83
Tablo 3.3:	AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri.....	84
Tablo 3.4:	VAR Granger Nedensellik Testi Sonuçları.....	85
Tablo 3.5:	Ekonomik Büyüme Değişkeninin Varyans Ayrıştırma Analizi Sonuçları .....	86
Tablo 3.6:	Ekonomik Büyüme Değişkeninin Etki-Tepki Analizi Sonuçları .....	87

## GİRİŞ

Ekonomik faaliyetlere farklı bir açıdan bakıldığında, mal ve hizmet üretiminin aslında bir enerji dönüşümünü içerdiğini görmemek imkansızdır. Çünkü tüm ekonomik faaliyetler için enerji gereklidir, yani enerjiden etkilenmeyen hiçbir değişim ve dönüşüm yoktur. Ekonomiyi bir enerji sistemi olarak gören bu anlayış, aslında büyümenin kaynakları olarak görülen emek ve sermayenin yanında, enerjinin de dikkate alınması gerektiği sonucunu doğurmaktadır.

Ekonomik faaliyetlerin merkezinde bulunan enerji ile ekonomik büyüme arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Enerji, ekonomik büyüme ve kalkınma için temel bir girdidir. Bu nedenle ekonomik büyüme, enerji talebine ve tüketimine neden olurken, enerjideki darboğazlar ekonomik gelişme üzerine olumsuz etkilere neden olmaktadır. Enerji olmadan emek, sermaye gibi üretim faktörlerinin de kullanılması mümkün değildir. Bu yüzden enerji, ekonomik büyüme için sınırlayıcı olması muhtemel bir girdidir. Tüm bu nedenlerden dolayı, doğa bilimciler ve ekoloji ile ilgilenen ekonomistler enerjiye büyük önem verirler ve enerjiyi ekonomik büyüme için en önemli faktör olarak kabul ederler.

İktisat literatüründe enerji olgusu, ancak son yıllarda ekonomik büyüme ile ilişkisi açıklanmaya çalışılan bir konu olarak yer almaya başlamıştır. Sunulmakta olan çalışma aslında enerji üretimi ile GSYİH arasındaki nedensel ilişki üzerine odaklanmaktadır. Ancak elektrik tüketimi de politika yapıcıların vereceği kararlar üzerinde özellikle enerji talebinin enerji arzı tarafından karşılanıp karşılanmadığı konusunda etkili bir göstergedir. Bu nedenle çalışmada, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki de incelenmeye çalışılmıştır.

Enerji kaynaklarını, tükenebilir ve yenilenebilir olmak üzere iki ana grupta toplamak mümkündür. Taşkömürü, linyit, bitümlü şist (kömür grubu) ile petrol, asfaltit, doğal gaz (petrol grubu) gibi fosil kaynaklar ve nükleer enerji, tükenebilir enerji kaynaklarını oluştururken; hidrolik, güneş, jeotermal, biomas, rüzgar ve dalga enerjisi, yenilenebilir enerji kaynaklarını oluşturmaktadır. Birincil enerji olarak ifade edilen, herhangi bir dönüşümden geçmemiş hem tükenebilir hem de yenilenebilir nitelikteki enerjinin, daha kullanılabilir durumdaki enerjiye dönüştürülmesi gereklidir. Bu tür enerji dönüşümünden geçmiş enerji çeşitlerinden biri olan elektrik enerjisi, Türkiye için

yapılan uygulamada enerji verisi olarak seçilmiştir. Hem elektrik enerjisi kullanım düzeyinin ülke refahının bir göstergesi olarak kabul edilen önemli bir veri oluşu hem de Türkiye için özellikle sağlıklı enerji ithalat verilerine ulaşamamış olması çalışmanın uygulamla kapsamının daraltılmasına neden olmuştur.

Türkiye’de enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine literatüre önemli bir katkı olacağı düşünülen bu çalışmanın amacı, enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi teorik ve ekonometrik açıdan incelemektir. Çalışma, değişkenler arasındaki ilişkinin varlığını ekonometrik zaman serileri bağlamında ele almaktadır.

Çalışma, üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde farklı enerji kaynakları bağlamında dünyada ve Türkiye’de enerji sektörünün durumu incelenmektedir. Bununla birlikte dünyada ve Türkiye’de enerji arzı ve kullanımı hakkında bilgi verilmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, ekonomik büyümenin tanımı yapılmakta ve temel belirleyicilerinden söz edilmektedir. Ayrıca, ekonomik büyümenin teorik modelleri enerji ile olan ilişkisi gözetilerek açıklanmaktadır.

Çalışmanın üçüncü bölümünü oluşturan uygulama kısmında ise, 1975-2010 yılları arasında Türkiye’de elektrik enerjisi üretimi, ithalatı ve tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu amaçla, ekonometrik yöntem olarak zaman serisi analizi kullanılmıştır. Söz konusu bölümde, öncelikle bu konudaki ampirik literatür üzerinde durulmaktadır. Diğer yandan, uygulamada kullanılan ekonometrik yöntem ve model ile veri seti tanıtılmaktadır. Son olarak, ekonometrik analizlerden elde edilen ampirik bulgular yorumlanmaktadır. Çalışma, değerlendirme ve öneriler kısmı ile son bulmaktadır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ SEKTÖRÜNÜN DURUMU

Enerji, bir ülkenin ekonomik kalkınmasında hayati bir rol oynar. Üretim faktörlerinin verimliliklerini artırır ve yaşam standardını yükseltir (Hye, Riaz, 2008: 45). Bu yönüyle enerji, üretim sürecinde kullanılması zorunlu bir girdidir ve insanlığın daha yüksek yaşam standardını yakalayabilmesi için ihtiyaç duyulan bir hizmet aracı olarak ekonomik ve sosyal kalkınmanın temeli olarak görülmektedir.

Tüm ekonomik faaliyetleri yönlendiren birincil güç olarak kabul edilen enerjinin ekonomik büyümede oynadığı rol, ekonomik faaliyetlerdeki hızlı artış, daha fazla enerji tüketimi gerektiren dijital bir toplum yapısının ortaya çıkması gibi nedenlerden ötürü giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu anlamda, bir ülkenin enerji kesimi altyapısı, o ülke ekonomisinin önemli bir parçasıdır. Türkiye’de ekonomik büyüme ile birlikte artan enerji talebi ile başa çıkmak için, enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak ve uygun enerji üretim politikasını geliştirmek kaçınılmazdır. Bu, Türkiye gibi gelişmekte olan tüm ülkelerin üzerine düşünmesi gereken en önemli konulardan biridir.

Bu bölümde farklı enerji kaynakları bağlamında dünyada ve Türkiye’de enerji sektörünün durumu incelenmekte, enerji kaynaklarının arz ve kullanım durumu ortaya konulmaktadır.

#### 1.1. ENERJİ OLGUSU

Enerji, hayat kalitesini iyileştiren, ekonomik ve sosyal ilerlemeyi sağlayan en önemli faktördür. Günümüzde dünya nüfusunun %20’sinden fazlası hala elektriğe kavuşmuş değildir. Dünyada 2.7 milyar insan ise yemek pişirmek için geleneksel yöntemlerle biyokütle enerjisinden yararlanmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency- IEA) projeksiyonları bu durumun uzun dönemde de devam edeceğini ve 2030 yılında %87’si kırsal bölgede yaşayan 1.2 milyar insanın elektriksiz yaşamaya devam edeceğini göstermektedir. Bu insanların büyük kısmı Orta ve Güney Afrika, Hindistan ve gelişmekte olan Asya ülkelerinde (Çin hariç) yaşıyor olacaktır. Bu ülkelerdeki açlık ve yoksullukla mücadelenin başarılı olması, enerjiye erişim konusunda önemli ilerlemeler kaydedilmesine bağlı olup, bu ilerlemelerin

sağlanması için 2030 yılına kadar ilave yıllık 36 milyar ABD doları harcama yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır (EÜAŞ, 2010: 1).

Birincil enerji olarak ifade edilen enerji, herhangi bir dönüşümden geçmemiş hem tükenbilir hem de yenilenebilir nitelikteki enerjidir. Dünyada toplam birincil enerji arzı 2009 yılında 12150 Mtoe (Milyon Ton Petrol Eşdeğeri) olarak gerçekleşmiştir. Gerçekleşen birincil enerji arzı içinde petrolün payı %32,8, doğalgazın payı %20,9, kömürün payı %27,2'dir. Sıralamada bu enerji kaynaklarının ardından biyoyakıtlar, nükleer enerji, hidroelektrik ve diğer enerji kaynakları gelmektedir (IEA, 2011: 6). Dünya genelinde birincil enerji kaynakları tüketimi aynı dönem içinde 8352 Mtoe olmuştur (IEA, 2011: 37).

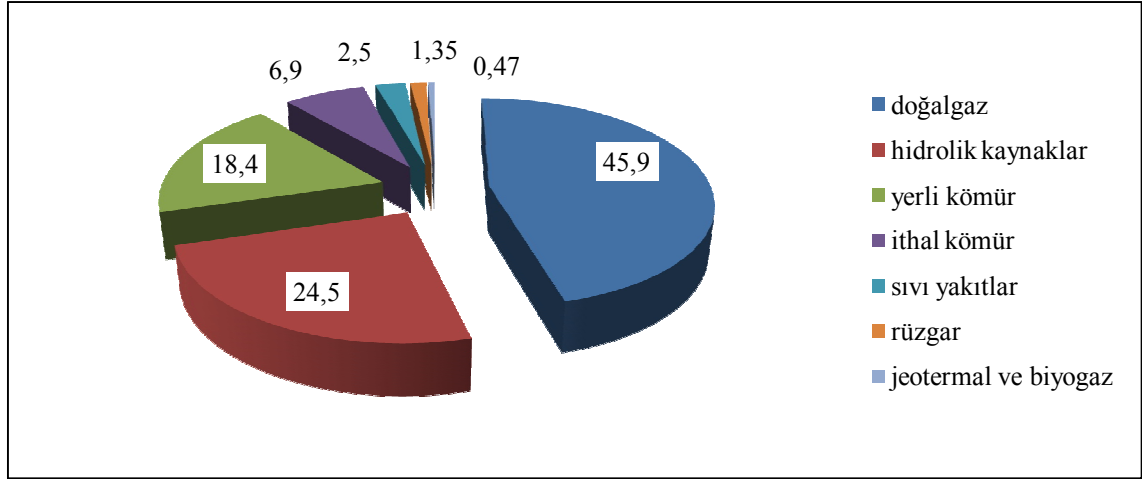
Dünya genelinde birincil enerji kaynakları talebindeki gelişmelere bakıldığında, birincil enerji arzında, petrol, doğal gaz ve kömürden oluşan fosil kaynaklı yakıtların ağırlıklı konumunun önümüzdeki yıllarda da devam etmesi beklenmekte ve enerji talebindeki artışın (2008-2035 dönemi) %75,7'lik bölümünün bu kaynaklardan karşılanması öngörülmektedir. Biyokütle ve çöp için bu oran %8,5, diğer yenilenebilirler için %6,6, nükleer için %6,4, hidrolik için ise %2,8'dir. 2020 yılında birincil enerji arzındaki en büyük paya (%29,8) sahip olacağı hesaplanan petrolün, 2030 ve 2035 yıllarında ilk sıradaki yerini kömüre (sırasıyla %29,1 ve %29,3) bırakacağı düşünülmektedir. Doğal gazın ise elektrik üretimindeki payını koruması (yaklaşık %21,4) beklenmektedir. 2008-2035 döneminde elektrik üretiminde ise kömür ve doğal gazın en önemli kaynaklar olmaya devam edeceği, kömürün payının %41'den %42,8'e, doğal gazın payının %21,3'ten %21,7'ye yükseleceği; petrolün payının ise %5,5'den %1,6'ya, hidroliğin payının %15,9'dan %13,3'e, nükleerin payının da %13,5'den %10,8'e düşeceği öngörülmektedir. En büyük yüzdelik artış ise rüzgarda beklenmektedir. Aynı dönemde rüzgarın %1,1'lik payının %5'e yükseleceği öngörülmektedir (EÜAŞ, 2010: 3).

Şekil 1.1'de de görüldüğü üzere, kaynaklar açısından bakıldığında, Türkiye'de 2010 yılında, toplam elektrik üretiminin %45,9'u doğalgazdan, %18,4'ü yerli kömürden, %24,5'i hidrolik kaynaklardan, %6,9'u ithal kömürden, %2,5'i sıvı yakıtlardan, %1,35'i rüzgardan ve %0,47'si jeotermal ve biyogazdan sağlanmıştır. Enerji kaynakları bakımından net ithalatçı ülke konumunda olan Türkiye'de 2009



yılında enerji arzının petrolde %98, doğalgazda %91 olmak üzere %72'lik bölümü ithalat ile karşılanmıştır (EÜAŞ, 2010: 7).

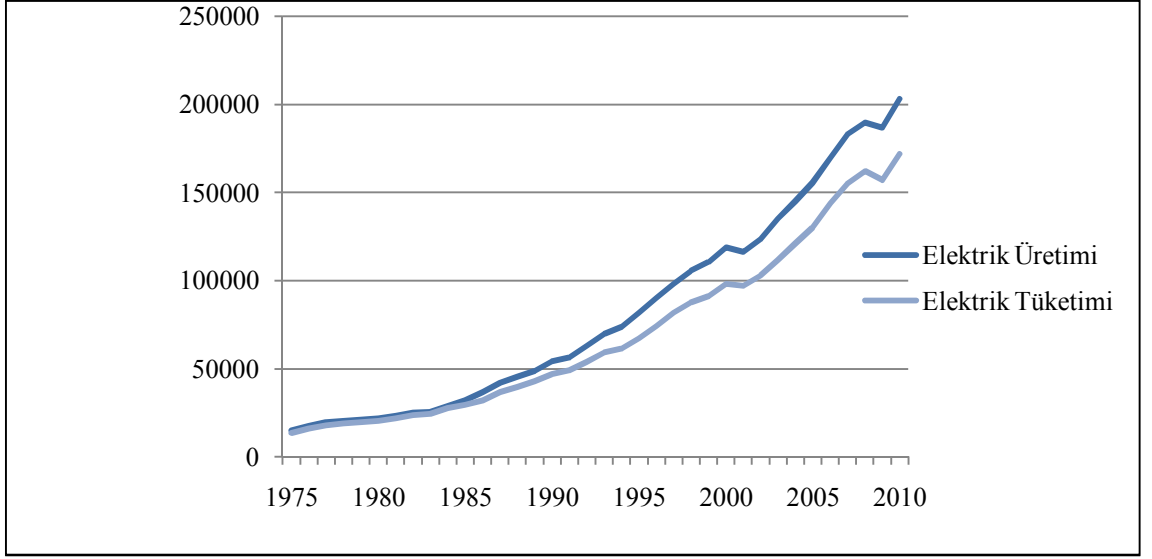
**Şekil 1.1: Türkiye’de 2010 Yılı Elektrik Üretiminde Enerji Kaynaklarının Payları (%)**



**Kaynak:** Elektrik Üretim Anonim Şirketi, 2010: 7.

Elektrik enerjisi, diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında kullanım açısından en yaygın enerji çeşididir ve elektrik enerjisine olan talep de her geçen gün artmaktadır. Grafik 1.1’de de görüldüğü üzere elektrik enerjisi üretim rakamları tüketimin üzerindedir. Elektrik enerjisi tüketimi her ne kadar devamlı artış gösteriyor olsa da üretim bunu karşılıyor gibi görünmektedir. Ancak daha önce de belirtildiği üzere elektrik enerjisi üretiminde kullanılan kaynakların çok büyük bir kısmı ithal edilen enerji kaynaklarıdır. Türkiye’nin elektrik üretimini gerçekleştirdiği santrallerde kullanılan yerli enerji kaynağı kömürdür. En fazla kullanılan kaynak olan doğalgazın ise %91’i ithal edilmektedir.

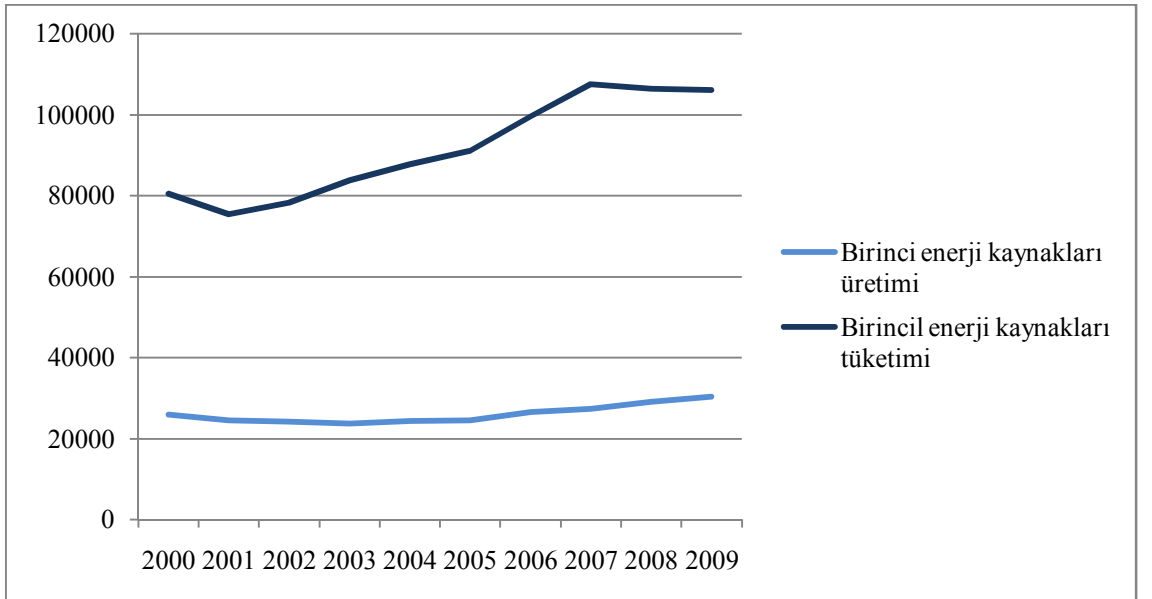
**Grafik 1.1: Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Tüketiminin Yıllar İtibarıyla Değişimi (GWh)**



**Kaynak:** Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi, 2012.

Türkiye’de birincil enerji kaynakları üretim ve tüketim rakamlarına bakıldığında, Grafik 1.2’den de görüldüğü üzere tüketim rakamları üretimin çok üstündedir. 2009 yılı itibarıyla toplam birincil enerji kaynakları üretimi 30328 bin TEP (Petrol Eşdeğeri Ton) iken tüketim 106138 bin TEP’dir

**Grafik 1.2: Toplam Birincil Enerji Kaynakları Üretimi ve Tüketimi (Bin TEP)**



**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011: 9-10.

2010 yılı Türkiye genel enerji dengesine bakıldığında; 32493 bin TEP toplam yerli üretim söz konusudur. Bu yerli üretim içinde en büyük paya sahip olan kaynak kömürdür. Hidrolik enerji, petrol ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları da ardından gelmektedir. Yerli üretim yanında toplam enerji arzının önemli bir kısmını da ithalat oluşturmaktadır. 87409 bin TEP ithalat söz konusudur. 2010 yılında gerçekleşen bu ithalat içinde en büyük pay 36566 bin TEP ile petrole aittir. Ona yakın bir büyüklükte ithalat da 34823 bin TEP ile doğal gaz ithalatıdır. Yerli üretim ile sağlanan ve ithal edilen toplam enerjinin elektrik santrallerine verilmesi ve orada kullanılabilir enerjiye dönüştürülmesi, enerji çevrimi ile ortaya çıkan kayıplar gibi nedenlerle kullanımı sonucunda ortaya çıkan toplam nihai enerji tüketimi 2010 yılı için 83372 bin TEP'dir. Nihai enerji tüketimini oluşturan en büyük iki kaynak petrol ve elektrik enerjisidir. Toplam nihai enerji tüketimi sektörel olarak yaklaşık 45500 bin TEP ile sanayi sektöründe, 16328 bin TEP ile ulaştırma sektöründe gerçekleştirilmiştir. Ulaştırma sektöründe 13169 bin TEP ile en büyük pay karayollarına aittir. Diğer yandan konutlarda ve hizmet sektöründe gerçekleştirilen tüketim 28868 bin TEP'dir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2012).

Enerji kaynakları, tükenebilir ve yenilenebilir olmak üzere iki ana grupta toplanmaktadır. Taşkömürü, linyit, bitümlü şist (kömür grubu) ile petrol, asfaltit, doğal gaz (petrol grubu) gibi fosil kaynaklar ve nükleer enerji, birinci grup "tükenebilir" enerji kaynaklarını oluştururken; hidrolik, güneş, jeotermal, biomas, rüzgar ve dalga enerjisi ikinci grup "yenilenebilir" enerji kaynaklarını oluşturur (TKİ, 2009: 7). Takip eden bölümde, enerji kaynakları bu sınıflandırmaya uygun şekilde açıklanmaktadır.

## **1.2. TÜKENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI**

Kullanılan ve fakat kısa zaman aralığında yeniden oluşmayan enerji olarak da tanımlanan tükenebilir enerji, genelde, petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlardır. Bu tür enerjiler, yaşamları milyonlarca yıl önce sona ermiş bitki ve hayvan gibi organik kalıntıların fosillerinden kaynaklanmaktadır. Bu bölümde tükenebilir enerji kaynaklarının dünyada ve Türkiye'deki arz ve kullanım durumları ortaya konmaktadır.

### **1.2.1. Dünyada ve Türkiye'de Petrol ile Doğal Gaz Kaynakları Kullanımı**

Petrol, başlıca hidrojen ve karbondan oluşan ve içerisinde az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunan çok karmaşık bir bileşimdir ve yalın bir formülü yoktur.

Normal şartlarda katı, sıvı ve gaz halde bulunabilir. Rafine edilmiş petrolden ayırt etmek için ham petrol diye isimlendirilen sıvı petrol, ticari açıdan en önemli olanıdır. Gaz halindeki petrolü, imal edilmiş gazdan ayırt etmek için, genelde doğal gaz olarak adlandırılır. Yarı katı ve katı haldeki petrol ise ağır hidrokarbon ve katrandan oluşur. Bu türden petrole, özelliklerine ve yöresel kullanımlarına bağlı olarak asfalt, zift, katran ve diğer isimler verilir. Ham petrol ve doğal gazın ana bileşenleri hidrojen ve karbon olduğu için “Hidrokarbon” olarak da isimlendirilirler.

Dünyadaki mevcut enerji kaynaklarına, kesinleşmiş rezervleri ve yıllık üretim miktarları açısından bakıldığında, rezerv ömrünün petrol için 44 yıl olacağı tahmin edilmektedir. Tüm dünyada en temel enerji kaynağı durumunda olan petrol, 2008 yılı itibarıyla dünya çapında enerji ihtiyacının %34,6’sını karşılamaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011).

Tablo 1.1, 2010 yılı itibarıyla dünya petrol rezervlerini bölgeler bazında göstermektedir.

**Tablo 1.1: 2010 Yılı İtibarıyla Kesinleşmiş Petrol Rezervleri**

	<b>Miktar (Bin Milyon Ton)</b>	<b>Pay (%)</b>
<b>Kuzey Amerika</b>	10,3	5,4
<b>Orta ve Güney Amerika</b>	34,3	17,3
<b>Avrupa</b>	1,7	1,0
<b>Eski Sovyetler Birliği</b>	17,3	9,1
<b>Orta Doğu</b>	101,8	54,4
<b>Afrika</b>	17,4	9,5
<b>Asya Pasifik</b>	6,0	3,3
<b>Toplam</b>	188,8	100,0

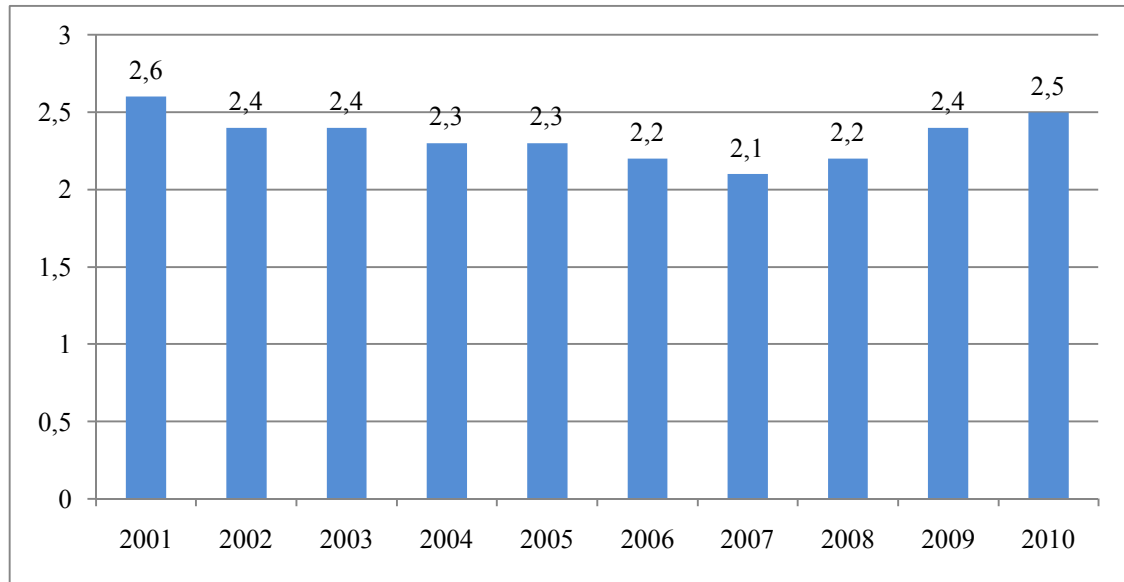
**Kaynak:** BP, 2011: 6.

Tablo 1.1 verilerine göre, 2010 yılı sonunda 188,8 bin milyon ton olan dünya petrol rezervinin %54,4'ü Orta Doğu bölgesinde yer almaktadır (BP, 2011: 6). Dünya petrol rezerv miktarında önemli bir artış kaydedilememiş ve 2009 yılında 46,98 olan dünya rezerv ömrü 2010 yılında %1,75 düşerek 46,16 yıl olarak gerçekleşmiştir (TPAO, 2011: 4).

Petrol rezervlerine karşın dünyada petrol tüketim değerleri 2010 yılında bir önceki yıla göre %3,1 artarak 4028,1 milyon ton olmuştur. Bu tüketimin %31,5 kadarı Asya Pasifik ülkelerinde, %25,8 kadarı Kuzey Amerika bölgesinde gerçekleşmiştir. Dünya ülkeleri içinde 2010 yılında petrol tüketimi en fazla olan ülke, toplam dünya tüketiminin %21,1 kadarını gerçekleştiren Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'dir ve toplam tüketimi 850 milyon tondur. Söz konusu ülkeyi 428,6 milyon ton ile Çin, 201,6 milyon ton ile Japonya ve 155,5 milyon ton ile Hindistan takip etmektedir (BP, 2011: 11).

Grafik 1.3, Türkiye'de yıllar itibarıyla ham petrol üretimi hakkında bilgi sunmaktadır.

**Grafik 1.3: Yıllar İtibarıyla Ham Petrol Üretimi (Milyon Ton)**



**Kaynak:** Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, 2011.

Grafik 1.3'e göre, Türkiye'de 2001 yılında; toplam 2,6 milyon ton petrol üretilmiştir. Son on yılda Türkiye'deki petrol üretiminde %4 oranında düşüş gözlenmiştir. Türkiye'de yeni petrol sahalarının keşfedilmesi ve ikincil üretim

yöntemlerinin geliştirilmesi ile üretim düşüşü kısmen engellenebilmiş ve 2010 yılında 2009 yılına oranla %4'lük bir artış kaydedilmiştir (TPAO, 2011: 15).

Bununla birlikte Türkiye 2010 yılında toplam 28,7 milyon ton petrol tüketimi ile dünyadaki toplam tüketimin %0,7'ini gerçekleştirmiştir. 2009 yılına göre petrol tüketiminde %1,7 oranında bir artış gerçekleştirmiş bulunmaktadır (BP, 2011: 11).

Doğal gaz ise; havadan hafif, renksiz ve kokusuz bir gazdır. Yer altında, petrolün yakınında bulunur. Yeryüzüne çıkarılışı petrolle aynıdır, daha sonra büyük boru hatları ile taşınmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011).

Tablo 1.2, dünya doğal gaz rezervlerini bölgeler bazında göstermektedir.

**Tablo 1.2: 2010 Yılı İtibarıyla Kesinleşmiş Doğal Gaz Rezervleri**

	<b>Miktar (Trilyon m<sup>3</sup>)</b>	<b>Pay (%)</b>
<b>Kuzey Amerika</b>	9,9	5,3
<b>Orta ve Güney Amerika</b>	7,4	4,0
<b>Avrupa</b>	4,1	2,1
<b>Eski Sovyetler Birliği</b>	59,0	31,5
<b>Orta Doğu</b>	75,8	40,5
<b>Afrika</b>	14,7	7,9
<b>Asya Pasifik</b>	16,2	8,7
<b>Toplam</b>	187,1	100,0

**Kaynak:** BP, 2011: 20.

Tablo 1.2 verilerinden görüleceği gibi; toplam dünya rezerv miktarı olan 187,1 trilyon m<sup>3</sup> doğal gaz rezervlerinin 75,8 trilyon m<sup>3</sup> (%40,5) Orta Doğu ülkelerindedir. Eski Sovyetler Birliği Bölgesi ile birlikte Orta Doğu ülkelerinin dünya üzerindeki

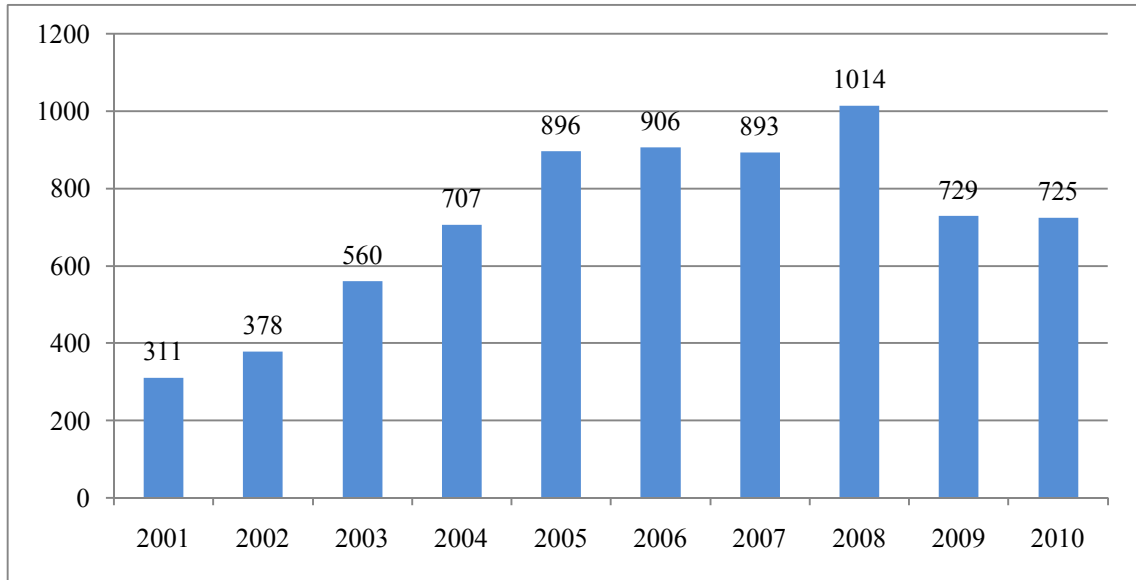
kesinleşmiş doğal gaz rezervlerinin %70'inden daha fazlasını barındırdığını söylemek mümkündür.

Doğal gaz rezervlerini ülkeler bazında da değerlendirmek mümkündür. Günümüzde Rusya Federasyonu'nun %23,9 ile dünyanın en büyük doğal gaz rezervlerine sahip ülkedir. Bu ülkeyi %15,8 ile İran ve %13,5 ile Katar izlemektedir (BP, 2011: 20).

Dünyada doğal gaz tüketim değerleri 2009 yılında bir önceki yıla göre %2,1 azalarak 2653,1 milyon TEP olmuştur (BP, 2010: 28). 2010 yılında ise tüketim değeri 2009 yılına göre %7,4 artarak 2858,1 milyon TEP değerini almıştır. Bu tüketimin yaklaşık %20'si Avrupa ülkeleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Dünya ülkeleri içinde 2010 yılında doğal gaz tüketimi en fazla olan ülke, toplam dünya tüketiminin %21,7'si kadarını gerçekleştiren ABD'dir. Bu ülkenin toplam tüketimi 621,0 milyon TEP değerindedir (BP, 2011: 25).

Grafik 1.4, Türkiye ekonomisinde yıllar itibarıyla doğal gaz üretimi hakkında bilgi vermektedir.

**Grafik 1.4: Yıllar İtibarıyla Türkiye Doğal Gaz Üretimi (Milyon m<sup>3</sup>)**



**Kaynak:** Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, 2011.

Grafik 1.4'de görüldüğü üzere Türkiye'de doğal gaz üretimi yıllar itibarıyla artış trendi göstermiş, 2008 yılında en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Ancak bu artış 2009 ve

2010 yıllarında aynı hızda seyretmemiş ve üretim 2008 yılına göre %28,5 azalarak 725 milyon m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir.

Bununla birlikte Türkiye, 2010 yılında toplam 35,1 milyon TEP doğal gaz tüketimi ile dünyadaki toplam tüketimin %1,2'sini gerçekleştirmiştir. 2009 yılına göre doğal gaz tüketiminde %9,2 oranında bir artış gerçekleştirmiş bulunmaktadır (BP, 2011: 25).

### **1.2.2. Dünyada ve Türkiye’de Kömür Kaynakları ve Kullanımı**

Fosil enerji kaynaklarından olan kömür; homojen olmayan, kompakt, çoğunlukla bitki parçalarından meydana gelen, tabakalaşma gösteren, içerisinde çoğunlukla karbon, az miktarlarda hidrojen ve kükürt ile azot elementlerinin bulunduğu ama inorganik (kil, silt, iz elementleri gibi) maddelerin de olabildiği, bataklıklarda oluşan, kahverengi ve siyah renk tonlarında, yanabilen, katı fosil organik kütlelerdir (TKİ, 2010: 1).

Kömür, petrol ve doğalgaza rağmen dünya enerji kaynakları içinde önemli bir yere sahip olmaya devam etmektedir. Kömürün 18. yüzyıl ortalarında gerçekleşen sanayi devrimine bağlı olarak önemi kavranmıştır. Buhar gücünün sanayide kullanılması, şehirlerin aydınlatılması ve artan nüfus ile birlikte kömürün kullanımı büyük ölçüde elektrik üretimine bağımlı hale gelmiştir. Sanayi devriminin gerçekleşmesinde ana faktör olan ve önemini günümüzde de koruyan kömürü yeterince değerlendiren ülkeler bugünün gelişmiş ülkeleri olarak dünya ekonomisinde yerini almıştır. Çeşitli ülkelerdeki elektrik üretiminde kömür kullanım payları, Güney Afrika Cumhuriyeti’nde %93, Polonya’da %92, Çin’de %79, Avustralya’da %77, Kazakistan’da %70, Hindistan’da %69, İsrail’de %63, Çek Cumhuriyeti’nde %60, Fas’ta %55, Yunanistan’da %52, ABD’de %49 ve Almanya’da %46 şeklindedir (TKİ, 2010: 12).

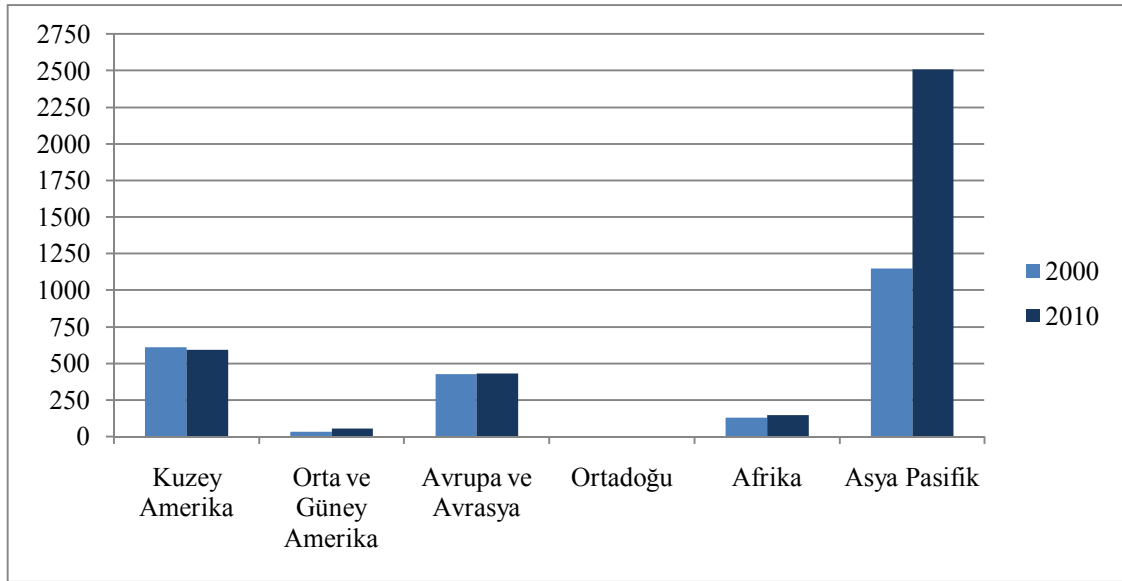
Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ)’nin 2010 yılı Kömür Sektörü Raporu’na göre kömür, dünya ölçeğinde kullanımı en fazla artan birincil enerji kaynağı olma özelliğini 2009 yılında da korumaktadır. Mevcut tüketim seviyesi temel alındığında dünya kömür rezervlerinin bu talebi 160 yıl daha karşılaması, buna karşılık, yeni rezerv bulunmadığı takdirde doğal gaz rezervlerinin 60, petrol rezervlerinin ise 40 yıl içinde tükenmesi beklenmektedir. Ancak bu rakamlar mevcut rezervleri ifade etmektedir. Potansiyel rezervler, konvansiyonel kategoride yer almayan petrolü kumlar



ve diğer rezervlerin artan fiyatlar paralelinde konvansiyonel kategoriye dahil edilmesi, gelişen teknolojiyle kurtarım oranlarının artması ikincil ve üçüncül kurtarım metotları gibi faktörler dikkate alınır, fosil yakıtların rezerv ömürleri daha da uzundur.

Grafik 1.5, 2000 ve 2010 yılı dünya kömür üretiminin bölgesel bazda dağılımını karşılaştırmaktadır.

**Grafik 1.5: Seçilmiş Yıllar İtibarıyla Dünya Kömür Üretimi (Milyon TEP)**



**Kaynak:** BP, 2011: 32.

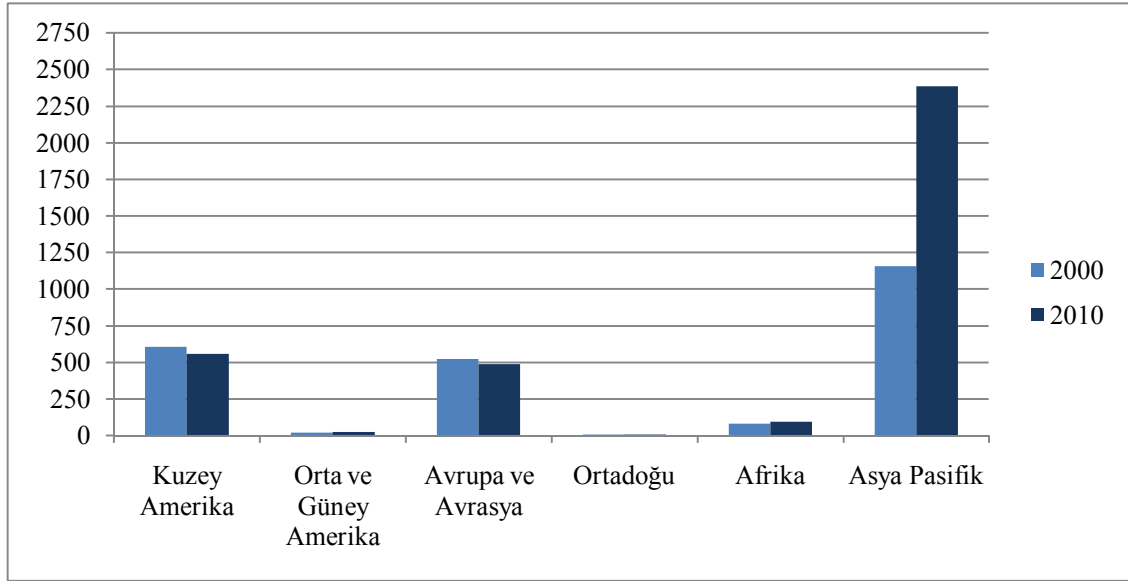
Dünya kömür üretimi 2010 yılında toplam 3731,4 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. Bölgeler bazında değerlendirilirse, Asya Pasifik ülkelerinin kömür üretiminde oldukça yüksek bir artış gerçekleştirdiği görülmektedir. 2000 yılında 1147,1 milyon TEP üretimi olan, aralarında Çin, Hindistan, Avustralya, Endonezya gibi ülkelerin bulunduğu Asya Pasifik ülkelerinin 2010 yılında üretimleri 2509,4 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir (BP, 2011: 32).

Dünya kömür üretiminin %48,3'ünü tek başına Çin gerçekleştirmektedir. 2009 yılında Çin'in gerçekleştirdiği üretim, Dünya kömür üretiminin %47'si kadardı. Bu durum küresel kömür üretiminin giderek daha büyük bölümünün daha az sayıda ülkenin elinde toplanmaya başladığını göstermektedir. 1980'li yıllarda üretimin yaklaşık %80'i toplam 10 ülke tarafından yapılmaktayken, 2010 yılı itibarıyla, önceki yıllarda da olduğu gibi %80'i 6 ülke tarafından yapılmaktadır: Çin, Hindistan, Amerika, Avustralya, Rusya ve Güney Afrika. Üretimin %67,2 ile en büyük kısmı Asya-Pasifik

bölgesinden gerçekleştirilmektedir. Avrupa-Avrasya Bölgesi'nin payı %11,5 ve Kuzey Amerika'nın payı ise %15,9'dur (BP, 2011: 32).

Grafik 1.6 ise, 2000 ve 2010 yılı dünya kömür tüketiminin bölgesel bazda dağılımını karşılaştırmaktadır.

**Grafik 1.6: Seçilmiş Yıllar İtibarıyla Dünya Kömür Tüketimi (Milyon TEP)**



**Kaynak:** BP, 2011: 33.

Dünya kömür tüketimi 2010 yılında toplam 3555,8 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. Bu durumda bir önceki yıla göre %7,6 oranında tüketimde artış olduğu söylenebilir. Bölgeler bazında değerlendirilirse; 2000 yılında 1157,1 milyon TEP tüketimi olan, aralarında Çin, Hindistan, Japonya, Güney Kore ve Endonezya gibi ülkelerin bulunduğu Asya Pasifik ülkelerinin, kömür tüketiminin 2010 yılında, bir önceki yıla göre %9,1 oranında arttığı ve 2384,7 milyon TEP'e ulaştığı görülür (BP, 2011: 33).

Petrol ve doğal gaz rezervlerinin belirli bölgelerde toplanmış olması ve fiyatlarındaki yüksek değişkenlik derecesi, nükleer kaynakların atık sorunu ve kamuoyu tepkisi, yenilenebilir kaynakların yüksek maliyetleri, kömürü, elektrik üretimi amacıyla kullanılan yakıtlar arasında en yaygın yakıt konumuna getirmiştir. Gelecekte, elektrik üretiminde kömürün payının azalacağı, doğal gaz payında ise önemli artışların olacağı tahmin edilmektedir. Buna karşın, kömürün, elektrik üretiminde en yüksek oranda

kullanılan yakıt olma niteliğinin 2030 yılına kadar değişmeyeceği tahmin edilmektedir (TKİ, 2009: 9).

Türkiye’de, çok sınırlı doğal gaz ve petrol rezervlerine karşın, 560 milyon tonu görünür olmak üzere, yaklaşık 1,3 milyar ton taşkömürü ve 12,3 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır. Linyit rezervi, dünya rezervinin sadece %2,98’i seviyesindedir. Linyit rezervlerine hemen hemen bütün coğrafi bölgelerde ve 37 ilde rastlanılmaktadır. Türkiye’nin 2010 yılında, 2009 yılına göre kömür üretiminde 17,4 milyon TEP üretim ile bir değişme olmamıştır. Bu değer dünya toplam kömür tüketiminin %0,5’ini oluşturmaktadır (BP, 2011: 32).

Türkiye’deki linyit üretimi; Enerji Sektörü (Termik Santral), Sanayi Sektörü ve Isınma Sektörü olmak üzere 3 ana sektörün taleplerinin karşılanmasına yöneliktir. Linyit tüketiminde en büyük pay %76 ile termik santrallere ait olup, bu oranlar sanayide %10, ısınma sektöründe ise %14’dür (TKİ, 2009: 4).

Bununla birlikte Türkiye’deki nüfus artışına ve GSUH artışına paralel olarak kömür kullanım miktarları da her yıl artmaktadır. Türkiye, 2010 yılında toplam 34,4 milyon TEP kömür tüketimi ile dünyadaki toplam tüketimin %1’ini gerçekleştirmiştir. (BP, 2011: 33).

### **1.2.3. Dünyada ve Türkiye’de Nükleer Enerji Kaynakları ve Kullanımı**

Nükleer enerji, atomun çekirdeğiyle ilgili bir olay olup, iki şekilde elde edilmektedir. Bunlardan birincisi, iki küçük çekirdeğin birleştirilmesi, yani füzyon; ikincisi ise büyük bir çekirdeğin parçalanması, yani fisyonudur. Nükleer enerji elde etmek için yeryüzünde bulunan en önemli maddeler uranyum, plütonyum ve toryum’dur. Özellikle uranyum zenginleştirme çalışmaları sonucunda nükleer enerji elde edilmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011).

Nükleer reaktörler nükleer enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Temel olarak fisyon sonucu açığa çıkan nükleer enerji, nükleer yakıt ve diğer malzemeler içerisinde ısı enerjisine, bu ısı enerjisi de kinetik enerjiye ve daha sonrada jeneratör sisteminde elektrik enerjisine dönüştürülür (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011).

Dünyadaki nükleer enerji ülkelerinden ABD toplam üretimin %30'unu gerçekleştirmektedir. Diğer büyük üreticiler Fransa ve Japonya'dır. Fransa 2697 TWh değerindeki toplam üretimin 410 TWh'ını gerçekleştirmekte iken Japonya 280 TWh'ını üretmektedir. Diğer yandan, 2009 yılında toplam elektrik üretimi içinde nükleer enerjinin payı Fransa'da %76,2, Japonya'da %26,9, Almanya'da %23'dür (IEA, 2011: 17).

Dünyada nükleer enerji tüketimi 2010 yılında, bir önceki yıla göre %2 oranında artarak 626,2 milyon TEP değerinde tüketim gerçekleşmiştir. Bu tüketim içersinden büyük pay gelişmiş dünya ülkelerine aittir (BP, 2011: 35).

Türkiye'de nükleer enerji güvenliği ile ilgili tartışmalar devam ederken, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından, elektrik enerjisi arz ve talep tahminlerine bağlı olarak, 2015 yılından başlayarak yaklaşık 5.000 MW gücünde nükleer santral kapasitesinin işletmeye alınması planlanmaktadır. Bu amaçla, 5710 sayılı Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun (2007) çıkartılmıştır. Nükleer güç santrallerinin kurulmasına ilişkin süreç halihazırda devam etmektedir. Mersin-Akkuyu'da kurulması planlanan Türkiye'nin ilk nükleer santralının lisansı alınmış olup, Sinop için lisanslama çalışmaları devam etmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011).

EÜAŞ (2010)'ın Elektrik Üretim Sektör Raporu'na göre, bir yanda, artan fosil yakıt fiyatları, enerji arz güvenliği, sera gazı emisyonları ile ilgili endişeler, diğer yanda ise geliştirilmiş reaktör tasarımlarından dolayı dünyanın pek çok bölgesinde yeni nükleer kapasite artırımları veya yeni santrallerin inşa edilmesi beklenmektedir. Dünyada Ocak 2011 itibarıyla, 31 ülkede 442 nükleer santral işletmede olup, 62,9 GW kurulu güce sahip olacak 65 adet nükleer santral inşa halindedir. İnşa halindeki santrallere bakıldığında 27 tanesi Çin'de, 11 tanesi Rusya'da, 5 tanesi de Güney Kore'dedir. Çin, Kore, Finlandiya ve Fransa'da 3. nesil reaktörlerin inşasına başlanmış olması, dünyanın en büyük üç kömür tüketen ülkesinin (Çin, ABD ve Hindistan) nükleer kapasitelerini 2035 yılına kadar önemli ölçüde arttırmayı hedeflemesi, İtalya, Vietnam, İsveç, Türkiye, Mısır, Polonya, ABD ve İngiltere'nin yeni nükleer santral yapma arzusunu ifade etmesi, nükleer enerjiye yeni bir ilginin başladığına da delil sayılmaktadır. Fosil yakıt fiyatlarının 2009 yılında düşük seyretmesi ve ekonomik

durgunluk, yüksek ilk yatırım maliyetine sahip olan nükleer enerjinin rekabet edebilirliğini zayıflatmakta ve santral projelerinin geleceğine yönelik soru işaretlerinin sürmesine sebep olmaktadır. Buna ek olarak, 2011 yılının Mart ayında Japonya’da meydana gelen 9.0 büyüklüğündeki deprem ve devamındaki tsunami, Fukushima Daiichi’de yer alan 4 nükleer santralin büyük hasar görmesine sebep olmuş ve bu reaktörlerden radyasyon sızıntısı meydana gelmiştir. Bu durumun etkisiyle dünyada, özellikle Avrupa Birliği’nde, nükleer santral yatırımlarının bir belirsizlik sürecine girdiği ve en azından bir duraklama yaşanacağı da söylenebilir.

### **1.3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI**

Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal çevrede sürekli tekrarlanan enerji akımlarının nicelik ve nitelik özelliklerini bozmayacak şekilde kullanımı veya doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağı olarak ifade edilebilir (Üstün vd., 2009: 25). Güneş ışığı, rüzgar, dalga, su ve jeotermal ısı gibi doğal kaynaklardan gelen yenilenebilir enerji, sürdürülebilirdir ve çevreyi kirletmez. Bu kaynaklar yaygın olan enerji kaynaklarının aksine, pek çok çevresel ve ekonomik faydalar sunmaktadır. Yenilenebilir enerjinin tüketilememe ve daha az kirletici olan kaynaklardan elde edilme özelliği, temelde onu fosil yakıtlardan ayırmaktadır (İlkılıç, 2012: 1166 ).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının faydalarını şu şekilde sıralamak mümkündür (Çalışkan, 2003: 527):

- Çevrenin korunmasına katkı sağlar.
- Tarım ve imalat sanayi gibi ilişkili olduğu sektörlerde yeni iş alanları yaratarak ekonominin gelişmesini sağlar.
- Ekonomik gelişmeye paralel olarak sosyal gelişmeyi sağlar.
- Enerji kaynaklarını çeşitlendirir. Böylece sadece bir enerji kaynağına bağlı kalınmadığı gibi, öz kaynakların korunmasını da sağlar. Termik santraller düşük kapasitede çalıştırılarak kömür rezervinin uzun süreli korunması sağlanır. Dolayısıyla yakıt fiyatlarının kararsızlığına karşı korunma ve ithalata bağımlılığın azaltılması da mümkün olmaktadır.
- Yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde yeni teknoloji transferleri sağlanabilir.

- Yeni buluşlara kapı açar.
- Karbondioksit emisyon oranının düşmesini sağlar.

### **1.3.1. Dünyada ve Türkiye’de Hidroelektrik Enerji Kaynakları ve Kullanımı**

Hidrolik enerji, suyun statik enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle barajlardan elde edilen enerjidir. Hidroelektrik santraller, akan suyun gücünü elektriğe dönüştürürler. Hidrolik güçten enerji üretmek temiz, verimli ve etkili bir yoldur.

Hidrolik santrallerin ilk yatırım maliyeti oldukça yüksektir. Buna rağmen, çeşitli enerji kaynakları içerisinde hidroelektrik enerji santralleri, çevre dostu olmaları ve düşük risk potansiyeli taşımaları sebebiyle öne çıkmaktadır. Bu tür santraller ani talep değişimlerine cevap verebilecek niteliktedirler. Hidroelektrik santraller; çevreyle uyumlu, temiz, yenilenebilir, yakıt gideri olmayan, enerji fiyatlarında sigorta rolü üstlenen, çevredeki toprak erozyonu şartlarına bağlı olarak nispeten uzun ömürlü, yatırımı geri ödeme süresi kısa olan, işletme gideri çok ve dışa bağımlı olmayan yerli bir kaynaktır (Üstün vd., 2009: 26).

Günümüzde dünyada hidroelektrik kurulu gücünde ABD, Kanada, Çin, Hindistan, Brezilya, Rusya, Norveç ve Japonya önde gelen ülkeler arasında olup, kurulu güçleri toplamı dünya toplamının yaklaşık % 60’ını oluşturmaktadır (IEA, 2011: 19).

Dünya hidroelektrik tüketimi son on yılda yaklaşık %30 artış göstermiştir. 2010 yılında söz konusu tüketimin değeri 775,6 milyon TEP’dir. Hidroelektrik tüketim değerleri açısından Asya Pasifik Bölgesi ilk sıradadır, Asya Pasifik ülkelerinden Çin’in 2010 yılındaki toplam hidroelektrik tüketimi 163,1 milyon TEP olmuştur. Çin’den sonra Brezilya 2010 yılındaki 89,6 milyon TEP hidroelektrik tüketimi ile ikinci sıradadır (BP, 2011: 38).

Tablo 1.3, 2009 yılı itibarıyla seçilmiş dünya ülkelerinde toplam yurtiçi elektrik üretiminin hidroelektrik ile karşılama oranı hakkında bilgi sunmaktadır.

**Tablo 1.3: Seçilmiş Ülkelerin Elektrik Üretimini Hidroelektrik Potansiyelleri ile Karşılama Oranı (2009 yılı)**

<b>Ülkeler (Yerli Üreticiler)</b>	<b>Toplam Yurtiçi Elektrik Üretiminin Hidroelektrik ile Karşılama Oranı (%)</b>
<b>Norveç</b>	95,7
<b>Brezilya</b>	83,8
<b>Venezuela</b>	72,8
<b>Kanada</b>	60,3
<b>İsviçre</b>	48,3
<b>Rusya</b>	17,8
<b>Hindistan</b>	11,9
<b>Çin</b>	16,7
<b>Japonya</b>	7,8
<b>ABD</b>	7,1

**Kaynak:** IEA, 2011: 19.

Tablo 1.3 verilerine göre, kendi hidroelektrik üretimi ile elektrik üretimi ihtiyacını karşılayan ülkeler arasında sırasıyla %95,7 ile Norveç, %83,8 ile Brezilya ve %72,8 ile Venezüella gelmektedir. Bu ülkeler, toplam dünya elektrik üretiminin %15,9'unu kendi hidroelektrik potansiyelleri ile karşılayabilmektedirler.

Türkiye'de ilk hidroelektrik üretimi, küçük ölçekteki hidroelektrik santrallerle başlamıştır. Türkiye'de Hidroelektrik Santral Projesi (HES) ilk defa 1902 yılında Tarsus'ta yapılan 60 kWh'lık HES'dir. Sadece üç şehirde, yani İstanbul, Adapazarı ve Tarsus'ta elektriğin olduğu yıllarda Türkiye'nin toplam 30.000 kWh kurulu gücü ve

yıllık 45 GWh üretimi vardı. Türkiye’de 1950’li yıllarda yılda 800 GWh enerji üretimi yapılırken, bugün bu oran yaklaşık 256 kat artarak yılda 205.400 GWh’e ulaşmıştır (Akpınar vd., 2009: 249 ). 2008 yılı itibarıyla, 42.359 MW’a ulaşan kurulu güç ile yılda ortalama olarak 246.974 GWh/yıl enerji üretimi mümkün iken; arızalar, bakım-onarım, işletme programı politikası, ekonomik durgunluk, tüketimde talebin azlığı, kuraklık, randıman gibi nedenlerle ancak 205.383 GWh/yıl enerji üretilebilmiştir, yani kapasite kullanımını %68 olmuştur. Termik santrallerde kapasite kullanım oranı %87 iken hidroelektrik santrallerde %70 olmuştur.

Türkiye’de doğal gaz ve petrol rezervleri yok denecek kadar azdır. Bu sebeple Türkiye enerji ihtiyacını karşılamak için, doğal gaz, petrol, hatta kömür ithal etmektedir. Dolayısıyla Türkiye’deki alternatif enerji kaynaklarının kullanımı, özellikle de toplam enerji üretiminde hidroelektrik enerjinin payının artırılması önerilmektedir. Nitekim hidroelektrik santraller diğer üretim tipleri ile kıyaslandığında, en düşük işletme maliyetine, en uzun işletme ömrüne ve en yüksek verime sahiptirler (Devlet Su İşleri, 2011).

Türkiye 2010 yılında dünyadaki toplam hidroelektrik tüketiminin %1,1’ini gerçekleştirmektedir. Diğer yandan Türkiye, 2009 yılında 8,1 milyon TEP hidroelektrik enerjisi tüketimini gerçekleştirmişken 2010 yılında 11,7 milyon TEP hidroelektrik enerjisi tüketiminde bulunmuştur (BP, 2010: 38).

### **1.3.2. Dünyada ve Türkiye’de Jeotermal Enerji Kaynakları ve Kullanımı**

Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde olağan dışı birikmiş ısının oluşturduğu bir enerji türüdür. Bu ısı yeryüzüne doğal olarak veya mekanik sondajlarla, sıcak su ve buhar şeklinde ulaşmaktadır (İçerler vd., 2009: 245).

Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 9.700 MW, yıllık üretim 80 milyar kWh olup, jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; ABD, Filipinler, Meksika, Endonezya ve İtalya şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 33.000 MW’tır. Dünyada jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye’dir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011).

Türkiye’de yüzey sıcaklığı 40<sup>0</sup>C’nin üzerinde olan 184 adet jeotermal saha vardır. Bunlardan elektrik üretimine uygun potansiyel içeren 13 adeti Batı Anadolu’da; Denizli-Kızıldere, Aydın-Germencik, Manisa-Salihli-Göbekli, Çanakkale-Tuzla, Aydın



Salavatlı, Kütahya-Simav, İzmir-Seferihisar, Manisa-Salihli-Caferbey, Aydın-Yılmazköy, Aydın-Sultanhisar, İzmir-Balçova, İzmir-Dikili, Manisa-Alaşehir'de yer almaktadır. Bu sahaların görünür hale getirilmiş kapasitesi 105 Mwe'dir. Tüm sahaların geliştirme çalışmaları yapıldığında bu kapasitenin 550 Mwe'e çıkacağı düşünülmektedir. Tüm jeotermal kaynakları değerlendirildiğinde milli ekonomiye yılda yaklaşık 20 milyar dolar net katkı yapacaktır. Haziran 2007 itibarıyla jeotermal kaynak potansiyelimizin ancak %7'si değerlendirilmektedir. Türkiye'nin jeotermal kaynaklarının genellikle düşük ve orta entalpili olmaları nedeniyle, elektrik üretimi, konut-sera ısıtmacılığı, kimyasal madde üretimi, deri işleme ve sağlık turizmi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Türkiye'deki jeotermal enerji tüketiminin %87'si ısıtma amaçlıdır (Gönülalan vd., 2009: 265; Külekçi, 2009: 87).

### **1.3.3. Dünyada ve Türkiye'de Güneş, Rüzgar Enerjileri ile Biyokütle Kaynakları ve Kullanımı**

Güneş enerjisi çevreye etkisi bakımından uygun, temiz ve maliyeti olmayan bir enerji kaynağıdır. Bazı bölgelerde yıl boyunca sürekli, bazı yörelerde ise mevsimlik dalgalanmalar gösteren bu enerji çeşidi, bol bulunduğu ülkeleri enerji bağımlılığından kurtarabilecek kapasiteye sahiptir.

Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki kısımda ele alınabilir: Isıl güneş teknolojileri ve odaklanmış güneş enerjisi ile güneş pilleri. Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (Concentrated in Solar Power - CSP) olarak ifade edilen sistemlerde ısı, doğrudan kullanılabilmesi gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir. CSP santralleri, değişik ayna konumları kullanmak sureti ile güneşin enerjisini yüksek sıcaklıklı ısıya dönüştürerek elektrik üretir. İstenen güçte kurulabilmeleri nedeniyle genellikle sinyalizasyon, kırsal elektrik ihtiyacının karşılanması vb. gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Güneş pillerinde ise; fotovoltaiik piller de denilen yarı iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirmektedirler (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011).

Coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m<sup>2</sup>)

olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güneydoğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Türkiye'de Kurulu olan güneş kolektörü miktarı yaklaşık 12 milyon m<sup>2</sup> ve teknik güneş enerjisi potansiyeli 76 TEP olup, yıllık üretim hacmi 750.000 m<sup>2</sup>'dir ve bu üretimin bir miktarı da ihraç edilmektedir. Bu kullanım miktarı, kişi başına 0,15 m<sup>2</sup> güneş kolektörü kullanıldığı anlamına gelmektedir. Güneş enerjisinden ısı enerjisi yıllık üretimi 420000 TEP civarındadır. Bu haliyle Türkiye, dünyada kayda değer bir güneş kolektörü üreticisi ve kullanıcısı durumundadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011).

Rüzgar, yerkürenin ekvatorial bölgelerinin kutup bölgelerinden daha fazla güneş enerjisi alması ve bunun atmosferde büyük ölçekli ısı yayılmalarına neden olmasından kaynaklanmaktadır. Meteoroloji uzmanları, gelen rüzgar radyasyonunun yaklaşık %1'inin rüzgar enerjisine dönüştüğünü tahmin ederler. Sadece on günde yeryüzüne ulaşan güneş enerjisi, dünyanın bütün fosil yakıt rezervlerine eşit enerji içeriğine sahiptir, bu rüzgar kaynağının son derece büyük olduğu anlamına gelmektedir. Rüzgar enerjisi düşük maliyet, temiz enerji özelliğinde olma, dünyanın her yerinde bolca bulunması gibi avantajlara sahiptir (İlkılıç, 2012: 1166).

Rüzgar enerjisinin popüleritesi, tarihsel olarak fosil yakıt fiyatlarını izleyen dalgalanmalar şeklinde değişmiştir. Yakıt fiyatları II. Dünya Savaşı'ndan sonra düştüğünde rüzgar türbinlerine ilgi azalmıştır. Petrol fiyatları 1970'lerde yükseldiğinde rüzgar türbinlerine dünya çapında ilgi artmıştır. Son on yılda, rüzgar gücü kullanım kapasitesinde şimdiye kadarki en hızlı büyüme gerçekleşmiştir. Özellikle karbondioksit emisyonu ve iklim değişikliğine ilişkin artan kaygılar, ilginin düşük karbon yoğunluklu enerji kaynaklarına daha çok çekilmesine neden olmuştur (Vos, 2012: 10).

Rüzgar türbinleri yenilenebilir enerji üretiminin en ekonomik biçimlerinden biridir. Çünkü neredeyse her yerde yapılabilirler ve nispeten kısa yapım süresine bağlı olarak kolayca inşa edilebilirlerdir. Rüzgar türbinlerinin bu özelliği onları yenilenebilir enerji politikalarının en önüne koymuştur.

Dünya Rüzgar Enerjisi Birliği (Global Wind Energy Council-GWEC)'nin 2012 raporuna göre son on yılda, dünya çapında toplam kurulu rüzgar gücü kapasitesi altı kattan daha fazla yükselmiş ve 2001'de 6,500 MW iken; 2011'de 41,236 MW olmuştur.

Tablo 1.4, dünyada bölgeler itibarıyla küresel kurulu rüzgar gücü kapasitesi hakkında bilgi vermektedir.

**Tablo 1.4: Küresel Kurulu Rüzgar Gücü Kapasitesi 2010/2011 (MW) Bölgesel Dağılımı**

	2010 sonu	2011 yılı	Toplam 2011 Sonu
<b>Afrika ve Orta Doğu</b>	1,065	0,31	1,093
<b>Asya</b>	61,106	21,298	82,398
<b>Avrupa</b>	86,647	10,281	96,616
<b>Latin Amerika ve Karayibler</b>	1,997	1,206	3,203
<b>Kuzey Amerika</b>	44,306	8,077	52,184
<b>Pasifik Bölgesi</b>	2,516	0,342	2,858
<b>Dünya Toplam</b>	197,637	41,236	238,351

**Kaynak:** GWEC, 2012: 2.

Tablo 1.4'e göre, dünyada toplam kurulu rüzgar gücü kapasitesinin neredeyse %44'ü Avrupa'da bulunmaktadır. Avrupa ülkelerinden Almanya, rüzgar tribünleri anlamında en büyük piyasadır, onu İspanya, İtalya ve Fransa izlemektedir. Almanya'da rüzgar gücü elektrik kullanımının yaklaşık %19'undan, İspanya'da %16'sından, Danimarka'da %4'ünden sorumludur.

2007 yılı itibarı ile Türkiye'de yıllık rüzgar hızı 8,5 m/s ve üzerinde olan bölgelerde en az 5.000 MW, 7,0 m/s'nin üzerindeki bölgelerde ise en az 48.000 MW büyüklüğünde rüzgar enerjisi potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir. 2004 yılı itibarıyla sadece 18 MW düzeyinde olan rüzgar enerjisi kurulu gücünün artırılmasında aşama kaydedilmiştir. Türkiye'nin 2009 yılı sonu itibarıyla rüzgar kurulu gücü 802,8 MW düzeyine ulaşmıştır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011).

Rüzgar enerjisi temiz bir kaynaktır, emisyonları serbest bırakan enerji üretim teknolojisi ile kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yanmasına dayanan enerji

santralleri gibi atmosferi kirletmez. Rüzgar enerjisi de soluduğumuz havanın kalitesi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir ve fosil yakıtların yanması da kükürt dioksit ve azot oksit gazları üretir. Bu gazların her ikisi de hava kirliliğinin ciddi kaynaklarıdır. Rüzgar türbinleri asit yağmurları veya sera gazlarına neden olan atmosferik emisyonu üretmez. Rüzgar enerjisi Türkiye’de üretilen bir iç enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisi, ham petrol fiyatı gelecekte artmaya devam ettiğinde, rüzgar enerjisi bol olan Türkiye’de özellikle önemli bir rol oynayacaktır (İlkılıç, 2012: 1172).

Biyokütle, bir türe veya çeşitli türlerden oluşan topluma ait yaşayan organizmaların, belli bir zamanda sahip oldukları toplam küttür. Biyokütle kaynakları şu şekilde sıralanabilir: odun (enerji ormanları), yağlı tohumlu bitkiler (ayçiçeği, kolza, soya, vb.), karbonhidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, vb.), elyaf bitkileri (keten, kenef, kenevir, sorgum, vb.), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök vb.), hayvansal atıklar, şehirsal atıklar ve endüstriyel atıklar (Budak vd., 2009: 123). Biyokütle kaynakları, çok çeşitli orman ve tarımsal kaynakları, bunların atık ile türlerini, kentsel ve endüstriyel biyoatıkları kapsamaktadır. Katı, sıvı veya gaz formundaki biyoyakıtlar doğrudan fosil yakıtları ikame etme potansiyeli taşıyan önemli yenilenebilir enerji kaynaklarıdır (Cansın vd., 2009: 33).

Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency-IEA) tarafından 1971-2007 yılları için yapılan 2010 yılı araştırma sonuçlarına göre; küresel birincil biyokütle tüketimi 1970 ve 2006 yılları arasında neredeyse iki kat artış göstermiştir. Katı biyokütle tüketimi giderek Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD) ülkeleri dışında artış gösterirken, OECD ülkelerinde 1991 ve 2006 yılları arasında artış sadece %1,3 olmuştur. Diğer taraftan, sıvı biyokütle (yani biyoyakıt), son yıllarda OECD ülkelerinde çok hızlı bir artış kaydederek yıllık artış oranı %17,3 olmuştur.

Biyogaz ısı, elektrik ve yakıt üretiminde kullanılabilen potansiyel olarak önemli bir enerji kaynağıdır. Türkiye’de son tarım sayımına (2009) göre; tarımsal işletmelerin toplam sayısı 3.076.650’dir ve bu işletmelerin yaklaşık %70’i hayvancılık yapmaktadır. Hayvansal atıklar, işletmeler için önemli bir sorun olabilmektedir ve tam olarak değerlendirilememektedir. Atık kullanımı için en iyi yol biyogaz üretmektir. Türkiye biyogaz enerji potansiyeli son tarım sayımında (2009), hayvan sayısı kullanılarak

2.177.553.000 m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Türkiye'nin yüksek ekonomik gelişme hızı nedeniyle enerji tüketimi sürekli artmaktadır. Biyogaz, küçük kasabalar ve kırsal alanlar için elektrik taleplerini karşılamakta önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Nüfusun yaklaşık % 25'i Türkiye'de tarım, hayvancılık ve ormancılık ile yaşamını sağlamaktadır. Çoğunlukla, bitkisel üretim hayvancılık ile birlikte yapılır. Bu anlamda Türkiye'nin mevcut sosyo-ekonomik ve coğrafi özellikleri hayvancılığın tüm türleri için çok önemli bir potansiyel uygunluğa sahiptir. Türkiye'de hayvancılığın GSYİH'nin % 6'lık bir payına sahip olması önemli bir göstergedir. Nüfus artışı ile tarım ve hayvancılık da geliştiği için, hayvansal atık potansiyeli de artar. Ancak, ülkenin rasyonel ve verimli bir şekilde bu potansiyeli kullanmakta olduğunu söylemek mümkün değildir. Türkiye'nin biyokütle enerji potansiyeli; doğal kapasitesi 120 Mtoe olarak rapor edilmiştir. Teknik kapasite olarak 50 Mtoe ve ekonomik potansiyel olarak 32 Mtoe'dir. Atıklar da dahil olmak üzere Biyokütle enerji arzı, 1990'da 7208 ktoe, 1995'de 7068 ktoe ve 2000'de 6457 ktoe'dir. Türkiye'de 2020 yılı için 7520 ktoe ve 2030 yılı için 8205 ktoe'dir. Adı geçen klasik odun biyokütle dikkate alınmaz ise, hayvansal atıklar, modern biyokütle potansiyeli içinde önemli bir paya sahiptir (Avcioğlu, Türker, 2012: 1560).

## İKİNCİ BÖLÜM

### ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

Büyüme, aslında ekonomi biliminin ilk araştırdığı olgulardan biridir. Adam Smith (1776), “Ulusların Zenginliğinin Doğası ve Nedenleri Üzerine Bir İnceleme” adlı kitabında da iktisadi büyümenin nedenlerini sorgulamakla işe başlamıştır. Buna rağmen ekonomik büyüme, günümüzde hala en çok tartışılan konuların başında gelmektedir. Bu bölümde ekonomik büyümenin tanımı yapılmakta, temel belirleyicileri tanıtılmakta ve teorik modelleri enerji ile olan ilişkisi gözetilerek açıklanmaktadır.

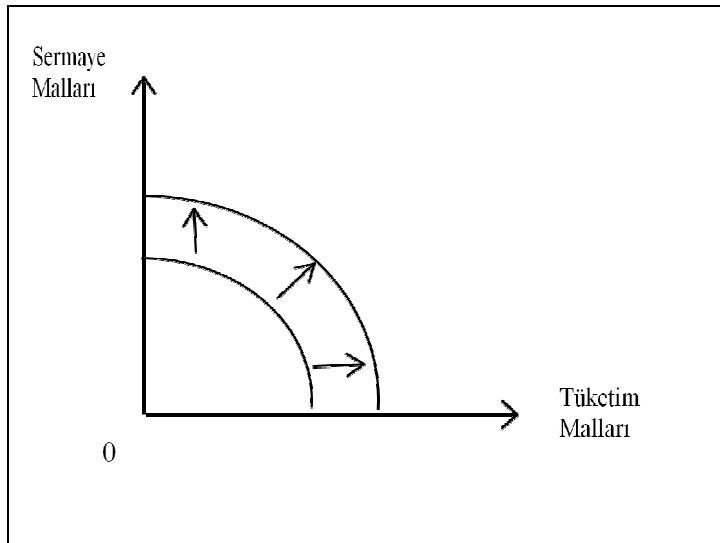
#### 2.1. EKONOMİK BÜYÜME OLGUSU VE EKONOMİK BÜYÜMENİN TEMEL BELİRLEYİCİLERİ

Ekonomik büyümenin teorik olarak ele alınmasından önce, ekonomik büyüme kavramından söz edilmesi ve büyümeye etki eden faktörlerin genel olarak tanımlanması konumuz açısından önemlidir. Takip eden bölümde bu kavramlardan söz edilmiştir.

##### 2.1.1. Büyüme Olgusu

Ekonomik büyüme, Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)’da bir önceki döneme göre meydana gelen net artış olarak tanımlanmaktadır ve Şekil 2.1’de görüldüğü gibi ülkenin Üretim İmkanları Eğrisi’nde gerçekleşen sağa doğru bir kayma olarak gösterilebilir (Parasız, 1997: 4).

Şekil 2.1 Ekonomik Büyüme



**Kaynak:** Parasız, 1997: 4.

İktisadi faaliyetlerin ölçęindeki artışlar üretim faktörlerinin miktarında veya üretkenliklerindeki artışlardan kaynaklandığından ve bunlar da ancak uzun dönemde gerçekleştiğinden, iktisadi büyüme olgusu uzun vadeli bir sorun olarak ele alınır (Kibritcioğlu, 1998: 1). Ekonomik büyümenin bir başka tanımlaması; reel GSYİH'nin nüfusa oranına eşit olan Kişi Başına GSYİH değeriinde meydana gelen sürekli artıştır (Ünsal, 2007: 11). Bu değer aslında kişilerin yaşam standartlarını etkileyen unsurlardan biridir. Bu yönüyle ekonomik büyüme hem dönem hem de gelişme ve kalkınma kavramlarıyla ilişkilidir. Bu anlamda, sadece bir ölçek büyümesi sorunu değil yapısal değişimi ve teknolojik gelişimi de içerir.

### 2.1.2. Büyümenin Ölçülmesi

Büyüme Oranı; yüzde (%) değişim olarak ifade edilebildiği gibi mutlak değişim olarak da ifade edilebilir (Jones, 2001: 167-173). Büyüme oranının ifade edilmesinde yaygın olarak kullanılan yüzde değişim oranı genel olarak formül (2.1)'deki gibi gösterilir.

$$g_{\text{yüzde}} = \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \cdot 100 \quad (2.1)$$

Mutlak Büyüme Oranı ise; milli gelirde belirli bir dönem boyunca meydana gelen değişimi gösterir. Bu dönem, genellikle bir yıl gibi bir zamandır. Mutlak büyüme oranı da (2.2)'deki gibi hesaplanır.

$$g_{\text{mutlak}} = \frac{\Delta Y}{\Delta t} = \frac{Y_{t+\Delta t} - Y_t}{(t+\Delta t) - t} = \frac{Y_{t+\Delta t} - Y_t}{\Delta t} \quad (2.2)$$

$$\Delta t = 1 \text{ ise; } \frac{\Delta Y}{1} = \frac{Y_{t+1} - Y_t}{1} \rightarrow \Delta Y = Y_{t+1} - Y_t \quad (2.3)$$

Diğer yandan, ülkelerarası karşılaştırmalarda büyüme oranı ölçütü olarak genellikle kişi başına gelirin büyüme oranı (net büyüme oranı) temel alınır (Armstrong, Taylor, 2000: 66). Kişi başına gelirin büyüme oranı formül (2.4)'de gösterildiği gibi hesaplanır. Burada “y” kişi başına geliri, “Y” milli geliri, “N” ise ülkenin toplam nüfusunu göstermektedir.

$$y = \frac{Y}{N} \rightarrow \ln y = \ln Y - \ln N \rightarrow \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{N}}{N} \quad (2.4)$$

### 2.1.3. Büyümenin Temel Belirleyicileri

Bir ekonomide çıktı üretilebilmesi için, fiziki sermaye, beşeri sermaye ve doğal kaynaklar gibi girdiler girişimciler tarafından farklı teknolojik bilgiler çerçevesinde bir araya getirilir. Bu bağlamda büyümenin temel belirleyicileri arasında doğal kaynaklar, sermaye, emek ve teknolojik gelişme yer almaktadır.

Doğal Kaynaklar; üretim için doğadan alınan girdilerdir. Bunlar; toprak, orman, akarsu ve göllerdir. Doğal kaynakların miktarı sabittir. Bu nedenle kıt kaynaklar arasında sayılırlar. Doğal kaynakların zaman içinde artması mümkün değildir; ancak var olan doğal kaynaklardan daha iyi yararlanılabilir. Örneğin; daha önce bilinmeyen veya bilindiği halde işletilmeyen madenlerin işletilmeye açılması gibi (Dinler, 1998: 16).

Doğal kaynakların ülkelerarası dağılımları, hem kalite hem de sayı açısından farklılık gösterir. Doğal kaynaklarının zenginliği yönünden şanslı olan ülkeler, kalkınmalarını daha çabuk gerçekleştirme olanağına sahip olmaktadır. Diğer yandan bazı az gelişmiş ülkeler ise çok zengin doğal kaynaklara sahip olmalarına rağmen, bu zengin kaynaklardan yararlanmaları için gerekli olan sermaye stokuna ve teknoloji düzeyine sahip olmadıklarından, bu durumu kalkınmaları açısından bir avantaja dönüştürememektedirler (Başol vd., 2005: 66).

Sermaye; üretimde emeğin verimliliğini arttıran, fabrika, yol, baraj, tesis, gereç, donanım vb. gibi daha önce insanlar tarafından üretilmiş olan üretim araçlarıdır. Doğal kaynaklar ile fiziki sermaye arasındaki en önemli fark, birinin doğada hazır bulunmuş olması, diğersinin ise üretilmiş olmasıdır. Örneğin, çimento fabrikasında kullanılan petrol, su vb. doğal kaynaklardır; fabrika binası, makineler vb. ise fiziki sermayedir (Dinler, 1998: 17).

Sermaye mallarının ülkeler arasındaki dağılımı birbirinden farklıdır. Az gelişmiş ülkelerin sermaye stoku oldukça azdır. Bu ülkelerin yeterli derecede sermaye mallarının olmaması, kalkınmalarını kısıtlayan nedenlerin başında gelmektedir. Bu durum, büyüme açısından sermaye birikiminin önemini göstermektedir.

Sözü edilen sermaye kavramı günümüzde daha geniş bir anlam içermektedir. Sermaye sözcüğü bu anlamda üretime pozitif katkısı olan her türlü maddi ve maddi olmayan iktisadi değerler olarak kabul edilmektedir (Karagül, 2003: 81).



Günümüzde “sermaye” kavramı, üç temel kavramı içermektedir. Bunlar, “fiziki sermaye”, “beşeri sermaye” ve “sosyal sermaye” kavramlarıdır. Fiziki sermaye, üretimde kullanılan makine, teçhizat ve diğer ekipmanlardır. Beşeri sermaye, kişinin sahip olduğu ve genel anlamda insanın niteliğini vurgulayan bilgi, beceri, tecrübe ve dinamizm gibi pozitif değerlerdir. Sosyal sermaye ise, fertler ve kurumlar arasındaki her türlü güvene dayalı iletişimin pozitif ekonomik etkileridir.

Bu kavramlar içerisinde en çok dikkat çeken kavramlar, fiziki sermaye ve beşeri sermaye kavramlarıdır. Bu iki kavram birbirlerine benzemekle birlikte bazı noktalarda birbirlerinden farklıdır. Bu farklılardan ilki, beşeri sermayeye yapılan bir yatırımın (örneğin, eğitim ve sağlık yatırımları) sadece üretimle bağlantılı olmayıp aynı zamanda ferdin yaşam kalitesini artırması ve sosyal ilişkilerini geliştirmesidir. İkincisi, beşeri sermayenin durağan olmamasıdır. Beşeri sermayenin fiziki sermaye gibi stoklanması ve daha sonra kullanılmak üzere el altında bekletilmesi mümkün değildir. Üçüncüsü, beşeri sermayenin yansız olmamasıdır. Fiziki sermaye kullanılıp kullanılmama ve ne zaman, nerede kullanılacağı konusunda tamamen yansızdır. Oysa beşeri sermaye nerede, ne zaman ve hangi şartlarda çalışacağına kendisi karar verir (Karagül, 2003: 82).

Emek; üretime yönelik fiziki ve fikri çabaların tümü olarak tanımlanır. Bir ülke ekonomisinde emek faktörünün miktarı o ülkenin nüfusu ile ilişkilidir. Bu çerçevede önceleri nüfus artış hızına bağlı toplam işgücü artışı şeklinde düşünülen emek faktörü, işgücü verimliliğinin üretim artışıdaki öneminin anlaşılmasıyla birlikte yerini, hem işgücü artışını hem de işgücü verimliliğinin artışını dikkate alan beşeri sermaye yaklaşımına bırakmıştır (Pekin, 1995: 18).

İşgücü tarafından içerilen bilgi ve beceri toplamı olarak tanımlanan beşeri sermaye kavramı, işgücünün verimliliğini artırdığı için büyük önem taşır (Kibritçioğlu, 1998: 1). Günümüzde beşeri sermayenin emeğin ve fiziki sermayenin yanında ayrı bir üretim faktörü olarak üretim fonksiyonuna alınması söz konusudur.

Teknoloji, üretim sürecinde girdilerin çıktıya dönüşme yöntemidir. Teknolojik gelişme; ürün yönetiminde yeni yöntemler geliştirilmesi, yeni nitelikte ürünler üretilmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Teknolojik gelişmenin, ekonomik bakımdan bir anlam ifade edebilmesi için, kar veya zarar etmeyi göze alacak biçimde bir firmada yenilik (innovation) olarak uygulanmaya konulması gerekmektedir. Yenilikle

sonuçlanan teknolojik gelişmelerin kaynağı, ya “yaparak öğrenme” (learning by doing) ya da teknoloji transferidir (Jones, 2001: 73).

Son olarak, büyümenin ön koşullarını oluşturan tüm bu üretim faktörlerine yapılacak yatırımları yönlendiren ve tasarrufları özendiren bir faktör, devlettir. Devletler harcamalar yoluyla talebi canlandırma, arz tarafından bakıldığında ise alt yapı yatırımları, eğitim ve araştırma-geliştirme gibi etkiler düşünüldüğünde, ellerinde büyüme oranlarını etkileyecek olanakların mevcut olduğu açıkça görülmektedir (Yeldan, 2010: 63-66).

## **2.2. EKONOMİK BÜYÜME MODELLERİ**

Bu başlık altında ekonomik büyüme modelleri; geleneksel büyüme modelleri ve içsel büyüme modelleri adı altında ele alınmaktadır.

### **2.2.1. Geleneksel Büyüme Modelleri**

Ekonomik büyüme modelleri içerisinde ilk ele alınan geleneksel büyüme modelleridir. Bu çerçevede bu alt bölümde, Klasik Büyüme Modelleri, Keynesyen (Harrod-Domar) ve Neoklasik Büyüme Modelleri özetle ele alınmaktadır.

#### **2.2.1.1. Klasik Büyüme Modelleri**

Klasik Büyüme Modeli, ülkelerin iktisadi büyümelerini açıklamada kullanılan ilk teorik modeldir (Taban, 2008: 23). Bu model; Adam Smith (1723-1790), Thomas Malthus (1766-1834) ve David Ricardo (1772-1823) tarafından 18. yy’da geliştirilmiştir.

##### **2.2.1.1.1. Adam Smith’in Büyüme Teorisi**

Adam Smith (1776), ekonomik büyüme sürecini, işbölümü ve sermaye faktörleri ile açıklamıştır. Smith’e göre işbölümü emeğin verimliliğini belirler, işbölümü arttıkça emeğin verimliliği (işçi başına üretim miktarı) de artar (Ünsal, 2007: 40). Smith’in büyüme süreci analizinde temel varsayımı, tabii kaynakları zengin, yeni iskan edilmiş bir ülkedir. Bu nedenle de başlangıçta kaynaklara oranla sermaye stoku düşük, kar oranı yüksektir. Kar oranlarının yüksek olması sermaye stokundaki artışı hızlandırır. Sermaye stokundaki hızlı artış ise, işgücü talebini, dolayısıyla da ücretleri arttırır (Berber, 2006: 57). Adam Smith’e göre ücret haddinin yükselmesi, işçilerin çalışma güçlerini ve arzularını olumlu biçimde etkiler (Ünsal, 2007: 46).

Smith'in büyüme modelinde, emek için Artan Verim Kanunu, sermaye için Azalan Verim Kanunu geçerlidir. Bu nedenle, kısa dönemde piyasa ücreti doğal ücret düzeyinin üstüne çıkacaktır. Ücretlerin yükselmesi uzun dönemde nüfus artışına neden olacaktır (Hiç, 1994: 26). Ekonomik büyümenin gerçekleştiği bu zenginlik halinden sonra, sermayenin Azalan Verim Kanunu'na tabi oluşu nedeniyle, sermaye birikimi yavaşlayacak ve kar oranları faiz oranı düzeyine düşecektir. Böylece büyümenin durgunluk dönemine geçilecektir. Bu durumda artık nüfus artışı söz konusu olmayacak, net yatırımlar yapılmayacaktır (Berber, 2006: 58).

#### **2.2.1.1.2. Thomas Malthus'un Nüfus Teorisi**

Thomas Malthus (1798), iktisadi büyüme ve nüfus artış hızı arasındaki ilişkiyi dikkate almıştır. Malthus'a göre bir ekonomide reel hasıla-çıktı (Y), toprak ve işgücü kullanılarak üretilir. Ancak toprağın miktarı sabit olduğundan, reel hasıla-çıktı miktarı işgücüne ve dolayısıyla da nüfusa (N) bağlı olarak değişir:  $Y = f(N)$ . Malthus'a göre üretim emek girdisine göre azalan verimlere tabidir: Toprağın miktarı ve teknoloji düzeyi veri iken nüfus belirli bir oranda artınca, çıktı aynı oranda değil daha düşük bir oranda artar ve böylece kişi başına çıktı azalır. Malthus'a göre nüfus büyüme hızı (p), doğum haddi (b) ile ölüm haddi (d) arasındaki farka eşittir ( $p = b - d$ ) ve onlar tarafından belirlenir. Doğum haddi kişi başına çıktı miktarından bağımsızdır. Ölüm haddi, ise kişi başına çıktının negatif bir fonksiyonudur. Kişi başına çıktı artınca insanlar daha iyi beslenirler ve sağlık hizmetlerinden daha fazla yararlanırlar, böylece ölüm haddi düşer veya bunların tam tersi gerçekleşir (Ünsal, 2007: 53-54).

Malthus'un büyüme modelinin işleyişi, üretim ve nüfus büyüme fonksiyonları birlikte ele alınarak incelendiğinde; nüfus artışının eğer kontrol altına alınmazsa, geometrik bir dizi şeklinde artmaya devam etmesi; çıktının ise aritmetik bir dizi şeklinde artması ve bu iki dizi arasındaki farkın giderek büyümesine yol açacaktır (Taban, 2008: 29). Bu yönüyle Malthus'un nüfus teorisi, sermaye birikimi ve teknolojik ilerlemenin iktisadi büyüme üzerindeki etkilerine modelde yer vermemiştir (Ünsal, 2007: 59).

#### **2.2.1.1.3. David Ricardo'nun Büyüme Teorisi**

İlk sistemli büyüme modeli olarak kabul edilen bu model, bölüşüm gibi çok önemli bir kavramı açıkladığı için "Muhteşem Dinamikler", az sayıda fonksiyonel

ilişkiye dayandığı için de “Ricardo’nun Özrü” olarak adlandırılmaktadır (Karakayalı, 2002: 395).

Modelin dayandığı temel kavramlardan biri rant, diğeri ücrettir. Ricardo’ya göre bir ülkenin sahip olduğu arazi, farklı kalitedeki arazi parçalarından oluşur. Büyümenin başlangıç aşamasında talep az iken, tarımsal üretim sadece birinci kalitedeki arazi üzerinden gerçekleştirilir. Ancak bir ülkedeki birinci kalite arazi miktarı sınırlıdır ve iktisadi büyüme sürecinde tarımsal ürünlere talep sürekli artar. Bu yüzden büyüme sürecinde daha az kaliteli arazi parçalarında üretim yapılmaya başlar. İkinci kalitedeki arazi üzerinde üretim yapılıncaya, yaygın azalan verimlilik ortaya çıkar. Diğer yandan büyüme sürecindeki tarımsal ürünlere yönelik talebin artmasına bağlı olarak tarımsal üretimi arttırmanın tek yolu, tarımsal üretimi giderek daha az kaliteli arazi parçalarını kullanarak değil, belirli kalitedeki arazi parçası üzerinde daha fazla emek kullanarak arttırmaktır. Ricardo’ya göre bu durumda da yoğun azalan verimler oluşur. Sonuç olarak, büyüme sürecinde tarımsal ürünlere talep artınca, bir yandan mevcut araziler daha yoğun biçimde kullanılır, öte yandan daha az kaliteli yeni arazilerde üretim yapılmaya başlanır. Her iki durumda da üretim azalan verimlere tabidir ve iki eşit emek miktarı ile elde edilen hasıllar arasında fark ortaya çıkar. Kapitalistler arasındaki rekabet, bu farkın arazi sahiplerine arazinin kullanım karşılığı (kira) olarak ödenmesine neden olur. Tarımsal üretim arttıkça, eski rantlar artarken yeni rantlar ortaya çıkar ve böylece rantın toplam hasıladaki payı artar. Ricardo’nun rant teorisinde iki eşit girdi ile elde edilen hasıllar arasındaki fark arazi sahiplerinin kira gelirini oluşturmaktadır. Ricardo’ya göre aslında rant, farklı arazilerde elde edilen kar oranlarını eşitleyen bir büyüklüktür (Ünsal, 2007: 62-65).

Ricardo’ya göre emeğin piyasa fiyatı ve doğal fiyatı gibi iki ayrı fiyatı vardır. Piyasa ücret haddi, işçiye ödenen para miktarıdır ve emek arz ve talebi tarafından belirlenir. Doğal ücret haddi ise işçilerin çoğalıp azalmadan nesillerinin muhafaza ettirmelerini sağlayan ücret haddidir. Piyasa ücret haddi doğal ücret haddinden büyük olduğunda, Malthus nüfus kanunu çalışır ve nüfus artar, nüfus atışı emek arzını arttırır ve böylece piyasa ücret haddi düşerek doğal ücret haddine yönelir. Aksi durumda ise yine Malthus nüfus kanununun çalışmasıyla nüfus azalır, emek arzı azalır ve piyasa ücret haddi yükselerek, doğal ücret haddine yönelir (Ünsal, 2007: 60).

### **2.2.1.2. Keynesyen (Harrod-Domar) Büyüme Modeli**

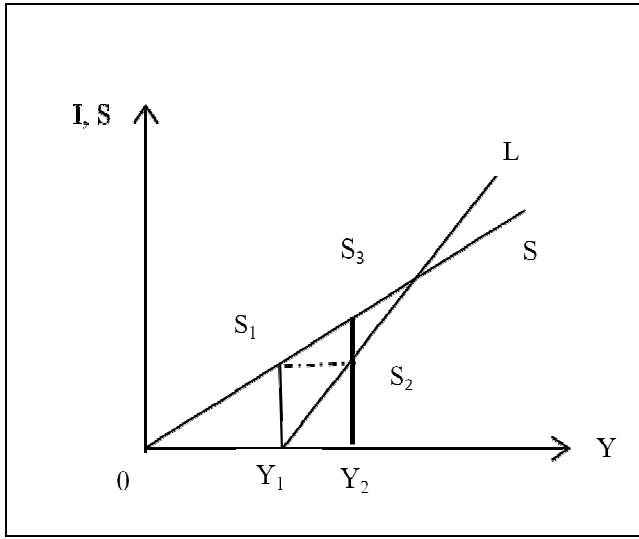
Keynes'in işaret ettiği gibi, bugünkü yatırım harcamaları seviyesi bugünkü toplam talebi ve bugünkü (yani kısa dönem) denge gelir seviyesini belirler. Fakat bugünkü yatırımlar bugünkü gelir seviyesini belirlemek yanında, yarın için bir sermaye, yani üretim kapasitesi artışı da meydana getirmektedir. Bu kapasite artışının yarınki toplam talep tarafından tamamen kullanılması gerekir. Çünkü yarın ortaya boş kapasitenin çıkması karşısında, daha ileriki dönemlerde girişimciler yatırım harcamalarını kısımlırlar. Buna bağlı olarak tüketim harcamaları da kısıllacağına göre, ileriki dönemlere ait gelir seviyesi büsbütün düşebilir. Bu durumda bugün kurulmuş olan arz-talep dengesinin yarın da devam edeceği kesinlikle ileri sürülemez. Arz-talep dengesinin her dönem gerçekleşmesi için, dün gerçekleştirilen yatırımların bugün yaratacağı arz etkisi ile bugün yapılan yatırım harcaması artışlarının bugün neden olacağı talep etkilerinin birbirine uyması gerekir. Bu sonucu belirleyecek olan, girişimcilerin yatırımları her dönem ne oranda arttırılacaklarına dair kararlarıdır. Mesele, kapasitenin tamamen kullanılmasını imkan dahiline alan denge gelir yolunu (büyüme oranını) ya da yatırımların artış oranını tespit etmektir. Başka bir deyiş ile bugünkü yatırımların meydana getirdiği kapasite artışının tamamen kullanılması için gelir veya yatırım seviyesinde, bugünküne kıyasla ne oranda bir artış olması gerektiğini hesaplamaktadır. Gerek Harrod gerekse Domar, ancak tek bir artış oranı kararı halinde dengenin devam edeceğini savunmuşlardır. Ancak Domar, bu artış oranını hesaplamakla yetinmiş, Harrod gibi, ekonominin bu hızdan sapması halinde neler olacağı, gelir seviyesinde sistemli dalgalanmalar (konjonktür dalgaları) meydana gelip gelmeyeceği konusunu sistemli bir biçimde modeline dahil etmekten kaçınmıştır (Hiç, 1994:72).

#### **2.2.1.2.1. Domar Modeli**

Keynes'in de işaret ettiği gibi, bugünkü yatırım harcamaları seviyesi bugünkü toplam talebi ve bugünkü (yani kısa dönem) denge gelir seviyesini belirler. Bununla birlikte, bugün yapılan yatırım harcamaları gelecekteki üretim kapasitesini arttıracaktır. Ancak bu artış, gelecekte ortaya çıkacak talep artışına eşit olmalıdır. Aksi halde ortaya çıkan atıl kapasite, gelecekteki ulusal gelir düzeyini düşürecektir.

O halde arz-talep dengesinin her dönem gerçekleşmesi için, dün gerçekleştirilen yatırımların bugün yaratacağı arz etkisi ile bugün yapılan yatırım harcaması artışlarının bugün neden olacağı talep etkilerinin birbirine uyması gerekir. Bu sonucu belirleyecek olan, girişimcilerin yatırımları her dönem ne orada arttırılacaklarına dair kararlarıdır. Asıl sorun, kapasitenin tamamen kullanılmasını olanaklı hale getiren büyüme oranını veya yatırımların artış oranını tespit etmektir (Hiç, 1994: 72). Bu durum Şekil 2.2’de açıklanmaktadır.

**Şekil 2.2: Domar Büyüme Modeli’nde Sermaye ve Tasarruf Fonksiyonları**



**Kaynak:** Karakayalı, 2002: 409.

Şekil 2.2’de OS doğrusu, uzun dönem tasarruf fonksiyonunu;  $Y_1L$  doğrusu, sermaye doğrusunu vermektedir. Domar’a göre dengeli büyüebilmek için her dönem bir öncekinden daha fazla yatırım yapılmalıdır.  $Y_1$  döneminde, ekonomide gerçekleştirilen yatırım tutarı  $S_1Y_1$  kadar ise, dengeli büyümeyi sürdürebilmek için  $Y_2$  döneminde  $S_3Y_2$  kadar yatırım yapılıyorsa, ekonomi dengeli büyümeden sapacaktır. Ekonomide dengeli büyüme yolu  $OS_1S_3$ ’dür (Karakayalı, 2002: 409).

Bir birimlik sermaye ile ne kadarlık ulusal gelir artışı ortaya çıkarılabileceğini gösteren orana Sosyal Sermayenin Ortalama Verimliliği ( $\sigma$ ); sermayede ortaya çıkan bir birimlik artışın ulusal geliri ne ölçüde arttırdığını gösteren orana ise, Sosyal Sermayenin Marjinal Verimliliği denir.

Domar’ın modelinde  $\sigma$  kavramı sadece sermaye miktarının arttırılmasından doğan üretim artışını değil, sermaye artışı ile birlikte gelen teknik bilgi seviyesi artışını,

emek miktarı artışını ve doğal kaynakların veriminde yarattığı artışları da ifade eder (Alkın, 1992: 126).

Domar Modeli'nde, sermayenin marjinal ve ortalama verimliliği birbirine eşit kabul edilmiştir.

Modelin temel varsayımları şunlardır:

- Ortalama ve marjinal tasarruf eğilimleri birbirine eşit ve sabittir.
- Kapalı ekonomi varsayımı geçerlidir.
- Ekonomi tam istihdam düzeyinde dengededir.
- Ekonomide devlet harcamaları yoktur.
- Ekonomide gecikmeler söz konusu değildir. Üretimdeki bir artış aynı anda yatırım harcamalarını artırmakta, yatırım harcamalarındaki artış ise anında gelir artışına yol açmaktadır.

Domar Modeli'ne göre, ekonomik büyümenin denge şartı, ekonominin arz yönünü ilgilendiren yatırımların kapasite artırıcı etkisiyle; ekonominin talep yönünü ilgilendiren yatırımların gelir artırıcı etkisinin birbirine eşitlenmesidir.

Keynes'in Çarpan Katsayısı yardımıyla modelin talep yönü (2.5)'deki gibi ele alınabilir.

$$\Delta Y_d = \frac{1}{\alpha} \Delta I \quad (2.5)$$

Yatırımlardaki bir birimlik artış geliri veya talep düzeyini çarpan katsayısı kadar arttırmaktadır. Modelin arz yönü ise, sermaye hasıla katsayısı yardımıyla (2.6)'daki gibi ele alınabilir.

$$\frac{\Delta Y}{\Delta K} = \frac{Y}{K} = \sigma \quad (2.6)$$

Herhangi bir dönemde yapılan net yatırım (I), sermaye stokundaki değişmeye ( $\Delta K$ ) eşittir.

$$I = \Delta K \quad (2.7)$$

$$\frac{\Delta Y}{I} = \sigma \quad (2.8)$$

$$\Delta Y_q = \sigma I \quad (2.9)$$

Toplam talepte meydana gelen artış artan üretim gücünün tamamını kullanmaya yeterli ise tam istihdamda dengeli büyüme gerçekleşecektir. Denge şartı (2.10)'daki gibi olduğundan;

$$\Delta Y_d = \Delta Y_q \quad (2.10)$$

$$\frac{1}{\alpha} \Delta I = \sigma I \text{ ve } \frac{\Delta I}{I} = \alpha \sigma \text{ olacaktır.}$$

Ulusal gelirin artış hızı ise (2.11)'deki gibi ifade edilir;

$$g = \frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\sigma I}{\frac{1}{\alpha} I} = \alpha \sigma \quad (2.11)$$

Sonuç olarak, (2.12) eşitliği elde edilir.

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta Y}{Y} = \alpha \sigma \quad (2.12)$$

Bir ekonominin dengeli büyüebilmesi için, yatırımların artış hızıyla, ulusal gelirin artış hızı birbirine eşit olmalıdır, başka bir deyişle yatırımlar  $\alpha \sigma$  oranında artarken gelirde bu oranda artmalıdır.

#### 2.2.1.2.2. Harrod Modeli

Harrod Büyüme Modeli, Domar Büyüme Modeli ile örtüşmektedir; kabul edilen varsayımlar ve varılan sonuçlar benzerdir. Fakat büyüme sürecinde yatırım-gelir ilişkisini açıklama biçimi farklıdır. Domar bu ilişkiyi açıklarken Çarpan Mekanizmasını/Katsayısı kullanırken, Harrod ise modelinde Hızlandırıcı Prensibi/Katsayısını kullanmıştır (Savaş, 1986: 322).

Harrod Modeli'nde ortalama tasarruf eğilimi ile marjinal tasarruf eğiliminin sabit ve birbirine eşit olduğu varsayılmıştır.

$$S = sY \quad (2.13)$$

Burada adı geçen tasarruf, planlanan (ex-ante) tasarruftur. Harrod'a göre planlanan tasarruflar daima gerçekleşir:

$$S_p = S_f \quad (2.14)$$

Gerçekleşen yatırımlar ise, gerçekleşen tasarruflara eşittir:

$$I_f = S_f \quad (2.15)$$

Planlanan yatırımların ( $I_p$ ) ise, kendiliğinden planlanan tasarruflara ( $S_p$ ) eşit olması beklenmez. Çünkü ekonomide tasarruf kararı verenlerle, yatırım kararı verenler aynı kişiler değildir (Karakayalı, 2002: 415). Bu nedenle planlanan yatırımlarla ( $I_p$ ), planlanan tasarruflar ( $S_p$ ) arasında iki türlü dengesizlik görülebilir:



- 1)  $I_p < S_p$  ( $S_p = S_f$  ve  $I_f = S_f$  olduğundan)  $I_p < I_f$  ise; istenmeyen bir arz fazlası söz konusudur. Atıl kapasite ortaya çıkacak ve stoklar artacaktır.
- 2)  $I_p > S_p$  ( $S_p = S_f$  ve  $I_f = S_f$  olduğundan)  $I_p > I_f$  ise; talep fazlası söz konusudur. Üretim talebi karşılayamamakta ve stoklar hızla azalmaktadır.

Harrod, belli bir üretim artışını gerçekleştirmek için planlanan yatırım düzeyinin sabit bir Hızlandırıcı Katsayısı olarak da tanımlanabilen Sermaye/Hasıla Oranı ( $v$ ) tarafından belirlendiğini açıklamaktadır.

$$I_p = v \Delta Y \quad (2.16)$$

Yatırım denkleminde hızlandırıcı katsayısı, mutlak gelir seviyesi ne olursa olsun sabit varsayılmıştır.

Harrod modelinden birbirinden farklı üç büyüme hızı üzerinden durulmuştur: Gerekli Büyüme Hızı  $G_w$ , Fiili Büyüme Hızı  $G_a$  ve Doğal Büyüme Hızı  $G_n$ 'dir.

Gerekli büyüme hızı, planlanan tasarrufları, planlanan yatırımlara eşitleyen ve ekonomide istenmeyen bir stok fazlası veya eksikliği ile karşılaşılmasına fırsat bırakmayan büyüme oranıdır ve (2.19) ile hesaplanır (Tezel, 1989: 251):

$$S_p = I_p \quad (2.17)$$

$$sY = v (Y_t - Y_{t-1}) \quad (2.18)$$

$$G_w = \frac{(Y_t - Y_{t-1})}{Y_t} = \frac{s}{v} \quad (2.19)$$

Fiili Büyüme Hızı, belli bir dönem sonunda gerçekleşen üretim artışını ifade eden bir kavramdır. Ekonomide  $G_a = G_w$  durumu her zaman istenen bir durumdur. Çünkü böyle bir eşitlik halinde hem yatırım planları hem de tasarruf planları gerçekleşmiş olur. Üretim planlarının tam olarak gerçekleştiği, kapasite fazlası ya da eksik kapasite durumunun söz konusu olmadığı bir süreç yaşanır.

$G_a > G_w$  durumu; dönem sonunda gerçekleştirilen büyüme hızının dönem başında planlananlardan yüksek olması anlamına gelmektedir. Ekonomide talep fazlası söz konusudur ve stoklar hızla erimektedir.

$G_a < G_w$  durumu; dönem başında hedeflenen büyüme hızına dönem sonunda ulaşamaması anlamına gelmektedir. Ekonomide arz talepten fazla gerçekleşmiştir ve stoklar artmıştır.

Doğal Büyüme Hızı, nüfus artışı ve teknolojik gelişmelerin izin verdiği büyüme hızı olarak tanımlanır. Formül 2.20'deki gibi ifade edilir.

$$G_n = t + n \quad (2.20)$$

Harrod Modelinde artan işgücünün tam istihdamını sağlayacak bir büyüme hızının belirlenmesi amacı vardır. Artan işgücünün tamamının istihdamını sağlayacak doğal büyüme hızı, nüfus artışı ve işgücü verimliliğindeki artışın toplamına eşittir. İşgücü verimliliğinin artışını sağlayan faktör ise teknolojik gelişmedir (Taban, 2008: 57).

### 2.2.1.3. Neoklasik Büyüme Modeli

1950'li yıllarda Solow (1956) kendi makalesinde Neoklasik Büyüme Modeli'nin temelini atmıştır. Bu modelde Harrod-Domar'ın sabit oranlar varsayımı terk edilerek ölçüğe göre sabit getirili Neoklasik Üretim Fonksiyonu ortaya çıkarılmıştır.

Neoklasik Büyüme Teorisi'nin başlangıçtaki amacı, Harrod-Domar Büyüme Modeli'nde ekonominin gelişimini istikrarsız kılan nedenleri araştırıp istikrarın hangi yöntemlerle sağlanacağını bulmak olmuştur. Sonraki süreçte, teorinin amacı farklılaşmış ve yeni amaç, ekonomik büyümenin kaynaklarını araştırmak olmuştur (Savaş, 1986: 164-165).

#### 2.2.1.3.1. Modelin Varsayımları

Solow modelinin temel varsayımları şu şekilde sıralanabilir (Jones, 2001: 18-20; Romer, 1986: 1003; Berber, 2006: 143; Hiç, 1994: 121):

1. Üretim faktörleri arasında ikame mümkündür ve bağımsız bir yatırım fonksiyonu bulunmamaktadır.
2. Modelde emeğin dışsal bir faktör olduğu ve nüfus artışına bağlı olarak arttığı varsayılmıştır. Buna bağlı olarak modelde emek "n" sabit hızıyla artan dışsal bir faktördür.

$$L_t = L_0 e^{nt} \quad (2.21)$$

Teknolojik gelişme hızı modele dahil edilirse, teknolojik gelişme hızı “g” hızıyla arttığı varsayılan dışsal bir faktördür. Bunun anlamı, teknoloji, Ar-Ge faaliyetleri dahil, firma davranışlarından etkilenmemektedir. Dünyada oluşan teknolojik gelişme herkese aynı oranda hizmet edecek bir çeşit kamu malıdır.

$$A_t = A_0 e^{gt} \quad (2.22)$$

3. Ekonomide tam rekabet koşulları geçerlidir. Modelde, sermaye-emek oranının (buna bağlı olarak sermaye-hasıla oranının) değişik değerler almasını mümkün kıldığı için üretim fonksiyonu olarak Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu kullanılmaktadır.

$$Y = A \cdot K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (2.23)$$

Firmalar birim işgücü başına “w” kadar ücret ve birim sermaye başına “r” kadar faiz ödemesi yapmaktadırlar.

$$Y = w \cdot L + r \cdot K \quad (2.24)$$

Firmalar, emeğin marjinal ürünü ücrete eşit oluncaya dek emek istihdam etmeyi, sermayenin marjinal ürünü faiz ödemesine eşit oluncaya dek de sermaye kiralamayı sürdürürler.

$$MP_L = \frac{\partial F}{\partial L} = w = (1 - \alpha) \frac{Y}{L} \quad (2.25)$$

$$MP_K = \frac{\partial F}{\partial K} = r = \alpha \frac{Y}{K} \quad (2.26)$$

4. Emek ve sermaye faktörleri Azalan Marjinal Verim Kanunu’na tabidirler. Yani, emeğin ve sermayenin marjinal ürünleri azalarak artmaktadır.

5. Ekonominin teknik olanaklarının ifade edildiği üretim fonksiyonu, ölçeğe göre sabit getirilidir. Tüm girdiler iki katına çıktığında, çıktı da iki kat artacaktır.  $\lambda > 0$  olmak üzere, bu durum (2.27)’deki gibi gösterilmektedir:

$$F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L) \quad (2.27)$$

Ölçeğe göre sabit getiri durumunu Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu kullanarak da gösterebiliriz:  $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$ . Burada  $0 < \alpha < 1$  olmak üzere,  $\alpha + 1 - \alpha = 1$  olması ölçeğe göre sabit getiri durumunu ortaya koymaktadır.

6. Neoklasik Büyüme Modeli'nde, üretim fonksiyonu emek başına terimlerle ifade edilmektedir. Bu büyüme modelinde, emeğin artış hızı nüfus artış hızına bağlı olduğu için modeldeki terimleri kişi başına terimlerle de ifade edilebilmektedir.

7. Modelin kabul ettiği ekonomide, homojen tek bir mal üretilmekte ve tüketilmektedir. Bu çıktı ülkelerin GSYİH birimi olarak düşünülmektedir. Bu anlamda modelde tek sektörlü bir ekonomi düşünülmektedir. Homojen ve tek bir mal üretiliyor olması varsayımı modelde, dış ticaretin olmadığı, kapalı bir ekonominin varlığı anlamına gelmektedir.

8. Yakınsama Hipotezi'nin geçerli olduğu kabul edilir. Yani aynı tasarruf oranı, nüfus artış hızı, aşınma-yıpranma oranı ve teknolojik gelişme hızına sahip ülkelerden az gelişmiş olanlar, gelişmiş ülkelere göre daha hızlı büyüyecek ve uzun dönemde gelişmiş ülkelerle aralarındaki refah farkı kapanacaktır.

#### 2.2.1.3.2. Neoklasik Üretim Fonksiyonu

Solow Büyüme Modeli dört değişken üzerinde yoğunlaşmıştır. Y: çıktı, K: fiziksel sermaye, L: işgücü, A: teknolojidir. t zamanındaki üretim fonksiyonu ise (2.28)'de olduğu gibidir:

$$Y(t) = F [K(t), A(t), L(t)] \quad (2.28)$$

Bu üretim fonksiyonuna göre üretim, sözü edilen girdilerin artan bir fonksiyonudur ve veri sermaye-işgücü düzeyinde üretim, teknolojik gelişme (A'daki değişmeler) yoluyla artırılmaktadır. Bu şekilde modele konulan teknoloji değişkeni A, "işgücü artışı" ya da "Harrod-nötr" olarak tanımlanmaktadır.

$$Y = F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \quad (2.29)$$

Teknolojik gelişme A'nın zaman içinde artmasıyla oluşur. Buradaki AL terimi işgücü üretkenliğindeki gelişmeyi göstermektedir. Yani bir birim işgücü, teknoloji düzeyi daha ileri olduğunda daha üretkendir. Böyle bir varsayım altında sermaye-çıktı oranı sabit kalmaktadır. Fonksiyon, sermaye ve işgücü girdisine göre sabit getirilidir. Bu varsayımına bağlı olarak sermaye ve çıktı, işgücü başına sermaye ve işgücü başına çıktı şeklinde ifade edilebilir.

$$y = f(k) \quad (2.30)$$

Burada  $y = \frac{Y}{AL}$  ve  $k = \frac{K}{AL}$  'dir. Yani işgücü başına çıktı, işgücü başına sermayenin bir fonksiyonu olarak yazılmıştır.

Üretim fonksiyonun yoğun formunun aşağıdaki koşulları sağladığı varsayılır (Barro, Sala-i-Martin, 1995: 17):

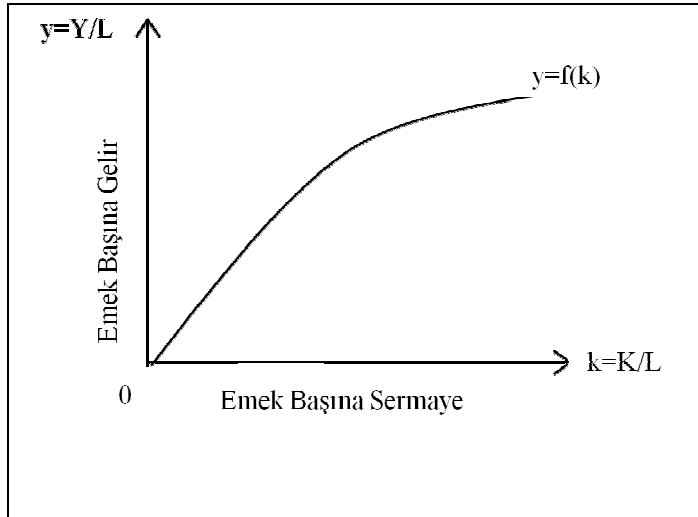
- $f(0) = 0$ ,  $f'(k) > 0$ ,  $f''(k) < 0$
- Ekonominin durağan durum dengesine ulaşacağını söyleyen İnaada koşullarının sağlanması; sermaye stokunun düşük olduğu yerde sermayenin marjinal ürününün yüksek, sermaye stokunun yüksek olduğu durumda ise sermayenin marjinal ürününün düşük olacağını ifade etmektedir.

$$\lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = \infty \quad \lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0$$

$y = f(k)$  eşitliği Cobb-Douglas biçiminde yeniden yazıldığında  $y = k^\alpha$  elde edilir.

Şekil 2.3, Neoklasik Üretim Fonksiyonu hakkında ayrıntılı bilgi vermektedir.

### Şekil 2.3: Neoklasik Üretim Fonksiyonu



**Kaynak:** Jones, 2001: 22.

Şekil 2.3'de, işçi başına sermaye (k) artarsa firmaların ürettiği işçi başına çıktı (y)de o ölçüde artacaktır. Ancak, işçi başına çıktıda azalan getiri vardır. Bir işçiye verdiğimiz her ek birim sermaye, o işçinin üretimini gittikçe azalan ölçüde artırır.

Solow Modeli'ne göre, formül (2.31)'de görüldüğü üzere sermaye stokundaki değişimler ( $\dot{K}$ ), brüt yatırım miktarından ( $sY$ ), üretim sürecinde meydana gelen aşınma ve yıpranmaların ( $dK$ ) çıkarılmasına eşittir.

$$\dot{K} = sY - dK \quad (2.31)$$

Solow Modeli'nin temel denklemlerinden olan sermaye birikim denkleminde eşitliğin sol tarafındaki terim, dönem başına sermaye stokundaki değişmeyi vermektedir:

$$\dot{K} = \frac{dk}{dt} \quad (2.32)$$

Sermaye birikim denklemindeki ikinci terimi ( $sY$ ), brüt yatırımı göstermektedir. Eşitliğin üçüncü terimi ise, üretim sürecinde oluşan sermaye stokundaki aşınma ve yıpranmaları yansıtmaktadır. Sermaye stoku her dönem sabit bir  $d$  oranında aşınma ve yıpranmaya uğramaktadır.

$\dot{K} = sY - dK$  şeklindeki sermaye birikim denklemi işçi başına terimlerle ifade edilebilir (Jones, 2001: 23). Bu yeniden yazma işlemi önce logaritmanın sonra türevin alınmasıyla yapılabilir.

$$k \equiv \frac{K}{AL} \quad (2.33)$$

$$\log k = \log K - (\log A + \log L) \quad (2.34)$$

$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} - \frac{\dot{A}}{A}$  denklemi,  $\dot{K} = sY - dK$  şeklindeki sermaye birikim denklemi ile birleştirildiğinde (2.36)'deki gibi olur.

$$\frac{\dot{k}}{k} = s \frac{Y}{K} - n - d - g \quad (2.35)$$

$$= s \frac{y}{k} - n - d - g \quad (2.36)$$

Artık denklem, işçi başına terimlerle ifade edilebilir hale gelmiştir:

$$\dot{k} = sy - (n + d + g)k \quad (2.37)$$

Bu denkleme göre, işçi başına aşınma ve yıpranma  $dk$ ,  $k$ 'yı azaltırken, işçi başına yatırım  $sy$ ,  $k$ 'yı artırır.

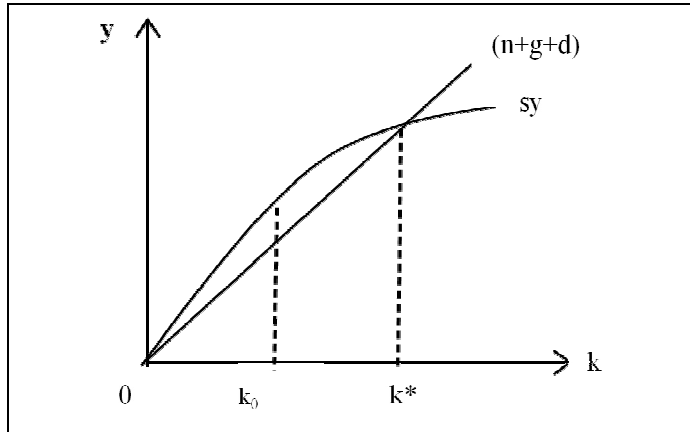
Eşitliğin sağındaki birinci terim, ekonomideki fiili yatırımları; ikinci terim, işçi başına düşen fiziksel sermaye miktarını en azından aynı düzeyde sürdürebilmek için yapılması gereken yatırım düzeyini tanımlamaktadır. Eğer ekonomide işgücü birimi başına fiili yatırımlar gerekli yatırımları aşarsa  $k$  yükselecek; aksi durumda  $k$  düşecektir. Her ikisi eşitlendiğinde,  $k$  sabit bir değer alacak ve  $\dot{k} = 0$  olacaktır.

### 2.2.1.3.3. Solow Diyagramı ve Durağan Durum

Solow denklemi olarak ifade edilen (2.37) denkleminde işçi başına sermayedeki değişim ( $\dot{k}$ ), işçi başına yatırım ( $sy$ ) ile işçi başına sermayede yıpranma ile nüfus artışı nedeniyle meydana gelen azalma arasındaki farka eşittir. Eğer bir ekonomide işçi başına yatırım, işçi başına sermayede yıpranma ile nüfus artışı nedeniyle meydana gelen azalmadan büyük ise, işçi başına sermaye artar. Bu durum Sermaye Derinleşmesi olarak ifade edilir. Tam tersi durumda işçi başına sermaye azalacaktır. Diğer yandan eğer bir ekonomide işçi başına yatırım işçi başına sermayede yıpranma ile nüfus artışı nedeniyle meydana gelen azalmaya eşit ise işçi başına sermaye değişmez. Bu duruma durağan durum denir (Ünsal, 2007: 121-122).

Şekil 2.4, ekonominin durağan durum dengesini ifade etmektedir. Etkin işgücü başına sermaye sıfırken, fiili ve gerekli yatırımlar birbirine eşittir. İnada koşulları,  $k = 0$  iken  $f'(k)$ 'nin daha dik bir eğime sahip olduğunu göstermektedir.  $k \rightarrow \infty$  iken,  $f'(k)$  giderek yataylaşır ve gerekli yatırım eğrisinden daha küçük eğime sahip olur.  $k^*$ , ekonomideki fiili yatırımlarla gerekli yatırımların aynı oldukları noktayı, diğer bir ifadeyle “Durağan Durum Dengesi”ni tanımlamaktadır (Ateş, 1998: 13).

### Şekil 2.4: Ekonominin Durağan Durum Dengesi



**Kaynak:** Jones, 2001: 36.

Şekil 2.4’de, bugünkü sermaye stoku  $k_0$  olan bir ekonomi dikkate alınabilir. Bu durumda, işgücü başına yatırım miktarı, işgücü başına sermayeyi sabit tutmak için gereken miktarı aşarsa, Sermaye Derinleşmesi meydana gelir, yani  $k$  zaman içinde artar. Bu Sermaye Derinleşmesi,  $sy = (n + d + g)k$  noktasındaki  $k = k^*$ ’ya kadar sürer, yani bu noktada  $k = 0$ ’dır. Bu noktada işgücü başına sermaye miktarı sabit kalır. Söz konusu noktada Durağan Durum Dengesi yaşanmaktadır. Ekonomi,  $k^*$ ’dan daha büyük bir işgücü başına sermaye stokuyla harekete geçerse, ekonomide etkin işgücü başına sermaye miktarı azalmaya başlar ve bu azalma,  $k^*$  düzeyine gelinceye kadar devam eder.

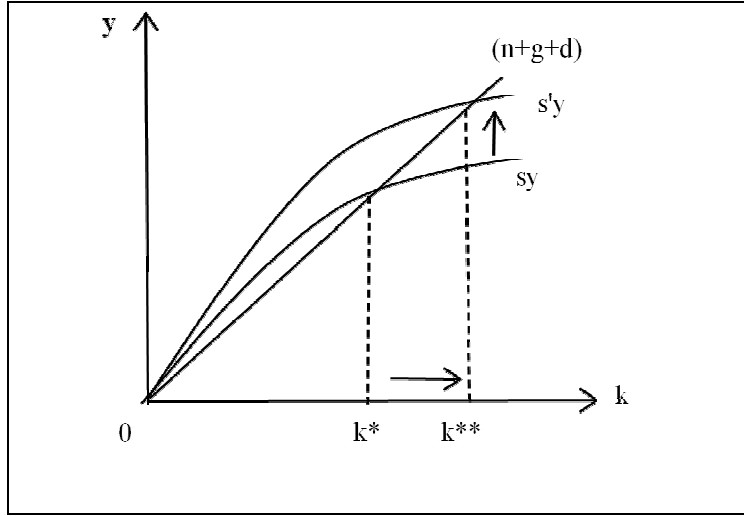
#### **2.2.1.3.4. Solow Büyüme Modelinde Yatırım Oranındaki Değişmelerin**

##### **Etkisi**

Temel Solow Modeli’nde işçi başına çıktının işçi başına sermayeye bağlı olarak değiştiği ( $y = f(k)$ ) düşünüldüğünde, işçi başına sermayenin değişmesi durumunda işçi başına çıktı düzeyi de değişir. Aynı şekilde işçi başına sermayenin değişmediği durağan durumda, işçi başına çıktı da değişmez (Ünsal, 2007: 124). Şekil 2.5, yatırım oranındaki değişmelerin ekonomideki etkisini incelemektedir. İşçi başına çıktı değeri, durağan duruma ulaşmış bir ekonomide, yatırım oranı  $s$ ’den  $s'$  değerine ulaşırsa; yatırım oranındaki artış,  $sy$  eğrisini  $s'y$  olarak daha yukarıya kaydırır. Başlangıçtaki  $k^*$  değerindeki yatırım, sermaye-teknoloji oranını sabit tutmak için gereken miktarı aşmaktadır. Bu yüzden  $k$  yükselmeye başlar ve ekonomi yeni uzun dönem dengesine gelir.



**Şekil 2.5: Solow Diyagramı ve Yatırım Oranındaki Değişmeler**



**Kaynak:** Jones, 2001: 38.

Söz konusu durumda yatırım oranının  $s'$ 'ye kayması, büyüme oranını, ekonomi yeni durağan duruma ( $k^{**}$ ) geçerken geçici olarak arttırmaktadır. Dolayısıyla, politika değişikliklerinin uzun dönemli büyümeye etkisi yoktur. Diğer yandan, politika değişiklikleri düzey etkilerine sahip olabilir. Yani, süreğen bir politika değişimi, kişi başına çıktı düzeyini süreğen biçimde artırır (ya da azaltır) (Jones, 2001: 40).

Neoklasik Model'in iki temel öngörüsü vardır: Birincisi; sermaye oranı büyüdükçe ekonomik büyüme yavaşlar. Büyüme için ekonominin sürekli teknolojinin desteğinden yararlanması gerekir. İkincisi; ölçeğe göre sabit getiri ve sermayenin azalan marjinal verimliliği varsayımlarına dayanarak ülkeler arasındaki büyüme düzeylerinin zamanla kapandığı bir yakınsama süreci geçerlidir.

Sermayenin azalan verimliliğine dayanan Neoklasik Büyüme Modeli'nin tersine, nüfus artış oranının yanı sıra uzun dönem ekonomik büyüme oranını belirleyen en önemli unsur olan teknolojik gelişmenin yer almadığı Solow Modeli teknolojinin büyüme sürecindeki rolünü ortaya koyamamaktadır. Gelişmiş ülkelerin ekonomik büyümesini inceleyen deneysel araştırmalar, bu ülkelerin yüzyıldan fazla süredir pozitif büyüme oranını devam ettirebildiği ve büyüme oranlarının düşme eğilimi göstermediğini ortaya çıkarmıştır. Bunun altında yatan önemli unsur teknolojik gelişmedir.

Neoklasik Model'in ikinci öngörüsü, ülkeler arasında zaman içinde kişi başına gelir düzeyinde bir yakınlaşma olacağıyla ilgili Yakınsama Hipotezi'dir. Bu teze göre yoksul ülkeler zengin ülkelere oranla daha hızlı büyüme eğilimi gösterecektir. Bunun nedeni Azalan Verimler Kanunu'dur. Yoksul ülkelerin daha az sermaye oranına sahip olmaları her bir ek sermayeden alacakları verimin daha fazla olacağını gösterir. Böylece sermayenin bol ve marjinal getirisinin düşük olduğu zengin ülkelere; sermayenin kıt ve marjinal getirisinin yüksek olduğu görece fakir ülkelere doğru bir sermaye akışının ortaya çıkacağı öngörülmüştür. Böylece, uzun dönemde, ülkeler arasında kişi başına düşen gelir farklılıklarının kapanacağını ve ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin koşullu yakınsama göstereceği hipotezine dayalı olarak, fakir ülkelerin zengin ülkeler düzeyine taşıyacak yakalama sürecini ortaya çıkaracağı düşünülmüştür (Kibritçioğlu, 1998: 9).

Sonuç olarak; Neoklasik Büyüme Modeli iki soruya yanıt bulmaya çalışmıştır (Jones, 2001: 40):

- Neden bazı ülkeler zengin, bazıları ise yoksuldur?
- Ekonomiler nasıl kalıcı büyüme gösterirler?

Solow Büyüme Modeli'ne göre birinci durumun nedeni, bazı ülkelerin diğerlerine göre daha çok yatırım yapmaları ve daha az nüfus artış hızına sahip olmalarıdır. Bu ikisi birlikte daha çok emek başına sermaye birikimi yapılmasına ve bundan dolayı işgücü verimliliğinin artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle daha çok yatırım yapan ve daha az nüfus artış hızına sahip olan ülkeler daha zengindir.

Solow Büyüme Modeli'ne göre ikinci sorunun yanıtı teknolojik gelişmedir. Teknolojik gelişme olmaksızın, kişi başına büyüme, sermayeye göre azalan getiri durumuna girildiğinde zamanla durur. Teknolojik gelişme, sermayenin marjinal ürünündeki azalmayı ortadan kaldırabilir ve uzun dönemde ülkeler, kişi başına gelirlerinde, teknolojik gelişme oranında büyüme gerçekleştirirler.

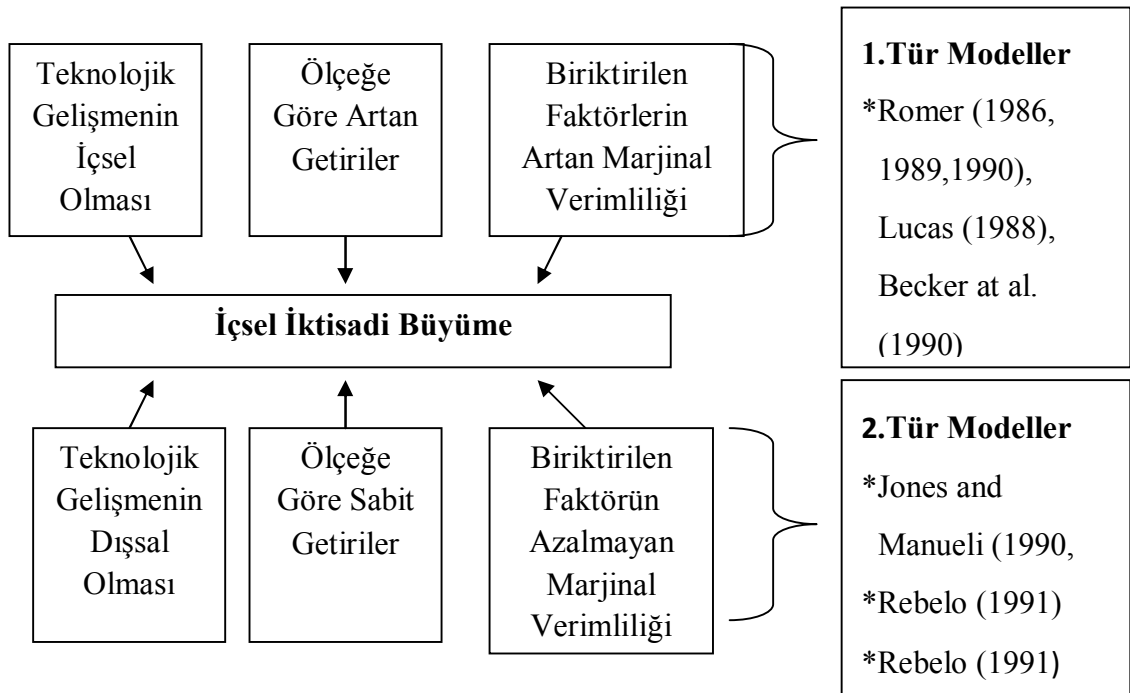
### **2.2.2. İçsel Büyüme Modelleri**

1980'li yıllarda, Neoklasik Büyüme Teorisi'ne alternatif olarak geliştirilen İçsel Büyüme Teorisi, Neoklasik Büyüme Modellerinin bazı varsayımlarına karşı çıkmıştır. Bu yeni büyüme teorisi; sermayenin azalan getirisi yerine artan getirisinin olduğunu kabul etmesi, tam rekabet varsayımına karşılık eksik rekabet piyasalarının varlığını

benimsemesi, dışsallıklar ve taşmaların önemine dikkat çekmesi, teknolojik gelişmelerin dışsal değil, içsel faktör olarak modele dahil edilmiş olması, sermaye kavramının bilgi ve beşeri sermayeyi de içine alacak biçimde genişletilmesi, sosyal altyapının önemli bir büyüme etkeni olmasına dikkat çekmesi gibi unsurları açısından Neoklasik Büyüme Teorisi'nden ayrılmaktadır.

İçsel büyüme modellerini varsayımları itibarıyla Şekil 2.6'da olduğu gibi iki grupta sınıflandırmak mümkündür. Birinci tür modeller, özellikle Paul M. Romer'in 1980'lerin ikinci yarısında yaptığı yayınları çerçevesinde gelişmiştir. Bu modellerde Neoklasik Büyüme Modeli'ndeki varsayımlardan üçünün tamamen terk edildiği görülmektedir. Alt türleri Şekil 2.7'de özetlenen bu modellerde, araştırma-geliştirme harcamalarından, beşeri sermayeye yapılan yatırımlardan veya hükümetin teknolojik altyapıya yönelik yatırımlarından kaynaklanan taşmaların, artan marjinal faktör verimliliği ve ölçeğe göre artan getiri koşullarında çalışılmasını sağlayacağı düşüncesinden hareket edilmektedir (Kibritçioğlu; 1998: 13).

**Şekil 2.6: İçsel Büyüme Modellerinin Varsayımlarına Göre Türleri**

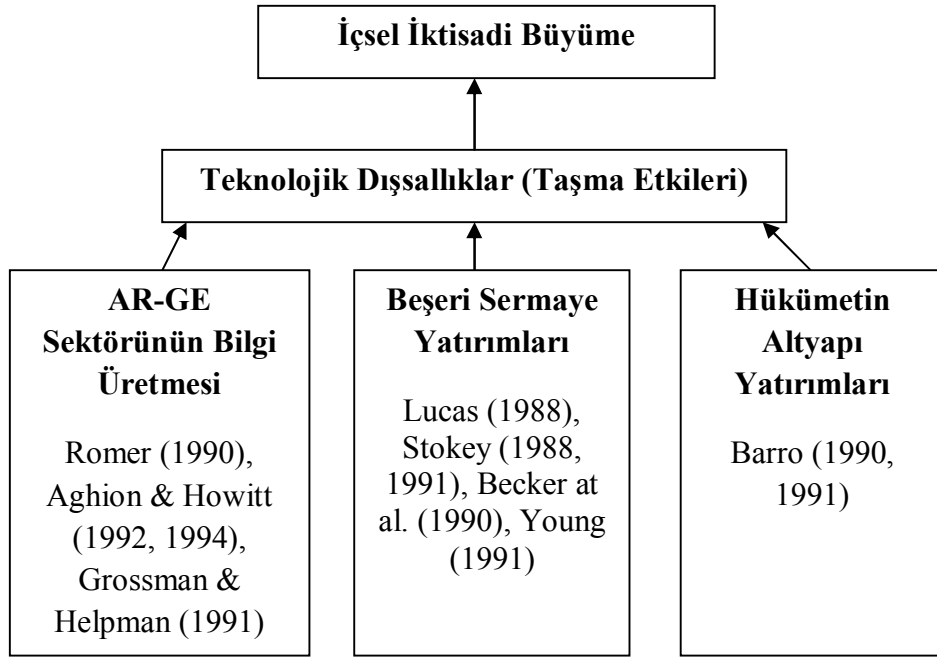


**Kaynak:** Kibritçioğlu, 1998: 12.

İkinci tür modellerde ise, büyüme sürecinin içselleştirilmesi için teknolojik gelişmenin içselleştirilmesine gerek bulunmadığı, Neoklasiklerin teknolojik gelişmenin

sabitliği ve ölçeğe göre getirinin sabit olduğuna dair varsayımları saklı tutularak, sadece, biriktirilebilen üretim faktörünün (toplamsal sermayenin) marjinal verimliliğinin azalmadığının (yani sabit kaldığı veya arttığının) varsayılması yoluyla bile içsel bir büyüme sürecinin ortaya çıkabileceği kuramsal olarak kanıtlanmıştır (Kibritçioğlu; 1998: 13).

**şekil 2.7: Birinci Tür İçsel Büyüme Modellerinin Alt Türleri**



**Kaynak:** Kibritçioğlu, 1998: 12.

### 2.2.2.1. AK Modeli

İçsel büyüme modellerinin çoğunda  $Y = AK$  tipi bir üretim fonksiyonu kullanılmaktadır. Bu fonksiyonun temel özelliği, Standart Neoklasik Üretim Fonksiyonu'nun dışsal varsaydığı teknolojik gelişmeyi modelin içinde açıklamaya çalışmış olmasıdır.  $A$  değişkeni, teknolojiyi etkileyecek etmenlerin hepsini kapsamaktadır.  $K$  değişkeni, hem fiziki hem de bilgi ve insan sermayesinden oluşmaktadır.

Rebello (1991), Solow Modeli'nin ölçeğe göre sabit getiri varsayımını değiştirmeden, sadece azalan marjinal üretkenlik varsayımı yerine sabit marjinal üretkenlik varsayımında bulunarak, içsel büyüme sürecinin elde edilebileceğini

göstermiştir (Kibritçioğlu, 1998: 15). Bu durumu gösterebilmek için önce (2.38)'deki sermaye birikim denklemi her iki tarafı  $K$ 'ya bölünerek yeniden yazılabilir:

$$\dot{K} = sY - dK \quad (2.38)$$

$$\frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - d \quad (2.39)$$

$$Y = AK \quad (2.40)$$

(2.40)'daki üretim fonksiyonundan hareketle;  $A = \frac{Y}{K}$  olduğundan; (2.41)'deki eşitlik yazılabilir.

$$\frac{\dot{K}}{K} = sA - d \quad (2.41)$$

Ayrıca üretim fonksiyonunun sırasıyla logaritması ve türevi alınır, çıktı büyüme oranının sermaye büyüme oranına eşit olduğu görülebilir ve bu nedenle de, (2.42)'deki eşitlik yazılır.

$$g \equiv \frac{\dot{Y}}{Y} = sA - d \quad (2.42)$$

Rebello Modeli'nde, büyüme, tasarruf oranı ( $s$ ), teknoloji düzeyi ( $A$ ) ve aşınma oranının ( $d$ ) bir fonksiyonu olarak ortaya çıkmaktadır. AK Büyüme Modeli'nin temel özelliği ekonominin büyüme oranının, yatırım oranının artan bir fonksiyonu olduğudur. Bu nedenle, ekonominin yatırım oranını sürekli biçimde arttırıcı nitelikte hükümet politikaları, ekonominin büyüme oranını da sürekli biçimde arttıracaktır. Dolayısıyla, hükümet politikaları iktisadi büyümenin temel belirleyicileri olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu durum,  $\alpha < 1$  durumundaki Solow Modeli ile ilişkili olarak da yorumlanabilir.  $\alpha$  katsayısı,  $sY$  eğrisinin eğiklik derecesini ölçmektedir:  $\alpha$  küçükse, eğilme hızı fazladır ve  $sY$ ,  $dK$ 'yi daha düşük  $K^*$  düzeyinde keser. Diğer yandan,  $\alpha$  ne kadar büyükse, durağan durum değeri ( $K^*$ ),  $K_0$ 'dan o kadar uzakta oluşur, yani durağan duruma geçiş süreci uzar.  $\alpha = 1$  durumu ise, geçiş sürecinin sona ermeyeceği uç bir durumdur. Bu şekilde AK Modeli, içsel büyümeyi sağlamaktadır. Yani kişi başına büyümenin var olması için modelde teknoloji, nüfus gibi değişkenlerin dışsal bir oranda büyümekte olduğunun varsayılması gerekmemektedir (Jones, 2001: 153).

#### 2.2.2.2. Ar-Ge Modeli

Ar-Ge'ye dayalı içsel büyüme modellerinde, büyümenin itici gücü, teknolojik gelişim, yani Ar-Ge faaliyetlerince sağlanmaktadır. Ar-Ge tipi içsel büyüme modellerinden başlıcaları; Romer (1990), Grossman ve Helpman (1991), Aghion ve Howitt'in (1992) çalışmalarıdır.

Romer (1986), teknolojik gelişmeyi ekonomik modelin içsel bir değişkeni olarak ele almıştır. Yapılan yatırımların teknolojik bilgiyi artırdığı ve bunun yarattığı dışsallıklarla tüm sektörlerle yayıldığını söylemiştir (Yülek, 1997: 7). Bu durum ekonominin geneli için artan getirilerin ortaya çıkmasına ve içsel büyümenin gerçekleşmesine neden olmaktadır.

Arrow (1962), zaman ilerledikçe bazı sektörlerde maliyetlerin düştüğünü, kalitenin yükseldiğini ve üretimin hızlandığını fark etmiş ve buna "yaparak öğrenme" demiştir. Bir şirket üretim yaptıkça işini daha iyi öğrenmekte, maliyetleri düşürmekte ve yeni ürünler geliştirebilmektedir.

Arrow (1962), bilginin işgücü ve sermaye gibi geleneksel faktörlere benzemediğini ve aşağıdaki özelliklerinin olduğunu kabul eder:

1. Üretilen bilginin diğer insanlardan korunması zordur.
2. Bilgiyi diğer insanlarla paylaşmanın çoğunlukla maliyeti yoktur, yani kamusal mal niteliindedir.

Romer (1986), Arrow'un bu fikrini kullanarak, üretim ve yatırım sürecinde yan ürün olarak teknolojinin üretildiğini, bu bilginin yeni üretim sürecinde bedava kullanılarak maliyetin düşürüldüğünü ve üretimin geliştirildiğini savunmuştur. Romer'e göre bu süreç pozitif dışsallıklarla diğer üreticilere de yansiyacaktır (Yülek, 1997: 8).

Romer'e göre üretim bilgisi rekabetçi olmayan maldır. Üretim bilgisini maldan ayırmanın da olanağı yoktur. Bu nedenle bu tip malların piyasaya ilk sürümlerini (birinci ünitelerinin) maliyeti oldukça yüksektir, ancak ilk birimini takip eden birimlerin maliyeti giderek azalan bir seyir izler. Mal piyasaya sürüldükten sonra yüksek kâr nedeniyle diğer firmalar devreye girerek malın taklitlerini piyasaya sürmeye başlarlar. Böylece mal dünya piyasalarına yayılarak büyümeye olumlu katkıda bulunmuş olur. Rekabetçi olmayan mallar birçok firma ile bireyler tarafından kullanılabilir. Bunlar girdi

olarak kullanıldığında, bu girdiler sıfır maliyetle tekrar kullanılır. Örneğin; bir bilgisayar programı ilk alındığında çok pahalı olmasına rağmen, bilgisayar cd'si ile çoğaltıldığında maliyeti sıfırdır (Jones, 2001:74).

Rekabetçi olmayan malların dışlama özelliği taşımayanlarına Kamusal Mallar adı verilir. Buna verilen geleneksel örnek, ulusal savunmadır. Bazı bilgiler de, rekabetçi olmama ve dışlanamama özelliklerinin her ikisine birden sahip olabilir. Örneğin Ar-Ge çalışmalarının bazı sonuçları, doğaları gereği dışlanamama özelliğine sahip olabilir. (Romer, 1994: 12). Romer'in varsayımlarında önemli bir fark, yeni tasarım sahiplerinin tasarım üzerindeki haklarının korunmuş olması nedeniyle bilginin tam anlamıyla kamu malı haline gelmemesi ve bu yolla buluş yapmanın özendirilmesidir.

Nihai mallar, ara malları ve Ar-Ge sektörü olmak üzere üç sektörlü bir yapıda kurulan modelde Ar-Ge sektörü, nihai ürün üretiminde kullanılan makinelerin üretim sürecine girdi olan yeni fikir ve geliştirilmiş tasarımları sağlamaktadır (Romer, 1990: 79). Bu çerçevede bilgi, üretim sürecine iki kanaldan katkıda bulunur. Yeni tasarım, yeni ve daha modern bir ara girdinin (makinenin) üretilmesini mümkün kılar. Ayrıca yeni tasarım, ekonomideki toplam bilgi stokunu arttıracak için Ar-Ge sektöründeki beşeri sermayenin verimini artırır. Bilginin üretim sürecine bu iki yönlü katkısı, nihai ürünün üretiminde kullanılan makinelerin üretim fonksiyonunda ölçüğe göre artan getiri sağlar ve böylece ekonomik büyüme gerçekleşir. Buradaki önemli nokta, yeni fikir üreten kişinin kullanıma ilişkin hakları dolayısıyla, bilginin başkaları tarafından ara girdi üretiminde değil, yalnızca araştırmaya dönük olarak kullanılabilmesidir. Bilginin kamuya kısmen açık olması, kar amacı güden rasyonel ekonomik birimleri ve kişileri buluş yaparak kar benzeri getiriden, azami ölçüde yararlanmaya yöneltecektir. Böylece üretim artan bir hızda sürecek ve içselleşmiş teknolojik gelişme devam edecektir (Romer, 1990: 84).

Dışlanabilirlik özelliği taşıyan mallar üreticilerine ürettikleri faydaları elde etmeleri olanağı sağlarken; dışlanabilirlik özelliği olmayan mallar, üreticilerin elde edemediği faydaları sağlar. Bu tip yayımlara Dışsallıklar adı verilir. Bilgi mükemmel olarak patentlenemeyeceği ve saklanamayacağı için, bir şirket tarafından yeni bir bilginin üretiminin diğer şirketlerin üretim imkânları üzerinde müspet bir dışsallık oluşturacağı varsayılmıştır (Romer, 1986: 1003).

Yukarıda anlatılanlar ışığında tipik bir Ar-Ge Modeli olarak Romer Modeli (2.43)'de gösterildiği gibi ele alınabilmektedir (Jones, 2001: 92):

$$Y = K^\alpha (AL_Y)^{1-\alpha} \quad (2.43)$$

$Y$  üretimi,  $K$  sermaye stokunu,  $L_Y$  işgücünü ve  $A$  yaratıcı fikirler stokunu göstermektedir. Üretim fonksiyonunu  $K$  ve  $L_Y$ 'ye göre sabit getirili, fakat yaratıcı fikirler stokunu  $A$  üretimin bir girdisi olarak aldığımızda, artan getirili bir üretim fonksiyonu haline gelecektir. Başka bir ifadeyle, girdileri iki katına çıkardığımızda, üretim iki kattan fazla artacaktır. Ölçeğe göre artan getiri, yukarıda da ifade edildiği gibi, teknolojinin rekabetçi olmama özelliğinden ileri gelmektedir.

$$\dot{K} = s_K Y - dK \quad (2.44)$$

Formül (2.44), sermaye birikimini gösteren denklemi ifade etmektedir.

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \quad (2.45)$$

İşgücünün dışsal ve sabit bir oranda büyümekte olduğu (2.45)'de ifade edilmektedir.

$$L = L_A + L_Y \quad (2.46)$$

İşgücü, yaratıcı fikirler üreten ve üretimde bulunan işgücü olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır (2.46).

Yaratıcı fikirler stokunun zaman içinde değişimini gösteren denklem ise (2.47)'deki gibi gösterilmektedir:

$$\dot{A} = \rho L_A A \quad (2.47)$$

$L_A$ , yaratıcı fikir üretme işi ile uğraşan kişi sayısını göstermektedir.  $\rho$ , her bir araştırmacının üretkenliğini göstermektedir.  $A$ , yaratıcı fikirler stokudur. Romer'in temel denklemini oluşturan bu eşitlik, bilgi birikimindeki artışın araştırmacının üretkenliği ve araştırmacı sayısının bir fonksiyonu olduğunu göstermektedir. Ekonomideki araştırmacı sayısı  $L_A$  ve bilgi arttıkça, ekonominin büyüme hızı artacaktır (Jones, 2001: 95).

Grossman ve Helpman'ın modelinde ise üretim fonksiyonu (2.48)'deki gibi şekillenmektedir (Ateş, 1998: 7):



$$Y = AK^\alpha D^\beta L_Y^{1-\alpha-\beta} \quad (2.48)$$

Burada A, bir sabit; K, fiziksel sermaye stoku; D, aramaları indeksi;  $L_Y$ , nihai mal üreten sektördeki toplam işgücü istihdamıdır. Modelde iki tür içsel büyüme ortaya atılmaktadır. Birincisi, malların niteliğindeki artışlardan ileri gelmekte; diğeri de sürekli yeni teknolojiler üretilmesi sonucunda artan ürün çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır.

Aghion ve Howitt (1992), Schumpeter'in (1981) Yaratıcı Yıkım kavramına dayanarak stokastik bir büyüme modeli geliştirmektedir. Aghion ve Howitt'in Modeli üç özellik taşımaktadır. Birincisi, aksak rekabet sürecinde büyümedir. Rekabetçi piyasaya dayalı büyüme modellerinde teknolojik süreç yayılma etkisiyle gerçekleşirken, aksak rekabet piyasası altında tekolci karların cazibesine kapılan firmaların Ar-Ge sektörü yatırımları yoluyla oluşmaktadır. İkincisi, Yaratıcı Yıkım kavramıdır. Yani ürünlerin bir yaşam devresi vardır ve bu devreyi tamamlayan ürünler ortadan kalkar, yerini yenileri alır. Üçüncüsü, süresizliktir. Ürünlerin bir kısmı ekonomik büyüme sürecinde başat, diğeri de ikincil önem de olsalar da, gelişme, bir ortalama etrafında Tesadüfi Yürüyüş (Random Walk) (gelişimin stokastik sürece sahip olması) sürecine uygun olarak yaşanır. Bu tipten Ar-Ge'ye Dayalı İçsel Büyüme Modellerinin, büyüme etkisi önermesi, Ar-Ge sektöründeki toplam istihdamın (araştırmacı sayısı) büyüme oranına bağlanmıştır (Ateş, 1998: 7-8).

### 2.2.2.3. Beşeri Sermaye Modeli

Lucas (1988), beşeri sermaye yatırımlarını formel eğitime ve işyerinde yetiştirme alanlarına yapılan yatırımlara bağlar ve (2.49)'daki gibi ifade eder (Jones, 2001: 120):

$$Y = K^\alpha (hL)^{1-\alpha} \quad (2.49)$$

$\hat{h}$ , kişi başına beşeri sermaye;  $hL$ , etkin işgücü;  $h$ , bireysel beceri düzeyi;  $L$ , işgücünün büyüklüğüdür.

Lucas (1988), bireyin beşeri sermayesindeki artışın kendi verimliliğini artırmasının (içsel etki) yanında beceri veya beşeri sermayenin ortalama düzeyi diye tanımladığı bir değişkeni ( $h_w$ ) daha üretime dahil etmiştir. Bu dışsal etkinin bütün üretim faktörlerinin üretkenliğine katkıda bulunduğunu belirtmiştir (Kibritçioğlu, 1998: 18):

$$Y = AK^\alpha(uhL)^{1-\alpha} h_w^m \quad (2.50)$$

$h_w$  değişkeni, bireysel sermaye düzeyindeki artışın yanında çok sayıda insanın bir arada buldukları ortamlarda, kolektif çalışma eğiliminin artacağı ve insanlar arasındaki bilgi alışverişinin bir tür dışsallık yaratacağı düşüncesiyle denkleme dahil edilmiştir.

Lucas'ın (1988), öncü çalışması beşeri sermayeye önem veren pek çok içsel büyüme modelinin geliştirilmesine yol açmıştır. Stokey (1988, 1991), Becker ve diğerleri (1990), Sorensen (1991), Young (1991) ve Caballe ve Santos (1993) bunlardan bazılarıdır. Lucas'ın modelinde beşeri sermaye birikimi sürecinde tek girdi olarak hanehalklarının eğitim ve öğrenime ayırdıkları zaman kullanılırken, Sorensen modelinde işgücünün becerisini artıracak tamamlayıcı girdi olarak okul binaları, araştırma laboratuvarları öğretmenlerin hizmetleri gibi bileşenler alınmıştır. Sorensen'e göre beşeri sermaye birikimini teşvik edecek hükümetin eğitim ve teknoloji politikalarının çok büyük önemi vardır. Bu tür yatırımlar beşeri sermaye birikimini artıracak, büyümeyi fiziki sermayeye yapılan yatırımların etkisinden çok daha fazla etkileyecektir (Kibritçioğlu, 1998: 19).

Lucas'ın fikirlerini destekleyen sonuçlara ulaşan Rebello (1991)'da beşeri sermayeyi fiziksel sermaye gibi üretim faktörlerinden biri olarak almıştır. Fiziksel sermaye yatırımları kadar beşeri sermaye yatırımları da önemlidir. Beşeri sermaye yatırımları genelde eğitim yatırımları olarak düşünülse de "yaparak öğrenme" yoluyla da çalışma sürecinde kendiliğinden oluşabilir. Rebello Modeli, bir ekonomideki fiziksel sermaye-beşeri sermaye oranı denge seviyesine göre düştüğü zaman (nispeten beşeri sermaye fazla olduğunda) büyüme hızının denge büyüme hızından yüksek olacağını öngörmektedir. Diğer yandan, Nelson ve Pelps (1996)'e göre beşeri sermayesi yüksek bir ülke başka yerde yapılan buluşları taklit edip hızlı büyümeye ulaşabilir.

#### **2.2.2.4. Kamu Yatırımları Modeli**

İçsel değişkenler yardımı ile açıklamaya yönelik kuramlardan biri, kamu altyapı yatırımlarının ve kamu politikalarının büyüme sürecine etkileri inceleyen kuramlardır. Bu konuda yapılan çalışmaların başında Barro (1988) Modeli gelmektedir. Barro Modeli'nde kamu sektörünce sağlanan mal ya da hizmetlerin üretim faktörlerinden biri olduğu varsayılmaktadır. Daha öncede ifade edildiği gibi AK Modeli'nde, teknoloji

seviyesini değiştiren her şey uzun dđnemli bđyđmeyi etkiler. Kamusal mallardan bazıları dışsallık yarattığı ve artan getirilere neden olduğu ۆlçđde içsel bđyđme etmeni olabilir. Kolaylık için ۆretim fonksiyonunun sermaye ve bu mala bağlı olduğu kabul edilmiştir. Barro, devletin çeşitli faaliyetlerinin  $A$  katsayısı ۆzerine etki ettiğini, dolayısıyla bđyđme oranını etkilediğini gđstermektedir. Bu faaliyetler altyapı yatırımlarını tedarik etme, mđlkiyet haklarının korunması ve ekonomik faaliyetlerinin vergilendirilmesini kapsamaktadır.

Barro, kamu altyapı yatırımları ile ekonomik bđyđme ilişkisini (2.51)'de ifade edilen model yardımıyla incelemiştir (Barro, 1988:7):

$$y = Ak^{1-\alpha}g^\alpha \quad 0 < \alpha < 1 \quad (2.51)$$

Bu modelin iki amacı vardır. Birincisi, devletin ۆretim fonksiyonunda sabit getirinin varlığını sağlamaktır. İkincisi, devletin ۆretim (ıktı) seviyesini ve bđyđme oranını etkileyebildiği bir temel mekanizmayı ileri sđrmektir. Temel varsayım, devlet harcamalarının ۆzel sermayenin verimliliğini etkilediğidir. Kişi başına ۆretim, sermaye kadar kamu malı ۆzerine kamu harcamalarına dayalıdır. Burada  $g$  kişi başına kamu harcamalarını gđstermektedir.

Kamu harcamaları gelir vergisi ile orantılı olarak finanse edilir. “Devlet borlanmaz ve bu nedenle denk bđteye sahip olmak zorundadır” varsayımı yapılmaktadır. Bđte denklemi efektif olarak kamu malı arz seviyesini sermaye stokuna bağladığı için model bir içsel bđyđme modeline dđnüşmektedir. Yatırımlar sermaye stokunu artırırken, dolaylı olarak artan vergi gelirleri denk bđte sayesinde kamu malının arzını artırmakta, dolayısıyla ۆzel yatırımlar ekonomiye iki yoldan katkı sağlamaktadır (Yđlek, 1997: 10).

Kuram, fiziksel ve insan sermayesi birikimi için şirketler ve hđkđmet politikalarının ekonomik teşvikleri değiştirerek (vergiler ve sđbvansiyonlar yoluyla), araştırma-geliştirme ve eğitime yaptıkları yatırımın rolünü analiz ederek teknolojideki değişikliğin bđyđme ۆzerine etkisini açıklamaya çalışmaktadır. Yani ekonomideki yasaların, hđkđmet politikalarının ve kurumların oynadığı rolđ gđstermeye çalışmaktadır. İçsel Bđyđme Modeli devlete ۆnemli rol yđklemektedir. Yeni bđyđme kuramındaki çalışmaların çoğu, politika değişikliklerinin uzun dđnem bđyđme ۆzerine

etkileri olabileceğini öngören modellerdir. Burada devlete yüklenen rol Keynesyen yatırımcı ve üretici devletten ve Neoklasik pasif devletten biraz farklıdır. Neoklasik Teori'nin savunduğu hükümetlerin ekonomiye müdahale ederek kaynakların dağılımında etkinsizliğe yol açması nedeniyle hükümetin pasif rol üstlenmesi görüşü bu kuramda oldukça farklılaşmıştır ve hükümetlerin ekonomik büyüme ve kalkınmayı sağlamada aktif kamu politikası izlemeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Hükümetlerin kamu mallarını ya da özel yatırımları teşvik ederek kaynak dağılımının etkinliğini yükseltebileceği, devletin yapacağı vergi ve sübvansiyon değişikliği ile sadece Solow'un işaret ettiği gibi çıktı seviyesinde değil, üretim çıktısının büyüme oranı üzerinde nasıl kalıcı bir etki yapabileceğini incelemektedir (Yülek, 1997: 11).

Bunun yanında, bilgi ve dolayısıyla teknolojik ilerlemelerin büyüme modellerinin içine önemli bir unsur olarak dahil edilmesi ile birlikte söz konusu unsuru güdüleyen kamu politikalarının gerekliliğini de ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerde mevcut bilgi stokunun artırılmasına yönelik strateji ve politikaların belirlenmesi gerekmektedir.

### **2.3. ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME**

Bu bölümde enerjinin üretim ve GSYİH üzerindeki etkisi genel olarak ele alınırken aynı zamanda büyüme modelleri çerçevesinde incelemelerde bulunulacaktır.

#### **2.3.1. Üretimde Enerjinin Yeri**

Ekonomik büyümede enerjinin rolünü kavramak için, öncelikle üretimde enerjinin rolünün anlaşılması gerekir. Ekonomik faaliyetlere daha farklı bir bakış açısıyla bakıldığında mal ve hizmet üretiminin bir enerji dönüşümünün sonucu olduğu görülür. Çünkü enerjiden etkilenmeyen hiçbir değişim ve dönüşüm düşünülemez (Shahid, 2006: 3). Ekonomiyi bir enerji sistemi olarak gören bu anlayış aslında büyümenin kaynakları olarak görülen emek ve sermayenin yanında, enerjinin de dikkate alınması gerektiği sonucunu doğurmaktadır.

Biliriz ki çoğu besin, insanlar ve hayvanlar tarafından tüketilmeden önce işleminden geçmek zorundadır. Benzer biçimde ekonomide birçok faaliyette, magnetik enerji, kimyasal enerji, hareket enerjisi gibi bir enerji kullanılır. İnsanlar tarafından biçimlendirilen besin, hareket ve sinirlerle ilgili döngülerin ekonomiye net bir katkısı yoktur. Güneş enerjisi, rüzgar, gaz ve su, gibi doğal kaynaklardan hareketle

gerçekleştirilen bazı enerji dönüşüm faaliyetleri ise mal ve hizmet üretiminde kullanılacak biçimde olan enerji dönüşümünü gerçekleştirerek ekonomiye net bir enerji arzı sağlar. Bu anlamda enerji üreten sektör ekonominin arkasındaki itici güçtür (Shadid, 2006: 3-4).

Enerjiyi elektrik enerjisi olarak düşünürsek, ekonomik çıktının bir parçası olarak milli gelir hesaplamalarına girmektedir. Shadid (2006)'ya göre bu tatmin edici değildir. Bu durumla ilgili olarak verilmiş değirmen örneği oldukça ilgi çekicidir: unun öğütülmesi faaliyetine dayalı bir ekonomi düşünelim. Enerji de yel değirmenlerini çalıştırsın. Yel değirmenleri buğdayı una dönüştürmektedir. 1 adet işçinin çalıştırdığı 1 adet yel değirmeni 1 günde 100 pound değerinde (400 kg.) unu öğütebilir. Rüzgarın hızı ikiye katlandığında 800 kg. ürün oluşmaktadır. Her değirmenin üretimi 50 yıl geçse de aynıdır ve hala 1 adet yel değirmenini 1 adet işçi çalıştırmaktadır. Dolayısıyla kinetik enerji iki kat arttığında çıktı da ikiye katlanmıştır. Bu yönüyle enerji ekonomik faaliyetlerin merkezidir.

Emek, sermaye ve hatta doğal kaynaklar gibi üretim için gerekli olan girdilerden bazıları üretim sürecinde yeniden üretilebilirken enerji yeniden üretilemeyen bir üretim faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır (Stern, 2004: 37). Modern ekonomilerde enerji, ekonomik büyüme ve kalkınma için temel bir girdidir. Ekonomik olarak üretimde enerji, hem yenilenebilir hem de yenilenemez enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Enerji olmadan kullanılması mümkün olmayan emek, sermaye gibi üretim faktörlerine benzeyen enerji kullanımının da, ekonomik büyüme için sınırlayıcı bir faktör olması beklenmektedir (Arbex, Perobelli, 2010: 43). Bu nedenle, doğa bilimciler ve ekoloji ile ilgilenen ekonomistler enerjiye büyük önem verirler ve enerjiyi ekonomik büyüme için en önemli faktör olarak kabul ederler. Dolayısıyla ekolojik iktisat dalının bu konuda ön plana çıktığı söylenebilir.

### **2.3.2. Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Teorik Çerçevesi**

Geleneksel yaklaşımda ana üretim faktörleri olarak emek, sermaye ve toprak ele alınmakta, petrol ve materyal gibi mallar ara mal kabul edilmektedir. Klasik iktisatçılar tarafından ara mallara, emek ve sermayeye yoğunlaşmış olan Klasik Büyüme Teorilerinde yer verilmez. Dolayısıyla, enerji temel üretim faktörleri içinde yer almayıp, üretimin devam ettirilmesi için bir ara üretim faktörü olarak değerlendirilir. Bu

anlamda, Geleneksel Büyüme Teorisi'nde enerjinin rolü hakkındaki fikirler net değildir (Stern, 2004: 37). Diğer yandan, Neoklasik ekonomistlerin enerjiye hammadde veya ara mal olarak bakması, elektrik, petrol ve gübre gibi enerji üretilen ürünleri, çelik, ahşap, cam ve ham pamuk gibi maddelerle analitik olarak eşdeğer görmesi sorunlu bir durumdur. Ekonomide enerjinin fonksiyonu ile maddenin fonksiyonu arasındaki temel ayrımı göz ardı etmişlerdir. Enerji, hammaddenin nihai ürüne dönüşmesi için çalışır. Bu yönüyle bir değişim ajanıdır (Shahid, 2006: 6). Neoklasik düşüncenin enerjiyi ekonominin dışında tutması, ekolojiden (doğadan) kaçınıldığını da gösterir. Çünkü enerji ekolojiden, yani doğadan gelmektedir (Shahid, 2006: 23).

Üretim teorileri göz önüne alındığında, Neoklasik İktisat Teorisi, ekonomiyi çıktının emek ve sermaye girdileri tarafından üretildiği kapalı bir sistem olarak açıklar. Bu yüzden ekonomik büyüme girdiler ve girdi kalitesinin artmasının bir sonucudur. Bu anlamda, enerjiye dolaylı şekilde önem verilir ve enerji ara girdi olarak kabul edilir (Dizdarević, Žiković, 2010: 36). Bu yaklaşım, Temel Büyüme Teorisi'nde, enerji gibi ara girdilere dolaylı bir rol verirken, özellikle sermaye ve emek gibi birincil girdiler üzerine yoğunlaşılmasına yol açmaktadır. Bu görüşe göre, ekonomideki mevcut enerji miktarı, petrol rezervlerindeki basınç gibi biyofiziksel kısıtlara ve herhangi bir dönemde ekonomiye sağlanan enerji, yeraltından çıkarılma miktarı, rafine edilme, üretme kapasitesi ve bu süreçlerin ilerlemesini sağlayan hızlar ve etkinlikler gibi ekonomik kısıtlarla belirlenmesine rağmen, dışsal olarak verilmiştir. (Stern, Cleveland, 2004: 5). Bununla birlikte 1973-1974'deki ilk petrol krizinden sonra birçok ekonomist, geleneksel emek ve sermaye girdileri yanında, enerji ve maddeyi içeren enerji bağımlı üretim fonksiyonları formüle etmeye başlamıştır.

Standart büyüme kaynakları analizi Neoklasik Üretim Fonksiyonu'na dayalıdır (Shahid, 2006: 11). Neoklasik Üretim Fonksiyonu genel olarak ekonomik büyümeyi emek, sermaye ve teknoloji ile açıklamaktadır. Solow (1956), teknolojiye ilişkin ülkelerarası farklılıkların, kişi başına gelirden ülkelerarası farklılıklar yaratabildiğini söylemektedir. Solow Modeli teknolojik gelişmenin nedenini açıklayamıyor olmasına rağmen, modelde yalnızca teknolojik ilerleme ekonomik büyümenin nedeni olarak kabul edilmektedir (Dizdarević, Žiković, 2010: 37). Neoklasiklerin sermaye ve emeği önemli görmeleri şaşırtıcı değildir. Enerji ile ekonomi arasında bağlantı kurulamaması şaşırtıcıdır (Shahid, 2006: 23).

İçsel Büyüme Modelleri olarak bilinen, son zamanlardaki modeller, ekonomik tercihler ve firmalar ile bireyler tarafından alınan kararlar ile teknolojik gelişmenin nedenini açıklar. *AK* Tipi Modeller, İçsel Büyüme Teorisi'nin ilk versiyonudur ve  $Y = AK$  ( $A$ , sabit) biçimindeki üretim fonksiyonu ile sonuçlandığından bu ada sahiptirler. Bu modelde, sermaye ( $K$ ) beşeri sermayeyi (nüfus veya işgücü) içerir. Beşeri sermayedeki büyüme, teknolojik yayılma etkileri nedeniyle azalan getiriye tabi değildir. Yeni *AK* modelleri (Neo-*AK*), Romer (1986, 1990) ile başlar. Romer, bilginin diğerlerinin erişebildiği serbest bir mal olabildiğini (yayılan) tartışmıştır. Lucas (1998), bununla yakından ilişkili bir yaklaşım sunmuş ve sosyal öğrenmeye odaklanmış, tüketim ve beşeri sermaye arasındaki mübadeleyi araştırmıştır. İçsel Büyüme Teorisi'ne ikinci yaklaşım, aktif ve planlı bilgi yaratma üzerine odaklanmıştır. Ekonomik büyümenin, araştırma-geliştirme ve yeni teknolojilerin üretimine dayandığı Romer (1990), Grossman ve Helpman (1990, 1991), Aghion ve Howitt (1992) tarafından yaratılan modeller hayati önem taşımaktadır. Çoğu model kaşiflerin yenilikçilerin çabalarının faydalarının benimseme başarısını ihmal ettiklerini varsayımlardır (Dizdarević, Žiković, 2010: 38). Ekonomilerin nasıl büyüdüğünü tek bir değişkenle ya da modellerle açıklamak mümkün değildir. Bu yüzden İçsel Büyüme Modelleri de farklılıklar gösterir. Romer'in modelinde de toplam reel çıktı düzeyi ( $Y$ ), teknoloji ( $A$ ), toplam reel sermaye stoku ( $K$ ), toplam işgücü ( $L$ ), ile belirlenmektedir. Enerji de teknolojinin kullanımına imkan veren bir unsur olarak değerlendirilir. Ancak enerjiyi dönüştürerek kullanılabilir hale getirmek için yüksek teknolojiye yatırımlara ihtiyaç duyulur. Bu tip yatırımlar sadece enerji üretmek için değil, aynı zamanda enerji kullanımında etkinliği sağlamak için yapılır. Bunun sonucunda düşük maliyetle temin edilen ve üretim sürecinde verimli bir biçimde kullanılan enerji faktörü, teknoloji unsuru üzerinden ulusal çıktı düzeyinin artmasını sağlamaktadır (Mucuk, Uysal, 2009: 106).

Zaman içinde ekonomik büyüme üzerine alternatif görüşler ortaya çıkmıştır. İlgili literatür, üretim ve büyümede enerjinin önemini vurgulamaktadır. Onlardan bazıları birincil faktör olarak sadece enerjiyi görür. Bu modellerde sermaye ve emek içerdikleri enerjiye göre değerlendirilir. Mal ve hizmetlerin fiyatı, içerdikleri enerji maliyetine göre belirlenir. İçermiş oldukları enerji miktarı arttıkça mal ve hizmetlerin fiyatları artar. Ekoloji ile ilgilenen iktisatçılar, petrol ve doğalgaz gibi kaynakların zaman içinde kalitesi düştükçe girdi üretiminde daha fazla enerji kullanılacağını ve

böylece artan enerji maliyetinin kullanım değeri anlamında bir kıtlıkta, artışı temsil edeceğini ifade etmektedirler (Stern, 1999: 383). Ekolojik iktisatçılara göre, enerji sadece hayati bir üretim faktörü değildir, ancak bazıları (Cleveland vd., 1984), artan enerji kullanımı ile sonuçlanan ekonomik büyümenin aksine enerji varlığının, ekonomik büyümeyi teşvik ettiği sonucuna varmışlardır. Ekolojik iktisatçılar ekonominin maddi temeline odaklanmaktadır ve ekonomiyi, küresel ekosistemin açık bir alt sistem olarak düşünmektedirler. Bu alanda çeşitli düşünce okulları mevcut olsa da, hepsi ortak ilkelere (Termodinamik Yasası) gelmektedir. Termodinamiğin birinci yasası (Korunma Kanunu), enerjinin ne yaratılmış olduğunun ne de yok edilemez olduğunu söyler, sadece dönüştürüldüğünü söyler. Bu, yalnızca mevcut bir enerji kaynağının, doğrudan veya fosil yakıtlar gibi biçimlendirilmiş bir durumda kullanılabilen güneş enerjisi olduğu anlamına gelir. Termodinamiğin ikinci yasası (Verimlilik Kanunu), izole edilmiş bir sistemin entropisinin, dengede olmadığını, zamanla yükselme eğiliminde olacağını söyler. Bu enerjinin tekrar kullanılabilmesi anlamına gelir, ama giderek daha az yararlı bir duruma ulaşacak ve bu nedenle ek bir enerji gerekecektir. Bu aynı zamanda enerjinin üretim sürecindeki diğer girdiler tarafından ikame edilebilmesinde sınırlar olduğuna işaret eder (Stern, 2004: 37; Ockwell, 2008: 4601).

Diğer yandan, enerjinin tek ana üretim faktörü olduğunu öne süren bazı biyofiziksel büyüme modellerinde sermaye ve emek içerdikleri enerjiye göre değerlendirilir (Stern, 2004: 37-38). İçermiş oldukları enerji miktarı arttıkça mal ve hizmetlerin fiyatları artar.

Standart makroekonomik büyüme modelleri emek ve sermayeye odaklanıp; enerjinin ekonomik büyüme ve üretim için önemli olan rolüne değinmemektedir. Solow tarafından geliştirilen ekonomik büyümenin en temel modeli de bu kaynakları içermemekteydi. Ancak bu modeller daha sonra yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklarla genişletildi. Genişletilmiş modeller, sadece standart makroekonomik uygulamalar değil, çevresel sürdürülebilirlik konusundaki tartışmalar çerçevesinde uygulanmaya başlandı (Stern, 2004: 38). Aghion ve Howitt (1998) tarafından doğal kaynakların rolüne ilişkin yapılan çalışmada sürdürülebilir büyümenin gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceği dört farklı model tarafından incelenmiştir. Modellerden ikisi, yenilenebilir kaynakları içerirken diğer ikisi, yenilenemeyen kaynakları içermektedir. Yenilenemeyen kaynakları içeren modellerde üretim için önemli olan kaynakların,



yenilenemeyen kaynaklar olduğu varsayılır. Yenilenebilen kaynakları içeren modellerde ise çevre kirliliğini azaltmak için yenilenemeyen ve çevreye zarar veren kaynaklar yerine yenilenebilir ve çevre kirliliğini azaltan kaynaklar ön plana çıkmıştır (Stern, Cleveland, 2004: 12).

Tahvonen ve Salo (2001), hem yenilenebilir kaynakların hem de yenilenemeyen enerji kaynaklarını içeren bir model geliştirmişlerdir. Bu model daha önceki Neoklasik yaklaşımdan daha gerçekçidir. Bu modelde büyüme sürecinin gerçekte nasıl işlediğini görmeyi tasarlamışlardır. Model, fosil yakıtları çıkartma maliyeti ve yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim maliyetini içermektedir. Model ayrıca herhangi bir teknolojik değişimin olmadığı, teknolojik değişimin içsel ya da dışsal olduğu durumları incelemiştir. Modelde, madenler çıkarıldıkça bu madenlerin çıkarılmasına ilişkin bilginin arttığı ve teknik bilginin artmasının da sermaye stokunu arttırdığı varsayılmaktadır. Bu modellerde ekonominin optimal gelişmesinin Neoklasik modellerden daha iyi biçimde geçmiş dönemleri izlediği görülür. Ekonomiyi tarihsel olarak sanayi öncesi dönem, sanayi dönemi ve sanayi sonrası dönem olarak bölmelersek; ilk iki dönemde fosil yakıt tüketimi artar, son dönemde ise fosil yakıt tüketimi azalmaktadır. Yenilenemeyen kaynakların fiyatları başta düşerken sonra artmaktadır (Stern, Cleveland, 2004: 29).

### 2.3.3. Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisini Etkileyen Faktörler

Stern (2004), enerji kullanımı ve zamanla ekonomik faaliyetler arasındaki bağlantıyı azaltacak veya güçlendirecek faktörleri incelemek amacıyla üretim fonksiyonunu Neoklasik perspektiften incelemiş, genel üretim fonksiyonunu aşağıda gösterildiği gibi ifade etmiştir:

$$(Q_1, \dots, \dots, Q_m)' = f(A, X_1, \dots, X_n, E_1, \dots, E_p) \quad (2.52)$$

$Q_i$  , farklı çıktılar ( üretilmiş mal ve hizmetler gibi)

$X_j$  , farklı girdiler ( sermaye ve emek gibi)

$E_k$  , farklı enerji girdileri ( kömür, petrol gibi)

A, toplam faktör verimliliği göstergesi olarak tanımlanan teknoloji durumunu ifade etmektedir.

Enerji ve GSYİH olarak kabul ettiği toplam çıktı arasındaki ilişkinin, enerji ve diğer girdiler arasındaki ikame, teknolojik değişim (A'da bir değişim), enerji girdi bileşimindeki değişim, çıktı bileşimindeki değişim tarafından etkilenir. Ayrıca diğer girdi bileşimindeki değişim-örneğin; daha fazla emek yoğun ekonomiden daha fazla sermaye yoğun ekonomi- enerji ve çıktı arasındaki ilişkiyi etkileyebilir (Stern, 2004: 44).

Sermaye ve enerji ilişkisinin tamamlayıcı mı yoksa ikame mi olduğu konusunda yapılan ekonometrik çalışmalarda oldukça farklı sonuçlar elde edilmiştir. Apostolakis (1990), sermaye ve enerjinin kısa dönemde tamamlayıcı, uzun dönemde ise ikame gibi davrandıkları yönünde iki ayrı sonuç elde etmiştir. Kısa dönemde girdi fiyat değişimleri sınırlıdır, sermaye stoku ise sabittir. Bu nedenle sermaye ve enerjinin sabit oranlarda kullanımı olasıdır. Sonuç olarak, enerji fiyatlarında bir yükselme, sermaye kullanımında bir azalmaya neden olur. Diğer yandan, sermaye stoku uzun dönemde esnektir ve fiyat değişimlerine uyum sağlayabilir. Bu yüzden sermaye ve enerji birbirinin yerini alabilmektedir. Frondel ve Schmidt (2002), sadece enerji maliyetinin düşük olduğu durumlarda enerji ve sermaye arasındaki ilişkiyi tamamlayıcı olarak bulmuşlardır. Ekonometrik çalışmalar genelde bütün ekonomi düzeyinden çok endüstri düzeyinde esneklik katsayılarını tahmin etmiştir. Stern (2004)'e göre sermaye ve enerji zayıf ikamedir ve mümkün olduğunca tamamlayıcı oldukları görülmektedir. Tamamlayıcılığın derecesi ise endüstriler ayrı ayrı düşünüldüğünde veya toplam olarak düşünüldüğünde değişmektedir.

Enerji ve GSYİH olarak kabul edilen toplam çıktı arasındaki ilişkiyi etkileyen bir diğer faktör de teknolojideki değişimlerdir. Farklı oranlarda girdilerin kullanıldığı farklı üretim teknikleri arasındaki ikame, girdilerin görece fiyatlarındaki değişiklikler nedeniyle oluşur. Enerjinin görece fiyat değişiklikleri ile ilgili olmayan Enerji / GSYİH oranındaki değişiklikler, otonom enerji verimliliği indeksindeki değişiklikler olarak ifade edilir. Teknolojik değişim dışsal olduğunda, fiyatlarındaki değişiklikler teknolojik değişiklikleri teşvik eder. Sonuç olarak, enerji fiyatlarındaki artış, enerji tasarruf eden teknolojilerin gelişimini hızlandırma eğilimindedir. Azalan enerji fiyatları süreci, enerjinin daha yoğun kullanılması, doğru yönlendirilmiş teknolojik gelişme ile sonuçlanır. Otonom enerji etkinliği indeksini tahmin etmek zordur. Çünkü değişimin yönü sabit değildir ve iktisadi sektörlere göre değişir. Jorgensen ve Wilcoxon (1993),

otonom enerji etkinliği indeksinin azaldığını tahmin etmiştir. Berndt ve diğerleri (1993) modelindeki indeks, sabit oranlarda değiştirilmiştir ve 1965–1987 yılları arasında ABD imalat sanayi için enerji indeksinin %1,75’den %13,09 seviyesine çıktığı bulunmuştur. Judson ve diğerleri (1999) ise hanehalkının enerji tüketiminin artacağını, sanayi ve inşaat sektöründe ise enerji tüketiminin zamanla azalacağını tahmin etmişlerdir. Sonuç olarak, yenilikler hanehalkı için daha fazla enerji kullanımına yol açacaktır. Sanayi için ise enerji tasarruf tekniklerinin gelişmesine bağlı olarak daha az miktarda enerji kullanılacaktır (Stern, 2004: 45).

Khazzoom-Brookes (1989) önerisi, enerji tasarrufu sağlayan yeniliklerin, para tasarrufu sağlaması, tasarruf edilen paranın başka mal ve hizmetlere harcanması ve bu mal ve hizmetleri üretmek için yeniden enerji gereksinimi olduğundan, bunun sonucunda da daha fazla enerji tüketimine yol açacağını iddia etmektedir. Enerji hizmetleri üretici ve tüketici tarafından talep edilir ve enerjinin kendisi kullanılarak üretilir. Bir birim enerji hizmeti üretmek için gereken enerji miktarını azaltan bir yenilik enerji hizmetlerinin efektif fiyatını düşürmektedir. Bu durum enerji hizmetlerine, dolaylı olarak da enerjiye talebi arttırmaktadır. Daha düşük enerji fiyatı, aynı zamanda ekonomideki tüm mallara olan talebi yükselten bir gelir etkisine de yol açmaktadır. Dolayısıyla, bu malların üretiminde kullanılan enerjiye talep de artmış olmaktadır (Stern, 2004: 46).

Enerji ve GSYİH olarak kabul edilen toplam çıktı arasındaki ilişkiyi etkileyen bir başka faktör de enerji girdi bileşimindeki değişimlerdir. Enerji kalitesi farklı yakıt türlerinin ve elektriğin ısı eşdeğerlerinin göreceli ekonomik faydasıdır. Enerji kalitesini ölçmenin bir yolu, söz konusu enerji kaynağının marjinal ürününü, yani söz konusu enerji kaynağından ilave bir ısı birimi kullanılması ile elde edilecek marjinal ürün miktarını bulmaktır. Bazı yakıtlar çok sayıda ekonomik faaliyette kullanılır iken bazı ekonomik faaliyetlerde kullanılamazlar. Kömürün birçok kullanım alanı varken kömür doğrudan bir bilgisayarı çalıştıramaz. Bir yakıtın marjinal ürünü belirlenirken; fiziksel kıtlığı, enerji yoğunluğu, temizliği, depolama kolaylığı, güvenilirliği, kullanma esnekliği, dönüşüm maliyeti gibi faktörler rol oynar. Ancak yakıtın marjinal ürününü sadece bu faktörler etkilememektedir. Bunların dışında yakıtın hangi ekonomik aktivitede kullanıldığı, ne kadar emek ne kadar sermaye ile birlikte kullanıldığı da önemlidir. Bu sebeple enerji kalitesi zaman içinde sabit değildir. Genel olarak elektriğin

en kaliteli enerji olduğu onu sırasıyla doğalgaz, petrol, kömür, biyoyakıtların takip ettiği kabul edilir. Bu görüş bu yakıtların marjinal ürünleri ile de orantılı olan enerji birimi başına fiyatları dikkate alındığında da desteklenmiş olur.

Samuel Schurr (1960), enerji kalitesinin ekonomik öneminin farkına ilk olarak varanlar arasındadır. Enerji kullanım bileşiminin zamanla önemli ölçüde değiştiğine işaret ederken, daha yüksek kalitede yakıtlara doğru genel değişikliğin bir Amerikan Doları değerindeki GSYİH üretimi için gereken enerji miktarını azalttığını iddia etmektedir. ABD enerji yoğunluğundaki azalmanın sebebini ekonomideki yapısal değişmelerle düşük kaliteli yakıtlardan yüksek kaliteli yakıtlara dönülmesine bağlanmaktadır (Stern, 2004: 46).

Stern (2004)'e göre enerji ve GSYİH olarak kabul edilen toplam çıktı arasındaki ilişkiyi etkileyen son faktör de çıktı bileşiminin değişmesidir. Ekonomik kalkınmanın farklı dönemlerinde çıktı bileşiminde değişiklikler ortaya çıkabilir. Kalkınma sürecinin erken aşamalarında, tarım sektöründen ağır sanayi sektörüne doğru bir kayma olmuş iken kalkınma sürecinin ilerleyen aşamalarında ise kaynak kullanımının yoğun olduğu ağır sanayi sektöründen daha az kaynak kullanımı olan hizmetler sektörüne doğru bir geçiş olmuştur.

Belirli bir anda, belirli bir ülkede genellikle Ton Petrol Eşdeğeri (TEP) cinsinden hesaplanan toplam enerji tüketimi ve para cinsinden ifade edilen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla arasındaki ilişki, ekonomik faaliyette enerjinin rolü hakkında fikir vermektedir. Genel olarak, enerji şiddeti veya enerji yoğunluğu diye adlandırılan Enerji/GSYİH oranı, enerji tüketimi ile GSYİH artış oranları arasında pozitif yönde bir ilişki kurulabileceğini ifade etmektedir (Küçükaksoy, 2004: 20). Enerji yoğunluğu, bir birim hasıla üretmek için tüketilen enerji miktarı olarak tanımlanabilir. Farklı sektörlerin enerji yoğunluğu farklıdır. Bu sebeple kalkınma sürecinin erken aşamalarında birim çıktı başına gerekli olan enerji miktarı artar iken kalkınma sürecinin ilerleyen aşamalarında ise birim çıktı başına gerekli olan enerji miktarı azalmaktadır. Hizmet sektöründe de yüksek oranda enerji ve kaynak girdileri gerekebilir. Bazı hizmetlerin fiziki varlığı olmadığı halde; gökdelenler, alışveriş merkezleri, antrepolar, sosyal kompleksler gibi bu hizmetlerin yürütüldüğü fiziksel mekanlarda yoğun oranda enerji kullanılır. Taşımacılık gibi bir diğer hizmet sektörü de yoğun bir biçimde kaynak ve

enerji kullanımını gerektirir. Tüketiciler çalışmak, seyahat etmek, alışveriş etmek gibi aktivitelerinde büyük miktarda enerji kullanırlar. Üretilen mal ve hizmetlerin içine gömülü olan, dolaylı enerji kullanımı dikkate alındığında çıktı bileşimindeki değişimler Enerji/GSYİH oranını değiştirmektedir (Stern, 2004: 48).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ENERJİ ÜRETİMİ- EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN

#### AMPİRİK ANALİZİ

Bu bölümde amaç, enerji üretimi, ithalatı ve tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin zaman içinde birbirlerinden nasıl etkilendiklerini ortaya koymaktır. Bu bağlamda öncelikle bu konudaki ampirik literatür üzerinde durulmaktadır. Daha sonra çalışmada uygulanacak olan yöntem ve model tanıtılacak, kullanılacak veri seri hakkında bilgi verilecek ve son olarak uygulama sonuçlarına yer verilecektir.

#### 3.1. ENERJİ-EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİ İNCELEYEN DENEYSEL (AMPİRİK) ÇALIŞMALAR

Enerji üretimi ve büyüme ilişkisinin konu olan araştırma sayısı literatürde az sayıdadır. Özellikle Türkiye için yapılmış bir çalışma bulmak güçtür. Yapılan çalışma aslında enerji üretimi ile GSYİH arasındaki nedensel ilişki üzerine odaklanmaktadır. Ancak elektrik tüketimi de politika yapımcıların vereceği kararlar üzerinde, özellikle enerji talebinin enerji arzını karşılayıp karşılayamayacağı konusunda etkili bir göstergedir. Bu nedenle çalışmada enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki de inceleneceğinden bu bölümde bu konuda yapılmış çalışmalara da değinilecektir.

Morimoto ve Hope (2004)'un çalışması Sri Lanka'da elektrik arzının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini konu almıştır. Söz konusu çalışma ile ekonomik çıktıdaki beklenen yükselmenin artan elektrik arzına bağlı olmasının, maliyet-fayda analizinde hayati bir rol oynadığı bulunmuştur. Standart EKKY (En Küçük Kareler Yöntemi) kullanılarak, 1960-1998 yılları arasında elektrik üretimi ve reel GSYİH arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada, bulgular elektrik arzının reel GSYİH'daki değişimler üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Regresyon analizi ile tahmin edilen maliyet-fayda analizine ilişkin hesaplanan parametre ile Sri Lanka'da elektrik arzında her 1 MWh'lik yükselme için \$1120-1740 ekstra çıktı gerçekleştiği ortaya konulmuştur. Morimoto ve Hope (2004)'a göre Sri Lanka'da ciddi enerji kıtlıklarının ülkenin ekonomik büyümesi üzerine ters etki yapmaktadır.

Yoo ve Kim (2006), Endonezya'da elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi, 1971-2002 zaman dilimi için, zaman serileri analizini

kullanarak araştırmıştır. Elektrik üretimi verileri yenilenebilir enerji kaynakları ve atık enerjisinin yanı sıra hidrolik, kömür, gaz ve nükleer enerjiye ek olarak, jeotermal, güneş, rüzgar ve dalga enerjisi ile üretilen enerjiyi kapsamaktadır ve terawatt/saat olarak ölçülmüştür. Ekonomik büyüme için reel GSYİH verisi kullanılmıştır. Sonuçlar, ekonomik büyümeden elektrik üretimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin var olduğunu göstermiştir. Bu yüzden reel GSYİH'daki bir artış enerji üretimindeki yüksek seviyeden sorumludur. Bu sonuç, Yoo ve Kim (2006) tarafından şöyle yorumlanmaktadır: ülke ekonomisinin gelişmesi ile çeşitli sektörlerdeki tüketim için elektrik üretiminde hızlı bir artış olmaktadır. Hanehalkı, yüksek harcanabilir gelirin çok daha fazlasına elektrik tüketimine harcamaktadır. Ekonomik büyüme, elektriğin temel girdi olarak kullanıldığı endüstriyel ve ticari sektörlerle yol açmaktadır. Yeni inşa edilmiş büyük ölçekli tesisler ve fabrikalar da ekonomik büyümeye ayak uydurmaya hız kazandırmak için elektrik tüketiminde bulunacaktır. Temel olarak, ekonomik büyüme elektrik üretimini bu yolla artırmaktadır.

Elektrik üretiminin ülkelerin ekonomik verimlilikleri üzerindeki etkisini konu alan Halkos ve Tzeremes (2009)'in 1996-2006 zaman periyodu için yapmış olduğu çalışmada, 42 dünya ve Doğu Asya ülkesi konu edinilmiştir. Panel Veri Analizi kullanılarak yapılan çalışma sonuçları, elektrik üretimi ile ülkelerin ekonomik etkinliği arasında bir U ilişkisi olduğunu göstermektedir. Bu bir noktaya kadar elektrik üretiminin ülkelerin ekonomik verimlilikleri üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu, belli bir noktadan sonra ise negatif etkiye döndüğünü göstermektedir. Bu dönüm noktası ise ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Avrupa ülkelerinin U şeklindeki süreçte dönüm noktasının Doğu Asya ülkeleriyle karşılaştırıldığında daha küçük kalması sonucu, Avrupa ülkelerinin enerji kullanımında alternatif enerji kaynaklarına geçtiklerini göstermektedir. Çalışmada, bu duruma neden olan diğer bir sebep olarak, Avrupa ülkelerini üretim yapısının Doğu Asya ülkeleri ile kıyaslandığında, daha fazla hizmete dayalı olması gösterilmiştir. Bu temelde iki ülke grubunun da farklı gelişim evrelerinde olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışma, enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin incelendiği araştırmalarda, ülkelerin ekonomik ve kurumsal yapılarındaki heterojenliğin de dikkate alınması gerektiğini, aksi halde ciddi ölçüm hataları ve bunun sonucunda da yanlış politikalara yol açma ihtimalini vurgulaması açısından önemlidir.

Ghosh (2009), 1970-71'den 2005-2006'ya uzanan süreci, çalışmasında incelemiştir. Reel GSYİH, elektrik arzı ve istihdam verilerinin kullanıldığı çalışmada, değişkenler arasındaki nedensellik ve eşbütünleşme ilişkisi araştırma konusu yapılmıştır. Reel GSYİH ve elektrik arzından istihdama doğru yönelen Granger nedenselliğın belirlendiği Hindistan için yapılmış çalışmada yüksek istihdam seviyesinden reel GSYİH ve elektrik arzındaki artışın sorumlu olduğu ifade edilmektedir. Elektrik arzından reel GSYİH'a doğru yönelen herhangi bir nedensellik tespit edilmemiş, ekonomik büyümeden elektrik arzına doğru nedenselliğın varlığı ortaya konulmuştur. Bu durum, özellikle sanayi, ticari ve evsel sektörlerde, nihai kullanım sektörlerindeki elektrikli aletlerin yaygın kullanımı yoluyla daha yüksek gelir seviyeleri daha yüksek elektrik arzını ötelediğini göstermektedir.

Lean ve Smyth (2010), Çok Değişkenli Model yaklaşımıyla ekonomik büyüme, elektrik üretimi, ihracat ve fiyatlar (tüketici fiyat endeksi) arasındaki nedensellik ilişkisini, 1970-2008 dönemi için incelemiştir. Malezya ekonomisini konu edinen çalışmada ekonomik büyümeden elektrik üretimine doğru tek yönlü nedenselliğın var olduğu bulunmuştur. Ancak, fiyatlar ve ekonomik büyüme arasında bir nedensellik olmadığı saptanmıştır. Bu sonuçlar, elektrik sarfiyatını azaltmak için tasarlanmış talep yanlı politikalar ve elektrik tasarrufu sağlayan politikalar ile arzı kısıtlayıcı politikalar, Malezya'nın ekonomik büyümesi üzerine negatif bir etki yapmaksızın uygulanabileceğini vurgulamaktadır.

Dizdarević ve Žiković (2010), Hırvatistan ekonomisini konu alan çalışmalarında 1993-2006 verilerini kullanarak enerji ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada, reel GSYİH ile sanayi ve hanehalkı enerji tüketimi, petrol tüketimi, birincil enerji üretimi ve net enerji ithalatı gibi enerji değişkenleri iki değişkenli model oluşturmada kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkilerin ayrılmasına izin veren Hata Düzeltme Modeli (Error Correction Model-ECM) kullanılmıştır. Test edilen ilişkilerin tümünde eşbütünleşme bulunmuştur. Ampirik sonuçların reel GSYİH artışından tüm enerji değişkenlerine doğru nedenselliği açık bir şekilde desteklediği ortaya konulmuştur. Sonuçlar, gelişmekte olan ülkeler için yapılmış analiz çalışmalarından farklıdır, üçüncü derecede güçlü sektörü olan post-endüstriyel ekonomiler, gelişmiş ülkeler için yapılan araştırma sonuçları ile de benzerdir. Dizdarević ve Žiković (2010)'a göre araştırma sonuçları 1990'lardaki geçiş



depresyonu ve çöküş sürecinin bir sonucu olarak Hırvatistan'da düşük enerji yoğunluğunu yansıtmaktadır.

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıda araştırma mevcuttur. Yapılan ilk çalışmalar daha çok iki değişken arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Kraft ve Kraft (1978), ABD için 1947-1974 döneminde enerji tüketimi ve Gayri Safi Ulusal Hasıla (GSUH) arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu çalışmada, GSUH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik bulunmuştur. Enerji tüketimini azaltmaya dönük politikaların ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemeyeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Yu ve Hwang (1984), 1947-1979 döneminde ABD için enerji tüketimi ve GSUH arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Ancak, herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Bu çalışmada da bir önceki çalışmada olduğu gibi, enerji tasarrufu sağlayan politikaların GSUH'yı etkilemeyeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Stern (1993), ABD ekonomisinde 1947-1990 periyoduna ilişkin GSYİH, enerji kullanımı, sermaye stoku, istihdam gibi birden çok değişkeni ekonometrik analizine dahil etmiştir. Bu anlamda, GSYİH ve enerji kullanımı arasındaki nedensellik ilişkisini Granger yaklaşımı ile test etmiş ve enerji tüketiminin GSYİH'nın Granger Nedenseli olduğu sonucuna varmıştır.

Stern (1998), enerji kullanımı ve ekonomik faaliyetler arasındaki ilişkiyi 1948-1994 dönem verilerini kullanarak, Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi gerçekleştirmiştir. Eşbütünleşme Analizi sonucunda enerji kullanımı ve GSYİH arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Hata Düzeltme Modeli sonucuna göre, nedenselliğin yönü ekonomik faaliyetlerden enerji kullanımına doğrudur.

Yemane Wolde Rufael (2005)'in 19 Afrika ülkesinde büyüme ve enerji ilişkisini test etmek için, 1971-2001 yılları arası kişi başına gelir ve enerji tüketimini kullanarak yaptığı çalışmasında elde edilen sonuçlara göre; 19 ülkeden 6'si uzun dönemde büyüme-enerji ilişkisini kanıtlamaktadır. Bu sonuçlardan yola çıkılarak, bazı ülkelerin geçmiş ekonomik büyüme değerlerinin ilerisi için bir gösterge olabileceği ve geçmiş enerji tüketim değerlerinin ekonomik büyüme tahmininde kullanılabileceği görüşü ifade edilmektedir.

Apergis ve Payne (2009), çok değişkenli bir panel veri çerçevesinde 1991-2005 dönemi içinde Bağımsız Devletler Topluluğu'nun 11 ülkesi için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Heterojen Panel Koentegrasyon Testi ve Hata Düzeltme Modeli'ne göre; reel GSYİH, enerji tüketimi, reel gayri safi sabit sermaye oluşumu ve işgücü arasında ilgili katsayıları pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bir eşbütünleşme mevcuttur. Hata Düzeltme Modeli sonuçları, uzun dönemde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü bir nedensellik var iken, kısa dönemde enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedenselliğin var olduğunu ortaya koyar. Bu yüzden, sonuçlar ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki ile ilgili Geri Besleme Hipotezi'ni desteklemektedir. Geri Besleme Hipotezi, enerji üretimi ve tüketiminde etkinliği geliştiren enerji politikalarının ekonomik büyüme üzerinde zararlı bir etkiye sahip olmayabileceğini ileri sürmektedir, fakat bu tür politikalar, aşırı enerji tüketimi ve verimsiz enerji üretim yöntemlerini frenleyerek, çevre kalitesini de artırabilmektedir.

Costantini ve Martini (2010), enerji sektörü ve ülke düzeyinde, ekonomik performans arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Makalede, durağan olmayan Vektör Hata Düzeltme Modeli'ne uygun olarak ve gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin büyük bir örneği ile dört farklı sektörlü (sanayi, hizmet, ulaştırma, konut) panel veri kullanılarak, ekonomi ve enerji arasındaki nedensel ilişki analiz edilmiştir. 1960-2005 döneminin incelendiği çalışmada, iki değişkenli Vektör Hata Düzeltme Modeli (Vector Error Correction Model-VECM), ekonominin tümüne uygulandığında; kısa vadede iki yönlü nedensellik ve uzun vadede tek yönlü nedensellik ilişkisi (ekonomik çıktının enerji tüketimini, enerji tüketiminin de ekonomik çıktıyı etkilemesi) gibi üç alternatif homojen sonuçla karşılaşılmıştır. Sonuçlar, enerji verimliliğini teşvik eden politikaların kısa dönemde üretim maliyetlerinin artışına bağlı olarak negatif etki yaratacağını, fakat uzun dönemde ekonomik büyümenin yönü üzerinde etkisiz olacağını göstermektedir. Bu çalışma, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri içeren büyük bir örnek kitle ve spesifik sektörler bağlamında enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkinin analizine yeni bir ışık tutmaktadır. Durağan olmayan standart sonuçlar ve eşbütünleşme analizleri, 1960-2005 zaman periyodu için hem iktisadi hem de enerji değişkenleri için bulunmuştur. Ampirik analizler tam bir örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir ve alt örneklere ayrılmaktadır, ekonominin tamamında ve ayrılmış seviyelerde çok sayıda ilgili sonuç

görülmüştür. Bu uygulamalar böylesi modellerin gelir elastikiyeti hesaplamak için veya politika yapıcılara enerji politikalarını tasarlamalarına rehberlik etmek için kullanıldığını düşündürmelidir. Ülke alt örneklerinde, özellikle de spesifik sektör analizlerinde, nedensellik yönündeki farklılıklar tespit edilmiştir. Endüstri sektöründe, kısa dönemde yakınsama eğilimi var olduğu, fakat güçlü bir nedensellik hipotezinin iki alt örnek için ayrı ayrı test edildiğinde nedensellik yönünde sapmaların gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır. Ulaştırma sektörü için, OECD ülkeleri ve OECD dışındaki ülkeler için farklı nedensellik sonuçlarına ulaşılmıştır. Yapısal olarak birbirinden farklı ülkelerde benzer enerji politikalarının uygulanması ters etkilerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Diğer yandan, konut sektörü göz önüne alındığında, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

Tsani (2010), enerji tüketimini, toplam olarak ve ayrıştırarak ele almış ve tüketimin ekonomik büyüme ile olan nedensellik ilişkisini, 1960-2006 dönemi için, Yunanistan ekonomisini konu edinerek araştırmıştır. Toplam enerji tüketim seviyesinde, toplam enerji tüketiminden reel GSYİH'ye doğru tek yönlü bir nedensellik bulunmuştur. Ayrıştırılmış düzeydeki enerji tüketimi durumunda ise, endüstriyel ve konut enerji tüketimi ile reel GSYİH arasında çift yönlü nedensellik bulunmuştur. Fakat ulaştırmadaki enerji tüketiminde böyle bir nedensellik bulunamamıştır.

Belke, Dreger ve Haan (2010), enerji fiyatlarının rolünü de hesaba katarak, 25 OECD ülkesi için, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada, 1981-2007 dönemi için reel GSYİH ve enerji tüketim verileri kullanılmıştır. Bulgularda, enerji tüketiminin uzun dönemde reel GSYİH'nın, GSYİH'nın da enerji tüketiminin Granger nedeni olduğunu sonucuna ulaşılmıştır. Yani, enerji tüketimindeki bir artış ekonomik büyümede, ekonomik büyümedeki bir artış da enerji tüketiminde bir artışa yol açmaktadır. Diğer yandan, enerji fiyatlarında bir yükselmenin enerji tüketimi üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi de enerji fiyatları üzerinde etkiye sahiptir. Ana ampirik bulgu, enerji tüketimi ekonomik büyüme ve enerji fiyatlarını ana bileşenlerinin bağlantılı olduğudur. Bu sonuç, enerji talebini açıklanmasının uluslararası gelişmelerle ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Bu yüzden, politika yapıcılar, etkin enerji politikalarını tasarlarken, enerji talebi üzerindeki uluslararası etkiyi hesaba katmalıdırlar.

Zhixin ve Xin (2011), Shandong eyaletinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini konu aldıkları çalışmalarında, 1980-2008 dönemini ele almışlardır. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişkinin var olduğu yönünde bulgular sunulmuş ve aynı zamanda iki değişken arasında iki yönlü nedensellik bulunmuştur. Shandog'da ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin arasında buluna pozitif korelasyon, ekonomik büyümenin büyük ölçüde enerji tüketimine bağlı olduğunu ortaya koymuştur.

Türkiye ekonomisinde de enerji tüketimi-büyüme ilişkisini analiz eden çalışmalar söz konusudur. Bu çalışmaların ilklerinden olan Terzi (1998), elektrik enerjisi tüketiminin fiyat ve gelir esnekliklerini sektörler itibarıyla kısa ve uzun dönemde incelemek, ekonomik büyüme ve elektrik enerjisi kullanımı arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında, 1950-1991 dönemini ele almıştır. Hata Düzeltme Modeli çerçevesinde uygulanan Granger Nedensellik Testi sonucunda, GSYİH ile toplam elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik bulunmuştur.

Soytaş ve Sarı (2003), Türkiye'de 1950-2000 dönemi enerji tüketimi ile reel GSYİH serilerini Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi bağlamında analiz etmişlerdir. Analiz sonuçları, eşbütünleşme ilişkisinin varlığını ortaya koymuştur. Diğer taraftan, Hata Düzeltme Modeli çerçevesinde Türkiye için enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik, kısa dönemde ise iki yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Soytaş ve Sarı (2004), Vektör Hata Düzeltme Modeline dayalı Varyans Ayırıştırma Yöntemi çerçevesinde, enerji kaynakları ve istihdamın, büyümedeki değişimin ne kadarını açıkladığını araştırmışlardır. Çalışmanın ampirik bulgusuna göre, enerji tüketiminin GSYİH değişim varyansının %21'ini açıkladığı ve enerji tüketiminin en az istihdam kadar önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Altınay ve Karagöl (2004), 1950-2000 dönemi için GSYİH ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi araştırmıştır ve Türkiye'de ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında herhangi bir nedensellik bulgusuna rastlanmamıştır.

Şengül ve Tuncer (2006), ticari enerji kullanımı, reel enerji fiyatları endeksi ve GSYİH arasındaki nedensellik ilişkilerini Türkiye'nin 1960-2000 dönemi yıllık verilerini kullanarak incelemişlerdir. Nedensellik sınamalarında Toda ve Yamamoto

(1995) çalışmasına dayalı gecikmesi artırılmış Vektör Otoregresif Model (Vector Autoregressive Model-VAR) yöntemi kullanılmıştır. Sonuçta, ticari enerji kullanımından GSYİH'ya doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunurken, reel enerji fiyatları ile GSYİH arasında iki yönlü ve reel enerji fiyatları endeksinden ticari enerji kullanımına doğru işleyen tek yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmıştır.

Lise ve Montfort (2007), Türkiye için Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi yaparak, 1970-2003 dönemi yıllık verileri ile enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi ele almışlardır. Çalışma, enerji tüketimi ve GSYİH'nın eşbütünleşik olduğunu göstermiştir. Türkiye'de Enerji tasarrufunun ekonomik büyümeye zarar vermediği şeklinde yorumlanan, GSYİH'den enerji tüketime doğru tek yönlü bir nedenselliğin varlığı da çalışmanın bulguları arasındadır. Buna ek olarak Türkiye'de ekonomi büyüdükçe enerji tüketiminin de arttığı ortaya konulmuştur.

Karagöl vd. (2007), ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi ilişkisini 1974-2004 dönemi için incelemiştir. Pesaran (2001) tarafından geliştirilen Sınır Testi Yaklaşımı çerçevesinde inceleyen bu çalışmada, seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiş, kısa dönemde seriler arasında pozitif ilişki, uzun dönemde ise negatif ilişkinin olduğu görülmüştür.

Jobert ve Karanfil (2007), Türkiye'de sektörel enerji tüketimi ve reel GSUH arasındaki nedensellik ilişkisini, 1960-2003 dönemi için incelemiştir. Türk sanayi sektörü için Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri kullanılarak sektörel bir analize başvurulmuştur. Toplam enerji sektöründe sanayi payının yıllık %7 artış göstermesi ve en büyük enerji tüketicisi sektör olması sanayi sektörünün analiz konusu yapılma nedeni olarak görülmüştür. Diğer yandan, petrol ürünleri ve düşük kalorili linyit gibi fosil yakıtların sanayi sektöründe yaygın olarak kullanılması, Türkiye'de karbondioksit emisyonuna ikinci en büyük katkının bu sektör tarafından yapılması, sektörün analiz konusu yapılmasında ekonomik olmaktan çok çevresel bir neden olarak ortaya konulmuştur. Analiz sonuçları Nötrlük Hipotezi'nin Türkiye için kabul edilmesine neden olmuştur. Dolayısıyla, enerji koruma politikaları ekonomik büyüme için uyarıcı olmayabilir. Diğer yandan, 1970'ler deki petrol şoklarına rağmen endüstriyel üretimde enerji kullanımı kayda değer bir şekilde arttığı ortaya koyan çalışma, bunun Türk sanayisinde sermaye yoğunluğundaki artışın bir sonucu olduğunu

ileri sürmüştür. Bu yüzden bu ekonomik kalkınma modeli, enerji tasarrufu yapan teknik ilerlemeler tarafından desteklenmediği yargısına varılmıştır.

Erdal, Erdal ve Esengün (2008), Türkiye’de birincil enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi ortaya koymak amacıyla yapmış oldukları çalışmada, 1970-2006 dönemi araştırmaya konu olmuştur. Sonuçlar, enerji tüketimi ve GSUH’nın eşbütünleşik olduğunu ve enerji tüketiminden GSUH’ya, GSUH’dan da enerji tüketimine doğru iki yönlü nedenselliğin varlığını göstermektedir. Bu da enerji tüketimindeki bir yükselmenin doğrudan ekonomik büyümeyi etkilediği ve ekonomik büyümenin de enerji tüketimini uyardığı anlamına gelmektedir. Sonuç olarak, enerji, Türkiye’de ekonomik büyüme için sınırlı bir faktördür ve bu yüzden enerji arzındaki şoklar ekonomik büyümeyi negatif etkileyecektir, yargısına varılmıştır.

Balat (2008), Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini araştırma konusu yapmıştır. Çalışmada 1983-2005 dönemi için elektrik üretimi ve tüketimi, petrol talebi ve ithalat, doğal gaz ihtiyacı ve ithalat, kömür talebi ve ithalat, yurtiçi kaynakların enerji tüketimine olan katkıları gibi konularda Türkiye’ye ilişkin veriler özetlenmiştir. Türkiye’nin enerji talebinin sosyal ve ekonomik kalkınmanın bir sonucu olarak hızlı bir şekilde yükseldiği, toplam birincil enerji üretiminin toplam birincil enerji talebinin sadece %27’sini karşıladığı, ülkenin enerji stratejisinin, ekonomik büyümeyi engellemeksizin tatmin edici bir talebi amaçladığı konularında görüş sunulmuştur. Türkiye yerli taşkömürü ve linyit rezervlerinin, hidrojen, rüzgar ve güneş enerjisi gibi diğer yenilenebilir kaynakların sürdürülebilir bir şekilde talep arışını karşılamasını amaçladığı, Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarının, ülkenin enerji talebi için fosil yakıtlara karşı en önemli alternatifi olduğu, Türkiye’nin jeotermal enerji kaynaklarını geliştirmede büyük potansiyele sahip olduğu, ancak bunun ülkenin enerji talebine katkısı önemsiz olduğu vurgulanmıştır. Ülkenin rüzgar enerjisinin gelişimi düşünüldüğünde, rüzgar enerjisi santrallerinin sayısının gelecekte önemli ölçüde artacağı ifade edilmiştir.

Mucuk ve Uysal (2009), Türkiye için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ampirik bir ilişkinin olup olmadığını 1960-2006 dönemi için, Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik Testleri kullanarak incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, değişkenlerin eşbütünleşik oldukları ve Granger nedenselliğinin enerji tüketiminden

ekonomik büyümeye doğru gerçekleştiği ve enerji tüketiminin büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

### **3.2. TÜRKİYE'DE ENERJİ-EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN VEKTÖR OTOREGRESİF (VAR) MODEL YARDIMIYLA İNCELENMESİ**

Birincil enerji olarak ifade edilen, herhangi bir dönüşümden geçmemiş hem tükenebilir hem de yenilenebilir nitelikteki enerjinin, daha kullanılabilir durumdaki enerjiye dönüştürülmesi gereklidir. Bu tür enerji dönüşümünden geçmiş enerji çeşitlerinden biri olan elektrik enerjisi, Türkiye için yapılan uygulamada enerji verisi olarak seçilmiştir. Hem elektrik enerjisi kullanım düzeyinin ülke refahının bir göstergesi olarak kabul edilen önemli bir veri oluşu hem de Türkiye için özellikle sağlıklı ithalat verilerine ulaşılamamış olması, çalışmanın kapsamının daraltılmasına neden olmuştur.

Çalışmanın uygulama bölümünde, 1975-2010 yılları arasında Türkiye'de elektrik enerjisi net üretimi, net tüketimi ve ithalatı ile ekonomik büyümenin bir göstergesi olarak reel GSYİH arasındaki ilişki araştırılacaktır. Bu amaçla, uygulamada kullanılan çözümleme yöntemleri açıklanıp, veriler tanıtılarak, elde edilen sonuçlar sunulup, yorumlanacaktır.

#### **3.2.1. Uygulamanın Amacı, Kapsamı ve Önemi**

Bu bölümde, 1975-2010 yılları arasında Türkiye'de elektrik enerjisi üretimi, ithalatı ve tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılacaktır. Bu amaçla, ekonometrik yöntem olarak zaman serisi çözümlemesi kullanılmıştır. Bu çalışmada uygulanan ekonometrik çözümleme beş aşamadan oluşmaktadır: İlk aşamada; kullanılan değişkenlerin durağanlığı Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (KPSS) Birim Kök istatistikleri kullanılarak test edilmiştir. İkinci aşamada; değişkenler arasındaki ilişkinin büyüklüğü Vektör Otoregresif (VAR) Model uygulanarak araştırılmıştır. Üçüncü aşamada VAR Granger Nedensellik Testi ile değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Dördüncü aşamada, Varyans Ayrıştırma Analizi, beşinci ve son aşamada Etki-Tepki Analizi uygulanmıştır.

Çalışmamızda incelenen değişkenler üzerinde en etkili değişken, uygulanan Varyans Ayrıştırma Analiziyle, etkili bulunan söz konusu değişkenin politika aracı olarak kullanılabilir olup olmadığı da Etki-Tepki Fonksiyonları ile belirlenmektedir.

### 3.2.2. Uygulamada Kullanılan Yöntem ve Model

Çalışmanın bu bölümünde, uygulamada kullanılan Birim Kök Testleri, Vektör Otoregresif (VAR) Model, VAR Granger Nedensellik Testi, Varyans Ayırıştırma Analizi ve Etki-Tepki Analizi tanıtılacaktır.

#### 3.2.2.1. Birim Kök Test İstatistikleri

Makroekonomik zaman serileri genellikle durağan değildir. Bu özelliğe sahip olan seriler birinci veya ikinci farkları ya da logaritmaları alınarak durağan hale getirilmektedir.

Eğer bir zaman serisi durağansa, ortalaması, varyansı ve kovaryansı zaman içinde değişmektedir. Bir zaman serisinin ortalamasının, varyansının ve kovaryansının zaman içinde sabit kalması zayıf durağanlık olarak tanımlanmakta olup, kovaryans durağanlık veya ikinci mertebeden durağanlık olarak da ifade edilmektedir. Bu aynı zamanda geniş anlamda durağanlık olarak da bilinmektedir. Bir stokastik sürecin ortak ve koşullu olasılık dağılımı zaman içinde değişmiyorsa bu seri güçlü anlamda durağan olarak isimlendirilir (Göktaş Yılmaz, 2005: 69).

Granger ve Newbold durağan olmayan zaman serileriyle çalışılması halinde sahte regresyon sorunuyla karşılaşabileceğini göstermiştir. Bu durumda regresyon çözümlemesiyle elde edilen sonuç gerçek ilişkiyi yansıtmaz. Çünkü bu test istatistikleri standart dağılıma sahip olmadıklarından geçerliliklerini yitirmektedirler. Durağan olmayan zaman serileriyle yapılan regresyon çözümlemeleri, yalnızca bu seriler arasında bir eşbütünleşme (cointegration) ilişkisi varsa gerçek ilişkiyi yansıtabilir (Gujarati, 1999: 726).

Bu nedenle, zaman serileri ile çalışırken, öncelikle serilerin durağanlığının test edilmesi gerekmektedir. Zaman serilerinin durağanlıklarının sınanmasında, çeşitli testler kullanılmaktadır. Uygulamadan en çok kullanılan testlerden biri, Dickey ve Fuller tarafından geliştirilen “Geliştirilmiş Dickey-Fuller” (Augmented Dickey-Fuller-ADF) testidir. Bu test, (3.1) numaralı denkleme uygulanmaktadır.

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$



$\Delta Y_t$  , durağanlığı test edilen değişkenin birinci farkı;  $t$  , trend değişkeni ve  $\Delta Y_{t-i}$ , gecikmeli fark denklemdir. Modele, hata teriminin serinin korelasyonsuz olmasını sağlayacak kadar gecikmeli fark terimi ilave edilmektedir. Denklemdaki “m” gecikme sayısı, Akaike ve Schwarz Bilgi Kriterleri kullanılarak seçilebilir.

ADF testi, (3.1) numaralı denklemdaki  $\delta$  katsayısının istatistiksel olarak sıfıra eşit olup olmadığını test etmektedir. Sıfır hipotezi, farkları alınmamış serilerin birim kök taşıdığı, başka bir ifadeyle durağan olmadığı şeklindedir.  $\delta$  katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olması, bu hipotezin reddedileceği anlamına gelmektedir. Bu da serinin durağan olduğunu göstermektedir.  $\delta$  katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olmaması ise serinin birim kök taşıdığı, başka bir ifadeyle durağan olmadığı anlamına gelmektedir. Bu durumda, durağan hale gelinceye kadar farkının alınması gerekmektedir (Kızılgöl, 2006: 4).

Zaman serilerinin durağanlığının çözümlenmesinde kullanılan Augmented Dickey-Fuller (ADF) birim kök testinin sonuçları, gecikmelere karşı duyarlı olduğundan, bu eksik yönü dikkate alan Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (KPSS) testinin uygulanması gerekmektedir.

KPSS testinin yapılmasındaki amaç, deterministik trendden kaynaklanan etkinin birim kök varlığı üzerinde ortaya çıkarmış olduğu sorunu, deterministik trendin arındırılması yoluyla ortadan kaldırmasıdır. KPSS testi boş hipotezinin, serinin durağan olduğunu belirtir. Bu açıdan, diğer klasik birim kök testlerinden farklılık gösterir. KPSS testinin diğer önemli bir yanı,  $H_0$  hipotezinin trend durağanlığı belirtmesinden dolayı, Rassal Yürüyüş Hipotezi'nin varyansının sıfır olmasıdır. KPSS testi, Lagrange Multiplier (LM) testi ile benzerlik göstermektedir. Bunun sonucu olarak da, LM istatistiğinin elde edilmesindeki süreç önemlidir. Çünkü LM testinde boş hipotez, bir serinin rassal yürüyüşünün sıfır varyansa sahip olmasına dayalıdır. Böylece, LM testi, bir serinin deterministik trendinin ve rassal yürüyüşü ile bu bileşenlerin dışında kalan hataların toplamı ile açıklanmaktadır. KPSS testinde, hata terimlerinin ( $e_t$ ), toplamı alınır. Eğer analizi yapılan serilerde trend yoksa, rassal yürüyüş üzerine analiz yapılır. Burada LM istatistiği, hataların toplamının karesini, varyansa oranlanmasıyla bulunacak değerlerin toplamı alınarak hesaplanmaktadır. KPSS testinin test istatistiği, LM test istatistiğinin normalize edilmiş halidir (Hepaktan, 2009: 46).

### 3.2.2.2. Vektör Otoregresif (VAR) Model

Çalışmada kullanılacak olan yöntem Vektör Otoregresif (VAR) Model'dir. VAR Model zaman serisi modelleri içinde son dönemde en fazla kullanılanıdır. VAR Model, seçilen bütün değişkenleri birlikte ele alır ve bir sistem bütünlüğü içinde inceler. Kesin bir biçimde içsel ve dışsal değişken ayrımı söz konusu değildir. Ekonometrik modelin şekillendirilmesi aşamasında, belirli ve modelin oluşumuna etki eden katı bir ekonomik kuramın varlığı kabul edilmez. Ekonomi kuramının öne sürdüğü kısıtlamaların, varsayımların, model tanımını bozmasına izin verilmez. Değişkenler arası ilişkiler hakkında bir ön kısıt konulmaz. Böylelikle ekonometristlerin model kurma aşamasında yapmak zorunda oldukları ön varsayımların, olumsuz etkileri büyük ölçüde ortadan kalkmaktadır. Ekonomi kuramının öne sürdüğü çeşitli hipotezlerin istatistik ve ekonometrik testleri, daha sonra sayısal ekonomik veriler kullanılarak yapılır.

VAR Model, öncelikle makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde ve rassal şokların değişkenler sistemine olan dinamik etkisinin çözümlenmesinde kullanılır. Hatta birçok ekonomiste göre kısıtsız VAR, öngörü için klasik yapısal modellemeden daha iyi sonuç verir. İçsel değişkenlerin, modele ait denklemlerin hem sağ, hem de sol tarafında yer alması, incelenen ilişkinin öngörüsünü ve oradan bir sonuç çıkarılmasını zorlaştırdığından, değişkenler arası ilişkileri yapısal olmayan tekniklerle belirlemek, bazen daha iyi sonuç vermektedir.

İki değişkenli VAR Model, standart şekilde şöyle ifade edilebilir:

$$Y_t = a_1 + \sum_{i=1}^p b_{1i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^p b_{2i} X_{t-i} + v_{1t} \quad (3.2)$$

$$X_t = c_1 + \sum_{i=1}^p d_{1i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^p d_{2i} X_{t-i} + v_{2t} \quad (3.3)$$

Yukarıdaki modelde  $p$  gecikmelerin uzunluğunu,  $v$  ortalaması sıfır, kendi gecikmeli değerleriyle olan kovaryansları sıfır ve varyansları sabit, normal dağılıma sahip, rassal hata terimlerini göstermektedir. VAR modelinde hataların kendi gecikmeli değerleriyle ilişkisiz olması varsayımı, modele herhangi bir kısıt getirmez. Çünkü değişkenlerin gecikme uzunluğunun artırılmasıyla otokorelasyon sorununun üstesinden gelinilir. Hatalar zamanın belli bir noktasında birbiriyle ilişkiliyse, başka bir ifadeyle

aralarındaki korelasyon sıfırdan farklı ise, hatalardan birindeki değişim, zamanın belli bir noktasında ötekini etkileyecektir. Ayrıca hata terimleri modelin sağındaki tüm değişkenlerle ilişkisizdir.

Modelin sağ tarafında, yalnızca içsel değişkenlerin gecikmeli değerleri yer aldığı için, eşanlılık sorunuyla karşılaşılmaz. Bu durumda, modeldeki her bir denklem Klasik En Küçük Kareler Yöntemi ile öngörülebilir. VAR Modeli'nde optimal gecikme uzunlukları, Akaike, Schwartz, Hannan-Quinn vb. kriterlerle saptanabilir.

VAR modelleri, Kısıtlanmış ve Kısıtlanmamış VAR Modelleri olarak iki türlü uygulanabilir ve VAR çözümlenmesinden üç yolla sonuç alınabilir. “Granger nedenselliğini gösteren F testleri”, “değişkenler arasındaki etkileşimi gösteren Varyans ayrıştırması” ve “Etki-Tepki Fonksiyonları”, VAR'da sonuç almada kullanılan yollardır (Özgen, Güloğlu, 2004: 96-98).

Çalışmamızda Kısıtlanmamış Vektör Otoregresif (VAR) Model kullanılmıştır.

### 3.2.2.3. VAR Granger Nedensellik Testi

1969 yılında Granger, nedensellik ve dışsallık kavramlarını ortaya atmıştır (Granger, 1969: 553-560). Buna göre eğer  $x$  değişkenine ait bilgilerin modele eklenmesi,  $y$  değişkeninin öngörüsüne katkı sağlıyorsa,  $x$  değişkeni  $y$ 'nin nedenidir. Yukarıda sunulan model için Granger Nedensellik Testi sınaması şu şekilde gerçekleştirilir:

Aşağıdaki  $H_0$  hipotezinin kabulü halinde  $x$ ,  $y$ 'nin nedeni değildir.

$$H_0: b_{21} = b_{22} = \dots = b_{2p} = 0 \quad (3.4)$$

$H_1$  hipotezinin kabulü halinde  $y$ ,  $x$ 'in nedeni değildir.

$$H_1: d_{11} = d_{12} = \dots = d_{1p} = 0 \quad (3.5)$$

Eğer  $H_0$  ve  $H_1$  hipotezlerinin her ikisi de reddedilirse,  $x$  ve  $y$  arasındaki iki taraflı nedensellik olduğu anlaşılır. Bu durumda geri besleme etkisinden bahsedebilirler.

Yukarıdaki hipotez testleri, Wald Testiyle sınanabilir:

$$F = \frac{(HKTS - HKT)/r}{HKT(n-k)} \quad (3.6)$$

Burada HKTS, kısıtlanmış modelin hata kareler toplamını, HKT kısıtlanmamış modelin hata kareler toplamını,  $r$  kısıt sayısını,  $n$  gözlem sayısını ve  $k$  modeldeki parametre sayısını göstermektedir. Eğer hesaplanan  $F$  değeri,  $F$  tablo değerinden büyükse,  $H_0$  ve  $H_1$  hipotezi reddedilir (Özgen, Güloğlu, 2004:98-99).

#### **3.2.2.4. Varyans Ayrıştırma Analizi**

Değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkinin belirlenmesinde kullanılan Varyans Ayrıştırması, değişkenlerin kendilerinde ve öteki değişkenlerden birinde meydana gelen şokların kaynaklarını yüzde olarak ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle, değişkenlerde meydana gelecek bir değişimin yüzde kaçının kendisinden ve öteki değişkenlerden kaynaklandığını göstermektedir. Bir değişkende meydana gelen değişmelerin tamamı kendisinde meydana gelen şoktan kaynaklanıyorsa, bu durum değişkenin dışsal olarak hareket ettiğini, modeldeki öteki değişkenlerde meydana gelen şoktan kaynaklanıyorsa değişkenin içsel olduğunu göstermektedir (Özgen, Güloğlu, 2004: 101).

Modelde yer alan değişkenlerde meydana gelecek bir değişimin yüzde kaçının kendisinden ve öteki değişkenlerden kaynaklandığını Varyans Ayrıştırma Analizi sonuçları göstermektedir.

#### **3.2.2.5. Etki-Tepki (Impulse-Response) Analizi**

Etki-Tepki Fonksiyonları, rassal hata terimlerinden birindeki bir standart sapmalık sokun, içsel değişkenlerin şimdiki ve gelecekteki değerlerine olan etkisini yansıtmaktadır. VAR Analizinde, incelenen değişkenler arasındaki dinamik etkileşimi belirlemede, simetrik ilişkileri (Örneğin  $x$ ,  $y$ 'yi etkiliyorsa ve aynı zamanda  $y$ 'de  $x$ 'i etkiliyorsa, “iki değişken arasında simetrik ilişki vardır” denir.) tespit etmede, Etki-Tepki Fonksiyonlarının büyük payı vardır. Bir makroekonomik büyüklüğün üzerinde etkili değişkenin hangisi olduğu Varyans Ayrıştırması Analiziyle, etkili bulunan bu değişkenin politika aracı olarak kullanılabilir olup olmadığı ise, Etki-Tepki Fonksiyonları ile belirlenir.

Standard VAR Modelinden Etki-Tepki katsayılarını elde etmede en çok kullanılan yöntemlerden birisi, hataların Cholesky Ayrıştırması kullanılarak dikeyleştirilmesi (orthogonalize edilmesi) ve elde edilen varyans-kovaryans matrisinin

diagonal hale getirilmesidir. Bu yüzden değişkenlerin sırasının değiştirilmesi, Etki-Tepki Fonksiyonlarında çok büyük değişmelere yol açabileceğinden, bu noktaya dikkat edilmelidir. Ayrıca Etki-Tepkiler, VAR Modeli'nin katsayılarının doğrusal olmayan bir fonksiyonu olmalarından dolayı, bunların gerçek değerleri hesaplanamaz. Ancak, Etki Tepki Fonksiyonlarının gerçek değerleri belirli bir olasılıkla güven aralıklarının içinde yer alırlar. Bundan dolayı, Etki-Tepki Fonksiyonlarının katsayılarının güven aralıklarının hesaplanmasında kullanılan analitik yöntemler, son zamanlarda eleştiri konusu olmuştur (Kilian, Chang, 2000). Bu konuda Monte Carlo ve Bootstrap yöntemleri sıkça kullanılmaya başlanmıştır (Özgen, Güloğlu, 2004: 99-100).

Modelde yer alan değişkenlere ilişkin Etki-Tepki Fonksiyonları hesaplanırken, bu fonksiyon için gerekli olan güven aralıkları +2, -2 standart hata için Monte Carlo simülasyonları yardımıyla türetilmiştir. Bu grafiklerdeki kesikli çizgiler +2, -2 standart hata için güven aralıklarını, düz çizgiler ise modelin hata terimlerinde meydana gelen bir standart hatalık şoka karşı bağımlı değişkenin zaman içinde verdiği tepkiyi göstermektedir.

### **3.2.3. Uygulamada Kullanılan Verilerin Tanımı**

Veriler aşağıdaki notasyonlarla uygulama içinde yer alacaklardır:

rgdp: Logaritması alınmış Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) değişkeni. Bu değişken Dünya Bankası (World Bank)'nın ülke verilerinden elde edilmiştir.

ep: Logaritması alınmış net elektrik enerjisi üretimi değişkeni. İlgili değişken, Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ)'nın 2010 yılı istatistiklerinden elde edilmiştir.

ec: Logaritması alınmış net elektrik enerjisi tüketimi değişkeni. İlgili değişken, Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ)'nın 2010 yılı istatistiklerinden elde edilmiştir.

ei: Logaritması alınmış elektrik enerjisi ithalatı değişkeni. İlgili değişken, Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ)'nın 2010 yılı istatistiklerinden elde edilmiştir.

### 3.2.4. Uygulama Sonuçları

#### 3.2.4.1. Birim Kök Test İstatistikleri

Bu çalışmada değişkenlere ait verilerin doğal logaritmaları alınarak, durağanlıkları ADF ve KPSS Birim Kök Testleri uygulanarak incelenmiştir.

Sonuçlar Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.1. Birim Kök Test İstatistikleri**

DEĞİŞKENLER		ADF		KPSS	
		SABİTLİ	TREND+SABİTLİ	SABİTLİ	TREND+SABİTLİ
DÜZEY	ec	1.17 (8)	0.23 (9)	0.69 (5) *	0.21 (4) *
	gsyih	1.20 (0)	-1,68 (0)	0.69 (5) *	0.18 (4) *
	ep	1,58 (9)	2.44 (9)	0.69 (5) *	0.21 (4) *
	ei	-2.89 (1)	-2.84 (1)	0.1 (4) *	0.06 (4) *
I. FARK	ec	0.49 (9)	-4.36 (8) *	0.64 (4) *	0.18 (13) *
	gsyih	-5.52 (0) *	-5.95 (0) *	0.29 (0) *	0.10 (6) *
	ep	-0.92 (9)	-1.35 (9)	0.65 (4) *	0.18 (9) *
	ei	-4.37 (0) *	-4.31 (0) *	0.07 (2) *	0.05 (2) *
II. FARK	ep	-4.56 (8) *	-4,52 (8) *	0.50 (33) *	0.50 (33) *

**Not:** Kullanılan değişkenlerin doğal logaritması alınmıştır. ADF test istatistiği kritik değerleri sabitli olarak düzeyde %1 -3,63, %5 -2,95, %10 -2,61; birinci farkta %1 -3,64, %5 -2,95, %10 -2,61; ikinci farkta %1 -3,72, %5 -2,99, %10 -2,63; sabitli ve trendli olarak düzeyde %1 -4,24, %5 -3,54, %10 -3,2; birinci farkta %1 -4,25, %5 -3,55, %10 -3,21; ikinci farkta %1 -4,37, %5 -3,6, %10 -3,24. KPSS testi kritik değerleri sabitli %1 0,74, %5 0,46, %10 0,35; sabitli ve trendli olarak %1 0,22, %5 0,15; %10 0,12’dir. Parantez içindeki değerler optimum gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Tablo 3.1 incelendiğinde, ADF ve KPSS test sonuçlarına göre tüm serilerin düzey verisi halinde birim kök içerdiği, yani durağan olmadığı anlaşılmaktadır. Bu özelliğe sahip olan seriler birinci veya ikinci farkları alınarak durağan hale getirilmektedir. Elektrik enerjisi üretimi verisi serisinin ikinci farkında I(2), diğer değişkenlerin ise birinci farkları alındığında ise I(1), durağan olduğu görülmektedir.

### 3.2.4.2. Vektör Otoregresif (VAR) Model

Çalışmada bir Vektör Otoregresif (VAR) Model oluşturularak, modelin optimum gecikme uzunluğu, Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.2: VAR Gecikme Uzunluğu Seçme Kriteri**

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	39.55	NA	1.36e-06	-2.15	-1.97	-2.09
1	188.89	253.43	4.26e-10	-10.24	-9.33*	-9.93
2	213.81	36.24*	2.60e-10*	-10.78*	-9.14	-10.23*

\* Kriter tarafından seçilen gecikme uzunluğunu göstermektedir.

LR: Ardışık Modifiye Edilmiş Likelihood Ratio (LR) Test İstatistiği.

FPE: Son Kestirim Hatası (Final Prediction Error).

AIC: Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criterion).

SC: Schwarz Bilgi Kriteri (Schwarz Information Criterion).

HQ: Hannan-Quinn Bilgi Kriteri (Hannan-Quinn Information Criterion).

Tablo 3.2 incelendiğinde LR, FPE, AIC ve HQ değerlerinin aynı yönde olduğu ve 2 gecikme için ortalama hata kareinin minimum değer verdiği, SC kriterinin ise 1 gecikme için minimum değer sağladığı gözlemlenmektedir.

AIC kriteri, ortalama hata kareinin minimizasyonunu baz alan ve ileriye yönelik öngörülerde daha ziyade gözetilecek bir değer olup, HQ kriteri de, tutarlı gecikme düzeyinin belirlenmesinde göz önünde bulundurulmuş bir kriterdir (Lütkepohl, 1993: 130-133).

Bu nedenle, yani tutarlı bir gecikme düzeyinin belirlenmesi gerekliliği nedeniyle modelin optimum gecikme uzunluğu 2 olarak belirlenmiştir.

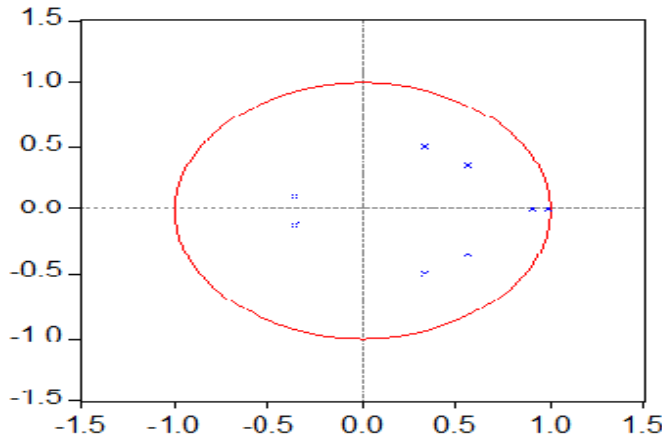
Belirlenen optimum gecikme uzunluğuna göre tahmin edilen VAR Modeli’nin istikrarlı olup olmadığı Tablo 3.3’deki modülüs değerlerinin referans aralıklarının dışında olmamasından anlaşılmaktadır.

**Tablo 3.3: AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri**

Kök	Modulus
0.985768	0.985768
0.900614	0.900614
$0.563454 - 0.353737i$	0.665290
$0.563454 + 0.353737i$	0.665290
$0.326496 - 0.500443i$	0.597530
$0.326496 + 0.500443i$	0.597530
$-0.356259 - 0.118264i$	0.375375
$-0.356259 + 0.118264i$	0.375375

Aynı analizi grafikte yorumlama imkanı, AR karakteristik polinomunun ters köklerinin hepsinin birim çemberin içinde yer aldığını gösteren Grafik 3.1 vermektedir.

**Grafik 3.1: AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri**



Çalışmanın konusunu oluşturan elektrik enerjisi üretimi ekonomik büyüme ilişkisini, durağan olduğu belirlenen VAR Modeli'ne dayanarak matematiksel olarak aşağıda formüle edilmiştir.



$$\begin{aligned} \text{LNRGDP} = & 0.1390168925*\text{LNRGDP}(-1) - 0.1408845526*\text{LNRGDP}(-2) - \\ & 0.6255012361*\text{LNEP1}(-1) - 0.293928735*\text{LNEP1}(-2) + 0.6251332226*\text{LNEC}(-1) + \\ & 0.9045241427*\text{LNEC}(-2) - 0.007028751738*\text{LNEI}(-1) - 0.007729872071*\text{LNEI}(-2) + \\ & 19.63796894 \end{aligned} \quad (3.7)$$

Öngörülen (3.7) numaralı model sonucuna göre, elektrik enerjisi üretimi ve elektrik enerjisi ithalatındaki artışlar ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilerken, elektrik enerjisi tüketimindeki artışlar ekonomik büyümeyi olumlu olarak etkilemektedir.

### 3.2.4.3. VAR Granger Nedensellik Testi

Durağan olduğu belirlenen VAR Modeli'nde, sistemde yer alan değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini incelemek amacıyla Blok Dışsallık Wald Testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar içinde anlamlı olanlar Tablo 3.4'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.4: VAR Granger Nedensellik Testi Sonuçları**

<b>Bağımlı Değişken: rgdp</b>			
<b>Dışlanan Değişken</b>	$\chi^2$	<b>Serbestlik Derecesi</b>	<b>Prob. Değeri</b>
<b>ep1</b>	5.756804	2	0.0562 ***
<b>ec</b>	8.369069	2	0.0152 **
<b>ei</b>	4.869196	2	0.0876 ***
<b>Bağımlı Değişken: lnep1</b>			
<b>ec</b>	33.53456	2	0.0000 *
<b>ei</b>	6.791894	2	0.0335 **

(\*) Sıfır hipotezi ( $H_0$ )  $\alpha = 0.01$  düzeyinde reddedilmektedir. (\*\*) Sıfır hipotezi ( $H_0$ )  $\alpha = 0.05$  düzeyinde reddedilmektedir. (\*\*\*) Sıfır hipotezi ( $H_0$ )  $\alpha = 0.10$  düzeyinde reddedilmektedir.

Elde edilen VAR Granger Nedensellik Test sonuçlarına göre, elektrik enerjisi üretimi, tüketimi ve ithalatının gecikmeli değerleri ekonomik büyüme oranını; elektrik enerjisi tüketimi ve ithalatının gecikmeli değerlerinin ise elektrik enerjisi üretimini etkilediği görülmektedir. Elde edilen bulgular, elektrik enerjisi üretimi, tüketimi ve ithalatından ekonomik büyüme oranına; elektrik enerjisi tüketimi ve ithalatından ise elektrik enerjisi üretimine doğru bir nedenselliğin olduğu yönündedir.

#### 3.2.4.4. Varyans Ayrıştırma Analizi

Çalışmada incelenen değişkenler üzerinde en etkili değişken, uygulanan Varyans Ayrıştırma Analizi kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Modelde yer alan değişkenlerde meydana gelecek bir değişimin yüzde kaçının kendisinden ve diğer değişkenlerden kaynaklandığını gösteren Varyans Ayrıştırma Analizi sonuçlarından ekonomik büyüme değişkenine ait olanlar Tablo 3.5’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.5: Ekonomik Büyüme Değişkeninin Varyans Ayrıştırma Analizi Sonuçları**

Dönem	rgdp	ep	ec	ei
1	100.00	0.00	0.00	0.00
2	90.16	1.46	6.39	1.98
3	71.83	3.31	18.45	6.40
4	61.97	4.68	24.42	8.93
5	57.32	5.15	27.89	9.64
6	55.53	5.24	29.64	9.59
7	54.64	5.12	30.85	9.38
8	53.90	4.93	31.94	9.22
9	53.03	4.71	33.10	9.15
10	52.03	4.51	34.30	9.17
11	50.97	4.34	35.48	9.21
12	49.91	4.23	36.60	9.26
<b>Sıra: rgdp ep ec ei</b>				

Ekonomik büyüme değişkeninin Varyans Ayrıştırma Analizi sonuçlarına göre, ekonomik büyüme değişkeninin dönem başında yani kısa dönemde büyük ölçüde kendi şoklarınca belirlenmiş olduğu Tablo 3.5’de görülmektedir. Dönem sonunda yani uzun dönemde ise yaklaşık %50 oranında kendi, yaklaşık %37 oranında elektrik enerjisi tüketimi, yaklaşık %9 oranında elektrik enerjisi ithalatı ve yaklaşık olarak %4 oranında elektrik enerjisi üretiminin şoklarınca ifade edildiği Tablo 3.5’den anlaşılmaktadır.

### 3.2.4.5. Etki-Tepki (Impulse-Response) Analizi

Bir değişkende meydana gelecek rastgele bir Őokun sistemdeki öteki değişkenler üzerindeki etkisini çözümlenmekte ve bu bakımdan ekonomi politikalarına yön vermede önemli bir işlev gören Etki-Tepki Analizi sonuçlarından ekonomik büyüme değişkenine ait olanlar Tablo 3.6’da gösterilmiştir.

**Tablo 3.6: Ekonomik Büyüme Değişkeninin Etki-Tepki Analizi Sonuçları**

Dönem	rgdp	ep	ec	ei
1	0.0404	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0036	-0.0059	0.0124	-0.0069
3	0.0203	-0.0091	0.0226	-0.0135
4	0.0108	-0.0092	0.0200	-0.0126
5	0.0099	-0.0069	0.0172	-0.0090
6	0.0098	-0.0046	0.0135	-0.0054
7	0.0103	-0.0028	0.0122	-0.0039
8	0.0101	-0.0015	0.0120	-0.0039
9	0.0096	-0.0004	0.0125	-0.0045
10	0.0092	0.0005	0.0129	-0.0051
11	0.0089	0.0014	0.0132	-0.0054
12	0.0086	0.0022	0.0134	-0.0054
<b>Sıra: rgdp ep ec ei</b>				

Ekonomik büyüme değişkeninin Etki-Tepki Analizi sonuçları incelendiğinde, ekonomik büyüme ve elektrik enerjisi tüketiminde oluşan bir standart sapmalıık Şok karşısında ekonomik büyümenin gittikçe azalarak arttığı görülmektedir. Tablo 3.6’daki rgdp stünü incelendiğinde, elektrik enerjisi tüketimine karşılık, değerlerde artış olduğunu, ancak bu artışın her dönemde azaldığını görmekteyiz. Elektrik enerjisi üretiminde oluşan bir standart sapmalıık Şoka ekonomik büyümenin tepkisi onuncu

döneme kadar dalgalı ve azalan bir seyir izlerken, elektrik enerjisi ithalatında oluşan bir standart sapmalık şoka ise ekonomik büyümenin tepkisi azalış yönünde olmaktadır.

## GENEL DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Ekonomik kalkınma süreci, güçlü bir enerji talebi artışına yol açmaktadır. Ekonomik büyüme enerji için hayati bir belirleyicidir ve büyüme tahminleri gelecekteki enerji ihtiyacını ve arzını tahmin etmek için gereklidir. Bununla birlikte, ekonomik büyümeye eşlik eden enerji talebindeki genişleme, ciddi sorunlar yaratabilir. Örneğin endüstriyel üretimdeki artış, mevcut yurtiçi enerji arzını zorlayabilir. Bu da sırasıyla yurtiçi enerji fiyatlarında yükselmeye veya enerji kaynakları ithalatında artışa yol açabilir. Bu durum ülkenin ödemeler bilançosu dengesini bozabilir. Ekonomik büyüme enerji kıtlığı yaratabilir. Çünkü tükenbilir kaynaklardaki azalma oranı ve yenilenebilir kaynakların üretilme oranı, çıktı büyüme oranından farklı olabilir. Dahası, sınırlı doğal kaynaklar, ekonomik büyüme üzerinde ciddi bir direnç anlamına gelmektedir. Nitekim enerji de böyle bir girdidir. Bununla birlikte yenilenebilir kaynakların kullanımı, çevresel sınırlamalara rağmen sürdürülebilir bir büyümeye izin verebilmektedir.

Son yıllarda enerji, özellikle de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin konu alan birçok çalışma yapılmıştır. Enerji ve ekonomik büyüme arasında güçlü bir bağlantı olduğu iktisadi bir gerçektir. Fakat yine de, özellikle Türkiye durumunda, enerji üretiminin ekonomik büyüme ile ilişkisi üzerine yapılmış çalışma sayısı sınırlıdır.

Böyle bir çalışmanın genç nüfusu yüksek, ekonomik büyümede artış yaşayan bir ülke olan Türkiye için yapılması önemlidir. Aynı zamanda enerji bakımından dışa bağımlı bir ülke olan Türkiye'nin ekonomik büyümeyi düşürmeden makul bir zaman içinde ithal enerji arzına bağımlılığın nasıl azaltılacağı, üzerine düşünülmesi gereken bir husustur. Bu nedenle enerji ithalatı ve tüketim ile diğer yandan büyüme arasındaki nedensel ilişkinin yönünü bilmemiz çok önemlidir. Eğer enerjiden GSYİH'ya doğru bir nedensellik söz konusu ise, enerji üretimi ve/veya enerji ithalatını azaltan politikalar ekonomik faaliyetler üzerinde bir baskı anlamına gelecektir. Diğer yandan enerji üretimi ve tüketimi karbondioksit emisyonunun ana kaynaklarından biridir ve bu yüzden, enerji üretiminin azaltılması ve daha düşük ekonomik büyüme çelişkisi, ekonomi ve enerji politikası önemli bir konudur. Bir başka husus da enerji arzı yanında enerji verimliliğini yükseltme amacının, kısa ve uzun dönemde GSYİH'da büyüme anlamına gelmesidir.

Türkiye son yıllarda yeni enerji kaynakları arayışı içersindedir. Çünkü ekonomik büyüme ile birlikte artan enerji talebi sorunu çözmek zorundadır. Bu sorunların

çözümünde başvurulacak politikalar için ortaya çıkarılması gereken enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini konu alan çalışmada, Türkiye’de 1975-2010 yılları arasında elektrik enerjisi üretimi, ithalatı ve tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Vektör Otoregresif Model (VAR) kullanılarak araştırılmaya çalışılmıştır.

İlk aşamada; kullanılan değişkenlerin durağanlığı Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (KPSS) Birim Kök istatistikleri kullanılarak test edilmiştir. ADF ve KPSS test sonuçlarına göre tüm serilerin düzey verisi halinde birim kök içerdiği, yani durağan olmadığı anlaşılmaktadır. Bu özelliğe sahip olan seriler birinci veya ikinci farkları alınarak durağan hale getirilmiş ve sonuçta elektrik enerjisi üretimi verisi serisinin ikinci farkında I(2), elektrik enerjisi tüketimi ve elektrik enerjisi ithalatı verisi serisi ile reel GSYİH verisi serisinin birinci farkları alındığında I(1), durağan olduğu saptanmıştır.

İkinci aşamada; değişkenler arasındaki ilişkinin büyüklüğü Vektör Otoregresif (VAR) Model uygulanarak araştırılmıştır. Bir Vektör Otoregresif (VAR) Model oluşturularak, modelin optimum gecikme uzunluğu LR, FPE, SIC, AIC ve HQ kriterlerine göre 2 olarak belirlenmiştir. Optimum gecikme uzunluğuna göre oluşturulan VAR modeli öngörü sonuçlarına göre; elektrik enerjisi üretimi ve elektrik enerjisi ithalatındaki artışlar ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilerken, elektrik enerjisi tüketimindeki artışlar ekonomik büyümeyi olumlu olarak etkilemektedir. Diğer yandan; elektrik enerjisi tüketimi ve ithalatının gecikmeli değerlerinde ortaya çıkan artışın elektrik enerjisi üretimini olumlu olarak etkilediği ortaya çıkmaktadır. Elektrik enerjisi arzındaki artışların ekonomik büyümeyi olumsuz olarak etkilemesi Türkiye’nin elektrik enerjisine ilişkin dışa bağımlı yapısını doğrular nitelikte bir sonuçtur. Bu ilişki yapısının değişmesi, ya enerji verimliliğini artırmayla ya da alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesiyle mümkün olacaktır.

Üçüncü aşamada VAR Granger Nedensellik Testi ile değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi incelendiğinde; elektrik enerjisi üretimi, tüketimi ve ithalatının gecikmeli değerleri ekonomik büyüme oranını; elektrik enerjisi tüketimi ve ithalatının gecikmeli değerlerinin ise elektrik enerjisi üretimini etkilediği görülmüştür. Elde edilen bulgular, elektrik enerjisi üretimi, tüketimi ve ithalatından ekonomik büyüme oranına;

elektrik enerjisi tüketimi ve ithalatından ise elektrik enerjisi üretimine doğru bir nedenselliğin olduğu yönündedir.

Dördüncü aşamada, çalışmada incelenen değişkenler üzerinde en etkili değişken, uygulanan Varyans Ayrıştırma Analizi kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Ekonomik büyüme değişkeninin Varyans Ayrıştırma Analizi sonuçlarına göre, ekonomik büyüme değişkeninin kısa dönemde büyük ölçüde kendi şoklarınca, uzun dönemde ise yaklaşık %50 oranında kendi, yaklaşık %37 oranında elektrik enerjisi tüketimi, yaklaşık %9 oranında elektrik enerjisi ithalatı ve yaklaşık olarak %4 oranında elektrik enerjisi üretiminin şoklarınca ifade edildiği anlaşılmaktadır. Ekonomik büyüme, kısa dönemde en çok elektrik enerjisi tüketiminden etkilenmektedir.

Beşinci ve son aşamada ise, Varyans Ayrıştırma Analiziyle etkili bulunan söz konusu değişkenin politika aracı olarak kullanılabilir olup olmadığı da etki-tepki fonksiyonları ile belirlenmeye çalışılmıştır. Çözümlemeye konu olan değişkenlerin etki-tepki fonksiyonları incelendiğinde; ekonomik büyüme ve elektrik enerjisi tüketiminde oluşan bir standart sapmalık şok karşısında ekonomik büyümenin gittikçe azalarak arttığı görülmüştür. Elektrik enerjisi üretiminde oluşan bir standart sapmalık şoka ekonomik büyümenin tepkisi onuncu döneme kadar dalgalı ve azalan bir seyir izlerken, elektrik enerjisi ithalatında oluşan bir standart sapmalık şoka ise ekonomik büyümenin tepkisi azalış yönünde olmuştur. Bu bulgulara göre, elektrik enerjisi üretiminde oluşan politika değişikliklerine karşı ekonomik büyüme istikrarlı bir tepki vermemektedir, hatta uzun dönemde etkisi negatif olmaktadır.

Türkiye için 1975-2010 dönemi elektrik enerjisi üretimi, tüketimi ve ithalatı ile reel GSYİH arasındaki ilişkiyi konu alan bu çalışmada bulgular, söz konusu değişkenler arasında ekonomik büyüme üzerinde en etkili olan değişkenin elektrik enerjisi tüketimi olduğunu göstermiştir. Bu sonuca göre; elektrik enerjisi tüketimini azaltmaya yönelik politikalar ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyecektir. Bu nedenle Türkiye durumunda, talebi uyarıcı nitelikteki politikalara önem verilmelidir. Türkiye’de elektrik enerjisi fiyatları, enerji fiyatları üzerindeki KDV (Katma Değer Vergisi) ve diğer yükler, kayıp-kaçak oranlarının yüksek olması, pahalı enerji anlaşmaları yapılması gibi nedenlerden dolayı yüksektir. Çünkü Türkiye’de üretilen elektriğin KWh başına birim fiyatı tamamen dış etkenler tarafından belirlenmektedir. Türkiye’nin enerji alanında

fiyat ve vergi politikalarını kullanarak özellikle üretici kesime düşük maliyetlerle enerji kaynağı sağlaması ekonomik büyüme açısından oldukça önemlidir. Diğer yandan, enerji kullanımındaki etkinlik için yüksek teknolojiye yatırımlara ihtiyaç vardır. Bu yatırım için gerekli finansmanda kolaylık sağlayıcı düşük faiz oranlarının uygulanması da talebi uyarıcı nitelikte bir politika aracı olarak kullanılabilir bir uygulamadır.

Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı'nın Türkiye Enerji Sektörü Raporu (2010)'na göre; elektrik enerjisinde, yurt içinde kayda değer seviyede mevcut olan tek enerji kaynağının kömür olması ve bu durumun ülkeyi her geçen gün biraz daha ithalata bağımlı hale getirmesi, Türkiye'de enerji sektörünün zayıf yanlarından biri olarak ifade edilmiştir. Diğer yandan elektrik enerjisi üretiminde kullanılan kaynaklardan en önemlisi olan doğalgazın tamamına yakınının ithal edildiği de unutulmamalıdır. Bu anlamda Türkiye'de, yerli kaynaklara öncelik verilerek kaynak çeşitlendirmesinin sağlanması yoluyla kaynaklar açısından bağımlılığı azaltma amacının benimsenmesi oldukça önemlidir. Yurtiçi talebe karşılık verecek üretimin gerçekleştirilmesi sırasında ülkenin yerli kaynaklarının harekete geçirilmesi, mevcut kaynakları da enerji verimliliğini sağlayacak şekilde kullanılması gereklidir. Çünkü Türkiye'nin mevcut üretim düzeyinde enerji talebini karşılama durumu her geçen yıl azalmaktadır. Türkiye'de son yıllarda sürekli uygulanmakta olan özelleştirme ve serbestleştirme politikaları ile enerji alanındaki kamu kuruluşlarının parçalanması ve küçülmesi, işlevlerini kaybetmelerine yol açmıştır. Diğer yandan ithal doğalgaza dayalı elektrik enerjisi üretim tesislerinin teşvik edilmesi, doğalgaz santrallerine verilen ticari taahhütler nedeniyle linyit yakıtlı santraller ve hidroelektrik santrallerinin gerekli iyileştirme, kapasite artırımı, bakım ve onarım çalışmalarının yapılması ihtiyacı söz konusudur. Kamunun enerji yatırımlarından çekilmesi, hidrolik kaynaklarının ve linyit rezervlerinin diğer yandan da rüzgar, jeotermal, güneş enerjisi gibi yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarımızın yeterince değerlendirilemiyor olması da Türkiye açısından önüne geçilmesi gereken konular arasındadır.



## YARARLANILAN KAYNAKLAR

AKPINAR, A.; KÖMÜRÇÜ, M.İ.; KANKAL, M.; FİLİZ, M.H. (2009), “Çoruh Havzası’ndaki Küçük Hidroelektrik Santrallerinin Durumu”, **Elektrik Mühendisleri Odası 5.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, ISBN 978-9944-89-741-9, Yayın No: SK/2009/7, Diyarbakır.

ALKIN, E. (1992) , **Gelir ve Büyüme Teorisi**, Filiz Kitabevi, İstanbul.

ALTINAY, G.; KARAGÖL, E. (2004), “Structural Break, unit root, and the causality between energy consumption and GDP in Turkey”, **Energy Economics**, Vol.26, s. 985-994.

APERGİS, N., PAYNE, J.E., (2009), “Energy consumption and economic growth: Evidence from the Commonwealth of Independent States”, **Energy Economics**, Vol.31, s. 641-647.

ARBEX, M.; PEROBELLİ, F.S. (2010), “Economic Growth and Energy Consumption”, **Energy Economics**, Vol.32, s. 43-53.

ARMSTRONG, H.; TAYLOR, J. (2000), **Regional Economics and Policy**, Blacwell Publishers Inc., 3<sup>rd</sup> Edition.

ARROW, K. J. (1962), “The Economic Implications of Learning by Doing”, **The Review of Economic Studies**, Vol.29, No.3, s. 155-173.

ATEŞ, S. (1998), “Yeni İçsel Büyüme Teorileri ve Türkiye Ekonomisinin Büyüme Dinamiklerinin Analizi”, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana.

AVCIOĞLU, A.O.; TÜRKER, U., (2012), “Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol.16, s.1557-1561.

BERBER, M. (2006), **İktisadi Büyüme ve Kalkınma**, Derya Kitabevi, Trabzon.

BALAT, M. (2008), “Energy consumption and economic growth in Turkey during the past two decades”, **Energy Policy**, Vol.36, s.118-127

- BARRO, R. J. (1988), “Government Spending In A Simple Model Of Endogenous Growth”, **Center for Economic Research- Working Papers 130**, University of Rochester.
- BARRO, R. J. ; SALA-I-MARTİN, X. (1995), **Economic Growth**, McGraw-Hill, NY.
- BAŞOL, M.; DURMAN, M.; ÇELİK, M.Y. (2005), “Kalkınma Sürecinin Lokomotifi: Doğal Kaynaklar”, **Muğla Üniversitesi SBE Dergisi**, Sayı: 14, s.61-71.
- BELKE, A.; DREGER, C.; HAAN, F. (2010), “Energy Consumption and Economic Growth: New Insights into the Cointegration Relationship”, **Discussion Papers**, 1017.
- BRITISH PETROLEUM COMPANY – BP (2010), **Statistical Review of World Energy**, Londra.
- BRITISH PETROLEUM COMPANY – BP (2011), **Statistical Review of World Energy**, Londra.
- BUDAK, N.; BAYINDIR, H.; YÜCEL, H.L. (2009), “Dizel Motorlarda Biyodizel Kullanımının Performans ve Egzoz Emisyonları Açısından Değerlendirilmesi”, **Elektrik Mühendisleri Odası 5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, ISBN 978-9944-89-741-9, Yayın No: SK/2009/7, Diyarbakır.
- CANSIN, Y.; SOHTAOĞLU, N.H. (2009), “OECD/IEA Ülkelerinin Ar-Ge Harcamalarındaki Eğilimler Kapsamında Yenilenebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmelerin İncelenmesi”, **Elektrik Mühendisleri Odası 5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, ISBN 978-9944-89-741-9, Yayın No: SK/2009/7, Diyarbakır.
- COSTANTİNİ, V.; MARTİNİ, C. (2010), “The causality between energy consumption and economic growth: A multi-sectoral analysis using non-stationary cointegrated panel data”, **Energy Economics**, Vol. 32, s. 591-603.
- ÇALIŞKAN, O. N. (2003), “Enerji Kaynaklarının Çeşitlendirilmesinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, **TMMOB Türkiye IV. Enerji Sempozyumu Bildirileri**, Ankara, <[http://www.emo.org.tr/etkinlikler/enerji/etkinlik\\_bildirileri\\_detay.php?etkinlikkod=2&bilkod=616](http://www.emo.org.tr/etkinlikler/enerji/etkinlik_bildirileri_detay.php?etkinlikkod=2&bilkod=616)> (Erişim tarihi: 08.11.2011).

DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ – DSİ (2011), Enerji, <<http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>> (Erişim Tarihi:16.11.2011).

DİNLER, Z. (1998), **İktisada Giriş**, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa.

DİZDAREVIĆ, N.V.; ŽIKOVIĆ, S. (2010), “The Role of Energy in Economic Growth: The Case of Croatia”, **Zb.rad. Ekon. Fak. Rij.**, Vol.28, sv.1, s.35-60.

ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.-EÜAŞ (2010), **Elektrik Üretim Sektör Raporu**, Ankara.

ENERJİ VE TABİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI, PETROL İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (2011), <<http://www.pigm.gov.tr/istatistikler.php>> (Erişim Tarihi: 12.11.2011).

ENERJİ VE TABİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (2011), Petrol, <<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=petrol&bn=222&hn=&nm=384&id=40693>> (Erişim Tarihi: ( 10.11.2011).

ENERJİ VE TABİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (2011), Doğalgaz, <<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=dogalgaz&bn=221&hn=&nm=384&id=40694>> (Erişim Tarihi: 10.11.2011).

ENERJİ VE TABİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (2011), Güneş Enerjisi, <<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=gunes&bn=233&hn=&nm=384&id=406955>> (Erişim Tarihi: 15.11.2011).

ENERJİ VE TABİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (2011), Nükleer Enerji, <<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=nukleerenerji&bn=224&hn=224&nm=384&id=3888>> (Erişim Tarihi: 12.11.2011).

ENERJİ VE TABİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (2011), Jeotermal Enerji, <<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=jeotermal&bn=234&hn=&nm=384&id=406977>> (Erişim Tarihi: 13.11.2011).

ENERJİ VE TABİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (2012), 2010 Yılı Genel Enerji Dengesi, <[http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI\\_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/62173/2](http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/62173/2)> (Erişim Tarihi: 13.04.2012).

ENERJİ VE TABİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (2011), **Mavi Kitap**, Ankara.

- ERDAL, G.; ERDAL, H.; ESENGÜN, K. (2008), “The causality between energy consumption and economic growth in Turkey”, **Energy Policy**, Vol.36, s. 3838-3842.
- GHOSH, S. (2009), “Energy Supply, Employment and Real GDP in India: Evidence From Cointegration and Granger-Causality Tests”, **Energy Policy**, Vol. 37, s. 2926-2929.
- GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL –GWEC (2011), **Global Wind Statistics**, Belçika.
- GÖNÜLALAN, A.U.; ÇAVAŞ, H.; GÜRELİ, O.; TUFAN, S. (2009), “Jeofizik Yöntemlerin Jeotermal Enerji Arama Yatırımlarındaki Önemi”, **TMMOB Jeotermal Kongresi Kitabı**, Ankara.
- GRANGER, C. W. J. (1969), “Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods”, **Econometrica**, 37, s. 553-560.
- GUJARATİ, D. N. (1999). **Temel Ekonometri**. İstanbul: Literatür Yayınları.
- HALKOS, G. M.; Tzeremes, N.G. (2009), “Electricity Generation and Economic Efficiency: Panel Data Evidence from World and East Asian Countries”, **Global Economic Review**, Vol. 38, No.3, s.251-263.
- HEPAKTAN, C.E. (2009), “Türkiye’nin Marshall-Lerner Koşuluna İlişkin Parçalı Eşbütünlüşme Analizi”, **Yönetim ve Ekonomi**, Cilt 16, Sayı:1, s.39.
- HİÇ, M. (1994), **Büyüme ve Gelişme Ekonomisi**, Filiz Kitabevi. ISBN: 975-368-095-3. İstanbul.
- HYE, Q. M. A.; RIAZ, S. (2008), “ Causality between Energy Consumption and Economic Growth: The Case of Pakistan”, **The Lahore Journal of Economics**, Vol.13, No:2, s.45-58.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA (2011), **Key World Energy Statistics**, Paris.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA (2010), **Key World Energy Statistics**, Paris.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY-IEA (2012), IEA Statistics © OECD/IEA, <<http://www.iea.org/stats/index.asp>> (Erişim Tarihi: 20.04.2012).

- İÇERLER, A.; BİLGİN, R.; ÇİRKİN, B.; KARAMAN, H. (2009), “Menderes Grabeninde Jeofizik-Rezistivite Yöntemiyle Jeotermal Enerji Aramaları”, **TMMOB Jeotermal Kongresi Kitabı**, Ankara.
- İLKILIÇ, C. (2012), “Wind Energy and assessment of wind energy potential in Turkey”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol:16, s.1165-1173.
- JOBERT, T.; KARANFİL. F. (2007), “Sectoral energy consumption by source and economic growth in Turkey”, **Energy Policy**, Vol.35, s. 5447-5456.
- JONES, I. C. (2001), **İktisadi Büyümeye Giriş**, Çeviren: S. ATEŞ; İ.TUNCER, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- KARAGÖL, E.; ERBAYKAL, E.; ERTUĞRUL, H. M. (2007), “Türkiye’ de Ekonomik Büyüme İle Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı”, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Cilt: 8, Sayı:1, s.72-80.
- KARAKAYALI, H. (2002), **Makro Ekonomi**, Emek Matbaası, Manisa.
- KARAGÜL, M. (2003), “Beşeri Sermayenin Ekonomik Büyüme ile İlişkisi ve Etkin Kullanımı”, **Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Sayı:5, s.79-90.
- KIZILGÖL, Ö (2006), “Türkiye’de İhracata ve Turizme Dayalı Büyüme Hipotezinin Analizi: Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi”, **Türk Dünyası Celalabad İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi Akademik Bakış Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi Akademik Bakış**, Sayı: 10.
- KİBRİTÇİOĞLU, A. (1998), “İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri”, **A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi**, Cilt: 53, No:1-4, Ankara, s.207-230.
- KILIAN, L.; CHANG, P. L. (2000), “How Accurate are Confidence Intervals for Impulse Responses in Large VAR Models”, **Economics Letters**, 69, s. 299- 307.
- KRAFT, J.; KRAFT, A. (1978), “On the relationship between energy and GNP”, **Journal of Energy Development**, 3, s.401-403.

- KÜÇÜKAKSOY, İ. (2004), “Türkiye Ekonomisinin Enerji Yoğunluğu ve Önemli Enerji Taşıma Projelerinin Ekonomiye Etkisi”, **Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Sayı:11, s. 19-41.
- KÜLEKÇİ. C. Ö. (2009), “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi”, **A.Ü. ÇevreBilimcileri Dergisi**, Cilt:1, Sayı: 2, Ankara, s. 81-93.
- LEAN, H. H.; SMYTH, R., (2010), “Multivariate Granger causality between electricity generation, exports, prices and GDP in Malaysia”, **Energy**, Vol. 35, s. 3640-3648.
- LİSE. W.; MONTFORT, K.W. (2005), “Energy Consumption and GDP in Turkey: Is There A Co-Integration Relationship?”, **Energy Economics**, Vol. 27, s. 1166- 1178, <<http://www.ecn.nl/docs/library/report/2005/rx05191.pdf>> (Erişim Tarihi: 13.12.2011).
- LÜTKEPOHL, H. (1993), “Introduction to multiple time series analysis”, Berlin: Springer-Verlag.
- MORİMOTO, R.; HOPE, C. (2004), “The Impact of Electricity Supply on Economic Growth in Sri Lanka”, **Energy Economics**, 26, s. 77-85.
- MUCUK, M., UYSAL, D. (2009), “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, **Maliye Dergisi**, Sayı: 157, s. 105-115, <[http://portall.sgb.gov.tr/calismalar/maliye\\_dergisi/yayinlar/md/157/06.Mehmet.MUCUK\\_Dogan.UYSAL.pdf](http://portall.sgb.gov.tr/calismalar/maliye_dergisi/yayinlar/md/157/06.Mehmet.MUCUK_Dogan.UYSAL.pdf)> (Erişim Tarihi: 13.09.2011).
- OCKWELL, D. G. (2008), “Energy and Economic Growth: Grounding Our Understanding in Physical Reality”, **Energy Policy**, Vol.36, s. 4600-4604.
- ÖZGEN, F. B.; GÜLOĞLU, B. (2004), “Türkiye’de iç borçların iktisadi etkilerinin VAR tekniği ile analizi”, **ODTÜ Gelişme Dergisi**, 31 (1), 1-27.
- ROMER, P. M. (1986), “Increasing Returns and Long-Run Growth”, **Journal of Political Economy**, Vol. 94, No.5, s. 1002-1037.
- ROMER, P. M. (1990), “Endogenous Technological Change”, **Journal of Political Economy**, Vol.98, No.5, Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems, s.71-102.

- ROMER, P. M. (1994), "The Origins of Endogenous Growth", **Journal of Economic Perspectives**, Vol.8, No.1, s.3-22.
- RUAFEL, Y. W. (2005), "Energy demand and economic growth: The African experience", **Journal of Policy Modeling**, Vol. 27, No. 8, s. 891-903.
- PARASIZ, İ. (1997), **Modern Büyüme Teorileri**, Ezgi Kitabevi Yayınları, Bursa.
- PEKİN, T. (1995), **Ekonomiye Giriş**, Bilgehan Matbaası, İzmir.
- SAVAŞ, V. (1986), **Keynesyen İktisadı Yıkılırken**, Beta Basım Yayım, İstanbul.
- SHAHİD, A. M. (2006), "Economic Growth With Energy", **MPRA Paper No.1260**, Northeastern University, Boston.
- SOYTAŞ, U.; SARI, R. (2003), "Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets" , **Energy Economics**, Vol. 25, No.1, s. 33-37
- SOYTAŞ, U.; SARI, R. (2004), "Disaggregate Energy Consumption, Employment and Income in Turkey". **Energy Economics**, Vol. 26, Issue.3, s. 335-344.
- STERN, D.I. (1993), " Energy use and economic growth in the USA, a multivariate approach" , **Energy Economics**, Vol.15, No.2, s. 137-150.
- STERN, D.I. (1998), "Energy and Economic Growth in the USA: A Multivariate Approach", **Energy Economics.**, Vol. 22, No.2, s. 267-283.
- STERN, D. I. (1999), "Is Energy Cost an Accurate Indicator of Natural Resource Quality?", **Ecological Economics**, Vol. 31, No.3, s. 381-394.
- STERN, D. I. (2004), "Economic Growth and Energy". **Encyclopedia of Energy**, Vol.2, s.35-51.
- STERN, D. I.; CLEVELAND, C. J. (2004), "Energy and Economic Growth", **Rensselaer Working Papers**, <[http://www.rpi.edu/dept/economics/www/workingpapers/energy\\_economics](http://www.rpi.edu/dept/economics/www/workingpapers/energy_economics)> (Erişim Tarihi:10.09.2011).
- ŞENGÜL, S.; TUNCER, İ. (2006), "Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: 1960-2000", **İktisat İşletme ve Finans**, Cilt: 21, Sayı:242, s. 69-80.

TABAN, S. (2008), **İktisadi Büyüme Kavram ve Modeller**, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

TERZİ, H. (1998), “Türkiye’de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Sektörel Bir Karşılaştırma”, **İktisat İşletme ve Finans**, Cilt: 13, Sayı:144, s. 62-71.

TEZEL, Y. S. (1989), **İktisadi Büyüme**, Ankara.

TSANİ, S. Z. (2010), “Energy consumption and economic growth: A causality analysis for Greece”, **Energy Economcs**, Vol.32, s. 582-590.

TÜRKİYE CUMHURİYETİ BAŞBAKANLIK YATIRIM DESTEK VE TANITIM AJANSI (2010), **Türkiye Enerji Sektörü Raporu**, Ağustos 1010, Ankara.

TÜRKİYE ELEKTRİK İLETİM ANONİM ŞİRKETİ –TEİAŞ (2012), 2010 Yılı Türkiye Elektrik Üretim, İletim İstatistikleri.

< <http://www.teias.gov.tr/istatistik2010/İstatistik%202010.htm>>

(Erişim Tarihi: 01.04.2012).

TÜRKİYE KÖMÜR İŞLETMELERİ KURUMU – TKİ (2009), **Kömür Sektör Raporu (Linyit)**, Ankara.

TÜRKİYE KÖMÜR İŞLETMELERİ KURUMU – TKİ (2010), **Linyit Sektör Raporu**, Ankara.

TÜRKİYE PETROLLERİ ANONİM ORTAKLIĞI- TPAO (2011), **2010 Yılı Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu**, Ankara.

ÜNSAL, M.E. (2007), **İktisadi Büyüme**, Kalkan Matbaacılık, Ankara.

ÜSTÜN, A. K.; APAYADIN, M.; FİLİK, Ü.B.; KURBAN, M. (2009), “Kyoto Protokolü Kapsamında Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Politikalarına Genel Bir Bakış”, **Elektrik Mühendisleri Odası 5.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, ISBN 978-9944-89-741-9, Yayın No: SK/2009/7, Diyarbakır.

VOS, I. (2012), “The Impact of Wind Power on European Natural Gas Markets” **International Energy Agency-Working Paper**.

WORLD BANK (2012), World Development Indicators,



< <http://data.worldbank.org/country/turkey>> (Erişim Tarihi: 04.04.2012).

YELDAN, E. (2010), **İktisadi Büyüme ve Bölüşüm Teorileri**, Eflatun Basım, Ankara.

YOO, S. H.; KİM, Y. (2006), “Electricity Generation and Economic Growth in Indonesia”, **Energy**, 31, s. 2890-2899.

YU, E. S. H.; HWANG, B. K. (1984), “On the Relationship Between Energy and GNP: Further Results” , **Energy Economics**, 4, s. 186-90.

YÜLEK, M. A. (1997), “İçsel Büyüme Teorileri, Gelişmekte Olan Ülkeler ve Kamu Politikalar Üzerine”, **Hazine Dergisi**, Sayı:6, Ankara, s.1-15.

ZHİXİN, Z.; XİN, R. (2011), “Causal Relationships between Energy Consumption and Economic Growth”, **Energy Procedia**, Vol.5, s. 2065-2071.

**EK-1: Kullanılan Veriler**

Yıllar	Net Üretim	İthalat	Net tüketim	rgdp
1975	15030,7	96,2	13491,7	99684779522,82
1976	17459,1	332,2	16078,9	110112983273,63
1977	19554,6	492,2	17968,8	113864169357,53
1978	20500,2	621	18933,8	115575471186,42
1979	21181,6	1044,3	19663,1	114854149223,13
1980	21881,5	1341,2	20398,2	112043265797,35
1981	23345	1616,1	22030	117484813541,97
1982	25131	1773,4	23586,8	121671065034,86
1983	25666,6	2220,8	24465,1	127719432121,04
1984	28722,8	2653	27635,2	136291980543,20
1985	31912,1	2142,4	29708,6	142072580798,05
1986	36879,8	776,6	32209,7	152034754423,10
1987	41745,2	572,1	36697,3	166456070030,55
1988	45648,8	381,2	39721,5	170319077300,56
1989	48808,7	558,5	43120	170813418317,43
1990	54231,6	175,5	46820	186641240190,05
1991	56591,1	759,4	49282,9	187985577936,72
1992	63104,9	188,8	53984,7	197451845375,53
1993	69864,4	212,9	59237	212559409689,12
1994	73782,6	31,4	61400,9	202636823219,33
1995	81858,6	0	67393,9	218601092942,58
1996	90084,4	270,1	74156,6	234733120142,47
1997	98245,6	2492,3	81885	252520406456,21
1998	105499,2	3298,5	87704,6	258349119484,42
1999	110701,9	2330,3	91201,9	249654780791,61
2000	118697,6	3791,3	98295,7	266567531989,76
2001	116252,1	4579,4	97070	251379908800,55
2002	123726,8	3588,2	102948	266874563573,83
2003	135248,3	1158	111766	280926215534,27
2004	145065,7	463,5	121141,9	307228800117,15
2005	155469,1	635,9	130262,9	333040988666,59
2006	169543,1	573,2	144091,4	355999132580,24
2007	183339,7	864,3	155135,2	372619233719,76
2008	189761,9	789,4	161947,6	375074194704,61
2009	186619,3	812	156894,1	356973581802,80
2010	203046,1	1143,8	172050,6	389121142902,56

