

**T.C.**  
**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**ENERJİ YOĞUNLUĞU VE ÜLKELERİN  
GELİŞMİŞLİK DÜZEYLERİ ARASINDAKİ  
İLİŞKİNİN ANALİZİ: BRİCS-T ÜLKELERİ  
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN HAZIRLAYAN  
**Doç. Dr. Ahmet UĞUR Gökhan KARHAN**

**MALATYA/2016**

T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ




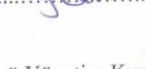
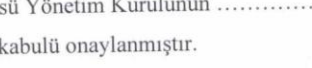
ENERJİ YOĞUNLUĞU VE ÜLKELERİN  
GELİŞMİŞLİK DÜZEYLERİ ARASINDAKİ  
İLİŞKİNİN ANALİZİ: BRICS-T ÜLKELERİ  
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN  
DOÇ. DR. AHMET UĞUR

HAZIRLAYAN  
GÖKHAN KARHAN

Jürimiz 05/08/2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda bu doktora tezini (oybirliği) ile başarılı bulunarak İktisat Anabilim dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyelerinin Unvan Ad Soyadı	imzası
1. Doç. Dr. Serhan BEMK	
2. Doç. Dr. Yusuf Ekrem AKIAR	
3. Doç. Dr. Uğur ADIGÜZEL	
4. Doç. Dr. Ahmet UĞUR	
5. Yard. Doç. Dr. A. Fatih Ayda Pekmez	

İNönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun .....  
tarih ve .....sayılı kararıyla bu tezin kabulü onaylanmıştır.

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

## ONUR SÖZÜ

Doktora tezi olarak sunduğum “ Enerji Yoğunluğu Ve Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişkinin Analizi: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Bir İnceleme ” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

## ÖZET

### ENERJİ YOĞUNLUĞU VE ÜLKELERİN GELİŞMİŞLİK DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ANALİZİ: BRİCS-T ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

KARHAN, Gökhan

Doktora, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü  
İktisat Anabilim Dalı

Haziran-2016

Bu çalışmanın amacı enerji yoğunluğu ve ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyleri arasındaki ilişkiyi ampirik olarak incelemektir. Bu amaçla çalışmada 1990-2012 yılları arasında BRICS-T ülkeleri verileri kullanılarak enerji yoğunluğu ve ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyleri arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada aynı dönem verileri iki farklı yöntemle test edilmeye çalışılmıştır. Öncelikle enerji yoğunluğu ile gelir, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, kişi başına düşen enerji tüketimi ve sanayide tüketilen enerji oranı arasındaki ilişki eş bütünleşme testleriyle araştırılmış sonrasında ise yine enerji yoğunluğu ve gelir ilişkisi Yumuşak Geçişli Panel Regresyon yöntemiyle araştırılmıştır. Eşbütünleşik ilişkinin varlığı araştırılırken değişkenlerin aynı dereceden durağan olmadıkları anlaşıldığından uzun dönemli ilişki tahmini Westerlund (2008) Durbin Hausman eş bütünleşme testi yapılmıştır. Uzun dönem katsayıları Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE tahmincisiyle tahmin edilmiştir. Hem eş bütünleşme testi hemde YGPR modeli sonuçlarına göre kişi başına düşen gelir ve enerji yoğunluğu arasında ters U şeklinde bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### **Anahtar Sözcükler**

Enerji Yoğunluğu, Ekonomik Büyüme, Yumuşak Geçişli Panel Regresyon, Westerlund (2008) Durbin Hausman Testi

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY INTENSITY AND ECONOMIC DEVELOPMENT LEVELS: A STUDY ON BRICS-T COUNTRIES**

KARHAN, Gökhan

Ph. D., Inonu University, Institute of Social Sciences  
Economics Department

June-2016

The main objective of this study is to empirically examine the relationship between energy intensity and economic development. For that purpose, a data set of BRICS-T countries between the period 1990-2012 is used. In this study, unlike other studies in the literature same period data have been analyzed by two different methods. The relationship between energy intensity, income per capita, foreign direct investment and industrial energy consumption ratio have investigated by cointegration method. And then between energy intensity and income per capita have investigated by another method which is known Panel Smooth Transition Regression (PSTR) model. The existence of cointegration relation between series was examined through Westerlund Durbin Hausman Test; and it was confirmed that there was cointegration relation between series. Long-term cointegration coefficient of cointegrated model was estimated through estimation method based on the Common Correlated Effect developed by Pesaran (2006). Results of both two method shown that the inverted-U shape curve relation between per-capita income and energy intensity is confirmed on BRICS-T countries.

#### **Keywords**

Energy Intensity, Economic Development, Panel Smooth Transition Regression (PSTR), Westerlund (2008) Durbin Hausman Test

## İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ.....	ii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xi
GRAFİK LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ .....	1
BİRİNCİ BÖLÜM: ENERJİNİN KAVRAMSAL BOYUTU .....	4
1.1.Enerji Kavramı .....	4
1.2.Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	5
1.2.1.Birincil Enerji Kaynakları.....	5
1.2.1.1.Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	6
1.2.1.2.Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	7
1.2.2.İkincil Enerji Kaynakları .....	7
1.3. Enerji Talebi ve Enerji Talebini Belirleyen Faktörler.....	8
1.4. Enerji Arzı ve Enerji Arzını Belirleyen Faktörler.....	11
1.5. Enerji Dengesi: Enerji Arzı ve Enerji Talebi.....	12
1.6. BRICS-T Ülkelerinde Enerji Sektörü.....	13
1.6.1.Türkiye’de Enerji Sektörü.....	14
1.6.1.1.Enerji Politikaları .....	15
1.6.1.2. Üretim .....	16
1.6.1.3. Tüketim .....	18
1.6.1.4.İthalat ve İhracat .....	21
1.6.2. BRICS Ülkelerinde Enerji Sektörü .....	22
1.6.2.1. Çin Enerji Sektörü.....	27
1.6.2.2. Rusya Enerji Sektörü .....	29
1.6.2.3. Hindistan Enerji Sektörü.....	31
1.6.2.4. Brezilya Enerji Sektörü .....	33
1.6.2.5. Güney Afrika Enerji Sektörü.....	35

İKİNCİ BÖLÜM: ENERJİ YOĞUNLUĞU KAVRAMI.....	36
2.1. Enerji Yoğunluğunun Tanımı .....	36
2.2. Enerji Yoğunluğunun Makro Göstergeleri.....	38
2.2.1. Sanayi .....	38
2.2.2. Binalar .....	44
2.2.2.1. Konutlarda Enerji Tüketimi .....	45
2.2.2.2. Ticari İşyerlerinde Enerji Tüketimi.....	46
2.2.3. Ulaştırma.....	47
2.3. Ekonomik ve Çevresel Açıdan Enerji Göstergeleri .....	49
2.3.1. Enerji Tüketimi Göstergesi .....	50
2.3.2. Enerji Yoğunluğu Göstergesi .....	51
2.3.3. Karbon Emisyonu Göstergesi .....	52
2.4. Enerji Yoğunluğu Göstergesinin Ayrıştırılması .....	53
2.4.1. Ayrıştırma Analizi .....	53
2.4.1.1. İndeks Ayrıştırma Analizi .....	55
2.4.1.2. Enerji Göstergelerini Ayrıştırmak İçin Kullanılan Endeksler .....	59
2.4.2. Ampirik Literatür .....	61
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: ENERJİ YOĞUNLUĞU ve ÜLKELERİN GELİŞMİŞLİK DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ .....	66
3.1. Ekonomik Büyüme ve Gelişmişlik Kavramları: Teorik çerçeve.....	66
3.1.1. Ekonomik Büyüme Kavramı .....	66
3.1.2. Gelişmişlik Kavramı .....	67
3.1.2.1. İnsani Gelişme Endeksi.....	68
3.1.3. Ekonomik Büyüme ve Gelişmişlik Kavramı İlişkisi .....	70
3.2. Büyüme Teorilerinde Enerjinin Rolü .....	71
3.2.1. Üretimde Enerji: Fiziksel Teori .....	71
3.2.2. Ana-Akım Büyüme Teorilerinde Enerjinin Rolü.....	73
3.2.3. Ekolojik Büyüme Modelleri .....	79
3.3. Enerji - Ekonomik Büyüme İlişkisi.....	81
3.3.1. Gelişmiş Ülkelerde Enerji- Ekonomik Büyüme İlişkisi.....	83
3.3.2. Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji- Ekonomik Büyüme İlişkisi .....	84
3.5. Enerji Yoğunluğu ve Verimlilik İlişkisi .....	89
3.8. Enerji Yoğunluğu Ve Çevre İlişkisi.....	91

4.BÖLÜM: ENERJİ YOĞUNLUĞU İLE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: BRICS-T ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA.....	94
4.1.Enerji Yoğunluğu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi .....	94
4.2.Ülkelere ve Ülke Gruplarına Göre Uygulamalı Literatür .....	95
4.2.1.Ülkelere Göre Uygulamalı Literatür .....	95
4.2.2.Ülke gruplarına Göre Uygulamalı Literatür .....	99
4.3. Araştırmanın Yöntemi ve Veri .....	107
4.3.1. Veri Seti ve Model .....	107
4.3.2. Panel Veri Analizi.....	109
4.3.2.1. Sabit Etkiler Modeli .....	110
4.3.2.2.Tesadüf Etkiler Modeli .....	111
4.3.2.3. Hausman Testi.....	112
4.3.2.4. Panel Birim Kök Testleri .....	112
4.3.2.5. Panel Eş Bütünleşme Testleri .....	113
4.3.3. Doğrusal Olmayan Panel Regresyon Modelleri.....	115
4.3.3.1. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modeli.....	115
4.4. Uygulama Sonuçları ve Değerlendirilmesi .....	118
4.4.1. Eş Bütünleşme Testleri Sonuçları .....	118
4.4.1.1. Panel Birim Kök Testleri Sonuçları.....	119
4.4.1.2. Durbin-Hausman Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları .....	122
4.4.1.3. Eş Bütünleşme Katsayılarının Tahmini .....	123
4.4.2. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Sonuçları .....	125
5. BÖLÜM: GENEL SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	128
KAYNAKÇA.....	134



## KISALTMALAR

BP	British Petroleum
DEİK	Dış Ekonomik İlişkiler Kurulu
DYY	Doğrudan Yabancı Yatırımları (% GSYİH)
EIA	Energy Information Administration (Enerji Enformasyon İdaresi )
EKK	En Küçük Kareler
IEA	International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
ETKB	Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GSMH	Gayri Safi Milli Hâsıla
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
IDA	Index Decomposition Analysis (İndeks Ayırıştırma Analizi)
KİT	Kamu İktisadi Teşebbüsleri
LMDI	Logarithmic Mean Divisia Index (Logaritmik Ortalamalı Divisia İndeksi)
MTEP	Milyon Ton Petrol Eşdeğeri
MW	Mega Watt
OECD	Organisation For Economic Co-Operation And Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
PER	Panel Eşikli Regresyon
SDA	Structural Decomposition Analysis (Yapısal Değişim Analizi)
SET	Sanayi Sektörü Enerji Tüketiminin Toplam Enerji Tüketimine Oranı
TDK	Türk Dil Kurumu
TEİAŞ	Türkiye Elektrik Üretim İletim Anonim Şirketi
TMMOB	Türkiye Makine Mühendisleri Odası Birliği
TYÜKO	Yerli Üretim Talebi Karşılama Oranı
UNDP	United Nations Development Programme (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı)
WDI	World Development Indicator
YGPR	Yumuşak Geçişli Panel Regresyon
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Birincil Enerji Kaynaklarının Yerli Üretim Miktarı (Bin Tep) 2003-2013 .....	17
Tablo 2. Birincil Enerji Kaynakları Arz Miktarı (Bin Tep) 2003-2013 .....	19
Tablo 3. Toplam Enerji Tüketimi Artış Oranı (2003-2013).....	20
Tablo 4. Yerli Üretim Talebi Karşılama Oranı (1990-2013) .....	21
Tablo 5. Sektörlere Göre Enerji Yoğunluğunda Değişime Neden Olabilecek Faktörler .....	38
Tablo 6. Enerji Göstergelerini Ayrıştırmak İçin Kullanılan Endeksler.....	60
Tablo 7. Kullanılan Endekslere Göre Yapısal ve Yoğunluk Etkisi.....	61
Tablo 8. Ayrıştırma Analizi Yönteminin Kullanıldığı Enerji Yoğunluğu Araştırmaları .....	64
Tablo 9. Enerji Tüketimi - Ekonomik Büyüme İlişkisini İnceleyen Bazı Çalışmalar.....	87
Tablo 10. Enerji Yoğunluğu Ve Ekonomik Büyüme İlişkisini İnceleyen Bazı Çalışmalar .....	105
Tablo 11. Modellerde kullanılan değişkenler ve beklenen işaretleri.....	109
Tablo 12. Doğrusallık Testi Sonuçları .....	125
Tablo 13. Uygun Konum Parametre Sayısının Bulunması .....	126
Tablo 14. Yumusak Geçişli Panel Regresyon Modeli Tahmin Sonuçları.....	126
Tablo 15. Değişkenlere Ait Birim Kök Testleri Sonuçları (Düzey Değerleri) .....	120

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Türkiye 2013 yılı Kaynaklarına göre Birincil Enerji Tüketimi .....	18
Şekil 2. Birincil Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı .....	18
Şekil 3. 2013 Yılı Türkiye Enerji Girdileri İthalatı .....	22
Şekil 4. 2014 Yılı Dünya Birincil Enerji Tüketimi (Kaynaklarına Göre) .....	24
Şekil 5. Ulaştırma Sektöründe Kullanılan Enerji Miktarı (Yakıt Tiplerine Göre) .....	47
Şekil 6. İki Değişkenli Ayrıştırma .....	57
Şekil 7. İnsani gelişmenin Boyutları .....	69

## GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1. Türkiye 1980-2013 yılları arası Toplam Elektrik Tüketimi (Gwh).....	20
Grafik 2. Kaynaklarına Göre Dünya Enerji Tüketimi (1989-2014).....	23
Grafik 3. Dünya geneli Nüfus, Gelir ve Birincil Enerji Kullanımı 2035 Projeksiyonu .....	25
Grafik 4. IEA 2035 Yılı Birincil Enerji Talebi Projeksiyonu .....	25
Grafik 5. 2014 Yılı BRICS-T Ülkeleri Birincil Enerji Tüketimi .....	26
Grafik 6. Çin toplam enerji tüketimi (mTep)	
Grafik 7. Çin ekonomisinin enerji yoğunluğu (mTEP/1000\$).....	27
Grafik 8. Çin Halk Cumhuriyeti kişi başına enerji tüketimi (ktep).....	28
Grafik 9. Rusya toplam enerji tüketimi (mTep)	
Grafik 10. Rusya enerji yoğunluğu (mTEP/1000\$).....	29
Grafik 11. Rusya Federasyonu kişi başına enerji tüketimi.....	31
Grafik 12. Hindistan toplam enerji tüketimi (mTep)	
Grafik 13. Hindistan enerji yoğunluğu (mTEP/1000\$) .....	32
Grafik 14. Hindistan kişi başına enerji tüketimi .....	33
Grafik 15. Brezilya Toplam Enerji Tüketimi. (mTep)	
Grafik 16. Brezilya Enerji Yoğunluğu...(mTEP/1000\$) .....	34
Grafik 17. G. Afrika toplam enerji tüketimi (mTep) .....	41
Grafik 18. G. Afrika enerji yoğunluğu (mTEP/1000\$).....	35
Grafik 19. Sanayi Sektörü Enerji Yoğunluğu(tep/1000\$).....	44
Grafik 20. Ulaştırma sektörü Enerji Yoğunluğu (tep/1000\$) .....	48
Grafik 21. BRICS-T Ülkelerinin Karbon Yoğunluğu (kCO2/\$05p).....	91
Grafik 22. BRICS-T ülkelerinde 2000-2014 yılları arasında karbon yoğunluğundaki değişim (%).....	92
Grafik 23. BRICS-T ülkelerinde enerji yoğunluğu .....	92

## GİRİŞ

Son yüzyıl içerisinde tüm dünyada enerji tüketimi yönetimi ekonominin en önemli konularından birisi haline gelmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda enerji kaynaklarının yetersizliği, ülkelerin yaşam standartlarının düşmesine ve enerji üreten ülkelere bağımlı hale gelmesine neden olmaktadır. Ülkelerin bu sorunları aşmaları için yapmaları gereken yeni enerji kaynakları bulmak ya da mevcut enerji kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanmaktır. Dolayısıyla enerjiyi verimli kullanmak artık tüm dünyada bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Enerji harcamalarının ve enerjide dışa bağımlılığının azaltılması, CO<sub>2</sub> emisyonunun düşürülmesi gibi enerji ve çevre politikalarının tamamı enerji verimliliğinin artırılmasına bağlıdır. Bu nedenle enerji verimliliğinin artırılması birçok ülke için enerji politikalarını belirlemede önemli bir role sahiptir.

Literatürde enerji verimliliğinin artırılması ile enerji yoğunluğunun düşürülmesi eş-anlamli olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni birim çıktı başına tüketilen enerji olarak tanımlanan enerji yoğunluğunun enerji verimliliğinin matematiksel olarak tersi olmasıdır. Şayet bir ülkede enerji yoğunluğu çok yüksekse bu ülkede enerji kaynakları doğru kullanılmıyor yani israf ediliyor anlamına gelmektedir. Enerji yoğunluğu, GSYİH başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil eden ve tüm dünyaca kabul edilen bir göstergedir. Genellikle 1000\$'lık gelir için tüketilen TEP(ton petrol eşdeğeri) miktarı enerji yoğunluğu göstergesi olarak tercih edilmektedir.

İlk olarak Damstadler, Dunkerly ve Alterman (1977), enerji yoğunluğu kavramını sanayileşmiş toplumların enerji tüketimlerinin karşılaştırılmasında kullanmışlar ve yaptıkları çalışmalarında uluslararası karşılaştırma yapmada karmaşık yöntemsel sorunların olduğunu bununla beraber bu göstergenin üzerinde durulması gerektiğini belirtmişlerdir.

Enerji yoğunluğu diğer enerji göstergelerinden farklı olarak enerji arz ve talebini birleştiren merkezi bir ölçüdür. Aynı zamanda enerji yoğunluğu, ekonomik gelişmedeki enerjinin rolünü doğru yansıtan, verimliliğin en önemli ögesidir. Dolayısıyla enerji yoğunluğu bir ülkedeki enerji, çevre, ekonomi arasındaki

ilişkiyi en iyi yansıtan değişkendir. Ayrıca ülkelerin enerji yoğunlukları o ülkenin ekonomik yapısı, teknolojik düzeyi ve enerji verimliliği hakkında bilgi vermektedir.

Enerji yoğunluğuna ilişkin literatür iki gruba ayrılmaktadır. Birinci grup enerji yoğunluğundaki değişimin ekonomideki yapısal değişikliklerden mi yoksa verimlilik etkisinden mi kaynaklandığını açıklamaya çalışan ayrıştırma analizlerinden oluşmaktadır. Enerji merkezli çalışmalarda basit ve kolay uygulanabilir bir yöntem olması nedeniyle çokça başvurulan ayrıştırma analizi metodu toplam enerji tüketimi, enerji kaynaklı sera gazı emisyonları ve enerji yoğunluğu gibi göstergelerin ayrıştırılmasında kullanılmaktadır. Bu yöntem özellikle 1973 petrol krizi sonrasında ülkelerin ulusal çevre ve enerji politikaları belirleme ile enerji verimliliğini artırma çalışmalarına katkı sağlamıştır.

İkinci grup literatür ise ülke yada ülke gruplarının enerji yoğunluklarının diğer faktörlerle ilişkisi ve enerji yoğunluğu yakınsamalarından oluşmaktadır. Yakınsama yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalarda genellikle başlangıçta ekonomideki kişi başına gelire son durumdaki kişi başına gelir seviyelerinin büyüme oranları arasında negatif bir ilişki olduğunu ileri süren Beta yakınsaması kullanılmaktadır. Baumal (1986) tarafından geliştirilen bu yakınsama türüne göre başlangıçta yüksek enerji yoğunluğuna sahip olan ülkeler daha düşük enerji yoğunluğuna sahip ülkelere göre daha yavaş büyümektedir.

Enerji yoğunluğu ve ekonomik gelişmişlik düzeyi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar ise az olmakla beraber bu iki değişken arasındaki ilişkinin ters U şeklinde olduğu varsayımına dayanmaktadır. Yani enerji yoğunluğu ve kişi başına düşen gelir arasında eşik bir gelir düzeyinin altında doğru yönlü, üstünde ise ters yönlü bir ilişki olduğu varsayılmaktadır.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde enerjinin kavramsal boyutu ve enerji arz-talebini belirleyen faktörler üzerinde durularak çalışmanın örnekleme olan ve son on yılda, dünyada ekonomik açıdan en hızlı büyümeyi ve gelişmeyi gösteren Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika (BRICS)

lkeleri ile Türkiye'nin enerji dengeleri incelenmiştir. Çalışmada kolaylık olması açısından bu ülkelerden BRICS-T lkeleri olarak bahsedilmiştir.

İkinci bölümde enerji yoğunluğu kavramı ele alınarak enerji verimliliğin makro göstergelerinden olan binalar, sanayi ve ulaştırma sektörlerinin BRICS-T lkelerindeki durumu incelenmiştir. Sonrasında ekonomik ve çevresel açıdan göstergeler incelenerek bu göstergelerden çalışmanın ana konusu olan enerji yoğunluğunun ayırıtılması üzerinde durulmuş, bölüm sonunda ise konuyla ilgili ampirik literatür taranmıştır.

nc bölümde öncelikle büyüme teorilerinde enerjinin rolü incelenmiş sonrasında enerji ve ekonomik büyüme ilişkisinin gelişmiş ve gelişmekte olan ülke gruplarına göre ampirik literatürü taranmıştır. Bölüm sonunda ise enerji yoğunluğu ile doğrudan ilişkili olan evre ve verimlilik ilişkisi incelenerek bölüm sonlandırılmıştır.

Dördüncü bölümde ise enerji yoğunluğu ve ekonomik gelişmişlik düzeyi ilişkisine ait literatür taranarak BRICS-T lkelerinde enerji yoğunluğu ve kişi başına düşen gelir arasındaki ilişki eşikli panel regresyon yöntemlerinden yumuşak geçişli panel regresyon yöntemi ve panel eşbütünleşme testleri ile araştırılmıştır. Araştırmada bu yöntemlerin tercih edilmesinin nedeni değişkenler arasındaki ilişkinin literatüre paralel olarak ters U Şeklinde olduğunun varsayılmasıdır.

## **BİRİNCİ BÖLÜM: ENERJİNİN KAVRAMSAL BOYUTU**

### **1.1.Enerji Kavramı**

Genel anlamda iş yapabilme kabiliyeti olarak tanımlanan enerji kavramı, son yüzyılda sosyal refahın ve kalkınmanın önemli bir girdisi haline gelmiştir. Enerjinin sanayi devrimiyle önemi artmış petrol krizinden sonra ise enerji ekonomide ve sosyal hayatta kilit rol üstlenmiştir. Gündelik hayatta çoğu zaman enerji karşımıza ısı veya ışık olarak çıkmaktadır. Esasen enerji evrenin her yerinde bulunan fakat kimi zaman sadece sezgisel olarak anlayabildiğimiz bir kavramdır. Bunun nedeni potansiyel ve kinetik enerji olarak iki farklı türü olan enerjiyi sadece iş eyleme dönüştürken fark edebilmemizdir. Potansiyel enerji hareket etmeyen durağan cisimlerin sahip olduğu enerji şeklidir. Kinetik enerji ise cismin hareket halindeyken sahip olduğu enerjidir. TDK'ye göre ise enerji; maddede var olan ve ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güç, erke denir.

Gündelik yaşamın her aşamasında kullanılan enerji; mekanik (potansiyel ve kinetik), termal (ısı), kimyasal, jeotermal, güneş, rüzgâr, nükleer, hidrolik, elektrik enerjisi gibi değişik şekillerde bulunabilmekte ve uygun metotlarla birbirine dönüştürülebilmektedir (Koç ve Şenel, 2013: 34). Fakat bu dönüşümü sağlamak için de enerji kullanımının kaçınılmaz olduğu aşikârdır.

Ekonomide, enerji diğer üretim faktörlerinin tamamlayıcısı veya ikamesi olarak kullanılmaktadır. Bu ilişkinin doğrudan ya da dolaylı yönden olması mümkündür. Doğrudan ilişkide enerji doğrudan emek ve sermayenin tamamlayıcısı ya da ikamesi olabilmektedir. Dolaylı yönden ilişki ise iki farklı şekilde gerçekleşebilir. Birincisi enerjinin, sermayenin öncülüğünde gelişen teknolojik gelişmeyle tamamlayıcılık ilişkisi kurmasıdır. İkincisi ise teknolojik gelişmenin sağladığı verimlilik artışı ile sermaye ve enerji arasında ikame ilişkisinin ortaya çıkmasıdır.

Enerjinin sermaye faktörü ile tamamlayıcılık ilişkisi içinde bulunduğu sanayi sektörü başta olmak üzere ekonomik büyümeyle birlikte enerji tüketiminde



artış görülmektedir. Bu nedenle küresel rekabette gerek ülke sanayisinin gerekse ülke ekonomilerinin gelişerek ayakta kalması için sürdürülebilir, güvenilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sağlanması gerekmektedir. Çünkü bu gelişmelere paralel olarak enerji tüketiminde artış görülecektir (Lebe ve Akbaş, 2015: 197).

## **1.2.Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması**

Enerji kaynakları niteliklerine göre tasnif edildiğinde birincil ve ikincil enerji kaynakları olarak iki gruba ayrılır. Birincil enerji kaynakları doğada bulunduğu şekilde kullanılan enerji türüdür. İkincil enerji kaynakları ise doğada bulunduğu şekilde kullanılmayan ancak birkaç işlemde sonra kullanılabilen enerji kaynaklarıdır.

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

Birincil enerji, doğal kaynaklardan gelen ve dönüşüme uğramamış enerji anlamına gelmektedir. Bu kaynaklar doğada bulunduğu şekliyle kullanılan ve çevrime gerek duymadan enerji elde edilebilen kaynaklardır. Birincil enerji kaynakları temelde yenilenemeyen (konvansiyonel) ve yenilenebilen kaynaklar olarak ikiye ayrılmaktadır (IEA-Energy Statistics Manual, 2004: 18).

Hidrolik ve jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, denizlerde gelgit ve dalgalardan elde edilen enerji, güneş enerjisi, odun, hayvan ve bitki atıkları temel yenilebilir enerji kaynaklarıdır. Yenilenemeyen enerji kaynakları ise nükleer enerji, petrol, kömür ve doğal gazdır. Kömür, petrol, doğalgaz birincil enerji kaynağı olmasına rağmen, bu kaynaklardan elde edilen üretim (elektrik, petrol ürünleri) ikincil enerji kaynaklarıdır (Korkmaz ve Develi, 2012:2).

Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları nakliye kolaylığı, ihrac potansiyeli, sahip oldukları çevresel etkiler, nihai kullanım esnekliği ve ikame potansiyeli gibi açılardan bazı önemli farklılıklar göstermektedirler (Bilginoğlu, 1991: 123).

### **1.2.1.1.Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Genel olarak yenilenebilir enerji kaynağı; kaynaktan alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha hızlı bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanmaktadır (Akaydın, 2005: 5).

Son iki yüzyıl içerisinde fosil kökenli yakıtlar, imalat teknolojilerinin oldukça ucuz ve gelişmiş olmasından dolayı yaygın olarak kullanılmış ancak 1973 yılında ortaya çıkan Petrol Krizi enerji kaynakları hususunda ilk kez bir güvensizlik ortamı yaratmıştır. Bu güvensizlik ortamı, yenilenebilir kaynaklara karşı bütün dünyanın ilgisini çekmiş, petrol fiyatları 80'li yılların ortalarında düşmesine rağmen sadece petrole dayalı enerji kullanımı riskli olarak kabul edilmiştir. Yine günümüzde artan petrol ve doğal gaz fiyatları ve "enerji güvenliğinin sağlanması gerekliliği" nedenleriyle "enerjinin çeşitlendirilmesi" enerji politikalarının vazgeçilmez unsurlarından biri haline gelmiştir. Bu sebepler yenilenebilir enerji kaynaklarının da enerji yelpazesine dâhil olmasına yol açmıştır (Çağlar, 2005: 1).

Fosil yakıtları esas alan enerji kullanımı; yakıt tüketiminde dışa bağımlılık, yüksek ithalat harcamaları ve çevresel sorunlar gibi önemli olumsuzlukların yanında, dünya fosil yakıt rezervlerinin hızla tükenmesi sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, sürekliliği nedeni ile sürdürülebilir olmasının yanında dünyanın her ülkesinde bulunabilmesi ile de büyük önem taşımaktadır. Öte yandan çevresel etkileri, yenilenemeyen enerji kaynaklarına kıyasla çok azdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, mevcut teknik ve ekonomik sorunların çözümlenmesi halinde 21. yüzyılda en önemli enerji kaynağı olacağı kabul edilmektedir (Kumbur vd., 2005: 3 ).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından doğru, sürdürülebilir ve sağlıklı bir biçimde yararlanılması için gerekli olan plan, strateji ve politikaların önemi giderek artarken dünyanın büyük bir kısmında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve yapılan yatırımlar oldukça düşük seviyelerdedir.

### **1.2.1.2.Yenilenemeyen Enerji Kaynakları**

Yenilenemeyen enerji kaynakları da temel olarak ikiye ayrılmaktadır. Bunlar; fosil kaynaklar olarak sınıflandırılan petrol, doğal gaz ve kömür ile nükleer enerjidir. Bu kaynaklar rezervlerinin sınırlı olmasından dolayı yenilenemeyen kaynaklar olarak nitelendirilmektedir (Gülay, 2008:2).

Yenilenemeyen enerji kaynakları çoğunlukla fosil kökenli enerji kaynaklarıdır. İlk kullanımı kömürle başlayan yenilenemeyen kaynakların en yaygın kullanılan çeşitleri petrol ve doğalgazdır. Petrol en çok sanayi ve taşımacılık sektörlerinde kullanılırken doğal gaz daha çok bina ve hizmetler sektöründe kullanılmaktadır.

Bir diğer önemli yenilenemeyen enerji kaynağı da nükleer enerjidir. Bu kaynakların başında uranyum ve toryum gelmektedir. Dünya uranyum kaynakları çeşitli üretim maliyetlerine göre, görünür ve muhtemel olarak sınıflandırılmaktadır. Günümüzde genellikle 80 \$/kg olarak mal edilen görünür rezervlerden uranyum üretilmektedir. Dünyada bu şekilde hesaplanan 2,6 milyon ton görünür uranyum rezervi bulunmaktadır ([www.enerji.gov.tr/tr](http://www.enerji.gov.tr/tr) Erişim Tarihi:15.11.2015).

Yenilenemeyen kaynakların yarattığı en büyük problem, bu kaynakların yoğun bir çevre kirliliğine neden olmasıdır. Bu kaynakların kullanımı esnasında kimyasal olarak açığa karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve karbon monoksit (CO) gazları çıkmaktadır. Bu durum sera gazı etkisiyle küresel ısınmaya neden olmaktadır. Bu yüzden ülkeler alternatif olarak zararsız ya da daha az zararlı olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelmektedir.

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

İkincil enerji insanlar tarafından enerjinin dönüştürülmesiyle oluşan yeni enerji formunun somutlaştırılmış hali olarak tanımlanabilir (Sara Overgaard, 2008: 121). İkincil enerji kaynakları enerji taşıyıcıları ismiyle de bilinir. Çünkü bu kaynaklar enerjiiyi bir durumdan bir başka duruma kullanılabilir bir formda taşırlar. İki enerji taşıyıcısı olduğu kabul edilir. Bunlar;

-Elektrik

-Hidrojenidir.

Elektrik ve hidrojen; kömür, nükleer ve güneş enerjisi gibi birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesiyle elde edilir. Birçok enerji ihtiyacı birincil enerji kaynakları yerine ikincil kaynakların kullanılması ile daha kolay karşılanabilmektedir. Özellikle hidrojeni bir enerji kaynağı olarak değil, bir enerji türü veya taşıyıcısı olarak tanımlamak daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bunun nedeni, hidrojenin tek başına değil, aralarında yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının da olduğu birincil enerji kaynaklarıyla birleştiğinde kalıcı bir enerji sistemi oluşturmasıdır (Veziroğlu ve Barbir, 1998: 47).

### **1.3. Enerji Talebi ve Enerji Talebini Belirleyen Faktörler**

Enerji talebi sektörler ya da ülkeler tarafından üretim ve ulaşım gibi alt sektörlerde kullanılmak üzere talep edilen enerji miktarıdır. Ülkeler bir taraftan ekonomik büyümeyi sağlayarak refahı arttırmaya çalışırken diğer taraftan büyümeyle beraber gelen enerji talebindeki artışı karşılamak zorundadırlar. Bunun yanı sıra hızlı nüfus artışı ve doğal kaynak yetersizliği gibi hususlarda sırasıyla enerji talebinin artmasına ve enerjide dışa bağımlı hale gelmesine neden olmaktadır. Diğer bütün mal ve hizmetlerin talebinde olduğu gibi enerji talebini etkileyen faktörler de bulunmaktadır (Yılmaz, 2010: 28).

Ekonomi teorisinde diğer bütün değişkenlerin sabit olduğu varsayımı altında bir malın fiyatı arttığında talebin azalması beklenir. Fiyat değişikliklerine karşı enerji talebinin vermiş olduğu tepki derecesi enerji talebinin fiyat esnekliğine bağlıdır. Talebin fiyat esnekliği giffen malları hariç daima negatiftir. Bu negatif etki talep ve fiyat arasındaki ilişkinin ters yönlü olduğunu göstermektedir. Yani fiyattaki artış talebi azaltırken, fiyattaki düşüş talebi arttıracaktır (Çermikli ve Öztürkler, 2010: 12).

Enerji fiyatlarının artması tüm sektörlerdeki üretim ve tüketim süreçlerini etkilemekle kalmayıp tüketici tercihlerinde de kaymaya neden olacaktır. Özellikle

1973 petrol krizinden sonra petrol fiyatlarının artmasıyla ithal petrole bağımlı ülkeler alternatif enerji kaynakları aramak zorunda kalmışlardır. Bu alternatif enerji kaynaklarının fiyatları da petrolün talebi üzerinde etkin olmaktadır. Bunun nedeni enerjinin hem ikame hem de tamamlayıcılık özelliğinin olmasıdır. İkame ya da tamamlayıcılık ilişkisine sahip olan malların fiyatı, talebin çapraz esnekliği nedeniyle esas malın talebini etkilemektedir. Bu nedenle diğer enerji kaynaklarının fiyatı da enerjinin talebini etkilemektedir. İktisat literatüründe büyüme açısından enerjinin emek ve sermaye girdilerinin doğrudan ya da dolaylı olarak tamamlayıcısı olduğu vurgulanmaktadır (Hatemi-J ve Irandoust, 2005: 73) Bu nedenle enerji talebi hem enerjinin kendi fiyatıyla hem de diğer enerji fiyatlarıyla doğrudan ilişkilidir.

Dahl ve Erdoğan (1997) üç girdili translog modelini kullanarak, 1963-1992 yılları arasında endüstri, imalat sanayi ve madencilik alt sektörleri ve ekonominin bütünü için yaptıkları çalışmalarında girdi ikamelerini hesaplamışlardır. Enerji- emek ile sermaye-emek arasında çapraz fiyat esnekliklerinin anlamlı olduğu ve bu girdilerin birbirinin ikamesi olduğu fakat aynı zamanda enerji ve emeğin tamamlayıcı mallar olduğunu belirtmişlerdir (Dahl ve Erdoğan, 1997: 175).

Medlock ve Soligo (2001)'ya ait çalışmada ülkelerin enerji taleplerinin, sahip oldukları teknolojiler, enerji fiyatlarındaki farklılıklar, iklimsel özellikler ve faktör donanımları nedeniyle farklılaşabileceği ileri sürülmüştür (Medlock ve Soligo, 2001: 82).

Narayan ve Smyth (2005) Avustralya için yaptıkları çalışmada enerji talebinin fiyat esnekliği değerini uzun dönem için -0,541, kısa dönem için ise -0,263 olarak hesaplamışlardır. Uzun dönem enerji talebi fiyat esnekliğinin kısa döneme göre daha esnek çıkmasının nedeni fiyat değişimlerine tüketicilerin hemen karşılık verememelerinden kaynaklanmaktadır.

Lijesen (2007) Hollanda için enerji talebinin fiyat esnekliğini incelediği çalışmada tüketicilerin fiyat değişikliklerine cevap verme sürelerinin uzun olması nedeniyle enerji talebinin fiyat esnekliğinin düşük bulunduğunu belirtmiştir

Enerji talebinin fiyat esnekliği dışında gelir esnekliği de talebi etkilemektedir. Gelir esnekliği talebin belirlenmesinin yanı sıra enerji yoğunluğu değerinin belirlenmesinde de etkin rol oynamaktadır. Enerji tüketimi ve gelir arasındaki ilişkinin gücü ve yönü enerji yoğunluğunun farklılaşmasına neden olmaktadır. Enerji talebinin gelirin bir fonksiyonu olduğunu varsayarsak, enerji talebi  $E = k.Y^a$  şeklinde yazılabilir. Burada 'E' enerji talebini, 'Y' milli geliri, 'k' teknoloji sabiti ve 'a' enerji talebinin gelir esnekliğini ifade etmektedir. Talebin gelir esnekliği değerinin yüksek çıkması gelir artışlarına karşılık enerji tüketiminin gelirdeki artış oranından daha fazla arttığı anlamına gelmektedir.

Al-Rabbaie ve Hunt (2004) 1960-2000 yılları verilerini kullanarak 17 OECD ülkesi için yaptıkları çalışmalarında uzun dönem gelir esnekliğinin 0,4-1,1 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Gelir esneklik değerleri bandının geniş olmasının nedeni gelirdeki artışa karşılık tüketim eğilimlerinin değişmesinin hayli zaman almasından kaynaklanmaktadır.

Teknolojik gelişmeler de enerji talebini etkilemektedir. Teknolojik gelişmelerle enerji daha verimli kullanılmakta, üretimler daha az enerji-yoğun hale gelmektedir. Böylece daha az enerji kullanılarak daha çok çıktı elde edilebilmektedir. Teknolojik gelişmelerin sağlanabilmesi içinse bu alana yapılan yatırımların artırılması gerekmektedir. Bu yatırımların düşük maliyet ile sağlanabilmesi ve üretim aşamasında enerjinin verimli kullanılması, yüksek teknoloji kullanımı ile çıktı düzeyini arttıracaktır (Korkmaz ve Yılığor, 2011: 113).

Enerji talebi, ekonomik unsurların yanı sıra nüfus artışı ile ilişkili olarak oluşan kentleşme, konut edinimi gibi demografik unsurlardan da etkilenmektedir (Ulusoy ve Vural, 2001: 10). Hızlı kentleşme ve konut sayısının artmasıyla konutlardaki enerji talebi artmaktadır. Enerji talebinin gelecekteki değerleri bugün uygulanan politikalar açısından büyük önem taşımaktadır. Zira günümüzde kullanılan enerji kaynakları bölgeler arasında dengesiz dağılmakta ve mevcut rezervler giderek azalmaktadır (Mucuk ve Uysal, 2009: 113). Bu nedenle enerji talebini azaltmadan ihtiyacı karşılayabilecek politikalar izlenmesi ve enerji tasarrufuna verilen önemin artırılması gerekmektedir.

#### 1.4. Enerji Arzı ve Enerji Arzını Belirleyen Faktörler

Enerji arzı yalnızca enerji üretimini değil aynı zamanda enerjinin etkin dağılımı ve kullanımını da ifade etmektedir. (Bilginoğlu ve Yılmaz, 1986: 359).

Enerji arzını belirleyen faktörler enerjinin fiyatı, kaynakların kullanılabilirliği ve ülkeler arası ekonomik ve siyasi ilişkiler olarak üç sınıfa ayrılabilir. Enerji fiyatının yüksek olması enerji arzını, arzın fiyat esnekliğine bağlı olarak arttıracaktır. Arzın fiyat esnekliğinin düşük olması durumunda, enerji fiyatlarındaki artış enerji arzını kısmen arttırırken, arzın fiyat esnekliğinin yüksek olması durumunda enerji arzını, fiyattaki artış oranından daha fazla arttıracaktır.

Kaynakların kullanılabilirliği ise mevcut enerji üretimini şekillendiren coğrafi, jeolojik ve iklim koşullarının yanı sıra üretim maliyetleri, yatırım ihtiyaçları, taşıma olanaklarını da ifade etmektedir. Bu nedenle kaynakların kullanılabilirliği basitçe değiştirilemeyen dışsal bir değişkendir. Fakat bazı ülkeler eko-politik araçlarını kullanarak enerji üretimiyle coğrafi jeolojik ve iklim koşulları arasındaki ilişkiyi canlandıracak faaliyetlerde bulunmaktadır. Örneğin zengin rüzgâr enerjisi kaynaklarına sahip bir ülkede, rüzgâr enerjisi teknolojilerini destekleyen politikalar büyük potansiyel oluşturmaktadır (Yüksel, 2010: 3215'den aktaran Dumrul, 2011: 11)

Yeterli enerji arzı ülke kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasıyla beraber enerji yatırımlarının da artırılmasıyla mümkündür. Bu yatırımların gerçekleştirilebilmesi için iç ve dış finansman kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkenin enerji kaynağı potansiyeline uygun yatırımların yapılarak enerji üretiminin ulusallaştırılması gerekmektedir. Şayet üretim yeterli olmazsa, kısa vadedeki tek geçerli çözüm enerji açığının ithalatla karşılanmasıdır. Enerji yatırımları uzun vadede enerji ihtiyacının iç kaynaklarla karşılanmasını mümkün kılarken öte yandan ülkenin sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyini de uyarılmaktadır. Enerji yatırımlarıyla yeni istihdam olanakları, üretim, gelir ve verimlilik artmakta böylelikle hem sosyal hem de ekonomik açıdan gelişmeler yaşanmaktadır. Ülke sosyo-ekonomik açıdan geliştikçe enerji talebinin de hızla arttığı görülecektir. Yeterli enerjinin olmaması halinde ise millî hâsıla düşecek,

işsizlik artacak, mal ve hizmet arzında darboğazlar oluşacaktır (Bilginoğlu ve Yılmaz, 1986: 360-361).

Costantini ve Martini (2010) yaptıkları çalışmada gelişmekte olan ülkeler ile gelişmiş ülkelerdeki enerji arzında meydana gelen değişikliklerin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Şayet ülkelerdeki politika kısıtlamaları enerji arzını etkiliyorsa ülkelerin ekonomik gelişmeleri bundan olumsuz etkilenecektir. Bu durumda enerji kaynaklarının ya da hizmetlerinin farklılaştırılması ve kalite bakımından sınıflandırılması önem kazanmaktadır. Toplumun enerji hizmetlerinin ölçeğin artan getirisine sahip olduğunu düşünerek faydasını maksimize edeceği bir tercih yapması gerekmektedir. Söz konusu durum, daha az etkin ve daha fazla kirliliğe yol açan düşük kaliteli hizmetlerden yüksek kaliteli hizmetlere doğru bir kaymayı destekleyen enerji politikalarının, ekonomik büyüme üzerinde zarardan ziyade itici bir güç sağlayabileceği anlamına gelmektedir (Costantini ve Martini, 2010: 595-596'den aktaran Dumrul, 2011: 12).

### **1.5. Enerji Dengesi: Enerji Arzı ve Enerji Talebi**

Enerji kaynaklarının arz-talep analizi ülkenin genel enerji politikalarının oluşturulmasında büyük önem taşımaktadır. Planlama yapılması ve bunun sonucunda stratejik kararlarla politikaların önceden oluşturulması bütün sektörler için önem taşımaktadır (Akan ve Tak, 2003:1-2).

Enerji üretimi ve tüketimi arasındaki dengenin sağlanamadığı durumlarda enerji açığı oluşmaktadır. Örneğin enerji tüketen bir sektörde söz konusu enerji açığı kapasitenin altında çalışan yatırımlara ve bu yatırımlarda çalışan işçiler nedeniyle yüksek maliyetli bir üretime yol açacaktır. Enerji sektörüne yapılacak fazla yatırım ve kullanılmayan enerji söz konusu yatırımların alternatif maliyetini de arttıracaktır. Belirtilen alternatif maliyetler, enerji tüketen sektöre yapılamayan yatırımın neden olduğu üretim düşüklüğü ve açık işsizliği içermektedir. Enerji kaynaklarının dünya ölçeğindeki dağılımında jeolojik ve coğrafi faktörler etkili



olmakla birlikte, üretim ve tüketim kalıpları ekonomik kalkınmanın çeşitli seviyelerinde farklılık göstermektedir. Bununla birlikte enerji dengesi içerisinde petrolün payının yüksek olduğu ülkeler, petrol kaynaklı enerji krizlerinden ağır bir şekilde etkilenmiştir. Bu nedenle özellikle ithal kaynakların enerji dengesi içerisinde yüksek paya sahip olması arzu edilmemektedir. Belirtilen soruna çözüm mahiyetinde söz konusu payın düşürülmesi hedeflenmekle birlikte kaynak çeşitlendirilmesi yoluna da başvurulabilir (Dumrul, 2011: 12-13).

Kaynakların çeşitlendirilmesi yalnızca enerji türlerinin çeşitlendirilmesiyle sınırlı değildir. Bunun yanında enerji ithal edilen ülke ve bölgelerinde çeşitlendirilmesi sağlanmalıdır. Özellikle siyasi istikrarın sağlanamadığı ya da düzensiz olduğu ülkelere ithalat bağımlılığı sakıncalı olmakla beraber coğrafi bakımdan yeni enerji kaynaklarına yönelmek gereklidir. Bu husus özellikle petrol ve doğalgazda daha belirgindir (Kesbiç ve Şimşek, 2001: 57).

### **1.6. BRICS-T Ülkelerinde Enerji Sektörü**

Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika (BRİCS) ülkeleri dünyada “yükselen ekonomiler” olarak anılan ve hızla büyüyen gelişmekte olan ülkelerdir (O’Neill, 2001: 4). Bu ülke grubu Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve son olarak gruba katılan Güney Afrika ülkelerinden oluşmaktadır. Araştırma kapsamında bu ülke grubuna Türkiye’de eklenerek çalışmanın kapsamı genişletilmiş ve tezin bundan sonraki kısımlarında bu ülke grubundan BRICS-T olarak bahsedilmiştir.

Ekonomik büyümenin sektörel dengesi açısından enerji sektörü tüm dünyada hayati önem taşımaktadır. Geçtiğimiz yüzyılda önemli bir sorun haline gelen enerji ihtiyacı, BRICS-T ülkeleri gibi gelişmekte olan ülkeler için daha da önemli olup, işgücü, sermaye ve toprak gibi üretim faktörlerinin önüne geçmiştir.

Dünya nüfusunun büyük bir kısmının modern enerji kullanımından yoksun olması küresel gerilimlerin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle enerji hem siyasi hem de iktisadi açıdan uluslararası bir denge unsurudur. Dünyadaki bugün belirlenmiş rezervler üzerinden enerji kaynaklarına petrol için 40, doğal gaz için

60 ve kömür için 200 yıl ömür biçilmiş de olsa, mevcut kaynaklar dünya için oldukça yeterlidir. Enerji sektöründe üretim, çevrim ve taşıma teknolojileri yüksek bir hızla gelişmektedir (TMMOB Enerji Verimliliği Raporu, 2012: 44).

Ulusal kalkınmanın sağlanması, sürdürülebilmesi ve küresel gerilim ortamlarının oluşmaması için ülkelerin de hızla gelişen enerji teknolojilerine uyum sağlaması bir zorunluluk haline gelmiştir.

### **1.6.1. Türkiye’de Enerji Sektörü**

Türkiye enerjide ağırlıklı olarak petrol ve doğalgaza bağımlıdır. Bu iki kaynak yurtdışından ithal edildiğinden Türkiye’nin kendi enerji kaynaklarına yönelerek ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımları artırarak dışa bağımlılığını azaltması giderek önem kazanmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda Türkiye’de petrol tüketiminin gün geçtikçe artacağı ve bu eğilimin gelecek yıllarda da devam edeceği belirlenmiştir. Bu nedenle, Türkiye’nin ulusal kaynaklarına dayalı yeni enerji teknolojilerinin öneminin daha da artması beklenmektedir. Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynak rezervleri ve potansiyelleri çeşitlilik göstermektedir. Bu kapsamda da linyit, toryum, bor, hidrolik, jeotermal, rüzgâr enerjisi ön plana çıkan enerji kaynakları olarak görülmektedir (Ölçüm, 2006: 28).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından yayınlanan 2015 Mavi Kitap Raporu’na göre; Türkiye’nin taşkömürü rezervi 1310,5 milyon ton, linyit rezervi 14764,9 milyon ton, bitümler rezervi 1641,4 milyon ton, doğal gaz rezervi 24,4 milyar m<sup>3</sup>, petrol rezervi 7123 milyon varil, nükleer kaynaklar 389129 ton olarak belirlenmiştir. Ayrıca raporda Türkiye’nin 36000 MW hidrolik, 48000MW rüzgâr, 1527 kWh/m<sup>2</sup>-yıl güneş, 2030,7 Milyon Tep (*milyon ton eşdeğer petrol*) biokütle, 2000 MW jeotermal enerji kaynağı potansiyelinin olduğu belirtilmiştir.

2014 yılı itibarıyla Türkiye’deki elektrik santrallerinin toplam kapasitesi 69519,8 MW’dır. Bu kurulu gücün %60,3’ünü fueloil, motorin, doğalgaz, LPG ve

linyit gibi kaynaklardan termik santraller tarafından üretilen enerji , %34,8'ini akarsu ve barajlardan üretilen hidrolik enerji, geri kalan yaklaşık %6'sını ise rüzgâr, jeotermal ve güneş enerjileri oluşturmaktadır (EPDK, Mavi Kitap, 2015).

Türkiye'deki petrol stoğu incelendiğinde; 2014 yılı ham petrol üretiminin 2,32 milyon ton, ortalama günlük üretimin yaklaşık 48 bin varil olduğu görülmektedir. Günlük petrol tüketimi ise 500 bin varil olarak gerçekleşmiştir. Buna karşılık aynı yıl ithal edilen ham petrol 18,5 milyon tondur. Petrolde toplam ithalat oranı 2014 yılı için %90,4'tür. Petrol ithalatı yapılan ülkeler İran, Rusya, Sudi Arabistan, Kazakistan ve Irak olup bu ülkelerin toplam petrol ithalatı içindeki payı %95'tir. 2013 yılında gerçekleşen petrol ithalatında Irak %32, İran %28, Suudi Arabistan %15 paya sahip olmuştur (EPDK, Mavi Kitap, 2015).

Son otuz yılda Türkiye'de doğalgaz tüketimi hızla artmıştır. Doğal gazın 1980 yılında Türkiye toplam enerji tüketimindeki payı %0,1 iken 2015 yılında bu oran yaklaşık %51 olmuştur. 2015 yılında gerçekleşen doğal gaz ithalatının %54,76'sı Rusya'dan, %18,13'ü İran'dan, %12,33'ü Azerbaycan'dan yapılmıştır. Doğalgaz ithalatının %85'i bu üç ülkeden gerçekleşmektedir. Türkiye'nin petrolde olduğu gibi doğalgaz ithalatında da bağımlı olduğu ülke sayısı sınırlıdır. Kaynak ülke çeşitliliği artırılarak bu ülkelerin toplam ithalatta ki paylarının azaltılması ve farklı kaynaklardan petrol ya da doğalgaz ithalatının yapılması ülkenin enerji politikaları açısından son derece önemlidir.

#### **1.6.1.1.Enerji Politikaları**

İktisadi ve sosyal kalkınma hedeflerinin sürdürülebilir şekilde gerçekleştirmede enerji politikalarının önemi büyüktür. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'nin de temel politikası enerjinin zamanında, güvenilir, yeterli, rekabet edilebilir fiyatlar ile çevresel etkileri de göz önüne alarak sağlanmasıdır. Bu bağlamda:

- ✓ Enerji arz güvenliğini ve güvenilirliğinin sağlanması,
- ✓ Stratejik petrol ve doğal gaz depolama kapasitesinin artırılması,

- ✓ Kaynak çeşitlendirilmesi,
- ✓ Yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanımı ve geliştirilmesine öncelik verilmesi,
- ✓ Farklı teknolojilerin kullanımı ve geliştirilmesi ve yerli üretimin artırılması,
- ✓ Yatırım ihtiyacının büyüklüğü ve çevresel etkiler dikkate alınarak enerjinin üretiminden tüketimine kadar tüm safhalarında verimliliğin artırılması,
- ✓ Yakıt esnekliğinin artırılması (üretimde alternatif enerji kaynağı kullanımına olanak sağlanması),
- ✓ Türkiye'nin jeostratejik konumundan yararlanarak enerji koridoru olma potansiyelinden en iyi şekilde yararlanılması ile Orta Doğu ve Hazar petrol ve doğal gazının dünya piyasasına ulaştırılması sürecine her aşamada katılım sağlanması (Rezervden pay, nakil, rafinaj, pazarlama, LNG),
- ✓ Enerji sektörünün, işleyen bir piyasa olarak şeffaflığı ve rekabeti esas alacak şekilde yapılandırılması,
- ✓ Bölgesel işbirliği projelerine katılım ve entegrasyonun sağlanması,
- ✓ Her aşamada çevresel etkilerin göz önünde bulundurulması önemlidir (Enerji Bakanlığı Enerji Grubu Raporu, 2013: 2).

### **1.6.1.2. Üretim**

Türkiye'de enerji üretiminde, kullanılan kaynaklar sırasıyla doğal gaz, linyit, akaryakıt, hidrolik ve taşkömürüdür. Diğer bir ifadeyle enerji üretiminin çoğu fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Üretiminin büyük oranda kamu kuruluşları tarafından gerçekleştirildiği Türkiye bugün iç varlıklarının yetersizliği nedeniyle enerji ithal eden bir ülke konumunda bulunmaktadır. 2015 EPDK verilerine göre üretimin yaklaşık %60'ı termik santrallerden, %34'ü hidrolik santraller yani barajlardan, %6'sı ise rüzgâr güneş enerjisi ve jeotermal kaynaklardan üretilmiştir. Termik santrallerdeki enerji üretimi taş kömürü, linyit, petrol ve doğalgaz ile sağlandığından enerji talebindeki artışla birlikte dışa bağımlılıkta her geçen gün artmaktadır.

**Tablo 1. Birincil Enerji Kaynaklarının Yerli Üretim Miktarı (Bin Tep) 2003-2013**

YILLAR	TAŞKÖMÜRÜ	LİNYİT	ASFALTİT	PETROL	DOĞAL GAZ	HİDROLİK	JEOTERMAL	RÜZGÂR	GÜNEŞ	ODUN	HAYVAN VE BİTKİ ARTIKLARI	BİYOYAKIT	JEOTERMAL İSİ VE DİĞER İSİ	TOPLAM
2003	1.132	9.501	144	2.494	510	3.038	76	5	350	4.497	1.251	-	784	23.783
2004	1.081	9.141	310	2.389	644	3.963	80	5	375	4.318	1.214	-	811	24.332
2005	1.184	9.648	382	2.395	816	3.402	81	5	385	4.146	1.179	-	926	24.549
2006	1.348	11.545	195	2.284	839	3.886	-	11	403	4.023	1.146	2	898	26.580
2007	1.089	13.372	336	2.241	827	3.217	-	31	420	3.880	1.116	12	914	27.454
2008	1.204	15.205	265	2.268	931	2.861	140	73	420	3.679	1.134	18	1.011	29.209
2009	1.294	15.632	476	2.349	627	3.092	375	129	429	3.530	1.136	9	1.250	30.328
2010	1.511	15.505	508	2.671	625	4.454	575	251	432	3.392	1.166	7	1.391	32.487
2011	1.308	16.138	423	2.555	652	4.501	597	406	630	2.446	1.091	18	1.463	32.229
2012	1.095	15.355	567	2.440	533	4.976	773	504	768	2.350	1.115	23	1.463	31.964
2013	990	13.973	488	2.485	443	5.110	1.173	650	795	2.707	1.616	51	1.463	31.944

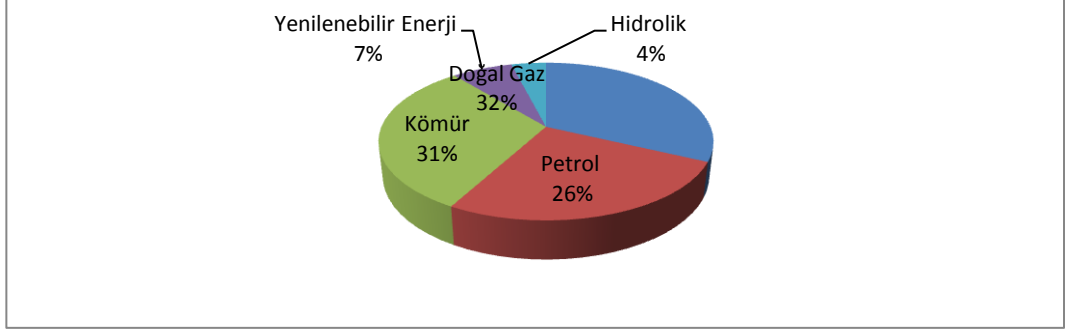
Kaynak: EPDK Mavi Kitap,2015

Tablo-1'e bakıldığında 2013 yılında Türkiye birincil enerji kaynakları üretimi 31,9 Mtep (*Milyon Ton Petrol Eşdeğeri*) olarak gerçekleştiği görülmektedir. Toplam birincil enerji üretiminin %43,7'si linyitten,%15,9'u hidrolik %7,7'si petrolden karşılanmaktadır. Linyitle gerçekleştirilen enerji üretiminde son üç yılda düşüş gözlenmektedir. Bunda İklim Değişikliği Eylem Planları'nın etkisi büyüktür. Oluşturulan eylem planlarında Kyoto Protokolü'ne atıfta bulunularak fosil yakıtların kullanımının azaltılması öngörülmüştür. Türkiye'de üzerinde hidroelektrik santrali olan nehirlerde su rejimlerinin düzensiz olması nedeniyle hidrolik enerji üretiminde belirli yıllarda düzensizlikler yaşanmıştır. Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar sayesinde rüzgâr, jeotermal gibi birincil enerji kaynakları ile enerji üretiminde oransal olarak büyük bir artış yaşanmıştır. Fakat yenilenebilir enerji kaynakları ile üretilen enerjinin toplam birincil enerji kaynakları içerisindeki oranına bakıldığında bu artışta yeterli olmadığı açıktır.

### 1.6.1.3. Tüketim

Türkiye’de 2003 yılında %39,5’lik pay ile petrol ağırlıklı olan enerji talebi, 2013 yılında eğilimlerin değişmesiyle %32 ile doğalgaz ağırlıklı hale gelmiştir (Şekil 1).

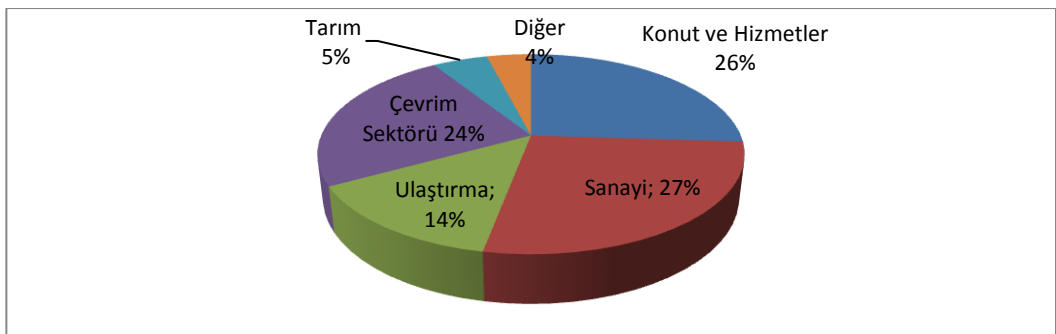
Şekil 1.Türkiye 2013 yılı Kaynaklarına göre Birincil Enerji Tüketimi



Kaynak: ETKB, Mavi Kitap, 2015

Özellikle son yıllardaki doğal gaz talebinin hızlı artışı nedeniyle doğal gazın toplam tüketim içindeki payı %20,5’ten %32’ye çıkmıştır. Yenilenebilir kaynaklar arasında yer alan hidrolik, jeotermal ısı, güneş ve rüzgâr enerjilerinde artış gözlemlenmektedir. Bu kaynakların toplam birincil enerji tüketimindeki payları %5,5’ten %11’e yükselmiştir. Bu dönemde kömür tüketimi ise, %24’ten %31’e çıkmıştır (Şekil 1).

Şekil 2.Birincil Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı



Kaynak: ETKB, Mavi Kitap, 2015

Sektörel enerji tüketiminin yapısı enerji politikaları, sosyo-ekonomik durum ve teknolojik gelişmeye göre değişmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin birçoğunda

sanayi sektörünün birincil enerji kaynakları tüketiminden aldığı pay oldukça fazladır. Bunun nedeni gelişmekte olan ülkelerin sanayileşme hızının yüksek olmasıdır. 2013 yılında birincil enerji kaynaklarının %27'si sanayi sektöründe, %26'sı konut ve hizmetlerde, %14'ü ulaştırma sektöründe, %24'ü çevrim sektöründe %5'i ise tarım sektöründe kullanılmıştır (Şekil 2).

**Tablo 2. Birincil Enerji Kaynakları Arz Miktarı (Bin Tep) 2003-2013**

YILLAR	TAŞ KÖMÜRÜ	LİNYİT	ASFALTİT	KOK	PETROKOK	ODUN	HAYVAN VE BİTKİ ARTIKLARI	PETROL	DOĞAL GAZ	HİDROLİK	JEOTERMAL	BİYOYAKIT	RÜZGAR	ELEKTRİK	JEOTERMAL ISI VE DİĞER ISI	GÜNEŞ	TOPLAM
2003	11.201	9.471	144	381	1.321	4.497	1.251	31.806	19.450	3.038	76	-	5	49	784	350	<b>83.826</b>
2004	12.326	9.450	310	240	1.437	4.318	1.214	32.922	20.426	3.963	80	-	5	- 59	811	375	<b>87.818</b>
2005	12.514	9.326	317	305	1.670	4.146	1.179	32.192	24.726	3.402	81	-	5	- 100	926	385	<b>91.074</b>
2006	14.721	11.188	259	305	1.526	4.023	1.146	32.551	28.867	3.886	-	2	11	- 143	898	403	<b>99.642</b>
2007	15.411	13.444	272	337	1.445	3.880	1.116	33.310	33.953	3.217	-	12	31	- 134	914	420	<b>107.627</b>
2008	14.179	15.003	265	149	1.795	3.679	1.134	31.915	33.807	2.861	140	18	73	- 29	1.011	420	<b>106.421</b>
2009	14.768	15.672	450	8	2.015	3.530	1.136	30.565	32.775	3.092	375	9	129	- 63	1.250	429	<b>106.138</b>
2010	15.479	15.385	460	114	2.093	3.392	1.166	29.221	34.907	4.454	575	12	251	- 67	1.391	432	<b>109.260</b>
2011	16.666	16.420	403	389	1.963	2.446	1.091	30.499	36.909	4.501	597	18	406	78	1.463	630	<b>114.480</b>
2012	20.316	15.433	471	275	2.800	2.350	1.115	31.205	37.373	4.976	773	23	504	247	1.463	768	<b>120.093</b>
2013	17.692	13.182	416	273	3.103	2.707	1.616	33.896	37.628	5.110	1.173	51	650	553	1.463	795	<b>120.290</b>

Kaynak: EPDK Mavi Kitap,2015

Tablo-2'ye bakıldığında; 2003 yılında 11,2 mTEP olan taşkömürü tüketiminin bazı yıllar dışında sürekli artarak 2013 yılında 17,7 mTEP'e ulaştığı görülmektedir. 2003 yılında 9,4 milyon TEP olan linyit tüketimi ise 2013 yılında 13,1 milyon TEP'e ulaşmıştır. 2003 ve 2013 yılları birincil enerji kaynakları arz miktarları karşılaştırıldığında yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminde artış görülmektedir. Güneş enerjisi tüketimi yaklaşık üç kat artmış bununla beraber geleneksel kaynak olarak bilinen odun tüketimi yaklaşık %50 azalmıştır. Ayrıca son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyoyakıt tüketim değerleri de göstergelere girmeye başlamıştır (EPDK Mavi Kitap, 2015).

**Tablo 3. Toplam Enerji Tüketimi Artış Oranı (2003-2013)**

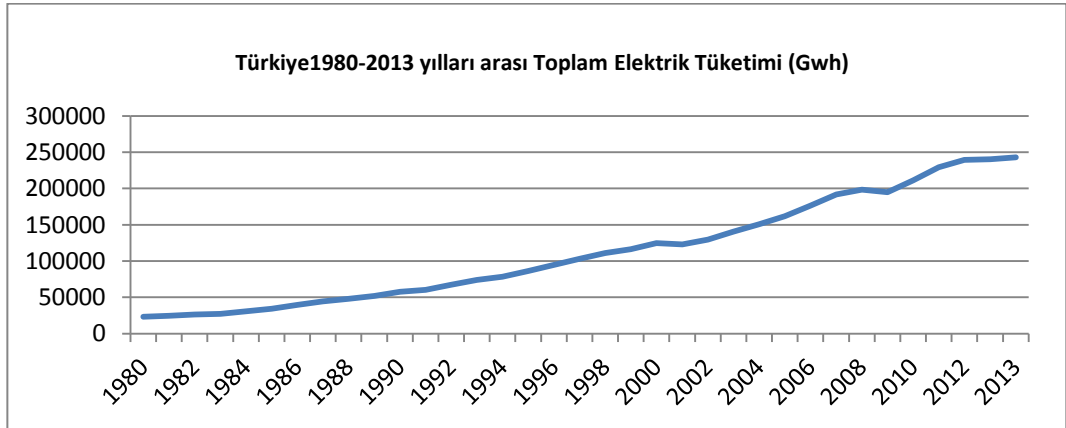
YILLAR	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
TOPLAM	83826	87818	91074	99642	107627	106421	106138	109266	114480	120093	120290
*Artış Oranı		%4,7	%3,7	%9,4	%8	-%1,1	-%0,2	%3	%4,7	%4,9	%0,16

\* Bir önceki yıl baz alınmıştır.

Kaynak: EPDK verileri ile yazar tarafından hazırlanmıştır.

2003-2013 yılları arasında Türkiye toplam enerji tüketimi 2008 ve 2009 yılları hariç sürekli artmıştır (Tablo 3). Enerji sektörü, sermaye odaklı bir sektör olmasından dolayı finansal krizlere duyarlıdır. Bu nedenle kriz dönemlerinde enerji tüketimi ve üretiminde azalmaya paralel olarak enerji sektörüne yapılan yatırımlar da yavaşlamaktadır. Tüketilen birincil enerji kaynaklarının büyük bir kısmı elektrik enerjisi üretiminde kullanıldığından kriz dönemlerinde elektrik enerjisi tüketiminde de kırılmalar yaşanmaktadır.

**Grafik 1. Türkiye 1980-2013 yılları arası Toplam Elektrik Tüketimi (Gwh)**



Kaynak: TEİAŞ, 2015

Türkiye 1980-2013 yılları arası elektrik enerjisi talebi seyri Grafik 1 deki gibidir. 1980-2013 yılları arasında kriz dönemleri (2001 ve 2009 krizleri) dışında elektrik enerjisi tüketimi sürekli artmıştır. Bunun nedeni enerji talebinin ekonomik büyümeyle olan ilişkisidir. Kriz dönemlerinde piyasadaki likidite miktarının azalmasıyla ekonomik daralma oluşmakta ve enerji talebi düşmektedir. Daralmanın olduğu dönemlerde üretimin yavaşlamasıyla enerji tüketimi de



düşmektedir. Bu yüzden kişi başına düşen enerji tüketimi tüm dünyada kalkınmanın bir göstergesi olarak kullanılmaktadır.

#### 1.6.1.4.İthalat ve İhracat

Hidrolik enerji ve linyit dışındaki enerji kaynakları iç talebi karşılamada oldukça yetersizdir. Bu yüzden enerji talebinin büyük bir kısmı ithalat ile karşılanmaktadır. Tabloda 4’te görüleceği üzere 1990 yılında yerli üretimin talebi karşılama oranı (TYÜKO) %46,3 olmasına rağmen bu oran 2013 yılında %26,5’e gerilemiştir. Bunun nedeni talebin hızla artmasına karşın yerli üretimin çok az artmış olmasıdır. Talebin artmasında kentleşme, nüfus artışı ve sanayileşme gibi faktörler etkili olmaktadır (EPDK, Mavi Kitap, 2015).

**Tablo 4. Yerli Üretimin Talebi Karşılama Oranı (1990-2013)**

	1990	1995	2000	2005	2013	Değişim 1990-2013
<b>Toplam Enerji Talebi (Bin TEP)</b>	52.987	63.679	80.500	91.576	120.290	%127,3
<b>Toplam Yerli Üretim (Bin TEP)</b>	25.478	26.719	26.047	25.185	31.942	%24,78
<b>Toplam Enerji İthalat (Bin TEP)</b>	30.936	39.779	56.342	72.381	96.290	%211,62
<b>TYÜKO (%)</b>	%46,3	%41,3	%32,6	%27,5	%26,5	-%40,63

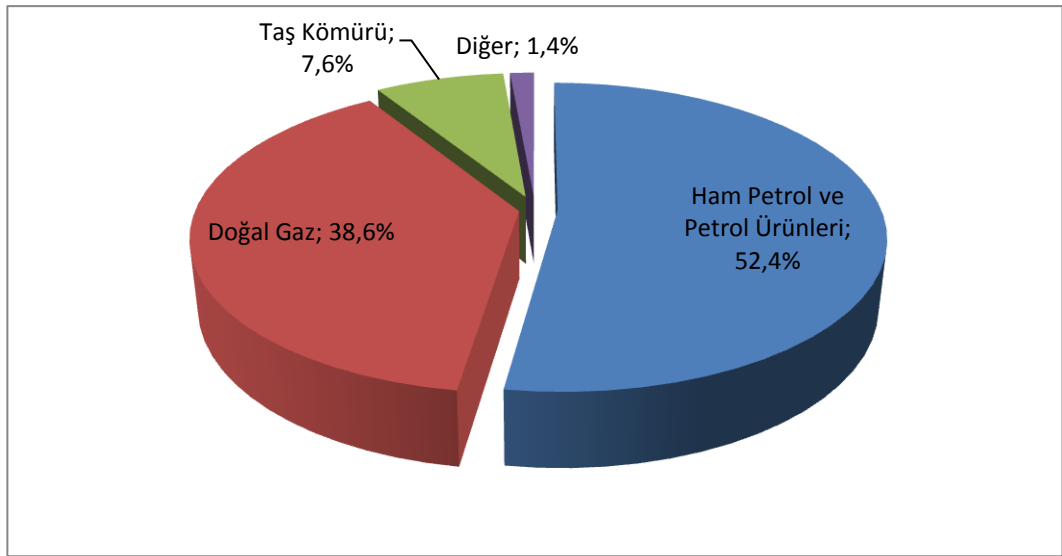
\*TYÜKO: Yerli Üretimin Talebi Karşılama Oranı

Kaynak: ETKB, Mavi Kitap, 2015

2013 yılında 55,9 milyar dolar düzeyinde gerçekleşen enerji maddeleri ithalatı 2014 yılında 54,9 milyar dolar düzeyinde gerçekleşmiştir. Bunun 31,5 milyar doları ham petrol ve petrol ürünlerine, 23,2 milyar doları doğalgaza, 4,6 milyar doları ise taş kömürüne harcanmış ve enerji maddeleri ithalatı toplam ithalatımız içinde %22’lik bir paya sahip olmuştur (<http://www.mmo.org.tr>, Erişim Tarihi:05.02.2016). Enerji girdileri ithalatımızın %52,4’ünü ham petrol ve petrol

ürünleri, %38,6'sını doğal gaz, %7,6'sını taş kömürü ithalatı oluşturmaktadır (Şekil 3). Enerji maddeleri ithalatının yüksek olması sonucunda enerjiye bağlı cari açık değeri gittikçe büyümektedir. Son yıllarda enerji tüketimiyle beraber döviz kurlarının da artması cari açığı normal değerlerin üstünde arttırmıştır. Bu nedenle Türkiye gibi enerjide dışa bağımlılık ve yüksek cari açık sorunu yaşayan ülkelerin enerji verimliliğini artırıcı önlemler alması gereklidir. Bunların başında enerji yoğunluğunun düşürülerek tasarrufların artırılması gelmektedir.

**Şekil 3. 2013 Yılı Türkiye Enerji Girdileri İthalatı**



Kaynak: EPDK, Mavi kitap, 2015

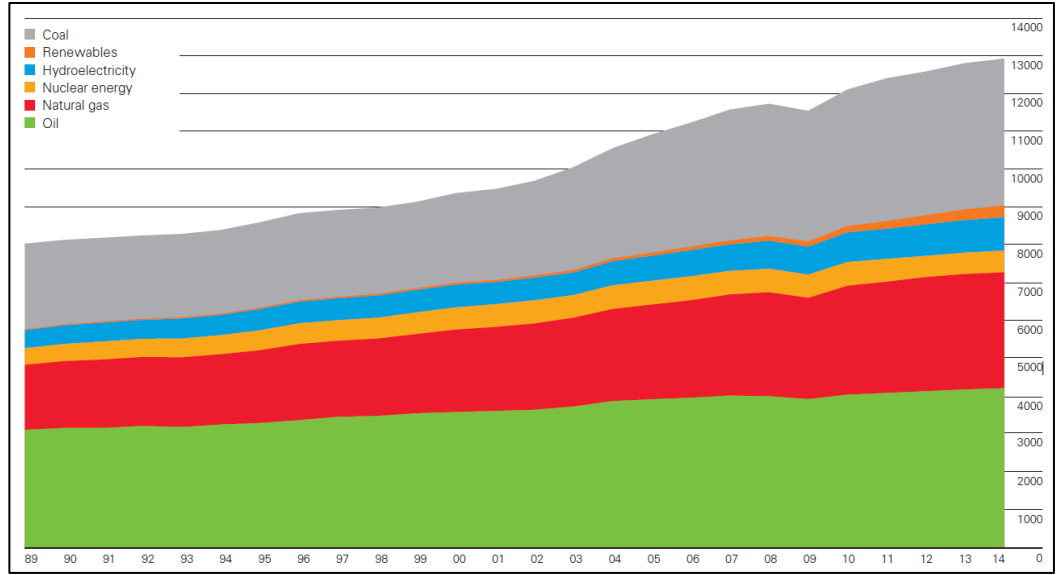
Girdi ithalatının %98'inin fosil yakıtlardan oluşmasının temel nedeni taş kömürü dışında yerli üretimin çok az olmasıdır. Toplam gaz tüketiminin %48'i ulaşım sektöründe kullanılmaktadır (Mavi Kitap, 2015: 19).

### **1.6.2. BRICS Ülkelerinde Enerji Sektörü**

Dünyada kullanılmakta olan enerjinin çoğu birincil enerji kaynaklarından elde edilmektedir (Koç ve Şenel, 2013: 34). Bu nedenle birincil enerji kaynakları tüketimi dünya genel enerji dengesi açısından büyük öneme sahiptir. BP (British Petroleum) 2015 yılı istatistiklerine göre dünyada birincil enerji kullanım miktarı 2014 yılı için 12928,4 Mtep (*milyon ton eşdeğer petrol*) olarak gerçekleşmiştir.

2013 yılında bir önceki yıla oranla enerji tüketimindeki artış %2 olmakla beraber 2014 yılındaki artış finansal krizin hemen sonrasındaki dönem dışında %0,9 ile son on yılın en düşük oranını kaydetmiştir. Bu artış oranı son on yılın enerji tüketimi artış oranı ortalaması olan %2,1'in altındadır (BP, Statistical Review of World Energy 2015).

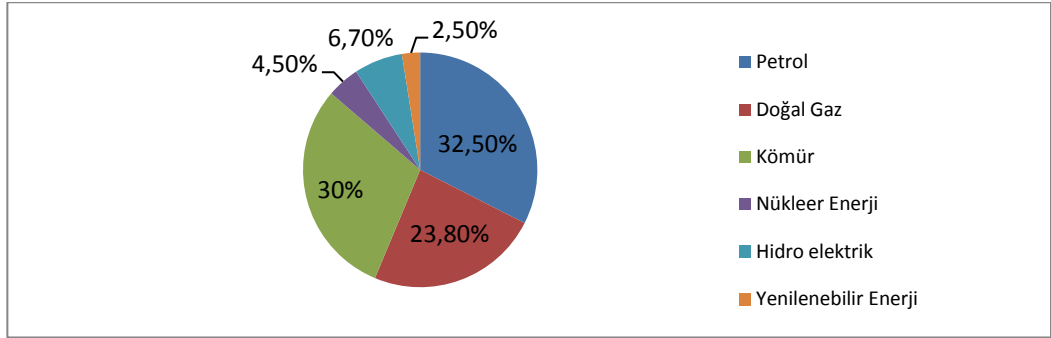
**Grafik 2. Kaynaklarına Göre Dünya Enerji Tüketimi (1989-2014)**



Kaynak: BP, Statistical Review of World Energy 2015

1989-2014 yılları arasında kaynaklarına göre enerji tüketimi incelendiğinde bütün enerji kaynaklarına ait tüketimin hızla arttığı görülmektedir (Grafik 2). Fakat yenilenebilir enerji kaynakları tüketim oranı en hızlı büyümeyi kaydetmiştir. BP 2015 Dünya Enerji Görünümü raporuna göre bölgeler bazında Kuzey Amerika ve Afrika ülkeleri dışındaki bütün ülkelerde enerji tüketim oranındaki artış ortalamasının üstündedir. Enerji ihtiyacının fosil yakıtlara bu denli bağlı olması ve fosil yakıt tüketimindeki artış, enerji kaynaklarının verimli kullanılmasını daha da önemli hale getirmektedir.

**Şekil 4. 2014 Yılı Dünya Birincil Enerji Tüketimi (Kaynaklarına Göre)**



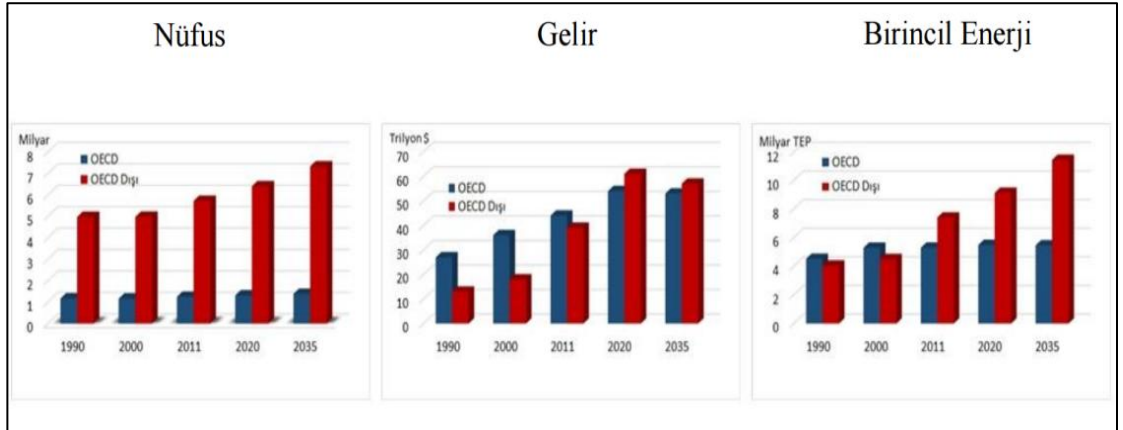
Kaynak: BP, Statistical Review of World Energy 2015

2014 yılı verilerine göre dünya birincil enerji tüketiminin yaklaşık %32,5'i petrolden,%30'u kömürden, %23,8'i doğalgazdan sağlanmaktadır (Şekil 4) . Şekil 4'te görüleceği üzere dünya birincil enerji tüketiminin yaklaşık %85'i sırasıyla petrol, kömür ve doğalgazdan oluşmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ise %2,5 ile sınırlı kalmıştır.

BP 2015 yılı raporuna göre 2014 yılında nükleer enerji dışında bütün enerji türlerinin tüketimi ve kömür dışındaki bütün enerji kaynakları üretimi artmıştır. Ancak petrol ve doğalgaz üretimi tüketimden daha fazla artmıştır.

OECD dışı ülkelerde artan nüfus ve sanayileşmeyle birlikte enerji tüketimi hızla artmaktadır. 2035 yılına kadar olan süreç için yapılan tahminlerde, nüfus artış hızının OECD dışı ülkelere kaynaklanması ve hızlı gelir artışıyla birlikte birincil enerji talebinin büyük çoğunluğunun bu ülkeler tarafından talep edileceği öngörülmektedir (OECD Outlook, 2015).

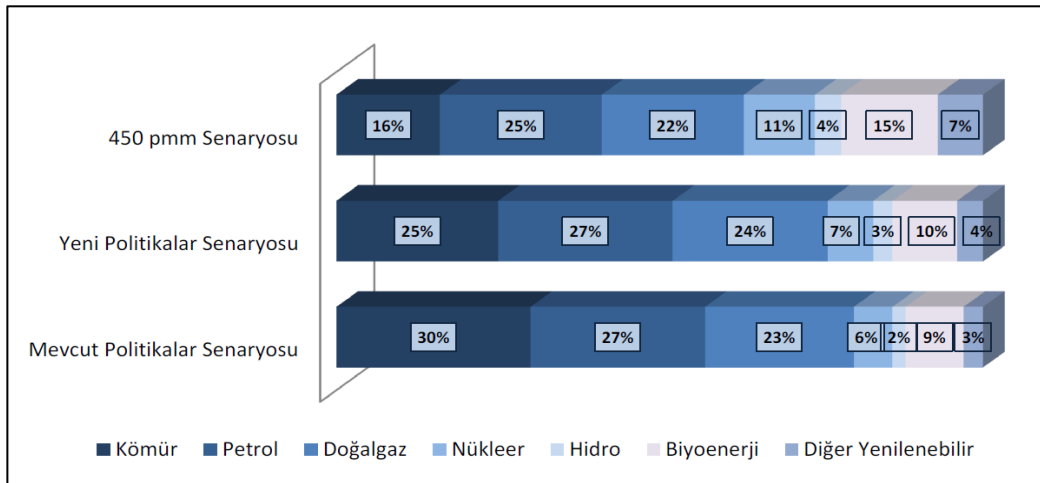
**Grafik 3. Dünya geneli Nüfus, Gelir ve Birincil Enerji Kullanımı 2035 Projeksiyonu**



Kaynak: OECD Outlook, 2015

Uluslararası Enerji Ajansı (İEA), mevcut enerji politikaları senaryosu, yeni politikalar senaryosu ve 450 ppm senaryosu olmak üzere 3 farklı senaryoya göre projeksiyonlar oluşturmuştur (Grafik 3). Bu projeksiyonlara göre 2035 yılında dünya birincil enerji talebinin mevcut enerji politikaları ile devam senaryosuna göre %47 oranında artışla 18,7 milyar TEP, yeni politikalar senaryosuna göre %35 oranında artış ile 17,2 milyar TEP, 450 ppm senaryosuna göre %16 oranında bir artışla 14,8 milyar TEP'e ulaşması beklenmektedir. Söz konusu senaryoların tamamına göre 2035 yılına kadar olan dönemde fosil yakıtların (petrol, doğal gaz, kömür) payları nispeten azalmakla birlikte, bu yakıtlar hâkim kaynaklar olmaya devam edecektir (EPDK, Bütçe Sunumu, 2015).

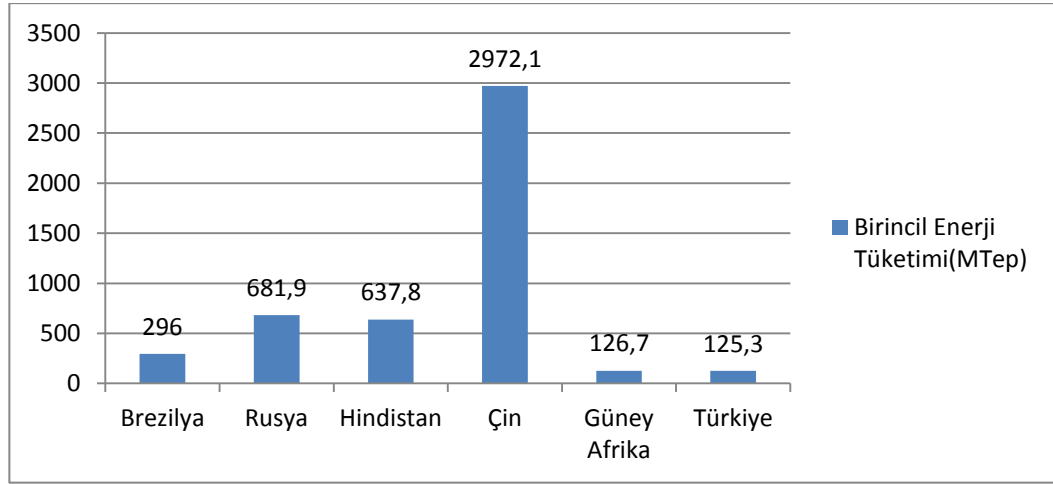
**Grafik 4. IEA 2035 Yılı Birincil Enerji Talebi Projeksiyonu**



Kaynak: IEA,2008

IEA tarafından yapılan projeksiyonlara göre 2035 yılına kadar olan süreçte dünya enerji tüketimindeki artışın yaklaşık %93'ünün OECD dışı ülkelerden kaynaklanması beklenmektedir. 2035 yılına kadar elektrik üretimi için kullanılan enerjinin %49 oranında artacağı beklenmekte olup bu artış küresel birincil enerji büyüme oranının %57'sine karşılık gelmektedir. Ayrıca uluslararası Enerji Ajansı tahminlerine göre sanayide kullanılan birincil enerji kullanımında %31 oranında artış görülmesi beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ise yaklaşık yıllık %7,6 büyüme oranıyla en hızlı büyüme oranına sahip enerji kaynağı olacağı tahmin edilmektedir. Nükleer enerji yıllık ortalama yüzde 2,6 ve hidroelektrik yıllık ortalama yüzde 2,0 büyüme oranına sahip olacaktır. Bu iki kaynağın büyüme oranı, toplam birincil enerjinin büyüme oranından daha fazladır. Fosil yakıtlar arasında en fazla büyüme oranına sahip olan kaynak yıllık ortalama yüzde 2 büyüme oranı ile doğal gazdır. Doğal gazı sırasıyla yıllık ortalama yüzde 1,2 büyüme oranı ile kömür ve yıllık ortalama yüzde 0,8 büyüme oranı ile petrol izlemektedir (EPDK,2015).

**Grafik 5. 2014 Yılı BRICS-T Ülkeleri Birincil Enerji Tüketimi**



Kaynak: Dünya Bankası, 2015

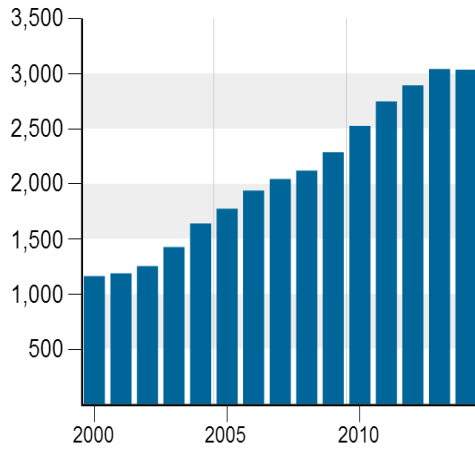
Son on yılda, dünyada ekonomik açıdan en hızlı büyümeyi ve gelişmeyi gösteren BRICS ülkelerinin 2030 yılında dünyada lider konumda olacakları tahmin edilmektedir. Sağladıkları ucuz emek gücü ile ortaya çıkan düşük üretim maliyetleri ve yüksek kâr payları ile dünya piyasalarında lider konumda olan organizasyonların dikkatini çeken bu ülkeler, tüm dünyada oluşturulan toplam

gayri safi milli hasılanın yaklaşık %20'sini yaratmaktadır (Tezcan, 2014: 121). Halihazırda büyük kısmı OECD ülkelerinden kaynaklı mal ve hizmet ticaretinde, sermaye akışının, doğrudan yabancı yatırımların ve küresel ekonomik dinamiklerin önümüzdeki yıllarda BRICS ülkelerine doğru yöneleceği tahmin edilmektedir (Morazan vd., 2012: 9)

### 1.6.2.1. Çin Enerji Sektörü

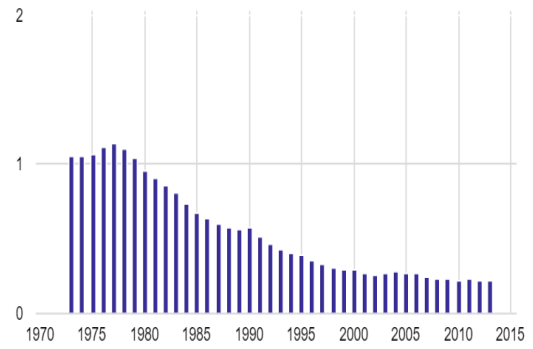
BRICS-T ülkelerinden Çin, dünyanın en fazla enerji tüketen ülkesidir. Çin'i sırasıyla 681,9 MTep ile Rusya, 637,8 MTep ile Hindistan, 296 MTep ile Brezilya, 126,7 MTep ile Güney Afrika ve 125,3 MTep ile Türkiye izlemektedir (Grafik 5).

**Grafik 6. Çin toplam enerji tüketimi (mTep)**



Kaynak: IEA, Energy Atlas

**Grafik 7. Çin ekonomisinin enerji yoğunluğu (mTEP/1000\$)**

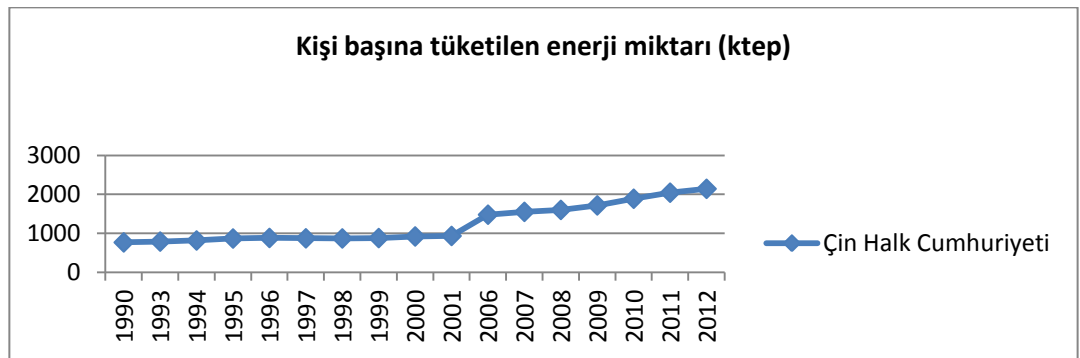


Yaklaşık 2972,1 MTep enerji tüketimiyle Dünya enerji tüketiminin yaklaşık dörtte biri Çin tarafından gerçekleştirilmektedir (Grafik 6). Fakat son yıllarda ülke ekonomisinin enerji yoğunluğu yüksek sektörlerden düşük yoğunluklu sektörlere kaymasıyla enerji tüketimi, tüketimde görülen büyüme açısından 1998 yılından bu yana en düşük seviyeye gerilemiştir (BP, Statistical Review of World Energy 2015: 25). 2014 yılında BRICS-T ülkeleri arasında en düşük enerji tüketimi 125,3 MTep ile Türkiye tarafından gerçekleştirilmiştir.

Son birkaç yılda küresel enerji talebi sıralamasında hızla yükselen Çin 2011 yılında dünyanın en büyük enerji tüketicisi ülkesi haline gelmiştir. 90'lı yıllarda petrol ihracatçısı olan ülke 2009 yılında dünyanın en fazla petrol ithalatı yapan ikinci ülkesi olmuştur. Enerji Enformasyon İdaresi (EIA)'ne göre artan petrol talebi nedeniyle 2013 yılının son çeyreğinde Çin, ABD'yi geçerek dünyanın en çok petrol ve diğer likitleri tüketen ülkesi haline gelmiştir. 2014 yılında dünya petrol talebindeki artışın %43'ü Çin'in petrol talebinden kaynaklanmıştır. NBS (National Bureau Statistics of China, 2016)' ye göre 1,37 milyar nüfusa sahip Çin son yıllarda artan enerji talebi nedeniyle güvenilir enerji kaynakları arayışına girmiştir. Artan nüfus ve enerji talebine paralel olarak Çin ekonomisi de hızla büyümektedir. IMF'ye göre Çin 2014 yılında %7,4 oranında büyümüştür. Fakat bu oran 1990 yılından bu yana Çin'in kaydettiği en yavaş büyüme oranıdır. 2000-2011 yılları arasında Çin'in ortalama büyüme oranı %10'dur. IMF satın alma gücü paritesine göre Çin'in milli gelirinin 2014 yılında ABD'yi geçerek dünyanın en büyük ekonomisi olduğunu açıklamıştır. (EIA Çin Özel Raporu,2015: 1)

Uluslararası Enerji Ajansı'na göre 2020 yılında Çin'in petrol talebinin günlük 8 milyon varil olması beklenmektedir. Bu veriler ışığında Çin'in 2020'li yıllarda petrole yüzde 80 bağımlı hale geleceği görülmektedir (Karaca, 2012: 95). Tüm bu artışlarla beraber Çin'in enerji yoğunluğu son yıllarda sürekli düşmektedir (Grafik 7). Bu düşüş, hem Çin sanayisinin yapısal durumunun değişerek düşük yoğunluklu ürünler üretmesi hem de son yıllarda temiz enerji alanlarına yapılan yatırımlardan kaynaklanmaktadır.

**Grafik 8. Çin Halk Cumhuriyeti kişi başına enerji tüketimi (ktep)**



Kaynak: Dünya Bankası İstatistikleri



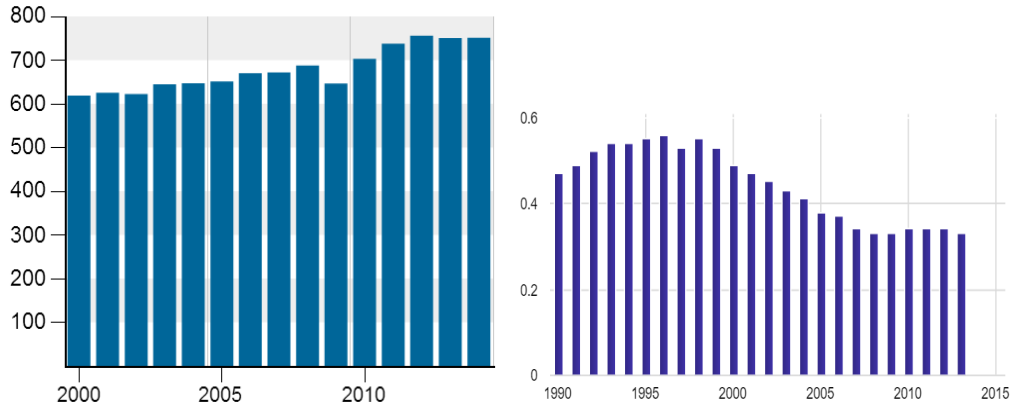
Toplam nihai enerji tüketimine göre Çin'in kişi başına düşen enerji tüketimi oldukça düşüktür (Grafik 8). Bunun başlıca sebepleri arasında Çin nüfusunun oldukça fazla olması ve yaşam standartlarının düşük olması gelmektedir.

### 1.6.2.2. Rusya Enerji Sektörü

Rusya dünyanın en fazla doğalgaz üreten ülkesi olmakla beraber en fazla ham petrol üreten ikinci ülkesidir. Bu nedenle Rusya ekonomisi büyük ölçüde hidrokarbon, petrol ve doğal gaz üretimine bağımlıdır. 2014 yılı için ülke milli gelirinin yarısından fazlası ve gerçekleştirilen ihracatın yaklaşık %68'i doğal kaynaklardan karşılanmaktadır (EIA Rusya Raporu, 2015:1-2).

Rusya ve Avrupa ülkeleri enerji konusunda karşılıklı bağımlılık geliştirmiştir. 2014 yılında Avrupa ülkelerinin petrol ve doğalgaz ihtiyacının %30'undan fazlası Rusya tarafından karşılanmıştır. Öte yandan 2014 yılı içinde Rusya'nın ham petrol ihracatının %70'i ve doğal gaz ihracatının %90'ı Avrupa ülkelerine yapılmıştır.

**Grafik 9. Rusya toplam enerji tüketimi... Grafik 10. Rusya enerji yoğunluğu**  
(mTep) (mTEP/1000\$)



Kaynak: IEA, Energy Atlas

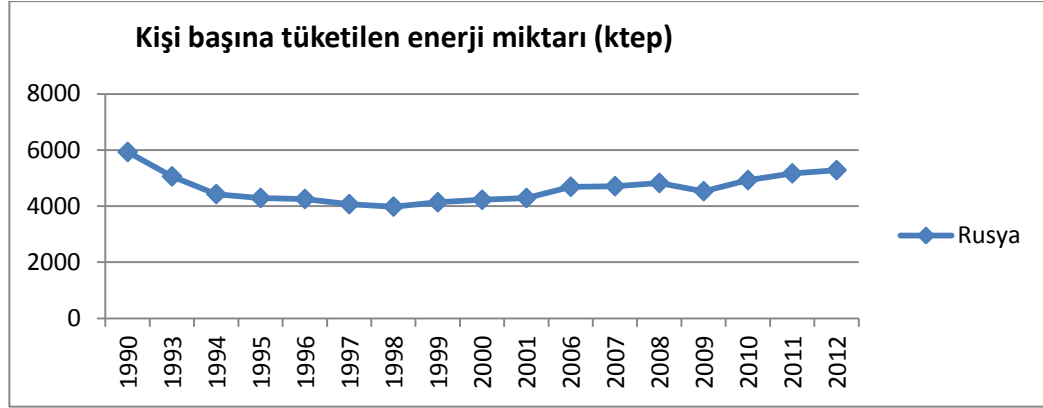
Çin'den sonra BRICS-T ülkeleri arasında en çok birincil enerji kaynağı tüketimine sahip ülke olan Rusya aynı zamanda dünyanın en zengin doğal kaynaklarına sahiptir. Rusya Federasyonu dünya doğal gaz rezervinin yaklaşık %30'una, kömür rezervlerinin %20'sine, uranyum rezervlerinin %14'üne ve petrol rezervlerinin %10'nuna sahiptir (Russia Energy Data, Statistics and

Analysis, 2014:1). Öte yandan Rusya, dünyanın ABD'den sonra kişi başına enerji tüketiminin en yüksek olduğu ikinci ülkesidir. Bu nedenle Rusya'nın sahip olduğu rezervler ekonomik kalkınma ile iç ve dış politikanın yürütülmesinin temelini oluşturmaktadır (Ünal, 2011:6). Ülkenin enerji arzı yapısı coğrafi konuma göre farklılık arz etmektedir. Örneğin Avrupa'ya yakın bölgelerde gaz, doğu bölgelerinde ise hidrolik enerji veya kömür kullanılmaktadır. 2000-2008 yılları arasında milli gelir %50'den fazla artmasına rağmen enerji tüketiminin daha yavaş artmasının bir sonucu olarak Rusya'nın enerji yoğunluğu 2002'den bu yana %23,6 oranında düşmüştür (Grafik 10). Bu kısmen ekonomik faaliyetlerin daha az enerji yoğun sektörlerle kaymasından ve milli gelirdeki artış hızının enerji arzındaki artıştan çok daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. 2008 yılından sonra ise enerji yoğunluğu tekrar artarak revize olmuştur (OECD/İEA,2014; 25).

Rusya'nın 2014 yılı toplam enerji tüketimi 681,9 Mtep olarak gerçekleşmiştir (Grafik 9). Rusya enerji tüketiminin yaklaşık %51'i doğal gazdan, %22'si petrolden, %18'i kömürden ve %9'u yenilenebilir ve diğer enerji kaynaklarından karşılanmaktadır (EİA Rusya raporu,2015: 3). Ayrıca toplam tüketimin yaklaşık %28'i sanayi, %21'i ulaşım, %34'ü ise tarım, konut ve ticaret sektörlerinde kullanılmaktadır (İEA, 2014).

Zengin enerji kaynaklarına sahip olmasının yanısıra Rusya nükleer enerji kapasitesi bakımından da oldukça gelişmiş bir ülke durumundadır. 2015 Mart ayı itibarı ile Çin'den sonra dünyanın en fazla kurulu nükleer reaktöre sahip 2. ülkesidir ([www.iaea.org](http://www.iaea.org), Erişim Tarihi: 15.02.2016). Rusya BRICS-T ülkeleri içinde 5283 Ktep ile kişi başına enerji tüketimi en yüksek olan ülkedir (Grafik 11). Kişi başına tüketilen enerjinin yüksek olması kalkınmanın önemli göstergelerinden birisidir.

**Grafik 11. Rusya Federasyonu kişi başına enerji tüketimi**



Kaynak: Dünya Bankası İstatistikleri

### 1.6.2.3. Hindistan Enerji Sektörü

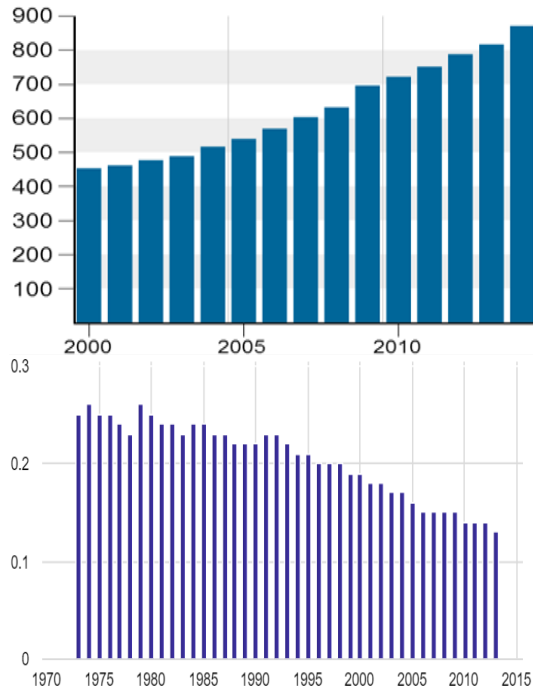
Hindistan Çin, ABD ve Rusya'dan sonra dünyanın en fazla enerji tüketen 4. ülkesidir. Önemli fosil enerji kaynaklarına sahip olmasına rağmen son yıllardaki hızlı ekonomik büyüme ve modernizasyonun etkisiyle artan enerji ihtiyacından dolayı ülkenin ithal enerjiye bağımlılığı günden güne artmaktadır. Hindistan ekonomisi 2000 yılından bu yana yıllık ortalama %7 büyümüştür. IMF'ye göre gelişen piyasa ekonomilerindeki durgunluk ve yüksek enflasyon seviyeleriyle birlikte altyapı eksiklikleri ve iç talebin artması 2010 yılında %10,3 seviyesinde olan büyüme oranını 2013 yılında %4,4 seviyesine düşürmüştür. Satın alma gücü paritesine göre Hindistan dünyanın en güçlü 3. ekonomisidir (IMF, 2014). Fakat yüksek kamu borçları, altyapı yetersizliği, yapısal reformlardaki gecikmeler ve ülkenin en büyük iki siyasi partisi arasında oluşan kutuplaşma Hindistan'ın ekonomik gelişimini olumsuz etkilemektedir.

Zengin kömür rezervleri ve doğal gaz kaynaklarına rağmen ülke ithal fosil yakıtlara bağımlı hale gelmiştir. Bu nedenle enerji politikaları ve stratejilerinde önemli değişiklikler yapılmıştır. Hindistan Petrol ve Doğal Gaz Bakanlığı'na göre fosil yakıt ve kaya gazı üretiminin artırılması, yerel Hintli şirketler tarafından işletilen hidrokarbon rezervlerinin yabancılara satılması, motor yakıtları, petrol ve

doğalgaz tüketimine ilişkin yapılan reformlarda sübvansiyonların azaltılması gibi önlemlerle 2030 yılına kadar Hindistan'ın ithal enerji bağımlılığına son verilecektir ([www.petroleum.nic.in](http://www.petroleum.nic.in), Erişim Tarihi: 01.02.2016).

Ayrıca ülkede enerji kaynaklarını çeşitlendirmek ve geliştirmek için yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalar Hindistan enerji arzında ve enerji tüketiminde ki verimliliğin artmasında etkili olacaktır. Ülke son iki yıldır sürdürülebilir yatırımları teşvik etmek ve sübvansiyon maliyetlerini düşürmek için petrol ve doğalgaz fiyatlandırmalarında birçok düzenlemeyi hayata geçirmiştir (EIA Hindistan Raporu, 2014: 1-2).

**Grafik 12. Hindistan toplam enerji tüketimi... (mTep)**      **Grafik 13. Hindistan enerji yoğunluğu (mTEP/1000\$)**

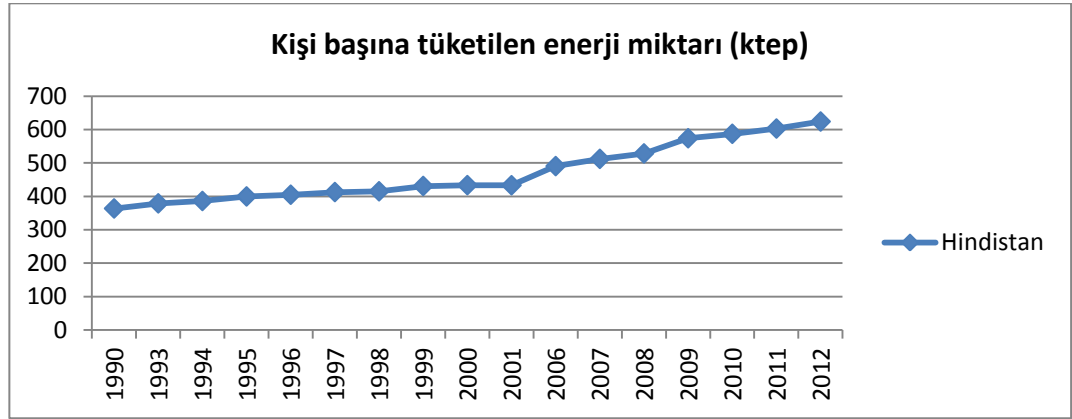


Kaynak: IEA, Energy Atlas, 2015

2000 yılından bu yana dünya enerji talebindeki artışın yaklaşık %10'u Hindistan'dan kaynaklanmaktadır (WEO, 2015: 20). Uluslararası Enerji Ajansı'nın yeni politikalar senaryosuna göre 2020 yılına kadar Çin'in Asya ekonomisinde hâkim güç olacağı 2020 yılından sonra ise konumunu Hindistan'a bırakacağı tahmin edilmektedir. Yine bu senaryoya göre 2020 yılında Hindistan'ın

dünyanın en büyük kömür ithalatçısı olacağı tahmin edilmektedir. Öte yandan Hindistan'da kişi başına düşen enerji tüketimi 2000 yılından bu yana %47 artış göstermesine rağmen halen dünya ortalamasının altında seyretmektedir. Bunun nedeni son dönemlerde hızlı bir artış kaydetmesine rağmen Hindistan'da yaklaşık 240 milyon kişinin elektrikten yoksun yaşamasıdır (India Energy Outlook Special Report, 2015: 20). Bu nedenle son dönemlerde yapılan reformlarla kişi başına enerji tüketiminin artırılması amaçlanmaktadır. Bu reformlarda ülkenin kısmen başarılı olduğu söylenebilir (Grafik 14). Öte yandan Hindistan'ın enerji yoğunluğu da Rusya ve Çin ekonomilerin de olduğu gibi düşüş eğilimindedir (Grafik13). Bunun nedeni enerjinin kişisel kullanımdan daha çok sanayi sektöründe kullanılmasıdır.

**Grafik 14. Hindistan kişi başına enerji tüketimi**



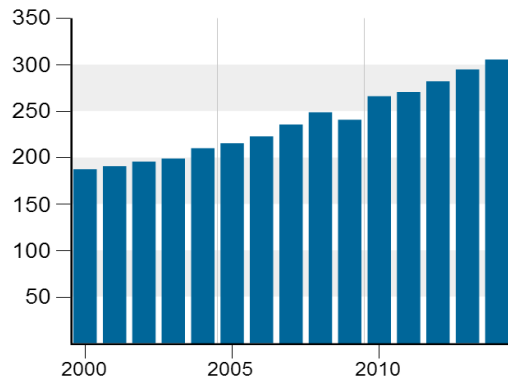
Kaynak: Dünya Bankası İstatistikleri

#### 1.6.2.4. Brezilya Enerji Sektörü

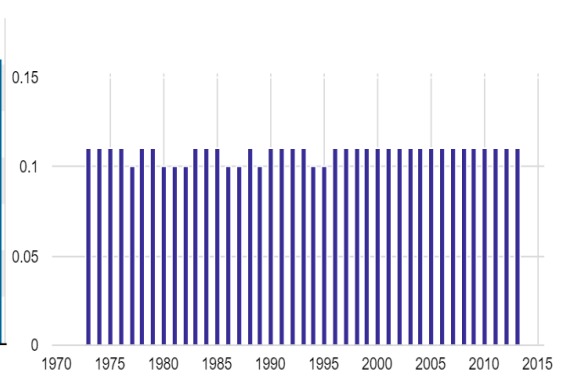
Latin Amerika ve Karayipler bölgesindeki gerek hacim olarak gerekse ürün çeşitliliği bakımından en büyük sanayi merkezi olan Brezilya, Latin Amerika'nın en büyük, dünyanın 6. büyük ekonomisi durumundadır. Brezilya için petrol ve hidroelektrik olmak üzere iki temel enerji kaynağından bahsedilebilir. Bununla beraber boksit, manganez ve demir cevheri rezervleri de oldukça fazladır. Enerji tüketiminin %45'i petrol ile karşılanmaktadır. Hidroelektrik enerjisi hususunda dünyanın en büyük üreticisi olan ülkede, tüketilen toplam elektriğin %95'inden fazlası bu enerji kaynağından karşılanmaktadır (Brezilya Ülke Raporu: 2014:1). 2014 yılı toplam enerji tüketimi 296 mTEP (Grafik 15) olarak gerçekleşen

Brezilya dünyanın en çok enerji tüketen 8. ülkesi olmuştur. Son on yılda ülkenin istikrarlı bir şekilde büyümesiyle birlikte toplam birincil enerji tüketimi iki katına çıkmıştır (BP Statistics, 2015). Ülke enerji ihtiyacının büyük bir kısmı petrol ve diğer likit yakıtlardan geri kalanı ise hidroelektrik santralleri ve doğalgazdan karşılamaktadır. Aynı zamanda zengin petrol yataklarına da sahip olan Brezilya dünyanın 9. büyük petrol ihracatçısıdır. Ülke yerli enerji üretiminin yaklaşık %60'ını fosil yakıtlar oluşturmaktadır. IEA verilerine göre ülkede bir önceki yıla nazaran %9,5'lik artışla 2014 yılında günlük 2,95 milyon varil petrol çıkartılmaktadır. Hidrolik ve biokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam yerli üretim içindeki payı ise yaklaşık %40'tır ([www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br), Erişim Tarihi: 10.11.2015).

**Grafik 15. Brezilya Toplam Enerji Tüketimi. (mTep)**



**Grafik 16. Brezilya Enerji Yoğunluğu... (mTEP/1000\$)**



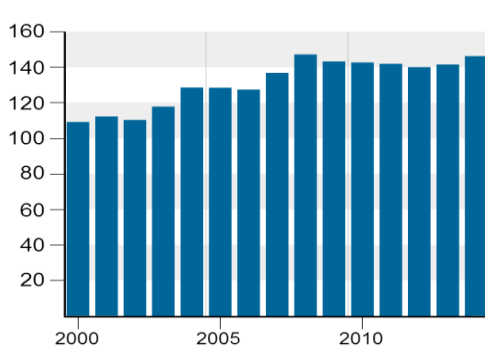
Kaynak: IEA, Energy Atlas

Brezilya son yıllarda yaptığı enerji yatırımlarıyla ve ülke karasularında bulunduğu zengin petrol kaynaklarıyla enerji ihracatçısı bir ülke konumuna gelmiştir. Yeni bulunan petrol rezervleri ile gelecekte petrol devi olması beklenen Brezilya BRICS ülkeleri arasında varlığını sürdürmesinde, tedarikçi ülke olması ve zengin doğal kaynaklarının rolü oldukça büyüktür (DEİK, 2011; 3). Öte yandan Brezilya ekonomisinin enerji yoğunluğu Rusya, Çin ve Hindistan gibi BRICS'e üye ülkelere nazaran durağan bir durum sergilemektedir. Öyle ki 1996 yılından bu yana enerji yoğunluğu değeri 0,11 (mTEP/1000\$) düzeyinde sabit kalmıştır (Grafik 16). Enerji tüketimi ise 2000 yılından bu yana 2009 yılı hariç sürekli artmıştır. Enerji tüketimi artarken enerji yoğunluğunun neredeyse sabit kalması

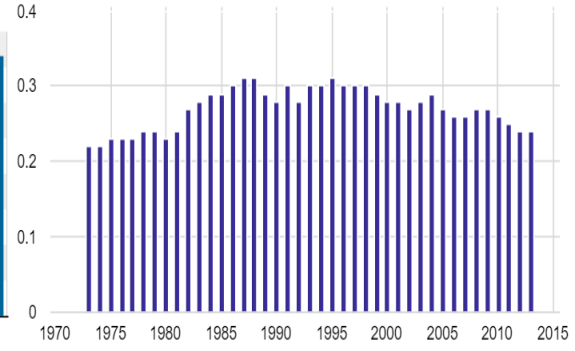
brezilya ekonomisinin enerji tüketimindeki artışla aynı oranda büyüdüğünü göstermektedir.

### 1.6.2.5. Güney Afrika Enerji Sektörü

**Grafik 17. G. Afrika toplam enerji tüketimi (mTep)**



**Grafik 18. G. Afrika enerji yoğunluğu (mTEP/1000\$)**



Kaynak: IEA, Energy Atlas

Son olarak Güney Afrika Cumhuriyeti birincil enerji kaynakları tüketimi içerisinde kömürün payı %77'dir. Dünyanın en kirli fosil yakıtı kömür kökenli termik santraller sayesinde ucuz elektrik üreten Güney Afrika, bununla beraber küresel karbon emisyonları ve küresel karbondioksit salınımları yönünden ise dünyanın ilk 20 ülkesi içine girmektedir. Dünya kömür rezervleri ve yatakları açısından Güney Afrika 35 milyar ton ile Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Rusya Federasyonu, Avustralya ve Hindistan'dan sonra 6. sıradadır (EIA, 2015). Kömür santralleri dışında Güney Afrika güç üretimi, doğalgaz kombine çevrim santralleri, düşük karbon ekonomileri kapsamında karbonsuz nükleer güç santrali, son zamanlarda artan oranlarda yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) hidroelektrik santraller (HES), rüzgâr enerjisi santralleri (RES) ve güneş enerjisi santralleri (GES) vasıtasıyla sağlanmaktadır (Taner, 2011:1). Güney Afrika enerji yoğunluğu dalgalı bir durum arz etmektedir. 1970-1986 yılları arasında sürekli artan enerji yoğunluğu artış trendine girmiştir. Son yıllara bakıldığında ise Güney Afrika ekonomisinin enerji yoğunluğu düşme eğilimindedir (Grafik 18).

## İKİNCİ BÖLÜM: ENERJİ YOĞUNLUĞU KAVRAMI

### 2.1. Enerji Yoğunluğunun Tanımı

Enerji yoğunluğu GSYİH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla) başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil eder ve TEP(Ton Eşdeğeri Petrol) cinsinden ifade edilir. TEP, kg, m<sup>3</sup>, ton, kWh gibi farklı birimleri tek birim gibi ifade etmek için kullanılan ve enerji kaynaklarının miktarlarını tanımlamaya yarayan bir kavramdır. 1 TEP, 1 ton petrolün yakılmasıyla elde edilen enerji miktarına (yaklaşık 10<sup>7</sup> Kcal'e, 41,8x10<sup>9</sup> joule'e ve 11,6x10<sup>3</sup> kWh'a) eşittir. Enerji yoğunluğu; herhangi bir teknik veya fiziksel göstergenin (özellik enerji tüketimi, enerji tüketimi vb) herhangi bir faaliyetin verimlilik düzeyini açıklayamadığı durumlarda bir enerji verimliliği göstergesi olarak kullanılmaktadır (www.eie.gov.tr, Erişim Tarihi: 05.02.2016). Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre enerji yoğunluğu toplam enerji tüketiminin, GSYİH'ye oranıdır. Yani birim üretim başına düşen enerji tüketimi miktarıdır.

Enerji yoğunluğu ve enerji esnekliği kavramları gelecek dönemlere dönük yapılan enerji talebi tahminlerinde, enerji verimliliği karşılaştırmalarında ve enerjinin ekonomik yapıya etkisini değerlendirmede sıkça kullanılmaktadır. Bir birimlik gelir yaratabilmek için tüketilmesi gereken enerji miktarını gösteren bu kavram enerji tüketimi ve gelir arasındaki ilişkiyi gösteren küresel bir göstergedir.

İlk olarak Damstadler, Dunkerly ve Alterman (1977), enerji yoğunluğu kavramını sanayileşmiş toplumların enerji tüketimlerinin karşılaştırılmasında kullanmışlar ve yaptıkları çalışmalarında uluslararası karşılaştırma yapmada karmaşık yöntemsel sorunların olduğunu bununla beraber bu göstergenin üzerinde durulması gerektiğini belirtmişlerdir. Ekonomik faaliyetler başına kullanılan birim enerjiyi ifade eden enerji yoğunluğu, doğal olarak iktisadi tasarruflar ve düşük CO<sub>2</sub>



emisyondan kaynaklanan çevresel faydalarla da ilişkilidir. Birincil enerji tüketiminin GSYH'ye oranı birincil enerji yoğunluğu, nihai enerji tüketiminin GSYH'ye oranı ikincil enerji yoğunluğunu gösterir.

$$I = E / Y \quad (1)$$

*I=Enerji yoğunluğu(mTEP/1000\$)*

*E: TEP cinsinden, ülkenin yıllık toplam enerji tüketimi*

*Y: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (1000\$)*

Birim üretim başına düşen enerji tüketimi azaldıkça verimlilik artacaktır. Enerji yoğunluğunun düşme eğiliminde olması enerji verimliliğinin yükseliş trendine girdiğini göstermektedir. Bu durum daha az enerjiyle daha fazla malın üretilebileceği anlamına gelir. Fakat enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinden farklı olarak sektörler ya da ülkelere göre enerji tüketiminin ekonomik etkileri konularında karşılaştırma yapılmasına olanak sağlamaktadır. Enerji yoğunluğunun bilinmesi bir ülkenin ekonomik yapısı, yapısal farklılıkları, enerji tüketim eğilimi ve ulusal enerji tüketiminin bütün aşamalarını anlaşılmasına yardımcı olur. (Weiyu vd., 2005: 12)

Enerji yoğunluğu diğer enerji göstergelerinden farklı olarak enerji arz ve talebini birleştiren merkezi bir ölçüdür. Aynı zamanda enerji yoğunluğu, ekonomik gelişmedeki enerjinin rolünü doğru yansıtan, verimliliğin en önemli ögesidir. Dolayısıyla enerji yoğunluğu bir ülkedeki enerji, çevre, ekonomi arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan değişkendir. Ayrıca ülkelerin enerji yoğunlukları o ülkenin ekonomik yapısı, teknolojik düzeyi ve enerji verimliliği hakkında bilgi verir.

Enerji yoğunluğu değeri, enerjinin tüketildiği sektörler göre farklılık arz etmektedir. Bu nedenle sektörler göre enerji yoğunluğunun altında yatan faktörler değişmektedir. Sanayileşme yapısı sanayi sektöründeki enerji yoğunluğunu etkilerken, bina sayısı konut sektöründeki enerji yoğunluğunu etkilemektedir (Tablo 5).

**Tablo 5. Sektörlere Göre Enerji Yoğunluğunda Değişime Neden Olabilecek Faktörler**

<b>Tüm Sektörler</b>	<b>Sanayi</b>	<b>Konut</b>	<b>Ulaşım</b>
<b>İklim Değişikliği</b>	<b>Sanayileşme yapısı</b>	<b>Hane halkı sayısı ve Bina Sayısı</b>	<b>Yolcu sayısı</b>
<b>Ekonomik büyüme</b>	<b>Nihai üretim</b>	<b>Taban alanı ve binanın yaşı</b>	<b>Yük trafiği</b>
<b>Enerji fiyatları</b>	<b>Sermaye devir hızı</b>	<b>Ticari sektör yapısı</b>	<b>Taşıt tipi ve kullanımı</b>
<b>Enerji verimliliği</b>	<b>Kapasite kullanımı</b>	<b>Gelir düzeyi</b>	<b>Hava trafiği</b>
<b>Teknolojik Gelişme</b>		<b>İstihdam düzeyi</b>	
<b>Enerji Politikaları</b>		<b>Enerji verimliliğini arttıran araç, gereç ve teçhizatlar</b>	

**Kaynak: Bernstein vd., 2003: 18**

## **2.2. Enerji Yoğunluğunun Makro Göstergeleri**

Enerji tüketimi içerisindeki enerji yoğunluğu, enerjinin tüketildiği sektörler göre değişiklik gösterebilir. Bunun nedeni farklı sektörlerde üretilen mal ve hizmetlerin yapısının farklı olmasıdır. Enerji tüketiminin olduğu sektörleri 4 ana başlıkta toplayabiliriz. Bunlar sırasıyla sanayi, binalar (ticari ve konut) ulaştırma ve diğer sektörleridir.

### **2.2.1. Sanayi**

Gelişmekte olan ülkelerin enerji ihtiyacının büyük bir kısmı sanayi sektöründe kaynaklanmaktadır. Bunun nedeni bu ekonomilerin sanayi yapısının yüksek enerji-yoğun malları dayanmasıdır. Küresel rekabetin arttığı dünyada, enerji-yoğun sanayiler arasında yer alan demir-çelik, diğer metal, taş, toprak, çimento sanayi, kâğıt sanayi vs. gibi sanayiler ancak enerji etkin üretim süreçlerini kullanarak ayakta kalabilmektedir (KTO Enerji Verimliliği raporu: 4).

1973-1985 yılları arasında tüm dünyada enerji verimliliği ile ilgili çok sıkı önlemler alınmıştır. Bu önlemlerin alındığı ülkelerde 12 yıllık zaman diliminde GSYİH %32 civarında büyürken aynı dönemde enerji tüketimi sadece %5

artmıştır. Sonuç olarak birim hâsıla başına düşen enerji tüketimi yaklaşık %25 azalmıştır. Bu durumun oluşmasında hem enerji verimliliğinin iyileştirilmesi hem de sektör yapılarının değişmesinin payı büyüktür. Daha sonra düşük seyreden enerji fiyatları sebebiyle enerji verimliliği çalışmalarında bir durgunluk dönemine girilmiştir. Son zamanlarda ise tüm dünyada hızla artan atmosfer kirliliğinin azaltılması ve olabildiğince daha az enerji tüketilmesinin çözümlerden biri olduğu uluslararası platformlarda sıklıkla belirtilmektedir. 1990'lı yıllarla birlikte enerji ve çevre politikaları içinde, enerji verimliliği çalışmaları tekrar öncelik almaya başlamıştır (KTO, Enerji Verimliliği Raporu,2006:1-2).

Pek çok ülkede enerji verimliliği çalışmalarının özellikle sanayi sektörüne odaklanılmasının nedeni, enerji tasarruf potansiyelinin sanayide diğer sektörlerden göre nispeten daha az bir maliyetle gerçekleştirilebilmesi ve yatırımın yaklaşık üç yıl gibi kısa bir sürede kendisini amorti etmesidir (Kavak, 2005: 28 ). Sanayi sektörünün nihai enerji tüketimindeki payı düşünüldüğünde enerji verimliliğini arttırmak ya da enerji yoğunluğunu düşürmek için hangi sektörden başlanması gerektiği aşıkardır.

Ülkelerin enerji yoğunluklarındaki değişim aynı zamanda o ülkelerin sanayileşme stratejileri hakkında ipuçları vermektedir. Dünya enerji yoğunluğunda görülen bu düşüşe neden olan faktörlerden en önemlisi bu yıllar arasında dünya genelinde teknolojik bilgi birikiminin artarak verimliliği arttırmasıdır. Bu nedenle ülkelerin izledikleri enerji politikaları enerji yoğunluğunun belirlenmesinde önemlidir.

BRICS'e üye ülkelerin tamamı mevcut sanayi politikalarını küreselleşmeye odaklamış durumdadır. Üretim ve hizmet sektörlerindeki rekabeti geliştirmek için doğrudan yabancı sermaye akışını ve ihracatta dâhil olmak üzere teknolojik düzeyi ve öğrenebilme kapasitesini arttırmak bu ülkeler açısından oldukça önemli görülmektedir. Fakat bu ülkeler sanayileşmelerinin ilk dönemlerinde ithal ikameci sanayileşme stratejisini kullanmışlardır. Bu nedenle Brezilya Hükümeti 1950'li yıllardan sonra Hedefler Planı (*Plano de Metas*) adı

altında modernizasyon sürecini başlatarak kimyasal ve otomobil sektörlerini de kapsayan sermaye yoğun sektörlerin kurulmasını, sübvansiyonlar ve iç pazarın korunması sağlayarak teşvik etmiştir. Ülke 1974 yılında PND-II (*Plano Nacional de Desenvolvimento II*) adıyla iddialı bir sanayi geliştirme programı belirlemiş ve yerli ya da yabancı yatırımları ve üretim ihracatını sübvansiyonlarla desteklemiştir. Ayrıca hükümet geliştirdiği bu programla kamu hizmetleri, temel sanayi üretimi, petrol ve tüketim mallarını da kapsayan birçok sektörün sahibi, yöneticisi ve doğrudan yatırımcısı haline gelmiştir (Change, 2012: 148).

Brezilya gibi Hindistan'da 1948-1980 yılları arasında ithal ikameci sanayileşme stratejisini kullanmıştır. Bu döneme kadar Sovyet Rusya'nın sanayileşme politikasından esinlenerek hazırladığı beşer yıllık kalkınma planlarını kullanmıştır (Singh, 2009: 11-12). Beşer yıllık kalkınma planları içinde ülkeyi sanayileştirmek, kişi başına düşen milli geliri artırmak ve sanayileşirken bölgesel eşitsizlikleri azaltmak gibi birçok hedefi barındırmaktadır. Bu stratejiyle aslında ülkeler bütün sanayi üretimini üslenerek tekelleşmeyi engellemişlerdir. Rusya'nın (Sovyetler Birliği) aksine Hindistan Hükümeti özel sektörün gelişmesine izin vermiştir. Fakat artan dış borçlarla birlikte yanlış ekonomik politikalar Hindistan ekonomisinde 1990-1991 yıllarında krize neden olmuştur (Acharya, 2007: 7). Krizle birlikte ithal ikameci sanayileşme stratejisi tamamen terkedilmiş yerine dış ticaretin serbestleştirilmesine ve ekonomik faaliyetlerin yeniden düzenlenmesine dayalı politikalar izlenmeye başlanmıştır.

Sovyet Rusya'nın 1991 yılında parçalanmasıyla kurulan Rusya Federasyonu'nda eski Sovyet ekonomik sistemi terkedilmiş ekonominin liberalleşmesini amaçlayan yeni birçok reform hayata geçirilmiştir. Sanayi politikaları genel çerçevede özelleştirme ve fiyat serbestliği üzerine inşa edilmiştir. 1993 yılında başlayan özelleştirmelerle tüm KİT'ler yerel ve federal yönetimler arasında bölüştürülmüştür. İmalat, iletişim, enerji ve ağır sanayi gibi önemli sektörlerdeki büyük girişimler federal hükümetin, ticaret ve perakende satış hizmeti sunan küçük ve orta ölçekteki işletmeler yerel yönetimlerin kontrolüne bırakılmıştır. Öte yandan özelleştirme ve fiyat serbestliğini temel alan

reform hareketlerinin yoğunluğu bölgelere göre farklılık göstermiştir. Berkowitz ve De Jong (2001)'a göre bu farklılık bölgelerin büyüme oranları arasındaki farklılığı açıklamaktadır. Ayrıca özelleştirme ve fiyat serbestliği uygulamaları Rusya Federasyonu'ndaki sanayileşmenin uyarıcısı durumundadır. Bu durum ülkelerin sanayi politikalarında birbirinden çok farklı birçok model uygulayabileceklerinin ispatı niteliğindedir. Rusya ekonomisinin modernizasyonu sürecinde doğrudan yabancı yatırımlar hızla artmaya başlamış bununla birlikte ülkede yerli ve yabancı yatırımcıya eşit haklar sunan ve gümrük mevzuatını basitleştiren uygulamalar hayata geçirilmiştir. Son dönemde ise enerji, uçak ve gemi yapımı, otomotiv, ormancılık ve bankacılık sektörlerinde KİT'ler kurularak devletin ekonomideki rolü artırılmıştır.

Çin'de ise sanayileşme politikaları 1950'lerdeki Maoist Büyük Atılım ile başlamıştır. Bu programla Sovyetler ve Hindistan'da olduğu gibi sanayileşme hamleleri merkezden planlanarak hayata geçirilmiştir. Programın ana amacı Çin Halk Cumhuriyeti'ni tarım ülkesinden modern sanayinin hâkim olduğu gelişmiş bir ülkeye dönüştürmek olmuştur. Fakat bu atılım başarılı olamamıştır. Siyasi istikrarın 1960'lı yılların sonlarına doğru Kültür Devriminin ardından yeniden sağlanması ekonomik gelişmenin seyrini düzenli hale getirmiştir. 1970'li yılların sonlarına kadar Çin hükümetinin fiili ithal ikameci sanayileşme stratejisi karşılaştırmalı üstünlükleri hiçe sayarak ağır sanayinin geliştirilmesine odaklanmıştır. Bu durum ekonomiyi merkezden yönetenlerin girdi ve çıktı fiyatlarını sabitlemesine yol açmıştır. Firmaların kendi başlarına üretim yapmaları kısıtlanmış ve teşviklerden yararlanmaları zorlaştırılmıştır. Devletin KİT'lerden beklentisi üretim dışında olabildiğince kar elde etmesi olduğundan işçilere ödenen ücret minimum seviyede tutulmuş, tarım ürünlerinin fiyatı, çiftçilerin ve kırsalda yaşayan halkın olumsuz etkilenerek şehirlere göç etmelerini sağlayacak şekilde düşük seviyelerde belirlenmiştir. Mao döneminin sona ermesiyle karşılaştırmalı üstünlük avantajını kullanmaya başlayan ülke 1980-2010 yılları arasında merkezi planlamadan pazar ekonomisine geçiş yaparak çok uluslu ve ulusal şirketlerin önemli paya sahip olduğu karma bir ekonomik politikayı benimsemiştir. Sanayileşme stratejisinin dönüşüme uğradığı bu süreçte, fiyatlandırma sistemi, dış ticaret, doğrudan yabancı yatırım ve işgücü piyasasında yapılan reformlar ile

KİT'lerin ekonomideki rolünün kademeli olarak azaltılması kilit rol üstlenmiştir (Change, 2012: 153).

Güney Afrika Cumhuriyeti de diğer BRICS ülkelerinde olduğu gibi başlangıçta ithal ikameci sanayileşme stratejisini izlemiştir. 1940'lı yıllarda uygulamaya koyulan bu program tarife uygulamaları, seçilen bazı firmaların (otomobil ve ağır metal sanayi vb.) sermaye sübvansiyonlarıyla desteklenmesi, devletin girişim sermayesini finanse ederek stratejik enerji üreticilerini yaratmasına dayanmaktadır. Daha sonra Milliyetçi Parti hükümetinin ırkçı politikalarına karşı uygulanan uluslararası yaptırımlar ülke ekonomisinin özellikle 1980'li yıllarda yabancı yatırıma ve rekabete karşı kapalı hale gelmesine neden olmuştur. 1994 yılında uygulamaya konulan demokratikleşme sürecine kadar özellikle enerji sektöründe doğal kaynaklara dayalı sanayileşme çabalarına rağmen ülkenin izlediği ithal ikameci sanayileşme stratejisinin sürdürülemez olduğu ortaya çıkmıştır (Chang, 1998: 53). Bu süreçle birlikte ülke ekonomisinin küresel ekonomiye entegre olabilmesi ve sürdürülebilir büyüme hedeflerine ulaşabilmesi için sanayileşmede izlenen stratejilerde değişiklik yapılmıştır. Yapılan değişikliklerle KİT'lerin özelleştirilmesi sınırlandırılmış, Dünya Ticaret Örgütü'ne üye olunmuş, ithalat tarife oranları azaltılmış, Avrupa Birliği ve Güney Afrika Ülkeleri Kalkınma Topluluğu (SADC) ile serbest ticaret anlaşmaları yapılmış ve bölgesel sanayi stratejisi uygulamaya koyulmuştur. Yeni sanayileşme stratejisinin bir diğer boyutu da sendikalaşma faaliyetlerinin bu süreçte hız kazanmasıdır. Bu kapsamda emek sektöründe kayıt dışılığın önüne geçmek ve sendikal faaliyetlere destek olmak amacıyla devlet çatısı altında Ulusal Ekonomik Kalkınma ve İş Konseyi kurulmuştur.

Cumhuriyetin kurulduğu ilk günlerden itibaren Türkiye'de sanayileşme süreci, bir devlet politikası olarak kabul edilmiş ve 1950'li yıllara kadar büyük kısmı devlet öncülüğünde olan birçok önemli sanayileşme atılımı gerçekleştirilmiştir. II. Dünya Savaşı sonrası dönemde bu yöndeki çalışmalar, özel sermayenin de katkılarıyla sürmüştü ve 1960'lı yılların başında merkezi planlamanın hayata geçirilmesiyle yeni bir boyut kazanmıştır. 1970'li yılların sonlarında yüksek düzeydeki dış kaynak kıtlığı ve artan kısa dönem istikrarsızlık

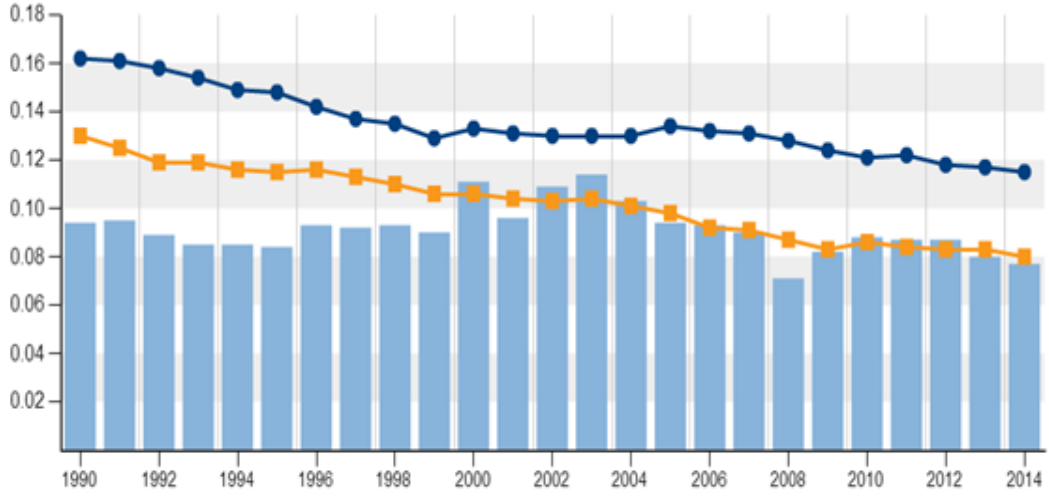
sebebiyle sanayileşme hızı yavaşlamaya başlamıştır. 1980 sonrası dönemde ise Türkiye’de, yeniden yapılanma ve dışa açılma politikaları izlenmiştir. 1980 öncesi dönemde uygulanan ithal ikamesine dayalı ve korumacı içe dönük sanayileşme politikaları yerini ihracata dayalı büyüme politikasına bırakmıştır. Bu süreçte, ülke ekonomisinin küresel ekonomiyle bütünleşmesini amaçlayan dışa dönük politikalar izlenmiştir (Şenses ve Taymaz,2003:1)

Son dönemde ise Türkiye sanayi sektöründe verimliliği arttırmak dolayısıyla enerji yoğunluğunu düşürmek amacıyla birçok proje hayata geçirilmiştir. Bunlardan en önemlisi Sanayide Enerji Verimliliğinin Artırılması (SEVA) Projesi’dir

Bu projeye sanayi sektöründe faaliyet gösteren firmaların enerji tasarruf tedbirleri almaları ve enerji verimliliğini sağlayan teknolojiler kullanmaları hususunda teşvik edilerek sanayide enerji verimliliğinin artırılması amaçlanmaktadır. Proje kapsamında bu amaca yönelik olarak;

- Sanayide enerji verimliliğini destekleyici politika ve kurumsal çerçevenin güçlendirilmesi,
- Enerji yönetim standardı geliştirilmesi ve uygulanması,
- Sanayide ve enerji hizmet sağlayıcılarında farkındalık yaratılması ve kapasite geliştirilmesi,
- Enerji yönetimi uygulamalarıyla ilgili örnek modellemeler oluşturulması planlanmaktadır (Tosunoğlu, Sanayide Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi Açılış Toplantısı Sunumu, 2011).

**Grafik 19. Sanayi Sektörü Enerji Yoğunluğu (tep/1000\$)**



Kaynak: World Energy Council, 2015      ■ Dünya      ■ BRICS      ■ Türkiye

Sanayi sektörü enerji yoğunluğu 1990-2014 yılları arasında tüm dünyada düşmesine rağmen Türkiye’de durağan bir durum sergilemiştir (Grafik 19). Fakat Türkiye sanayi sektörü enerji yoğunluğu, dünya ve BRICS ülkeleri sanayi sektörleri ortalama enerji yoğunluğundan düşüktür. 2014 yılında dünya sanayi sektörü enerji yoğunluğu 0,12 (tep/1000\$) iken Türkiye sanayi sektörü enerji yoğunluğu 0,8 (tep/1000\$) olarak belirtilmiştir (WEC Indicator Database, 2015).

### 2.2.2. Binalar

Enerjinin yoğun olarak kullanıldığı sektörlerden bir diğeri de binalardır. Bu yüzden binalarda tüketilen enerjinin verimliliğini artırarak, enerji yoğunluğunun düşmesini sağlamak hayati önem arz etmektedir. Binalarda tüketilen enerjinin yaklaşık %1’i bina inşa edilirken, %4’ü bakım ihtiyaçları karşılanırken, %12’si malzeme üretiminde, %83’ü ise kullanım esnasında tüketilmektedir (Bernstein vd., 2003: 14)

Binalarda enerji tüketimini etkileyen faktörler ise;

-Binaların sayısı ve genişliği



- Binalarda yaşayan birey sayısı
- Yeni yapılan inşaat sayısı
- İklim farklılıkları( bölgesel farklılıklar)
- Sektördeki istihdam düzeyi
- Kentleşme
- Binaların yaşı
- Binalarda kullanılan yakıt türü şeklinde belirtilebilir (Bernstein vd., 2003: 17)

Binalarda kullanılan enerji, konutlarda kullanılan enerji ve ticari amaçla kullanılan enerji olarak iki başlık altında incelenebilir.

#### **2.2.2.1. Konutlarda Enerji Tüketimi**

Konutlarda tüketilen enerjinin büyük bir kısmı ısıtma, soğutma ve havalandırma amacıyla kullanılmaktadır. Konutlarda enerji kullanımı beş kategoride toplanabilir. Oda ısıtması, ev cihazlarında elektrik kullanımı, su ısıtma, pişirme ve aydınlanma. (Howart ve diğeri, 1993: 28)

Konut sektöründe kullanılan enerjinin bir kısmı elektrik bir kısmı da yakıt olarak kullanılmaktadır. Konutlarda elektrik enerjisi olarak tüketilen miktar yakıt olarak tüketilen miktara göre daha hızlı artmaktadır. Bunun başlıca sebepleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- 1)İş veya eğlence için kullanılan elektronik aletlerin gün geçtikçe artması
- 2)Hane halkının ısınma için kullandığı yakıt miktarındaki azalma
- 3)Elektrik enerjisinin ısıtma sistemlerinde yakıtları ikame edebilmesi

### 2.2.2.2. Ticari İşyerlerinde Enerji Tüketimi

Konutlarda enerji tüketiminde olduğu gibi ticari işyerleri ve hizmet binalarında da tüketilen enerjinin büyük bir kısmı ısıtma, soğutma ve havalandırma amacıyla kullanılmaktadır. Ticari işyeri ve hizmet binalarında kullanılan enerjinin tüketim yapısı, konutlarda tüketilen enerji tüketiminin yapısıyla aynı özelliklere sahip olmasına rağmen bu sektörde faaliyet gösteren binaların hastane, okul, ofis, pansiyon, lokanta, alış-veriş merkezi ve market vb. amaçlarla kullanılmasından dolayı metrekare başına tüketilen enerji miktarları ve enerji yoğunlukları farklılık göstermektedir. Ticari sektörde en çok enerji tüketilen alt sektörler perakende satış hizmeti sunan işletmeler ile ticari amaçla kullanılan ofislerdir (EERE, 2010: 16)

Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2013 yılı verilerine göre dünya nihai enerji tüketimi 9301 Mtep düzeyinde gerçekleşirken aynı yılda ticari amaçla kullanılan binalarda tüketilen enerji 751 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Bu değer nihai enerji tüketimi değerinin yaklaşık %8'ine karşılık gelmektedir.

Ticari amaçla kullanılan binalarda enerji verimliliğinin artırılarak enerji yoğunluğunu düşürebilmek için;

- Binalarda enerji performansı uygulamaların etkinleştirilmesi,
- Yeni binalarda ısıtma ve soğutma için hesaplama yöntemlerinin bütünlük bina tasarımı yaklaşımıyla ilişkilendirilerek geliştirilmesi,
- Binalarda enerji verimliliği programı ve yol haritasıyla öncelikli eylemlerin belirlenmesi,
- Ölçme ve değerlendirme yönteminin geliştirilmesi,
- Binalarda enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji teşvikleri için finansal mekanizma önerileri geliştirilmesi gerekmektedir (Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması Proje Özeti, Proje Açılış Toplantısı: 2011)

### 2.2.3.Ulaştırma

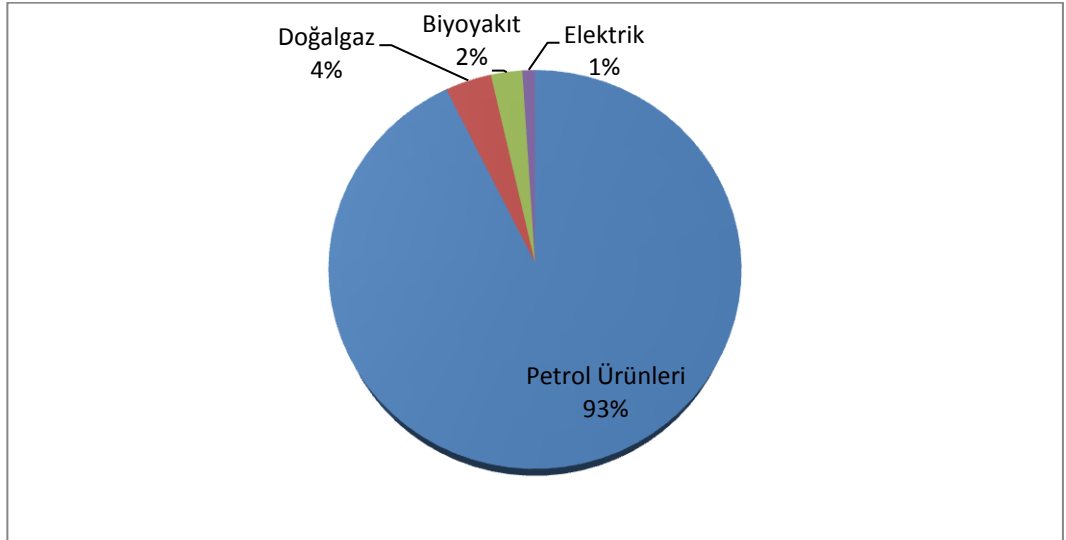
Ulaştırma sektöründeki enerji tüketimini etkileyen belli başlı etkenler enerji fiyatları, toplu taşımaya karşın kişisel ulaşım miktarı (otomobil) ve yük taşımacılığıdır. Sektörün tüketim açısından daha ekonomik ve çevre dostu bir yapıya kavuşturulması için ulaşım politikasının oluşturulması şarttır. Ulaştırma sektörü iki alt başlıkta incelenebilir.

-Yolcu taşımacılığı

-Yük taşımacılığı

Yolcu ve yük taşımacılığının önemli bir bölümü karayolları ile yapılmaktadır. Örneğin Türkiye’de büyüme eğilimlerinin son 25 yıla paralel seyretmesi durumunda 2020 yılında, yük trafiğinin bugünkü düzeyinin 2,5 katına (300 milyar ton/km) çıkacağı yolcu trafiğinin ise yaklaşık 3,3 katına (540 milyar yolcu/km), tahmin edilmektedir (Mühendis Makina Dergisi: 30).

Şekil 5.Ulaştırma Sektöründe Kullanılan Enerji Miktarı (Yakıt Tiplerine Göre)



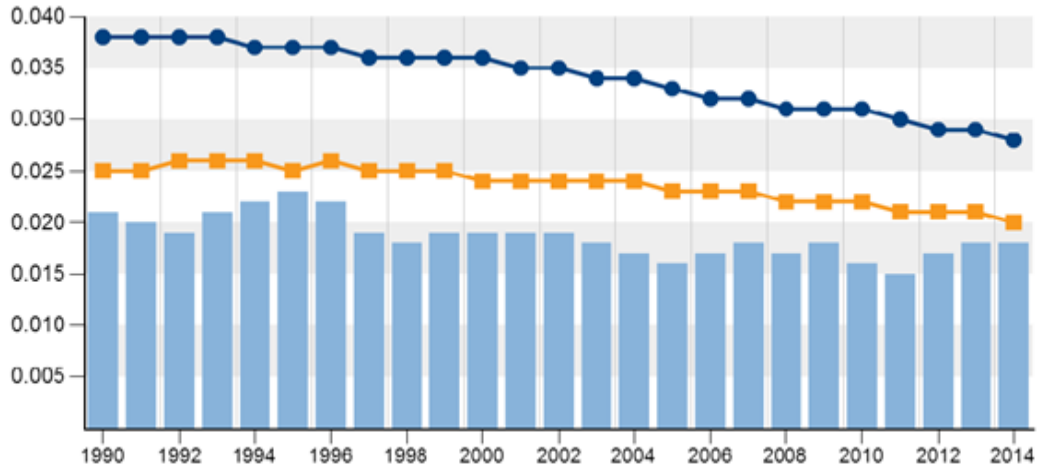
Kaynak: IEA, 2015

Uluslararası Enerji Ajansı 2013 yılı verilerine göre dünya genelinde ulaştırma sektöründe kullanılan enerjinin %93’ü petrol ürünlerinden karşılanmaktadır (Şekil 5). Aynı yılda dünya nihai enerji tüketimi 9301 Mtep olarak gerçekleşirken

ulaştırma sektörü nihai enerji tüketimi 2564 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Petrol ürünlerinin nihai enerji tüketimindeki payı oldukça yüksektir. Bu bağlamda neredeyse tamamen petrole bağımlı ulaştırma sektörü nihai petrol tüketiminde belirleyici etkiye sahiptir. Yeterli doğal kaynağa sahip olmayan ülkelerin bu nedenle dışa bağımlı olması kaçınılmazdır.

Ulaştırma sektöründe enerji tüketiminin en fazla olduğu ulaştırma alt sektörü karayollarıdır. Kişisel ulaşım araçlarının lüzumsuz kullanımı enerji israfını arttırmakta ve çevresel zararlara neden olmaktadır. Bu nedenle ulaşım sektöründeki alt sektörlerin ulaşımdaki paylarının artırılması ve bireysel kullanımların azaltılması bu sektördeki enerji yoğunluğunun düşürülmesinde önemli rol oynamaktadır. Ulaştırma sektöründeki enerji yoğunluğunu düşürmenin bir diğer yolu da enerji verimliliği yüksek kara motorlarını geliştirmektir. Böylelikle enerji tasarrufu sağlanarak enerji yoğunluğunu düşürmek mümkün olacaktır. Öte yandan büyük bir kısmı karayolları aracılığı ile yapılan yolcu ve yük taşımacılığı diğer ulaşım yollarına kaydırılarak ulaştırma sektöründeki enerji yoğunluğu değerinin azalmasını sağlamak mümkündür.

**Grafik 20. Ulaştırma sektörü Enerji Yoğunluğu (tep/1000\$)**



Kaynak: World Energy Council, 2015

■ Dünya ■ BRICS ■ Türkiye

Türkiye ulaştırma sektörü enerji yoğunluğu sanayi sektöründe olduğu gibi dünya ortalamasının altındadır (Grafik 20). 1990 yılından bu yana dünya ulaştırma sektörü ortalama enerji yoğunluğu sürekli düşmüştür. Öte yandan

BRICS ülkeleri ulaştırma sektörü enerji yoğunluğu seyri Türkiye ile paralellik göstermektedir. 2014 yılı ulaştırma sektörü enerji yoğunluğu dünyada 0,28 (tep/1000\$) iken, Türkiye’de 0,18 (tep/1000\$) olarak gerçekleşmiştir (WEC Indicator Database, 2015).

### **2.3. Ekonomik ve Çevresel Açıdan Enerji Göstergeleri**

Ekonomik çevresel ve diğer sosyo-ekonomik durumların tarihsel gelişimini anlamak için bu değişimin altında yatan temel göstergeleri analiz etmek gerekmektedir. Enerji eksenli çevresel ve ekonomik çalışmaların temel çalışma alanı bu göstergelerin üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu göstergelerin kullanılmasının temelde iki nedeni vardır. Bunlar;

-Göstergelerin mevcut durumu açık, anlaşılır ve niceliksel olarak ifade etmesi,

-Söz konusu ekonomik ve çevresel faktörlerde meydana gelen değişimin neden kaynaklandığını belirlemeye ve karşılaştırma yapabilmeye olanak sağlamasıdır (Zhang, 1999: 25).

Schipper v.d.(2001)’e göre enerji alanındaki göstergeler ayrıştırılmış verilerden merkezi eğilimleri elde edebilmek için olanak sağlamaktadır. Enerji analizi çalışmalarında göstergeler ayrıştırma çerçevesinde enerji tüketimi ve bireylerin faaliyetleri arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır.

1970’li yıllardan bu yana enerji araştırmacıları, enerji tüketiminde yapısal değişikliklerin etkilerini ve sektörel enerji yoğunluğu değişikliklerini incelemek için ayrıştırma metodu olarak adlandırılan ve enerji araştırmacıları tarafından kabul gören bir yöntemi uygulamaya devam etmektedir. Bu metotla yapılan çalışmaların büyük kısmı ulusal enerji ve çevre konularında politik araçlar olarak kullanılmaktadır. Ayrıştırma analizleriyle herhangi bir faktörün miktarındaki değişimin nedeni aranmaktadır. Bu analizle örneğin enerji tüketimindeki artışın üretim yapısındaki değişikliklerden mi yoksa yoğunluk etkisinden mi kaynaklandığı bulunabilmektedir.

Bu kapsamda çalışmanın bu bölümünde ekonomik ve çevresel açıdan enerji göstergelerinden olan enerji tüketimi, enerji yoğunluğu ve CO<sub>2</sub> emisyonu göstergeleri açıklanacaktır. Daha sonra bahsedilen göstergelerin ayrıştırılmasında kullanılan yöntemler detaylı bir şekilde incelenecektir.

### 2.3.1. Enerji Tüketimi Göstergesi

Toplam sanayi üretiminde kullanılan enerji miktarını  $E$ , toplam sanayi üretimini  $Q$  olarak kabul edildiğinde herhangi bir  $i$  sektörü için enerji tüketim yoğunluğu  $I_i = \frac{E_i}{Q_i}$ , sanayi sektöründeki herhangi bir  $i$  alt sektörüne ait üretimin, toplam sanayi üretimi ( $Q$ ) içindeki payı ise  $s_i = \frac{Q_i}{Q}$  olacaktır. Bu durumda bütün toplamların  $p$  tane sanayi sektörü üzerinden alındığı varsayılırsa enerji tüketimi ( $E$ ) şu şekilde tanımlanabilir (Park 1992, Sun 1998):

$$E = Q \cdot \frac{E}{Q} = Q \cdot \sum \frac{E_i}{Q_i} \cdot \frac{Q_i}{Q} = Q \cdot \sum I_i s_i \dots (2.2)$$

Bu gösterge genel bir problemin özel durumudur.  $V = \sum_{i=0}^n V_i = \sum x_{1i}, x_{2i} \dots x_{ni}$  çarpımsal ayrıştırma yönteminden hareketle  $V=E$ ,  $x_{1i}=Q$ ,  $x_{2i} = I_i$  ve  $x_{3i} = s_i$  olarak kabul edilebilir.

Eşitlik (2.2)'ye göz önünde bulundurulduğunda enerji tüketimi ( $E$ ) üç farklı etkiye ayrıştırılabilir. Bunlar;

- Sektör üretiminin GSYİH'ya katkısı olarak tanımlanan, bir sektör yada ekonomide üretimin her basamağındaki faaliyetleri gösteren üretim ya da faaliyet etkisi ( $Q$ ),
- Üretim yada faaliyetlerin yapısındaki değişim ve kaymaları gösteren yapısal etki (Bu etkileşim sektörler arası veya sektör içinde olabilir ( $s_i = \frac{Q_i}{Q}$ ))
- Enerji verimliliğindeki reel değişimi gösteren yoğunluk etkisidir ( $I$ ).

### 2.3.2. Enerji Yoğunluğu Göstergesi

Enerji yoğunluğu, bir birimlik üretimde ne kadar enerji tüketildiğinin göstergesidir. Tüm dünya tarafından kabul edilen bu gösterge, sektörlerin milli gelire katkısını belirlemede ve sektörlerin üretimde kullandıkları enerji miktarını belirlemede oldukça etkindir (Gonzalez ve Suarez 2003, Choi ve Ang 2002). Toplam enerji yoğunluğunu ( $I$ ) matematiksel olarak ifade edersek;

$$I = \frac{E}{Q} = \sum \frac{E_i}{Q_i} \cdot \frac{Q_i}{Q} = \sum I_i S_i \dots (2.3)$$

Eşitlik (2.3)'e bakacak olursak iki etkiyi görebiliriz. Bunlardan birincisi sektörel enerji yoğunluğundaki ( $I_i$ ) değişimden kaynaklanan ve toplam enerji yoğunluğunda ( $I$ ) meydana gelen değişimi gösteren enerji yoğunluğu etkisi (verimlilik etkisi), ikincisi üretim yapısındaki kaymalardan kaynaklanan değişimi gösteren yapısal etkidir ( $S_i$ ).

Enerji yoğunluğu etkisi, enerji kullanımındaki verimlilik değişimlerini belirlemede kullanılmaktadır. Diğer taraftan yapısal etki ise ekonomideki yapısal değişimin enerji yoğunluğunu ne ölçüde etkilediğini göstermektedir. Enerjinin kullanıldığı sektörün üretim yapısına göre yapısal etki ve yoğunluk etkisi farklılık gösterebilmektedir. Örneğin hizmet sektöründe tüketilen enerji miktarının sanayi sektöründe kullanılan enerji miktarından az olmasından dolayı hizmet sektöründe enerji yoğunluğu sanayi sektöründen daha düşüktür. Üretimde teknolojik makine ve teçhizat kullanıldığı durumlarda verimlilik kaynaklı yoğunluk düşecektir.

Bu göstergede enerji tüketim göstergesinde olduğu gibi genel bir problemin özel durumudur.

$$V = \sum_{i=0}^n = V_i = \sum x_{1i}, x_{2i} \dots x_{ni}$$

$$V=I, \quad x_{1i} = S_i \text{ ve } x_{2i} = I_i \text{ 'dir.}$$

Enerji tüketimi göstergesi üç farklı etkiye ayrıştırılabilirken, enerji yoğunluğu göstergesi yoğunluk etkisi ve yapısal etki olarak iki farklı etkiye ayrıştırılabilir.

### 2.3.3. Karbon Emisyonu Göstergesi

Çoğu sanayileşmiş dünya ülkesi enerji ihtiyacını fosil yakıtlarla karşılamaktadır. Bu yakıtlar yandığında ortaya karbondioksit ( $CO_2$ ), nitrooksit ve metangazı gibi zararlı gazlar açığa çıkmaktadır. Karbondioksit gazı küresel ısınmanın temel nedenlerinden kabul edilmektedir. Karbon emisyonu göstergesi bir birimlik enerji kullanımının neden olduğu karbondioksit miktarını belirlemede kullanılmaktadır. Karbon emisyonu göstergesinin yüksek olması enerji tüketilirken açığa çıkan gaz miktarının yüksek olduğunu gösterir. Enerji yoğunluğunda meydana gelen bir dalgalanma başta sanayi olmak üzere enerji tüketiminin tüm sektörlerde arttığına işaret etmektedir. Enerji yoğunluğuyla beraber milli gelirdeki bir artış enerji tüketimi- büyüme dengesini sağlayacaktır. Şayet enerji yoğunluğundaki artış oranı milli gelirdeki artış oranından büyük olursa özellikle petrol ya da kömür gibi fosil yakıtları kullanan ülkelerin üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları artacaktır. Bununla birlikte teknolojik yeniliklerin geliştirilmesi, üretimi azaltmadan sera gazı salınımını azaltmaya imkân sunacaktır (Metcalf, 2008:21).

Bu amaçla ülkeler karbon emisyonu değerlerini düşürmek için politikalar geliştirmektedir. Matematiksel olarak ifade etmek gerekirse (Sun ve Ang 2000, Ang ve Liu 2001);

$$C = \sum_j C_j = \sum_j \frac{E_j}{E} \cdot \frac{C_j}{E_j} \cdot \frac{E}{Q} \cdot Q \quad \dots (2.4)$$

Eşitlik (2.4)'te verilen  $C$ , toplam karbon emisyonunu,  $C_j$ ,  $j$  yakıt türünden kaynaklanan karbon emisyonunu,  $Q$  toplam sanayi üretimini,  $E$  bütün yakıt türlerinden sağlanan enerji tüketimini,  $E_j$ ,  $j$  türü yakıttan sağlanan enerji miktarını,  $F_j = \frac{C_j}{E_j}$ ,  $j$  türü yakıt için karbon emisyonu katsayısını ve  $I = \frac{E}{Q}$  toplam enerji yoğunluğunu göstermektedir.

Bu gösterge dört farklı etkiye ayrıştırılabilir. Bunlar;



-Yakıt oranı etkisi  $\left(\frac{E_j}{E}\right)$

-Emisyon katsayısı etkisi  $\left(\frac{C_j}{E_j}\right)$

-Yoğunluk etkisi  $\left(\frac{E}{Q}\right)$

-Faaliyet yâda üretim etkisidir.  $(Q)$

## 2.4.Enerji Yoğunluğu Göstergesinin Ayrıştırılması

### 2.4.1. Ayrıştırma Analizi

Ekonomik ve çevresel açıdan enerji göstergelerindeki değişimi açıklayabilmek ve bu değişime neden olan faktörleri ortaya çıkarabilmek için kullanılan yöntemlere ayrıştırma analizi (*decomposition analysis*) denilmektedir. 1973 petrol krizinden sonra ülkeler kendi enerji tüketimlerini kontrol altına almak için öncelikle hangi faktörlerin enerji tüketimini etkilediğini bulmaya çalışmışlardır. Ayrıştırma yöntemleri bu amaçla geliştirilmiştir. Daha sonra bu yöntemler enerji merkezli çevre kirlilikleri, materyal akışı ve kaydıleştirme, ulusal enerji verimliliği eğilimleri yada ülke bazında karşılaştırmalarda kullanılmıştır (Ang, 2004: 1138).

Ayrıştırma analizleri, ekonominin yapısının farklılaşmasıyla değişen göstergelerin altında yatan temel faktörlerin incelenmesine imkân sunmaktadır. Bu yöntem kullanılarak enerji tüketiminin yıllar içerisindeki değişiminde ülkenin yapısal, verimlilik ya da üretiminden kaynaklanan etki payları açıkça belirlenebilmektedir.

Ayrıştırma metodu girdi-çıktı tekniklerini kullanan ‘yapısal ayrıştırma analizi’ ve parçalama tekniklerini kullanan ‘indeks ayrıştırma analizi’ olarak iki genel başlıkta toplanabilir (Hoekstra ve Van der Bergh, 2003: 47). Endeks ayrıştırma analizinde (*Index Decomposition Analysis-IDA*) toplamsal girdi-çıktı tabloları kullanılırken yapısal ayrıştırma analizinde (*Structural Decomposition Analysis-*

SDA) ise, girdi çıktı katsayıları ile girdi çıktı tablolarından türetilen nihai talebi kullanılmaktadır. Her iki yöntemin de kendine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. SDA yönteminde yer alan girdi çıktı tabloları dolaylı talep etkisini içermekte böylelikle dolaylı ve doğrudan enerji taleplerini birbirinden ayırabilmektedir. IDA yönteminde dolaylı talebin etkisi ölçülemez. IDA yönteminin özellikle enerji ve çevre konularında kolay uygulanabilirliği ve yorumlanabilmesi, belli bir büyüklükte herhangi bir zaman serisine uygulanabilmesi gibi bazı avantajları söz konusudur (Ma, Stern, 2008: 1039'den aktaran Yılmaz, 2012: 149). SDA genellikle girdi taleplerindeki değişimlerden kaynaklanan üretimdeki teknolojik etkileri analiz ederken, IDA üretim yapısındaki değişikliklerin etkisini analiz etmektedir. Her iki yöntemde yoğunluk etkisini içermektedir. Toplam enerji tüketimindeki değişim sektör başına düşen enerji miktarı, sektör başına düşen enerjinin yapısı ve kişi başına düşen enerji tüketiminin yoğunluğu olarak ayrıştırılabilir. Bunlar sırasıyla çıktı etkisi, yapısal etki ve yoğunluk etkisi olarak tanımlanmaktadır (Wadeskog vd., 2003: 6).

Ayrıştırma analizi seviyeye, yoğunluğa ya da esnekliklere göre yapılabilmektedir. SDA analizi çoğu zaman özellikle farklı iki dönem arasında emisyon düzeylerindeki değişimi tanımlamak için kullanılmaktadır. Bu yaklaşıma 'seviyeye göre ayrıştırma analizi' denmektedir. IDA analizi de seviyeye göre ayrıştırma analizi için kullanılabilir fakat IDA genellikle enerji yoğunluğunun ayrıştırılmasında tercih edilmektedir.

SDA analizinde baz yıl için hesaplanan girdi-çıkıtı tablolarının tam olarak oluşturulması gerekirken IDA analizi sektör çıktılarının zaman serileri gibi verilere gereksinim duymaması açısından daha kolaydır. Her iki metot da farklı indekslerle çalışabilir. Fakat IDA, SDA'dan farklı olarak geleneksel Divisia, arındırılmış Divisia ve uyarlanmış Divisia gibi indekslerin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır.

### 2.4.1.1. İndeks Ayırıştırma Analizi

Enerji yoğunluğu ayırıştırma analizlerinde sıkça kullanılan IDA yöntemi hem çarpımsal hem de toplamsal olarak ifade edilebilmektedir. Fakat enerji yoğunluğu üzerinde yapılan çalışmalarda matematiksel olarak daha iyi yorumlanabildiği için çarpımsal formüller kullanılmaktadır (Liu, 2003: 23). Örneğin ekonomideki sanayi sektörünün sadece imalat sanayiinden oluştuğu ve bu sektörde  $n$  tane alt sektöre ayrıştığı kabul edildiğinde ayırıştırılmak istenen büyüklük ( $V$ )

$$V = \sum_{i=0}^n V_i = \sum x_{1i}, x_{2i} \dots x_{ni} \text{ şeklinde ifade edilebilir.}$$

$0$  ve  $T$  indisleri,  $0$  ve  $T$  yıllarındaki göreceli değişkenleri tanımlamaktadır ve bütün toplamlar  $n$  tane sanayi sektörüne bölünmektedir.

Bu durumda çarpımsal ayırıştırma;

$$D_{\text{tot}} = \frac{V_T}{V_0} = D_{x1} \cdot D_{x2} \cdot D_{x3} \dots (2.5)$$

Burada  $D_{x1}$ ,  $x_i$  faktöründen kaynaklanan etki olarak tanımlanmaktadır. Toplam enerji yoğunluğundaki değişim çarpımsal ayırıştırma yöntemiyle ayırıştırılabilir.

$$D = \frac{I^T}{I^0} = D_S \cdot D_1 \dots (2.6)$$

Eşitlik (2.6) 'da  $D_S$  yapısal etkiyi,  $D_1$  yoğunluk etkisini göstermektedir. Toplam enerji yoğunluğundaki nispi değişim çarpımsal indisler tarafından açıklanmaktadır. Şayet ( $D_S$  ya da  $D_1$ ) değişkenlerinin çarpımı sabit ise yapısal değişim(yapısal etki) ya da sektörel enerji yoğunluğu (yoğunluk etkisi) gibi faktörlerin toplam üzerinde etkisi olmadığı kabul edilmektedir (Liu ve Ang, 2003: 17). Çarpım yönteminde  $I$  büyüklüğünün  $0$  yılındaki değerinin tersi ile  $t$  yılındaki değeri çarpılır.

Toplamsal ayrıştırma ise;

$$\Delta V_{tot} = V_T - V_0 = \Delta V_{x1} + \Delta V_{x2} + \dots + \Delta V_{xn} \quad \dots (2.7)$$

Burada  $\Delta V_{x1}$ ,  $x_i$  faktöründen kaynaklanan etkiyi gösterir. Yukarıda (2.6) ve (2.7) numaralı denklemlerde gösterilen toplamsal ve çarpımsal yaklaşımlar ‘mükemmel ayrıştırmalar’ olarak adlandırılmaktadır. Bu şekilde adlandırılmasının nedeni  $V$  toplam göstergesindeki değişimin,  $x_1$ ,  $x_2$ , ...,  $x_{xn}$  faktörlerinden kaynaklanan etkilerin toplamına eşit olması ve açıklanamayan kısmının olmamasıdır. Fakat uygulamada bu durumun gerçekleşmesi çok zordur (Ang, 2005: 867’den aktaran Yılmaz, 2012: 151).

Toplam enerji tüketimi toplamsal ayrıştırma metoduyla ayrıştırılabilir. Bunun nedeni enerji tüketiminin enerji yoğunluğunun aksine toplamsal olarak ifade edilmesidir. Toplamsal ayrıştırma yönteminde enerji tüketimi ( $E$ ) büyüklüğünün  $t$  yılındaki değerinden 0 yılındaki değeri çıkarılarak  $E$ ’deki toplam değişim bulunur. Değişimin ayrıştırılmasını temelde  $x$  ve  $y$  gibi iki değişken olduğunu varsayarak ifade etmek gerekirse,  $E=x*y$  olmak üzere  $E$  deki değişim;

$$\Delta E = E^t - E^0 \quad \dots(2.8)$$

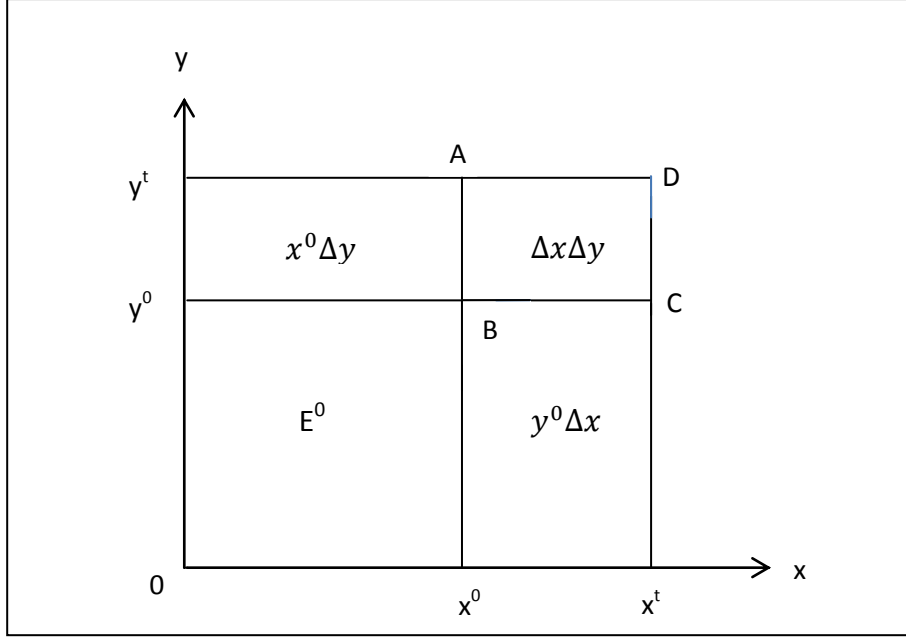
$$\Delta E = x^t y^t - x^0 y^0 \quad \dots (2.9)$$

$$\Delta E = (x^t - x^0)y^0 + (y^t - y^0)x^0 + (x^t - x^0)(y^t - y^0) \quad \dots (2.10)$$

$$\Delta E = y^0 \Delta x + x^0 \Delta y + \Delta x \Delta y \quad \dots (2.11)$$

Eşitlik (2.8) enerji tüketiminde 0’dan  $t$  yılına kadar olan değişimi göstermektedir. Eşitlik (2.9)’da ise sırasıyla  $E$ ’nin  $t$  ve 0 yılındaki büyüklükleri  $x$  ve  $y$  cinsinden tanımlanmıştır. Eşitlik (2.11)’deki ‘ $y^0 \Delta x$ ’ ve ‘ $x^0 \Delta y$ ’ ifadeleri sırasıyla  $x$  ve  $y$  deki değişimden kaynaklanan etkidir, son terim ise ayrıştırma modelindeki artık değerdir. Artık değer tam olarak ne  $x$ , ne de  $y$ ’de meydana gelen değişim tarafından açıklanabilen etki olarak tanımlanmaktadır (Ang, 2005: 869’dan aktaran Yılmaz, 2012: 151).

Şekil 6. İki Değişkenli Ayrıştırma



Kaynak: Liu, 2006: 76-77

Şekilde 8’de görüldüğü gibi I büyüklüğünün ilk değerini ‘ $y^0 B x^0$ ’ dikdörtgeni yani  $E^0$  ‘ı göstermektedir.  $x$  ve  $y$ ’deki değişim sonucunda bu büyüklük ‘ $y^t D x^t 0$ ’ dikdörtgenine yani  $E^t$ ’ye çıkmaktadır.  $E^0$ ’dan  $E^t$ ’ye meydana gelen toplam değişimde,  $y$ ’den kaynaklanan etki  $x^0 \Delta y$  ( $y^t A B y^0$  dikdörtgeni) büyüklüğü iken,  $x$ ’ten kaynaklanan etki  $y^0 \Delta x$  ( $B C x^0 x^t$  dikdörtgeni) şeklindedir.  $A B C D$  dikdörtgeni ( $\Delta x \Delta y$ ) ise artık değerdir. Bu değerde  $x$ ’in veya  $y$ ’nin katkısı tam olarak bilinemediği için her iki değişkenin bu noktada katkısının eşit olduğu kabul edilmiştir. Artık değer  $x$  ve  $y$  değişkenlerinin büyüklüğüne bağlı olarak değişebilir ve ancak herhangi bir değişkendeki değişimin sıfır olması durumunda ortadan kaybolmaktadır (Sun, 1998’den aktaran Yılmaz, 2012: 151). Bu durumda  $x$ ’in ve  $y$ ’nin etkisi şu şekilde ifade edilir;

$$x_{etkisi} = y^0 \Delta x + \frac{1}{2} \Delta x \Delta y \quad \dots(2.12)$$

$$y_{etkisi} = x^0 \Delta y + \frac{1}{2} \Delta x \Delta y \quad \dots(2.13)$$

$$\Delta E = x_{etkisi} + y_{etkisi} \quad \dots(2.14)$$

$$E^t - E^0 = x_{etkisi} + y_{etkisi} \quad \dots(2.15)$$

$$\frac{E^t}{E^0} = 1 + \frac{x_{etkisi}}{E^0} + \frac{y_{etkisi}}{E^0} \quad \dots(2.16)$$

Modelde  $E=x*y*z$  şeklinde üç değişkenin bulunması halinde bu değişkenlerin E'de meydana gelen değişimdeki etkileri sırasıyla şu şekilde olacaktır;

$$x_{etkisi} = y^0 z^0 \Delta x + \frac{1}{2} \Delta x (z^0 \Delta y + y^0 \Delta z) + \frac{1}{3} \Delta x \Delta y \Delta z \quad \dots (2.17)$$

$$y_{etkisi} = x^0 z^0 \Delta y + \frac{1}{2} \Delta y (z^0 \Delta x + x^0 \Delta z) + \frac{1}{3} \Delta x \Delta y \Delta z \quad \dots (2.18)$$

$$z_{etkisi} = x^0 y^0 \Delta z + \frac{1}{2} \Delta z (y^0 \Delta x + x^0 \Delta y) + \frac{1}{3} \Delta x \Delta y \Delta z \quad \dots (2.19)$$

$$\Delta E = x_{etkisi} + y_{etkisi} + z_{etkisi} \quad \dots (2.20)$$

$$E^t - E^0 = x_{etkisi} + y_{etkisi} + z_{etkisi} \quad \dots (2.21)$$

$$\frac{E^t}{E^0} = 1 + \frac{x_{etkisi}}{E^0} + \frac{y_{etkisi}}{E^0} + \frac{z_{etkisi}}{E^0} \quad \dots(2.22)$$

Hem çarpımsal hemde toplamsal ayrıştırma yöntemlerinde artık terimin ( $D_{rsd}, \Delta V_{rsd}$ ) olduğu durum sırasıyla;

- $D = \frac{I^T}{I^0} = D_S \cdot D_1 \cdot D_{rsd} \quad \dots(2.22)$

- $\Delta V_{tot} = V_T - V_0 = \Delta V_{x1} + \Delta V_{x2} + \dots + \Delta V_{xn} + \Delta V_{rsd} \quad \dots (2.23)$

şeklinde dir. Mükemmel ayrıştırma söz konusu olduğunda çarpımsal ayrıştırma yöntemindeki artık terim ( $D_{rsd}$ ) 1'e, toplamsal ayrıştırma yaklaşımındaki artık

terim ( $\Delta V_{rsd}$ ) 0'a eşit olmak zorundadır. Herhangi bir büyüklük IDA yöntemiyle ayrıştırılırken uygun indeksin belirlenmesindeki en önemli faktör artık terimin olabildiğince küçük çıkmasıdır.

#### **2.4.1.2. Enerji Göstergelerini Ayrıştırmak İçin Kullanılan Endeksler**

Enerji ve çevre konularında kolay uygulanabilirliği ve anlaşılır sonuçlar vermesi nedeniyle faydalanılan Endeks Ayrıştırma Analizinin (IDA) kullandığı birçok endeks bulunmaktadır (Huang, 1993: 39). Enerji alanında kullanılan endeksler şunlardır;

-Belirli bir yılın baz olarak alındığı Laspeyres Endeksi

-Sabit değişkenin olmadığı zaman serilerine kolay uygulanan Divisia Endeksi

-Diğer Yöntemler (Ortalama değişim oranı endeksi ve Stüvel Endeksi v.b.) (Ma ve Stern, 2008: 1039).

**Tablo 6. Enerji Göstergelerini Ayrıştırmak İçin Kullanılan Endeksler**

İndeks	Fiyat(P) ve Miktar (Q) indisleri
Laspeyres	$P_L = \frac{\sum_i P_{i,t} Q_{i,0}}{\sum_i P_{i,0} Q_{i,0}}$ $Q_L = \frac{\sum_i P_{i,0} Q_{i,t}}{\sum_i P_{i,0} Q_{i,0}}$
Divisia	$P_D = \exp \left( \int_0^t \sum_i w_{i,t} \frac{dP_i}{dt} dt \right)$ $Q_D = \exp \left( \int_0^t \sum_i w_{i,t} \frac{dQ_i}{dt} dt \right)$
Paasche	$P_p = \frac{\sum_i P_i P_{i,t}}{\sum_i P_{i,0} Q_{i,t}}$ $Q_P = \frac{\sum_i P_{i,t} Q_{i,t}}{\sum_i P_{i,t} Q_{i,0}}$
Marshall-Edgeworth	$P_E = \frac{\sum_{i,t} P_{i,t} (Q_{i,t} + Q_{i,0})}{\sum_i P_{i,0} (Q_{i,t} + Q_{i,0})}$ $Q_E = \frac{\sum_{i,t} Q_{i,t} (P_{i,t} + P_{i,0})}{\sum_i Q_{i,0} (P_{i,t} + P_{i,0})}$
Fisher Ideal	$P_F = \sqrt{P_L \cdot P_p}$ $Q_F = \sqrt{Q_L \cdot Q_P}$
Stuvel	$P_S = \frac{P_L - Q_L}{2} + \sqrt{\left( \frac{P_L - Q_L}{2} \right)^2 + \frac{V_T}{V_0}}$ $Q_S = \frac{Q_L - P_L}{2} + \sqrt{\left( \frac{Q_L - P_L}{2} \right)^2 + \frac{V_T}{V_0}}$
Törnqvist	$w_i = \frac{w_{i,T} + w_{i,0}}{2}$ ise; $P_T = \prod_i \left( \frac{P_{i,T}}{P_{i,0}} \right)^{w_i}$ $Q_T = \prod_i \left( \frac{Q_{i,T}}{Q_{i,0}} \right)^{w_i}$
Vartia I	$w_i = \frac{L(V_{i,T}, V_{i,0})}{L(\sum_i V_{i,T}, \sum_i V_{i,0})}$ ise; $P_V = \exp \left( \sum_i w_i \ln \left( \frac{P_{i,T}}{P_{i,0}} \right) \right)$ $Q_V = \exp \left( \sum_i w_i \ln \left( \frac{Q_{i,T}}{Q_{i,0}} \right) \right)$
Sato- Vartia	$w_i = \frac{L(w_{i,T}, w_{i,0})}{\sum_i [L(w_{i,T}, w_{i,0})]}$ olduğu durumda ise; $P_V = \exp \left( \sum_i w_i \ln \left( \frac{P_{i,T}}{P_{i,0}} \right) \right)$ $Q_V = \exp \left( \sum_i w_i \log \left( \frac{Q_{i,T}}{Q_{i,0}} \right) \right)$

Not:  $V_0 = \sum_i P_{i,0} Q_{i,0}$  ,  $V_t = \sum_i P_{i,t} Q_{i,t}$  ,  $w_{i,t} = \frac{V_{i,t}}{V_t}$  ,  $w_{i,0} = \frac{V_{i,0}}{V_0}$  ,  $L(x,y) = (y-x) / \ln(y/x)$

Kaynak: Liu ve Ang: 2003: 18



**Tablo 7. Kullanılan Endekslere Göre Yapısal Etki ve Yoğunluk Etkisi**

Yöntem	Kullanılan endeks	Yapısal Etki	Yoğunluk etkisi
Çarpımsal Ayırıştırma	Laspeyres Endeksi	$\frac{\sum_i (a_i S_{i,t} I_{i,0} + \beta_i S_{i,t} I_{i,t})}{\sum_i (\gamma_i S_{i,0} I_{i,0} + \lambda_i S_{i,0} I_{i,t})}$	$\frac{\sum_i (a_i S_{i,0} I_{i,t} + \beta_i S_{i,t} I_{i,0})}{\sum_i (\gamma_i S_{i,0} I_{i,0} + \lambda_i S_{i,t} I_{i,0})}$
	Divisia Endeksleri (Törnqvist, Vartia ve Sato Vartia)	$\exp \left[ \sum_i w_i^* \ln(S_{i,t}/S_{i,0}) \right]$	$\exp \left[ \sum_i w_i^* \ln(I_{i,t}/I_{i,0}) \right]$
	Laspeyres Endeksi	$\sum_i [I_{i,0} + \beta_i (I_{i,t} - I_{i,0}) \times (S_{i,t} - S_{i,0})]$	$\sum_i [S_{i,0} + \beta_i (S_{i,t} - S_{i,0}) \times (I_{i,t} - I_{i,0})]$

Kaynak: Liu ve Ang: 2003: 20

#### 2.4.2. Ampirik Literatür

Enerji merkezli çalışmalarda basit ve kolay uygulanabilir bir yöntem olması nedeniyle çokça başvurulan ayırıştırma analizi metodu toplam enerji tüketimi, enerji kaynaklı sera gazı emisyonları ve enerji yoğunluğu gibi göstergelerin ayırıştırılmasında kullanılmaktadır. Bu yöntem özellikle 1973 petrol krizi sonrasında ülkelerin ulusal çevre ve enerji politikaları belirleme ile enerji verimliliğini artırma çalışmalarına katkı sağlamıştır. Araştırmacılar ülkeler üzerinde farklı yöntemlerle enerji yoğunluğu göstergelerini ayırştırmaya çalışmış böylelikle enerji yoğunluğundaki değişimin verimlilikten mi yoksa üretimdeki kaymalardan mı kaynaklandığını belirlemeye çalışmışlardır. Örneğin Farla ve Blok (2000) Basit Ortalamalı Parametrik Divisia II Yöntemi (AVE-PDM2)'ni kullanarak yaptıkları çalışmalarında 1980-1995 yılları arasında Hollanda'da toplam enerji verimliliğinin yıllık %1,4 oranında arttığını bununla beraber enerji yoğunluğunun yüksek olduğu alt-sektörlerin milli gelir içerisindeki paylarının enerji yoğunluğu düşük alt-sektörlere göre çok daha hızlı bir şekilde arttığını belirtmişlerdir.

Yaklaşık son otuz yıl içerisinde Çin Halk Cumhuriyeti'nin toplam enerji yoğunluğunun sürekli düşme eğiliminde olması araştırmacıların dikkatini çektiğinden literatürde ülkenin enerji yoğunluğunun ayrıştırılmasına dönük birçok araştırma bulunmaktadır. Zhang (2003) Laspeyres endeksini kullanarak Çin sanayi sektörünün enerji yoğunluğunun alt sektörlere göre ayrıştırılmasına dayalı yaptığı 1990-1997 yıllarını kapsayan çalışmada teknolojik etkinin enerji yoğunluğundaki değişimlerin büyük kısmını açıkladığı sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmaya paralel olarak Çin için Ma ve Stern (2008) LMDI metodu ile 1980-2003 yılları verilerini kullanarak yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre teknolojik gelişmelerin enerji yoğunluğunun azalmasında etkin rol oynadığını ayrıca sektörler arası üretim yapısındaki kaymaların enerji yoğunluğunu düşürdüğünü belirtmişlerdir. Ma ve Stern (2008) ile aynı yöntemi kullanan Zhao vd., (2010) 1998-2006 yılları arasında Çin'in enerji yoğunluğunun belirleyicilerini açıklamaya çalışmıştır. Sonuç olarak 1998-2006 yılları arasında Çin'in enerji yoğunluğunun artmasındaki en önemli etkenin enerji yoğun sanayileşmedeki hızlı büyüme olduğunu belirtmişlerdir.

Boyd ve Roop (2004) Amerika için AMDI Fisher Ideal endeksini kullanarak 19 alt sektörün verisiyle gerçekleştirdikleri 1983-1998 yıllarını kapsayan çalışmalarında seçili yıllar arasında toplam elektrik enerjisi yoğunluğunun -%0,3 oranında değiştiğini ve bu değişikliğin yarısının sektördeki yapısal değişikliklerden diğer yarısının ise enerji yoğunluğu etkisinden kaynaklandığını vurgulamışlardır.

Unander (2007) 1973-1998 yılları verileriyle gelişmiş ülkelerden Avustralya, Danimarka, Finlandiya, Fransa, İtalya, Japonya, Norveç, İsveç, İngiltere ve Amerika için Laspeyres endeksini kullanarak yaptığı ayrıştırma analizinin sonuçlarına göre yapısal değişikliklerin üretimde kullanılan enerji miktarını etkilemede belirleyici bir faktör olduğunu belirtmiştir. Birçok ülkede özellikle ABD ve Japonya'da üretim yapısının enerji yoğun sektörlerden uzaklaşarak daha düşük enerji tüketimine sahip sektörlerle kaydığını belirtmiştir.

Literatürde Türkiye için yapılan araştırmalar çok sınırlı olmakla beraber Âşik vd. (2007), 1992-2001 yılları arasında Türkiye toplam enerji

yoğunluğundaki değişimi inceledikleri çalışmanın sonuçlarına göre enerji yoğunluğundaki değişimin sektörlerin paylarının değişiminden (ÜYE) çok enerji yoğunluklarındaki değişiklikten (EYE) kaynaklandığını ortaya koymuştur.

Mairet ve Decellas (2009)'a göre Fransa 1995-2006 yılları arasında enerji tüketimini %18 oranında artırmıştır. Araştırmaya göre bu artışın nedeni iktisadi faaliyetlerin gelişmesiyle birlikte ekonomideki yapısal değişikliklerdir. Ayrıca enerji verimliliğindeki gelişmeler enerji tüketimi artışlarını dengeleme de yardımcı olmaktadır.

Achao ve Shaeffer, (2009) tarafından Brezilya için konutlarda tüketilen enerjinin ayrıştırıldığı çalışmanın sonuçlarına göre ekonominin genişlediği dönemlerde kişi başına gelirin artmasıyla birlikte hane halkının elektrik tüketimi artmaktadır. Yani yoğunluk etkisi pozitiftir. Durgunluk dönemlerinde ise yüksek vergi oranları, enflasyon nedeniyle enerji tüketimi azalmaktadır. Bu durumda ise yoğunluk etkisi negatif değerler almaktadır.

Szép (2013) 1990 -2009 Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Slavenya, Polonya ve Hollanda gibi Avrupa ülkeleri üzerinde yaptığı araştırmada İndeks Ayrıştırma Analizi'ni kullanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre enerji yoğunluğunun Doğu Avrupa ülkelerinde değişmesinin iki nedeni vardır. Birincisi rejim değişikliğinden sonra ağır sanayinin çökmesi ikincisi ise teknolojik gelişmelerin verimliliği artırmasıdır.

**Tablo 8. Ayrıştırma Analizi Yönteminin Kullanıldığı Enerji Yoğunluğu Araştırmaları**

Araştırmacı	Dönem	Ülke	Ekonometrik Yöntem	Sonuç
Farla ve Blok (2000 )	1980-1995	Hollanda	Basit ortalamalı Parametrik Divisia II Yöntemi (AVE-PDM2)	1980-1995 yılları arasında Hollanda’da toplam enerji verimliliği yıllık %1,4 oranında artmıştır. Bununla beraber enerji yoğunluğunun yüksek olduğu alt-sektörlerin milli gelir içerisindeki payları enerji yoğunluğu düşük alt-sektörlere göre çok hızlı bir şekilde artmıştır.
Zhang (2003)	1990-1997	Çin	Laspeyres	Çin sanayi sektörünün enerji yoğunluğunun alt sektörlere göre ayrıştırılmasına dayalı çalışmada teknolojik etkinin enerji yoğunluğundaki değişimlerin büyük kısmını açıkladığı sonucuna ulaşmıştır.
Boyd ve Roop (2004 )	1983-1998	Amerika	AMDI Fisher Ideal - Çarpımsal Ayrıştırma	19 alt sektörün verisiyle gerçekleştirilen çalışmanın sonuçlarına göre seçili yıllar arasında toplam elektrik enerjisi yoğunluğu - %0,3 oranında değişmiştir. Bu değişikliğin yarısı sektördeki yapısal değişikliklerden diğer yarısı ise enerji yoğunluğu etkisinden kaynaklanmaktadır.
Åşık Vd. (2006)	1992-2001	Türkiye	Toplamsal	Ayrıştırma analizi sonuçları, enerji yoğunluğundaki değişimin Sektörlerin paylarının değişiminden (ÜKE) çok enerji yoğunluklarındaki değişiklikten (EYE) kaynaklandığını ortaya koymuştur.
Unander (2007)	1973-1998	Avustralya, Danimarka, Finlandiya, Fransa, İtalya, Japonya, Norveç, İsveç, İngiltere, Amerika	Laspeyres	Yapısal değişikliklerin üretimde kullanılan enerji miktarını etkilemede belirleyici bir faktör olduğunu belirtmiştir. Birçok ülkede özellikle ABD ve Japonya’da üretim yapısının enerji yoğun sektörlerden uzaklaşarak daha düşük enerji tüketimine sahip sektörlere kaydığını belirtmişlerdir.
Ma ve Stern (2007)	1980-2003	Çin	LMDI)	Çin’in enerji yoğunluğu ile ilgili olarak; teknolojik gelişmeler enerji yoğunluğunun azalmasında etkin rol oynamaktadır. Ayrıca sektörler arası üretim yapısındaki kaymalar enerji yoğunluğunu düşürmektedir.
Mairet ve Decellas (2009)	1995-2006	Fransa	LMDI-Toplamsal Ayrıştırma	1995-2006 yılları arasında enerji tüketimi %18 artmıştır. Araştırmaya göre bu artışın nedeni iktisadi faaliyetlerin gelişmesiyle birlikte ekonomideki yapısal değişikliklerdir. Enerji verimliliğindeki gelişmeler enerji tüketimi artışlarını dengeleme

				de yardımcı olmaktadır.
Achao ve Shaeffer (2009)	1980-2007	Brezilya	LMDI-Toplamsal Ayırıştırma	Konutlarda tüketilen enerjinin ayrıştırıldığı çalışmanın sonuçlarına göre ekonominin genişlediği dönemlerde kişi başına gelirin artmasıyla birlikte hane halkının elektrik tüketimi artmaktadır. Yani yoğunluk etkisi pozitifdir. Durgunluk dönemlerinde ise yüksek vergi oranları, enflasyon nedeniyle enerji tüketimi azalmaktadır. Bu durumda ise yoğunluk etkisi negatif değerler almaktadır.
Zhao vd., (2010)	1998-2006	Çin	LMDI – Toplamsal-	Enerji yoğunluğunun belirleyicilerini açıklamaya çalışan araştırmada 1998-2006 yılları arasında Çin'in enerji yoğunluğunun artmasındaki en önemli etkenin enerji yoğun sanayileşmedeki hızlı büyüme olduğunu belirtmişlerdir.
Szép (2013)	1990 -2009.	Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Slavenya, Polonya ve Hollanda	İndeks Ayırıştırma Analizi (Bütün endeksler kullanılarak test edilmiştir)	Enerji yoğunluğunun doğu Avrupa ülkelerinde değişmesinin iki nedeni vardır. Birincisi rejim değişikliğinden sonra ağır sanayinin çökmesi ikincisi ise teknolojik gelişmelerin verimliliği artırmasıdır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: ENERJİ YOĞUNLUĞU ve ÜLKELERİN GELİŞMİŞLİK DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

### 3.1. Ekonomik Büyüme ve Gelişmişlik Kavramları: Teorik çerçeve

#### 3.1.1. Ekonomik Büyüme Kavramı

Ekonomik büyüme, bir ekonominin üretim kapasitesindeki artış olarak ifade edilmektedir. Bir ekonominin üretim kapasitesi ise, kaynaklarının nicelik ve niteliğine ve ulaştığı teknolojik düzeye dayandığından, ekonomik büyüme üretim kapasitesinin bu belirtilenlerin genişletilmesi ve geliştirilmesi sürecini içerir (Yardımcı, 2006: 98).

Enerji tüketimindeki değişimleri etkileyen en önemli faktörlerden biri ekonomik büyümedir. Ekonomik büyüme kaynakları açısından arz yönü ve talep yönü olarak iki gruba ayrılabilir. Bireylerin ve firmaların tüketim kararları kısa dönemde ekonomik büyümenin kaynakları açısından talep tarafını oluşturmaktadır. Bu tüketim kararları gelir, malın fiyatı ve faiz oranları gibi unsurların etkisi altındadır (Ersoy, 2010: 6). Uzun dönemde ise ekonomik büyümenin yönünü ve şiddetini belirleyen ülkenin üretim kapasitesidir.

Saatçioğlu ve Küçükaksoy (2004)'a göre uzun dönemde ekonomik büyümenin gerçekleşmesi için aşağıdaki hususların yeterli olması gerekmektedir. Bu hususlar;

- Doğal kaynakların miktarı ve özellikleri,
- İnsan kaynaklarının miktarı ve özellikleri,
- Sermaye araçlarının miktarı,
- Mevcut teknoloji,
- Ekonominin sahip olduğu kaynakların, üretim sürecinde hiçbirinin atıl olmaksızın kullanılabilmesi (tam istihdam),

-Üretim sürecinde kaynakların etkin kullanılarak, verimliliğin sağlanmasıdır.

Bu hususların ülkeden ülkeye farklılık göstermesinden dolayı, ekonomik büyüme oranları da ülkeden ülkeye farklılık arz etmektedir. Bazı ülkeler çok hızlı, bazı ülkeler yavaş büyümekte, bazıları ise büyümemektedir. Dolayısıyla bir çok araştırmacı uluslararası arenada gözlemlenen büyüme oranı farklılıklarını inceleyen çalışmalar yapmış ve farklı büyüme teorileri ileri sürmüşlerdir. Ekonomik büyüme teorileri ya da modelleri temelde iki gruba ayrılabilir. Birincisi teknoloji , Ar-ge ve beşeri sermayenin etkisini veri olarak kabul eden dışsal büyüme modelleri, ikincisi teknoloji, Ar-ge ve beşeri sermayenin etkisini modelin içinde ele alan içsel büyüme modelleridir.

### **3.1.2.Gelişmişlik Kavramı**

1970 öncesi dönemde kalkınma ve gelişme kavramları milli gelirin artmasıyla eşdeğer görülmekteydi. Kalkınmanın temel amacı tarım dışındaki diğer sektörlerin yani hizmet ve sanayi sektörlerinin üretim ve istihdam yapısını geliştirmek olduğu için ülke refahının temel göstergesi olarak “kişi başına düşen milli gelir” kavramı kullanılmıştır. Gelir artışı yaşam standartlarının yükselmesini sağlayıp refah düzeyinin artmasını sağlamakla beraber tek başına yeterli değildir. Çünkü yalnızca gelirin artmasıyla sosyal problemler ortadan kalkmamaktadır. Bu nedenle ekonomik büyümenin her zaman sosyal göstergeleri olumlu etkilemediği görüşü teorik ve ampirik düzeyde tartışılmaktadır (Günsoy, 2005:1). Ekonomik büyüme ile kalkınmanın özdeşik olduğunu kabul eden bu yaklaşıma yönelik eleştiriler, ekonomik büyümenin yoksulluğu azaltmadığı ve ortaya çıkan farklı toplumsal problemlere çözüm getirmediği hususunda yoğunlaşmıştır. 1970’li yıllarda bazı ülkelerin hızlı ekonomik büyüme ile beraber siyasal istikrarsızlık, yükselen işsizlik oranları veya eşitsiz gelir dağılımı gibi sorunlarla karşılaştıkları görülmüştür. Bu sorunlara ekonomik büyüme tek başına çözüm getirememiştir (Gürses, 2009: 341). Bu nedenle gelişme kavramının tekrar tanımlanması ihtiyacı belirlemiştir. Gelişmeyi yeniden tanımlayan bu yaklaşıma göre gelişme; ekonomik büyüme, gelir dağılımı, kadının statüsü, sağlık hizmetleri, iletişim, beslenme

düzeyi ve eğitim düzeyi gibi unsurları kapsamı nedeniyle çok boyutlu bir olgudur (Bölgesel Gelişme Ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü Raporu, 2013: 1).

Gelişmeyi bireysel, toplumsal, sosyal, kültürel, çevresel boyutlarıyla da açıklama amacı taşıyan bu yaklaşım ekonomik büyüme kavramı ile birlikte yoksulluk, işsizlik, gelir dağılımı ve bölgesel farklılıklarında gelişme tanımlarının içinde değerlendirilmesini sağlamıştır. Gelir artışlarıyla ölçülen ekonomik büyüme, toplumsal gelişmişliği yeterince açıklayamayan, sadece talep genişlemesini açıklayabilen dar kapsamlı bir parametredir. Öte yandan gelişme kavramı fiziki kapasite büyüklüğü ve gelir artışı gibi iktisadi gelişmeler yanında, bunların gelir grupları ve bölgelerarası dağılımı ile sosyal ve kültürel birikimlerin göstergeleştirildiği bir bütünü, diğer bir ifadeyle “toplumsal gelişme” düzeyini ifade etmektedir (Devlet Planlama Teşkilatı, İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması, 2003:6).

### **3.1.2.1. İnsani Gelişme Endeksi**

İnsani Gelişme Endeksi(*Human Development Index*), dünyadaki ülkeler için yaşam uzunluğu, okuryazar oranı, eğitim ve yaşam düzeyi gibi değişkenleri dikkate alarak hesaplanan bir endekstir. Endeks bir ülkenin gelişmiş, gelişmekte olan ya da gelişmemiş bir ülke olduğunu bunun yanı sıra iktisadi performansının yaşam kalitesini ne düzeyde etkilediğini göstermektedir. Endeks ilk olarak 1990 yılında Pakistanlı ekonomist Mahbub ul Haq tarafından geliştirilmiş olup 1993 yılından bu yana Birleşmiş Milletler Gelişme Programı (UNDP) tarafından yıllık Gelişme Raporu'nda sunulmaktadır. 2010 yılında endeksin hesaplanmasında bazı değişiklikler yapılmıştır.

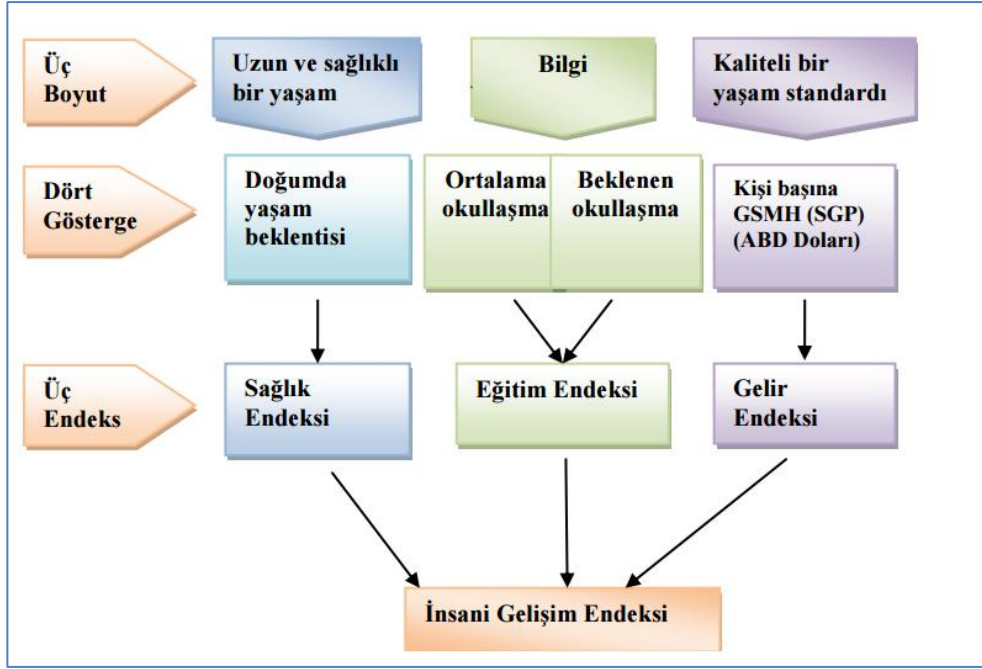
İnsani Gelişme Endeksi hesaplanırken üç husus dikkate alınmaktadır.

- Uzun ve sağlıklı bir yaşam; ölçümü ortalama yaşam süresi ile yapılır.
- Bilgi; ölçümü okuryazar oranının 2/3'ü ve ilkokul, lise ve üniversite kayıtları yüzdesinin 1/3'ü ile yapılır.



- Ölçünlü yaşam düzeyi; ölçümü kişi başına düşen gelir ve alım gücünün Amerikan Doları cinsinden hesaplanmasıyla yapılır (UNDP, 2010: 210).

Şekil 7. İnsani gelişmenin Boyutları



Kaynak: Doğan ve Tatlı, 2014:104

İnsani gelişme endeksi hesaplanırken ülkelerin sağlık koşullarını belirten sağlık endeksi, ortalama okullaşma ve beklenen okullaşma düzeyleri tarafından belirlenen eğitim endeksi ve kaliteli yaşam standardının göstergesi olarak gelir endeksi göz önünde bulundurulmaktadır ( Şekil 8).

Endeks ilk kullanılmaya başlandığı 1990'lı yıllarda okur-yazarlık oranı esas alınıyordu, okur-yazarlığın artık insani gelişme göstergesi olmaktan ziyade temel bir insani ihtiyaç olduğu ve oranının dünya genelinde oldukça yükseldiği varsayımından yola çıkarak okullaşma, yani bireylerin eğitim düzeylerini temel gösterge olarak kabul etmiştir. UNDP (2014) raporuna göre bir toplumda bilgi üretimi ve bilgiye erişim olanaklarını etkileyen temel faktör bireylerin eğitim düzeyidir. Bununla beraber gelir endeksinin belirlenmesinde başlangıçta kişi başı gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) kullanılmış olsa da sonrasında bu göstergenin çok gerçekçi olmadığı düşünülmüş kişi başı gayri safi milli hasıla(GSMH)

göstergesi esas alınmaya başlanmıştır. Ülkeler arasındaki fiyat farklılıklarından kaynaklanan sapmaları azaltmak için bu gösterge satın alma gücü paritesine çevrilmiştir. İnsani gelişme yaklaşımı öncelikle bireylerin geliştirilmesini merkeze alan politikaların üretilmesini gerekli kılmakta ve kalkınma sorunlarını yeniden ele almaktadır. Bu yaklaşım kalkınma anlayışının odak noktasını ekonomik büyüklük göstergelerinden birey merkezli politikalara taşımaktadır (Çiçek, 2014: 5).

### **3.1.3. Ekonomik Büyüme ve Gelişmişlik Kavramı İlişkisi**

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP,2009)'a göre insani gelişme insanların seçim yapma şanslarının başka bir ifadeyle yapabileceği seçim sayısının arttırılmasıdır. “Seçim yapma şansı yada sayısı’ndan kastedilen bireylerin, insanca bir yaşam standardına sahip eğitilmiş, uzun ve sağlıklı bir hayat sürmesidir.

Ekonomik büyüme ise bir ülkenin genel ekonomik koşullarının iyileşmesidir. Yani ekonomik büyümenin ölçümü için GSYİH'ya bakmak yeterli olacaktır. Öte yandan insani gelişme kavramı ekonomik büyümeyi de içine alan geniş bir kavramdır. UNDP (1996) raporuna göre insani gelişme, kullandığı bir çok araç gibi ekonomik büyümeyi de araç olarak kullanmaktadır. Fakat her zaman ekonomik büyüme ve insani gelişme arasında net bir ilişki yoktur. Şayet varsa bile akıllı ve alanında uzman politika yönetimi olmadığında bu ilişki bozularak kaybolmaktadır.

Ekonomik büyüme ve insani gelişme arasında kendini besleyen mutualist bir bağ vardır. Bu bağ güçlü olduğunda ekonomik büyüme ve insani gelişme arasındaki karşılıklı katkı artmaktadır. Hızlı insani gelişmeyle beraber küçük büyüme yâda hızlı ekonomik büyümeyle beraber küçük insani gelişmenin sonucunda ekonomik büyüme ve insani gelişme arasındaki bağ zayıflar ya da kopar. Fakat uzun dönemde ekonomik büyüme ile insani gelişme birlikte hareket etmektedir. UNDP'nin 2015 raporuna göre ekonomik büyümenin insani gelişmenin bileşenlerinden birçoğunu etkilediği belirtilmektedir (UNDP,2015: 25). Bunun nedeni ekonomik büyümenin milli geliri arttırmasının yanı sıra eğitim ve sağlık

gibi insani gelişme endeksi hesaplanırken dikkate alınan alanlarında gelişmesine katkıda bulunmasıdır.

### **3.2. Büyüme Teorilerinde Enerjinin Rolü**

#### **3.2.1. Üretimde Enerji: Fiziksel Teori**

19. yüzyılın başlarında sanayi devrimi ile birlikte emeğe dayalı iktisadi modeller yerini sermaye mallarının hâkim olduğu endüstriye dayalı iktisadi modellere bırakmıştır. Hızlı sanayileşme ile beraber enerjiye olan ihtiyaç da artmıştır. Üretim sürecinde iktisadi faaliyetlerin önemli bir girdisi haline gelen enerji “üretim mühendisliği” kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Beaudreau, 2005: 212). Enerji girdisi maddenin bir başka maddeye dönüştürülmesi yâda hareket etmesini sağlarken fiziksel sermaye farklı enerji girdilerini bir araya getirerek toplulaştırmaktadır (Thompson, 2006: 412).

Genel olarak üretim sürecinde emek, yatırım, zaman, doğa gibi girdileri çıktılara, yani ürünlere bağlayan fonksiyona, o ürünün veya firmanın üretim fonksiyonu denmektedir (Jagdish ve Lardner,1993: 768). Üretim fonksiyonları, üretim faktörlerinin üretimdeki paylarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Üretim ekonomisinde tekrar üretilebilirlik önemli bir husus olmakla beraber doğal kaynaklar, sermaye ve emek gibi bazı üretim faktörleri üretim sürecinde yeniden üretilebilirken enerji gibi faktörler yeniden üretilemezler (Stern, 1999: 382). Bu durum ekonomide ana girdi ve ara girdi kavramlarının oluşmasına neden olmuştur. Toprak, emek ve sermaye kavramları ana girdilere, enerji ise ara girdilere örnek olarak gösterilmektedir. Çünkü ana girdiler üretim sürecinde tüketilemezken, ara girdiler tüketilebilmektedir. Bu nedenle ekonomistler enerjinin ekonomik büyümedeki rolünü belirleyebilmek için çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalarda üretim sürecinde rol alan bütün girdiler incelenerek enerjinin de toprak, sermaye ve emek gibi ana girdiler arasında değerlendirilmesi tartışma konusu haline gelmiştir.

Genelde bütün enerji girdileri stok değişkindir. Örneğin petrol yatakları gibi temel enerji kaynakları stok halinde olmasına rağmen işgücü ve sermaye temelli büyüme teorilerinde açık bir şekilde yer bulamamaktadır. Dolayısıyla enerjinin büyüme teorilerindeki rolü model içinde belirlenmektedir (Stern, 2003:3).

Neo Klasik iktisatta hâkim çizgi termodinamiğin (uygulamalı fizik) iktisada uyarlanmasıdır. Aynı zamanda Neo Klasik iktisat, mühendisçi- iktisat geleneğinin de başlangıcıdır (Eren, 2009). Kapalı bir sistemdeki enerji miktarı toplamının sabit olduğunu iddia eden termodinamiğin birinci yasası (enerjinin korunumu) L.Walras ve I. Fisher tarafından iktisada uygulanmıştır. Örneğin kıtlık kavramı ve Fisher'in miktar kuramı, termodinamiğin 1.Yasasının bir başka şekilde ifadesidir (Eren, 2009). Çünkü kıtlık kuramına göre insan ihtiyaçları sınırsız fakat kaynaklar sınırlıdır. Yani kaynakların toplamı sabittir. Maddenin korunumu yasası ve temel termodinamik yasaları, ekonomik sistemde enerji kaynaklı sınırlılıkları belirlemektedir (Ayres vd., 1969: 284).

Termodinamiğin ikinci yasası ise entropidir. Bu yasaya göre harcanan enerjinin tamamı işe dönüştürülemez bir kısmı başka bir enerji şekline dönüşmektedir. Bu nedenle enerjinin üretimin diğer faktörleri ile ikamesi belli bir ölçüde mümkündür. Bazı hizmet sektörü aktiviteleri maddelerin doğrudan işlenmesini gerektirmese bile bütün ekonomik işlemler enerjiye ihtiyaç duymaktadır (Stern, 2003: 4).

Herhangi bir dönemdeki enerji miktarının içsel olduğunu kabul eden Neoklasik iktisat teorisine göre enerjinin kullanılabilirliği biyofiziksel ve ekonomik sınırlandırmalarla kısıtlanmıştır. Petrol yataklarındaki basınç biyofiziksel kısıtlara örnek olarak verilirken petrol çıkarma, rafine etme ve kapasite yatırımı ile bu işlemlerin etkinliği ekonomik kısıtlara örnek gösterilebilir (Stern, 1999: 383). Bu yaklaşım iktisadi büyümenin ve üretimin ana aktörlerinden biri olma hususunda enerjinin önemini azaltmaktadır (Stern, 2003: 5). Ancak bazı biyofiziksel büyüme modelleri enerjiyi ana üretim faktörü olarak değerlendirmektedir (Çiçekci C. 2009: 13).

### 3.2.2. Ana-Akım Büyüme Teorilerinde Enerjinin Rolü

Ekonomik büyüme teorilerinin gelişimi klasik, neo-klasik ve içsel büyüme teorileri olmak üzere üç aşamada incelenebilir (Parasız, 2008: 169). Klasik iktisat anlayışına göre enerji bir üretim faktörü olarak kabul edilmemektedir. Zira Klasik iktisadın kurucusu A.Smith'e göre emek ve sermaye olarak iki üretim faktörü mevcuttur. Bu iki faktörün üretimdeki payları üretim sürecini şekillendirmektedir. Dolayısıyla ekonomik büyümenin alt ve üst sınırını bu faktörler belirlemektedir. Smith'in ekonomik büyüme sürecine doğal kaynakları dâhil etmemesinin sebebi ülkelerin zengin doğal kaynaklara sahip oldukları varsayımıdır. Başlangıçta kaynaklara oranla sermaye stoku küçük olduğu için kâr oranları yüksektir. Kâr oranlarının yüksek olması sermaye stokundaki artışı hızlandırmakta (büyüme safhası) ve sermaye stokundaki hızlı artış, işgücü talebini de artırdığından ücretleri yükseltmektedir. Böylece sermaye stoku arttıkça kar hadleri düşer (durgunluk safhası) (Berber, 2006: 57).

Klasik ekonomistler açıkça enerjiyi bir üretim faktörü olarak kabul etmemelerine rağmen, toprağın (doğal faktörlerin) iktisadi faaliyetleri ve özellikle de tarım sektörünü sınırladığını bilmektedirler. Bu kapsamda ekonomi tarım ve sanayi olmak üzere iki sektöre ayrılmaktadır. Klasik iktisatçılar, tarımda emek ve sermaye maliyetlerinin yanı sıra artık değer (surplus) varlığını açıklamak için toprağın ekonomiye katkısını kabul etmektedirler. Adam Smith'e göre sanayide her şeyi insan yapmasına ve doğanın hiçbir şey yapmamasına rağmen, tarımda insan doğa ile birlikte çalışmaktadır (Alam, 2006: 5).

Sonuç olarak klasik ekonomistler, tarım ve sanayi olmak üzere iki sektörlü ekonomiyi analiz etmekte ve tarımın farkını ortaya koymaktadır. Buna göre tarım sektöründeki emek ve sermaye üçüncü üretim faktörü olan toprak ile çalışır. Bazı hesaplamalarda toprağın miktarı değişken olmakla birlikte klasikler toprağın sabit miktarda olduğunu varsaymaktadır. Bu varsayımla sabit toprak arzı tarımda emek ve sermayenin azalan verimlere tabi olmasına neden olur. Tarımda azalan verimlerin olması, doğanın ekonomi üzerindeki sınırlamalarını özetler. Bu

yönüyle klasik teori sanayi devriminden önce ekonominin dinamiklerini belirlemede oldukça başarılı bir teori olarak kabul edilmektedir (Alam, 2006: 5).

Neoklasikler de klasiklerde olduğu gibi modellerinde enerji kaynaklarına yer vermemişlerdir. Bu modeller emek ve sermayeyi ana girdi olarak, enerji ve enerji kaynaklarını ise ara girdiler olarak tanımlamaktadır (Stern, 2004: 32). Makroekonomik modellerde enerjinin yer almamasında klasiklerin bakış açısı etkili olmuştur. Klasikler bir üretim faktörü olarak enerjiyi ekonomiden hariç tutarak, ekonominin doğayla bağlantısını etkili bir şekilde kesmiştir. Bununla birlikte neoklasik ekonomistler enerjiyi bir hammadde ve ara malı olarak düşünmektedir. Üretimde kullanılan enerji cam, çelik, kereste veya ham pamuğa analitik olarak eşdeğerdir. Bu düşünce enerji ve maddenin ekonomide yerine getirdiği fonksiyonu göz ardı ettiğinden şüpheli bir düşüncedir. Şöyle ki petrol enerji sağlayarak demir cevherini demire, çeliğe ve sonuç olarak binlerce nihai çelik ürününe dönüştüren üretimi yönlendirir. Başka bir deyişle, enerji hammaddeyi nihai ürüne dönüştüren faaliyetleri yönlendirmektedir (Alam, 2006: 6). Fakat neoklasikler, klasiklerde olduğu gibi toprağı eşsiz bir üretim faktörü olarak görmemektedir. Bunun nedeni neo-klasik ekonominin sanayileşmenin hız kazandığı dönemlerde gelişmiş olmasıdır. Neoklasiklere göre enerji büyümeye ivme kazandıran bir faktördür fakat tek başına ekonomik büyüme için yeterli değildir. Kaynak

Robert Solow (1956) tarafından geliştirilen ve Neo klasik büyüme modeli olarak bilinen Temel Solow büyüme modeli teknolojik gelişmeleri içermemektedir. Bu modelde Solow sermaye birikiminin önemli olduğunu belirtmiş ve sermayenin azalan getirisi olduğunu varsaymıştır. Ayrıca bu modele göre uzun dönemde kişi başına gelir büyümmez, sabittir. Fakat kişi başına gelirin sabit olmadığı gerçeği Solow'un Temel Solow Büyüme Modeline teknolojiyi de ekleyerek geliştirmesine neden olmuştur. Solow bu modelde teknolojik gelişmeleri dışsal olarak kabul etmekte ve bu gelişmelerin nasıl ortaya çıktığını açıklayamamaktadır. Solow' a göre teknoloji dışsaldır ve hızı sabittir. Model içindeki değişkenler teknolojik gelişmeyi etkileyemez. Bu modellere teknolojik gelişmeyi içermediğinden dışsal büyüme modelleri denilmektedir. İlk olarak

Solow ile başlayan neoklasik büyüme modeli daha sonra diğer iktisatçılar tarafından geliştirilmiştir.

Neo klasik büyüme modeline göre emek arzının sabit kaldığı varsayımı altında sermaye arzının artması işçi başına düşen sermaye miktarının artması anlamına gelmektedir. Buna sermayenin derinleşmesi denir. Teknolojinin sabit olduğu varsayımı altında alet ve teçhizata yapılan yatırımlar arttıkça, sermayenin getirisi azalan verimler kanununa bağlı olarak sürekli azalan bir ölçüde artmaktadır. Neoklasik büyüme modelinde ölçüğe göre sabit getiri varsayımı olduğu için üretimde girdilerin belirli bir oranda arttırılması sonucunda toplam üretim de aynı oranda artmaktadır. Modelde teknolojinin değişmediği varsayımı altında, kişi başına düşen sermaye miktarındaki artış sonlanacak ve ekonomi uzun dönemde dengeye gelecektir. Bu aşama iktisat teorisinde durağan durum olarak tanımlanmıştır. Teoride teknolojik gelişmeler sayesinde üretimde verimlilik ve işçi başına düşen üretim miktarı artmaktadır. Sonuçta aynı üretim girdileri ile daha yüksek bir çıktı elde edilmektedir. Yine teorik olarak üretim faktörlerinin üretimdeki katkıları hesaplandıktan sonra, geri kalan pay teknolojinin üretime katkısını göstermektedir. Bu paya Solow kalıntısı veya Solow artığı denilmektedir (Seyidoğlu, 2006: 840-844). Bu modele göre herhangi bir ülke için büyüme oranı ülkenin durağan duruma hareket ettiğinin göstergesidir. Diğer bir deyişle uzun dönemde ekonomi durağan durum dengesine gelecek ve ekonomik büyüme oranı sıfır olacaktır. Fakat daha sonra geliştirilen modellerde teknolojik gelişme içselleştirilerek firmalar ve bireylerin aldığı kararların teknolojik gelişmeleri açıklayabildiği savunulmuştur (Stern, 2010, 1473).

Standart ekonomi teorisi, üretim sürecinde sadece emek ve sermayeyi ana girdi olarak tanıırken enerjiyi bir üretim faktörü olarak görmemektedir. Fakat Neoklasikler diğer üretim girdileriyle karşılaştırıldığında enerjinin toplam çıktıda oldukça küçük maliyet oluşturduğunu ileri sürer. Bu durumda enerji fiyatlarındaki değişikliklerin ekonomi üzerinde nispi olarak çok küçük etkide bulunduğunu ifade ederler (Mallik, 2009: 250). Bu nedenle Neoklasikler enerjiyi de kapsayan sürdürülebilir kalkınmaya odaklanmışlardır (Usta,2015:152).

Özetle, şayet enerji ekonomik faaliyetler için temel bir girdi değilse, enerjinin kullanılabilirliği ve enerji fiyatları ekonomik büyüme için büyük bir önem arz etmeyecektir (Mallick, 2007: 8). Neo-klasik büyüme teorisinin kabul ettiği bu varsayımlara karşılık olarak Hamilton (1983), Burbridge ve Harisson (1984) tarafından yapılan çalışmalarla enerjinin ekonomik büyüme üzerinde etkisinin olabileceği ortaya konulmuştur. Bu neo-klasik iktisatçılara göre enerji ekonomide büyük bir rol oynayabilmektedir. Sanayide kullanılan enerji miktarı arttıkça üretim miktarının ve dolayısıyla hâsılanın artacağı varsayıldığında, tek sektörlü neoklasik üretim teknolojisi çerçevesinde sermaye, işgücü ve enerji ayrı girdiler olarak tanımlanabilmektedir (Aytaç, 2010: 483).

İçsel büyüme modellerini üç tip olarak incelenebilir. Birinci tip içsel büyüme modelleri teknolojik gelişmenin model içindeki değişkenlerden birinin değişimine tepki verdiği grubu oluşturmaktadır. Fakat optimizasyon sürecinde tam olarak açıklanamamaktadır. Arrow(1962) tarafından geliştirilen “yaparak öğrenme modeli”nde teknolojik gelişme toplam üretimin bir fonksiyonudur ve sermaye mallarının verimliliğinin artması diğer faktörlerin verimliliğinin artmasından daha fazla ekonomik büyümeyi arttırmaktadır. İlk teknolojik gelişmeleri içselleştiren modellerin kaynağı olan Hicks’e (1932) göre enerji fiyatlarının artması yeniliklere yapılan harcamaların artmasına neden olmaktadır.

İkinci tip içsel büyüme modelleri teknolojik gelişmeleri içselleştirmekle beraber Ar-Ge faaliyetlerini kapsamamaktadır. Bu tip büyüme modellerine genel olarak AK tipi büyüme modelleri denmektedir ve sermaye ile çıktı arasındaki ilişki  $Y = A.K$  şeklindedir. “A” ekonominin teknoloji seviyesini gösteren bir pozitif sabiti, “K” ise ekonomideki sermaye stokunu ve teknolojik bilgi birikiminin sermaye şekline dönüştürülmüş formunu göstermektedir. Büyüme oranı tasarruf oranından etkilenmektedir. Dolayısıyla yüksek tasarruf oranı büyüme oranını arttırmaktadır. Sonuç olarak AK tipi büyüme modellerinde verimlilik kaynaklı tasarrufların büyüme üzerindeki etkisi büyük olduğu görülmektedir (Perman ve Stern, 2003: 322).

Bununla beraber, tasarrufların artması doğrudan sermaye birikimini dolaylı olarak ise teknolojik bilgi birikimini arttırmaktadır. Teknolojik bilginin iki önemli



özelliği vardır. Birincisi teknolojik bilgi birikiminin kullanarak bitmemesi ikincisi ise teknolojik bilginin pozitif dışsallıklar yaratmasıdır. Firmalar Ar-Ge faaliyetlerinde bulunarak edindikleri bilgilerden faydalanırken bu süreçte oluşan toplumsal fayda da sürekli artmaktadır. Diğer üretim faktörlerinin miktarı sabitken bilgi üretiminden elde edilen sosyal fayda sürekli artsa da büyüme hızı optimal düzeyin altında kalacaktır. Fakat ekonomik büyüme bilgi üretiminin yarattığı pozitif dışsallığın sermayenin azalan getirisini dengelemesiyle sürdürülebilir hale gelecektir (Stern, 2003: 7).

Shumpeterci büyüme modelleri üçüncü tip içsel büyüme modelleri olarak ele alınmaktadır. Bu büyüme modellerine göre sermaye malları sektörlerinde eksik rekabet vardır ve firmalar tekel karı alabilmek amacıyla Ar-Ge faaliyetlerine yatırım yapmak zorundadırlar. Yenilikler stokastiktir ve sermaye mallarının yeni bir formu olarak ortaya çıkmaktadır. pozitif yada negatif dışsallıkların olması durumunda ortalama büyüme hızı optimal refah düzeyinin çok altında yada çok üstünde seyredebilir. Yenilik faaliyetleri tüketicilerin faydasını arttıran pozitif dışsallıklar yanında az gelişmiş sermaye mallarının rafa kaldırılmasıyla oluşan negatif dışsallıklarda yaratmaktadır. Bu modele göre yenilik faaliyetleri ve sermaye birikimi büyüme oranını açıklamakta ve sermaye birikimi yenilik faaliyetlerinin getirisini arttırmaktadır. Fakat teknolojik yenilik faaliyetlerinin azalan getiriye sahip olması durumunda sürdürülebilir ekonomik büyüme karmaşık hale gelmektedir (Aghion ve Howitt, 2009: 86).

Temel geleneksel büyüme modellerine yenilenemez enerji kaynaklarının da eklenmesi kaynakların tükenmesine karşılık sermayenin biriktirilmesi anlamına gelmektedir. Solow (1974) çıkarma maliyeti ve sermayenin aşınma payının sıfır olduğu varsayımıyla yenilenemeyen enerji kaynaklarıyla sürdürülebilir büyümenin gerçekleşebileceğini belirtmektedir. Fakat bu modele göre üretim faktörleri arasındaki ikame esnekliği bir olmalıdır. Sürdürülebilirlik hatta sürekli büyüme yeryüzünde yaşayan bütün insanların faydaları eşit olduğunda gerçekleşebilir. Ancak eksik rekabet koşulları altında bu modele dayalı ekonomilerde kaynaklar tüenecek, tüketim ve sosyal refah sonunda sıfır olacaktır.

Tahvonen ve Salo (2001) yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarını içeren bir model geliştirmiştir. Bu model önceki neo-klasik modellere göre daha gerçekçidir. Kaynak çıkarma maliyetleri ve yenilenebilir enerji üretimi maliyetleri model içine alınmıştır. Teknolojik gelişme ister içsel ister dışsal olsun teknolojik değişimin olmadığı kabul edilmektedir. Ayrıca bu modele göre kaynak çıkarma maliyetlerindeki artış kaynak çıkartılırken kullanılan teknolojik bilgi birikiminin artmasına neden olmaktadır. Artan teknolojik bilgi birikimi ise sermaye stokunu arttıracaktır. Diğer neoklasik modellere göre bu modelde optimum gelişmenin daha etkin olduğu görülmektedir. Sanayi devrimi öncesinde fosil yakıt kullanımı artmış sanayi devrimiyle birlikte artmaya devam etmiştir (Tahvonen ve Salo, 2001: 1380).

Zon ve Yetkiner (2003) içsel bir büyüme modelinden hareket ederek üretimin açık bir faktörü olarak modele enerjiyi dahil etmiş ve büyüme oranının reel enerji fiyatlarındaki artış oranına negatif bir şekilde bağlı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuç sürekli artan enerji fiyatlarının ekonomik büyümeyi yavaşlatma eğiliminde olacağını ifade etmektedir. Bunun nedeni enerji fiyatlarındaki artışın yeni ara malı kullanma ve dolayısıyla araştırma yapmanın kârlılığını azaltması ve bu nedenle büyüme üzerinde negatif bir etkiye sahip olmasıdır (Zon ve Yetkiner, 2003: 81).

Sonuç olarak modern iktisat öncesi dönemde doğal kaynakların kendini sürekli yenileyebileceği ve sonsuz olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle bu dönemde yapılan iktisadi çalışmalarda doğal kaynakların tükenmesi ve çevreye verilen zararlar iktisat teorisinde yer bulamamıştır. Bu alanda yapılan çalışmalar daha çok çevrenin iktisadi rolü ve tarımsal üretim konularında olmuştur. Fakat sanayi devrimiyle birlikte doğal kaynakların hızla tükendiğinin görülmesi ve yenilenebilen doğal kaynakların fiziki sınırlarıyla karşılaşılmasından dolayı iktisadi faaliyetlerin çevreye verdiği zararları konu alan çalışmalar literatürde yer bulmaya başlamıştır.

Klasikler toprağı büyümenin ve refahın lokomotifini olarak gördüklerinden nüfusun artmasının doğal kaynakları hızla azaltacağı ve sonuçta kaynak kıtlığından dolayı büyümeyi sınırlandırabileceği görüşünü ileri sürmüşlerdir.

Fakat daha sonra 19. yy. sonlarına doğru, teknolojik yenilik ve alternatif kaynakların bulunabileceğini ileri süren neoklasik iktisatçılar fiziki sermayenin toprağı ikame edebileceğini ve bunun da büyümenin sınırlılıklarını ortadan kaldıracabileceğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda marjinal fayda teorisinin iktisadi literatüre girmesi ve matematiksel iktisadın gelişmesiyle parasal değerler literatürdeki fiziki değerlerin yerini almıştır (Hubacek ve van den Bergh, 2006: 15). Böylece klasik iktisatçıların toprak ve doğal sermayeyi içeren çalışmaları tekrar rafa kaldırılmış ve bu kavramlar büyüme modellerinden çıkartılmıştır.

1950’li yılların sonlarına doğru neoklasik analiz araçlarını kullanarak neoklasik iktisat içinde gelişen “Doğal Kaynaklar Ekonomisi” ile toprak ve doğa büyüme modellerine tekrar girmiştir. Özellikle sonraki yirmi yıl içinde nüfusun ve fosil yakıt kullanımının artmasıyla hızla artan çevre kirlilikleri gündeme gelmiş, bu konuda çevre politikaları geliştirilmesi hususu önem kazanmıştır. Bu şartlar altında ortaya çıkan ekolojik büyüme modelleri, büyümenin sınırlılıklarını doğayı baz alarak belirlemeye çalışmıştır.

### **3.2.3. Ekolojik Büyüme Modelleri**

İnsanlık tarihinin başlangıcından bu yana doğa ve toprak insanoğlunun yaşamını idame ettirebilmesi için en önemli kaynak olmuştur. Sanayileşmenin olmadığı sanayi öncesi dönemde gelirin tamamı topraktan karşılanmıştır. Bu nedenle yaşam kalitesini belirleyen en önemli faktör toprak verimliliği olmuştur. Tek kaynağın toprak olması insanoğlunun çevreye uyumunu kolaylaştırmakla beraber kaynaklar tükenince yada verimlilik düşüncesi başka bir alana göç ederek kaynaklarını yenileyebiliyorlardı (Edwards-Jones ve diğerleri, 2009: 10–11). Fakat sanayileşmeyle birlikte enerjiye olan ihtiyaç artmış ve enerjinin üretimin temel girdilerinden biri olduğu kabul edilmiştir.

Ekolojik iktisatçılar enerjinin temel bir üretim girdisi olduğunu kabul ederek yalnızca enerjinin ekonomik büyümeyi sürükleyebileceğini savunmaktadır. Bu iktisatçılara göre enerji millî gelirin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır ve ekonomiler enerji kullanımına ciddi bir ölçüde bağımlıdırlar. Başka bir deyişle

enerji kullanımı enerji tüketimindeki değişiklikler tarafından önemli şekilde etkilenmektedir (Zhao vd., 2008:178).

Ekolojik ekonomi ile ilgili ilk teorik çalışma ‘‘The Economics of the Coming Spacehip Earth’’ adlı çalışma ile Kenneth Boulding tarafından 1966 yılında yayımlanmış ancak enerji tüketiminin-ekonomik büyümeye etkisini ampirik düzeyde inceleyen ilk çalışma J.Kraft ve A.Kraft (1978) tarafından yapılmıştır.

Ekolojik büyüme modellerinde genelde enerji üretimi birincil faktördür. Özellikle stok varlık olduğu varsayılan enerji iktisadi faaliyetler için kullanıldığında sürekli azalmaktadır. Bu durum enerjinin iktisadi faaliyetler için kullanıldığı bütün süreçlerde dışsal olarak belirlenmesini gerektirir. Emek ve sermaye ise enerjinin aksine stok değil akım değişken olarak kabul edilmektedir. Ekolojik büyüme modellerinde emek ve sermaye gibi değişkenlerin değerleri muhteva ettikleri enerji kullanımına göre hesaplanmakta ve bu modellerde enerji kullanımı karşılığında yapılan harcamalardaki artışın, ekonomideki bütün katma değere eşit olduğu varsayılmaktadır. Piyasadaki malların fiyatlarının belirlenmesiyle enerji maliyetleri doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilidir (Stern ve Cleveland, 2004: 34).

Enerjinin üretim sürecinde bu denli önemli olmasının bir diğer nedeni emek ve sermaye faktörlerinin enerji olmadan işlevlerini yerine getirememesidir. Bu bağlamda enerji, sosyal ve ekonomik gelişme açısından temel bir ihtiyaçtır ve büyümenin sınırlayıcılarından biridir (Ghali ve El-Sakka, 2004: 226). Bunun nedeni enerjinin üretim sürecinde kullanılmasının kaçınılmaz olması ve malların üretiminde doğrudan kullanılmasıdır (Stern, 2003: 4). Ayrıca sermaye ve emek ile ikame ve tamamlayıcılık ilişkisinin olması durumunda üretimde kullanılan temel üç faktör (emek, sermaye ve enerji) ortaya çıkmaktadır (Pakrovski, 2003: 772).

Ekolojik iktisadın öncülerinden Kenneth Boulding (1966) ekonomik düzeni ‘‘kovboy ekonomisi’’ olarak tanımlamaktadır. Ona göre ekonomik sistem üretim hacminin olabildiğince genişletilmesi hedefine dayalıdır ve bu dönemde üretim ile tüketim sürekli teşvik edilmektedir. Çünkü kaynakların bulunabilirliği konusunda

herhangi bir sıkıntı yoktur. Çevre düşüncesizce kirletilmekte ve doğaya verilen zararlar dikkate alınmamaktadır. Dolayısıyla yapılan analizlerde çevreye kirliliği yer almamakta ve sadece ekonomik sistemdeki döngüler inceleme konusu olmaktadır (Edwards-Jones ve diğerleri, 2000: 20).

Boulding'ten sonra Georgescu-Roegen, 1971'de yayımladığı “*The Entropy Law and the Economic Process*” adlı kitabında; hem ekonominin hem de doğal ekosistemlerin, madde ve enerjinin sürekli birbirlerine dönüşümüyle tanımlanabileceğini belirtmiştir. Öte yandan ekonomik süreç üzerindeki fiziki sınırların anlaşılmasında da bu madde ve enerji akışının dikkatli bir biçimde analiz edilmesi gereğine dikkat çekmiştir (Hussen, 2004: 251). Georgescu-Roegen termodinamiğin ikinci yasası olan entropi yasasını kullanarak ekonomideki fiziki sınırların anlaşılabilirliğini belirtmiştir. Onlara göre enerji sistemde ya serbest olarak yada bağlı olarak bulunmaktadır. Örneğin kömürdeki enerji serbest olduğundan kullanılabilir fakat denizlerdeki ısı enerjisi bağlı olduğundan kullanılamamaktadır. Öte yandan mevcut serbest enerji üretim süreci sonunda bağlı hale gelmektedir (Nicholas Georgescu Roegen, 1995: 177).

Entropi yasasını referans alarak sonsuz iktisadi büyüme kavramına karşı çıkan bir diğer ekolojik iktisatçı da Herman Daly'dir. Daly neoklasik ekonomideki durağan durum ekonomisini kavramsallaştırmaya çalışmıştır. Daly'nin bu yaklaşımı John Stuart Mill'in durgun durum (stationary state) yaklaşımıyla benzeşmektedir. Fakat Daly kendisinden önceki ekolojik iktisatçıların ortaya koydukları ekolojik ve fiziki gerçeklikleri de modeline dahil etmiştir (Daly,1973:15). Ona göre kaynakların hızla tüketilmesine karşın ekosistem tüketilen kaynakların yerine kaynak üretmede oldukça yavaştır. Bu nedenle sistem zorlanmaktadır ve bu sürdürülebilir bir durum değildir (Daly, 2007: 9).

### **3.3. Enerji - Ekonomik Büyüme İlişkisi**

Enerji ekonomik büyüme için çok önemli bir girdidir. Enerji olmadan üretim yapılması neredeyse imkânsızdır. Bu nedenle farklı ülkelerin verileri kullanılarak bu ilişkiyi incelemek için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar bu iki kavram

arasındaki ilişkinin ülkeden ülkeye yada farklı zamanlarda farklılıklar olduğunu göstermiştir. Enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki genellikle Granger nedensellik testiyle ortaya konulmaya çalışılmıştır. Granger (1969) nedensellik testiyle iki değişken arasındaki ilişkinin yönü ve şiddeti istatistiksel açıdan belirlenebilmektedir.

Enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmaları üç ana başlıkta sınıflandırmak mümkündür. Birincisi ekonomik büyümeden enerji tüketimine yada enerji tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik bulan çalışmalar, ikincisi herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığını (yansızlık hipotezi) bulan çalışmalar ve üçüncüsü bu iki değişken arasında çift yönlü nedensellik bulan çalışmalardır. Bu çalışmalar incelendiğinde aynı ülke ve dönemlerde farklı ekonometrik yöntemler kullanılarak farklı sonuçların çıktığı görülmektedir. Uygulanan tahmin yöntemlerinin farklı olması farklı sonuçlara neden olmaktadır.

Bununla birlikte nedenselliğin yönü önemli politika çıkarımlarına sahip olduğundan, ekonomistler enerji politikasının çıkarımlarını sıklıkla Granger nedensellik testleri temelinde türeterek ilerlemektedirler. Eğer enerjiden ekonomiye tek yönlü bir nedensellik var ise genel bir sonuç; enerji kullanımını sınırlandırmanın (örneğin enerji koruması vasıtasıyla) ekonomik büyümeyi engelleyecektir. Ekonomiden enerjiye doğru sürekli bir nedensellik olduğunu gösteren bir sonucun enerji tasarrufu tedbirlerinin ekonomik gelişmeyi riskte bırakmaksızın yürütülebileceğini ifade ettiği söylenmektedir. İki yönlü nedensellik enerji ve ekonominin karşılıklı dayanışmasını göstermekte ve dolayısıyla bir öngörü modelinde iki değişkenin de içsel olarak ele alınması gerekmektedir. Son olarak analizde “yansızlık hipotezi” olduğu sonucuna ulaşıldığında genel açıklama, ekonominin enerji tüketim modellerine aldırılmadan gelişecektir. Böyle bir durumda ekonomik büyüme enerji kullanımını etkilemeyecek (muhtemelen eş ağırlıklandırma etkisi nedeniyle) ve enerji tasarrufunu amaçlayan politikalar ekonomik gelişmeye zararlı olmayacaktır (Aydın, 2010: 320).

### 3.3.1. Gelişmiş Ülkelerde Enerji- Ekonomik Büyüme İlişkisi

Kraft ve Kraft(1978) bu ilişkiyi 1947-1974 yılları ABD ekonomisi için incelemiş ve büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Akarca ve Long(1980) yine ABD'nin 1973-1978 yılları verilerini kullanarak bu ilişkiyi analiz etmiş ve değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığını belirtmişlerdir.

Erol ve Yu (1987) Batı Almanya, İngiltere, Kanada, Fransa, İtalya ve Japonya ülkeleri için 1950-1982 yılları verilerini kullanarak yaptıkları araştırmanın sonucunda enerji tüketimi ve büyüme arasında nedensellik ilişkisi olduğu yönünde bir kanıt ulaşılamadıklarını belirtmişlerdir.

Stern (1993) ABD'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiş ve 1947-1990 yılları arasında enerjinin büyümenin granger nedeni olduğu sonucuna varmıştır.

Lee (2006), G-11 ülkelerinde (Birleşik Krallık, Fransa, İtalya, , Japonya, Almanya, Belçika, İsveç, ABD, Kanada, İsviçre ve Hollanda) enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışma Almanya için 1971-2001 yılları, Kanada için 1965-2001 yılları ve diğer ülkeler için 1960-2001 yılları verilerini kullanmıştır. Sonuçta Amerika'da hem enerji tüketiminin büyümeye hem de büyümenin enerji tüketimine çift yönlü nedenselliğin olduğu, öte yandan Kanada, Belçika, İsviçre ve Hollanda'da enerji tüketiminden büyümeye tek yönlü nedenselliğin olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre bu ülkelerde enerji tüketiminin azalması büyümeyi olumsuz etkileyecektir. Fransa, İtalya ve Japonya'da ise büyümeden enerji tüketimine tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Çalışmanın devam eden kısmında bu ülkeler için enerji tasarruf politikalarının büyümeyi etkilemeyeceği ve kalkınmanın sürdürülebilir olması için düşük karbondioksit salınımına neden olan katı yakıt teknolojilerinin kullanılabilirliği önerilmiştir. Almanya, İngiltere ve İsveç ülkelerinde ise herhangi bir nedensellik

ilişkinde rastlanmamış ve ekonomik büyümeyi etkilemeden tasarruf politikalarının uygulanabileceği belirtilmiştir.

Soytaş ve Sarı (2003) 1950-1992 yılları verilerini kullandıkları çalışmalarında Almanya, Fransa ve Japonya için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu fakat İtalya için ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir.

### **3.3.2. Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji- Ekonomik Büyüme İlişkisi**

Gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi gelişmiş ülkelerde olduğu gibi farklı ülkelerde farklı sonuçlar vermektedir. Örneğin; Oh ve Lee (2004) Kore için 1970-1999 yılları arasındaki verileri kullandıkları çalışmalarında uzun dönemde enerji ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü, kısa dönemde ise enerjiden ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

Lee ve Chang (2005) koontegrasyon analizi yöntemini kullanarak yaptıkları çalışmalarında Tayvan'da 1954-2003 yılları arasında uzun dönemde enerjinin ekonomik büyümenin öncüsü olduğunu dolayısıyla enerji tasarruf politikalarının büyümeye negatif etki edeceğini belirtmişlerdir. Ayrıca GSYİH ile enerji tüketimi arasındaki koontegrasyonun istikrarsız olduğunu ve bunun nedeninin başka ekonomik faktörler olabileceğini belirtmişlerdir.

Zou ve Chau (2006) granger nedensellik testini kullanarak Çin'de 1953-2002 yılları verileriyle yaptıkları çalışmalarında petrol tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmişlerdir.

Mahedevan ve Asafu-Adjaye (2007) Avusturalya, Norveç, İsveç, Kuveyt, Suudi Arabistan, Venezüella, Endonezya, Hindistan, Senegal, Güney Afrika, Güney Kore, Singapur, Tayland, Japonya, Nijerya, İngiltere ve ABD ülkeleri için 1971-2002 yılları verilerini kullanarak yaptıkları çalışmalarında bu ülkelerden enerji ihracatçısı olan ülkeler için kısa dönemde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Uzun dönemde



ise büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki belirlenmiştir. Enerji ithalatçısı ülkeler için ise çift yönlü nedensellik olduğunu belirtilmiştir.

Odhiambo (2009), 1971- 2006 verileriyle Tanzanya için ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemiş enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Adhikari ve Chen (2012) gelişmekte olan 80 ülke üzerinde 1990-2009 yılları verileriyle panel veri yöntemi kullanarak yaptıkları çalışmada alt orta gelir grubu ülkeler için ekonomik büyümeden enerji tüketimine , üst orta gelir grubundaki ülkeler için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir. Öztürk ve Uddin (2012) Hindistan için yaptıkları incelemelerinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

Cowan v.d. (2013) BRICS ülkeleri üzerine yaptıkları çalışmalarında Brezilya, Hindistan ve Çin için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında ilişki olmadığını belirtmişlerdir.

Hwang ve Yoo (2014) ise Endonezya için ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

Türkiye ekonomisi açısından da büyük önem taşıyan enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisine yönelik olarak özellikle 2000’li yıllarda çalışmaların hız kazandığı görülmektedir (Karhan v.d, 2012: 86) Bu çalışmalardan bazıları şunlardır:

Altınay ve Karagöl (2005) Türkiye için 1950-2000 yılları arasındaki verilerle yaptıkları çalışmalarında nedensellik testi uygulayarak elektrik tüketiminden gelire doğru bir nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir,

Karagöl vd. (2007)’ nin, Türkiye için 1974-2000 döneminde elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa ve uzun dönem ilişkileri inceledikleri

çalışmalarında elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa dönemde pozitif korelasyon, uzun dönemde negatif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Jobert ve Karanfil (2007) 1960-2003 yılları arasında Türkiye için sanayi katma değeri ve reel GSYİH yıllık verilerini kullanarak sanayi, konut ve toplam enerji tüketimleri arasındaki ilişkiyi tespit etmek için eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerini kullanmışlardır. Sonuçta toplam enerji tüketimi ile reel GSYİH ve sanayi sektöründeki enerji tüketimi ile sanayi katma değeri arasında ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Mucuk ve Uysal (2009), Türkiye için yaptıkları incelemede nedenselliğin enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru gerçekleştiğini ve enerji tüketiminin büyümeyi pozitif yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Karhan v.d. (2012), 1960-2011 yılları verilerini kullandıkları çalışmada, Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında hem enerji tüketiminden ekonomik büyümeye hem de ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen araştırmalara bakıldığında aynı ülkeler ve aynı dönemler için yapılan çalışmalar arasında dahi tutarsızlık olduğu görülmektedir. Buna sebep olarak yapılan çalışmalarda farklı teknik ya da yöntemlerin kullanılması gösterilebilir.

**Tablo 9. Enerji Tüketimi - Ekonomik Büyüme İlişkisini İnceleyen Bazı Çalışmalar**

<b>Araştırmacı</b>	<b>Dönem</b>	<b>Ülke</b>	<b>Ekonometrik Yöntem</b>	<b>Sonuç</b>
Kraft ve Kraft(1978)	1947-1974	ABD	Sims' tekniği	Ekonomik büyüme enerji tüketimini artırmaktadır.
Akarca ve Long(1980)	1973-1978	ABD	Sims' tekniği	Değişkenler arasında ilişki yoktur.
Erol ve Yu (1987)	1950-1982	Batı Almanya, İngiltere, Kanada, Fransa, İtalya ve Japonya	Sims tekniği, Granger nedensellik testi	Kanada, Batı Almanya ve İtalya'da tek yönlü, Fransa ve İngiltere'de ise değişkenler arasında ilişki yoktur.
Stern(1993)	1947-1990	ABD	Granger nedensellik	Enerji tüketimi ekonomik büyümenin granger nedenidir.
Soytaş ve Sarı(2003)	1950-1992	Almanya, Fransa, Japonya, İtalya	Eş- bütünleşme ve hata düzeltme modeli	Almanya, Fransa ve Japonya için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu fakat İtalya için ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir.
Oh ve Lee(2004)	1970-1999	Kore	Eş- bütünleşme ve hata düzeltme modeli	Uzun dönemde enerji ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü, kısa dönemde ise enerjiden ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmışlardır.
Lee ve Chang (2005)	1954-2003	Tayvan	Panel VAR Yaklaşımı ve GMM	Uzun dönemde enerjinin ekonomik büyümenin öncüsü olduğunu dolayısıyla enerji tasarruf politikalarının büyümeye negatif etki edeceğini belirtmişlerdir
Zou ve Chau(2006)	1953-2002	Çin	Granger nedensellik	Petrol tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmişlerdir.
Lee (2006)	1975-2001	G-11	Değiştirilmiş Sıradan EKK	Amerika'da hem enerji tüketiminin büyümeye hem de

			(FMOLS: Full Modified Ordinary Least Square) ve Panel ECM	büyümenin enerji tüketimine çift yönlü nedenselliğin olduğu, öte yandan Kanada, Belçika, İsviçre ve Hollanda’da enerji tüketiminden büyümeye tek yönlü nedenselliğin olduğu sonucuna varılmıştır. Fransa, İtalya ve Japonya’da ise büyümeden enerji tüketimine tek yönlü nedensellik bulunmuştur.
Mahedevan ve Asafu-Adjaye(2007)	1971-2002	Avusturalya, Norveç, İsveç, Kuveyt, Suudi Arabistan, Venezüella, Endonezya, Hindistan, Senegal, Güney Afrika, Güney Kore, Singapur, Tayland, Japonya, Nijerya, İngiltere ve ABD	VECM (Vektör hata düzeltme modeli)	Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Uzun dönemde ise büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki belirlenmiştir. Enerji ithalatçısı ülkeler için ise çift yönlü nedensellik olduğunu belirtmiştir.
Odhiambo (2009)	1971- 2006	Tanzanya	Eş-bütünleşme ve hata düzeltme modeli	Enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir bağıntının olduğu sonucuna ulaşmışlardır
Apergis ve Barro (2009)	1991-2005	Bağımsız Devletler Topluluğu (11 Ülke)	-Panel Eş-bütünleşme Testi -Panel ECM Testi	Kısa dönemde enerji tüketiminden büyümeye tek yönlü, uzun dönemde ise enerji tüketimi ve büyüme arasında çift yönlü ilişki bulunmaktadır.
Güvenek ve Alptekin (2010)	1980-2005	25 OECD ülkesi	Panel Regresyon	Gelirin artması enerji tüketimini arttırmaktadır.
Adhikari ve Chen (2012)	1990-2009	Gelişmekte olan 80 ülke	Panel Regresyon	Üst orta gelir grubundaki ülkeler için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye, alt orta gelir grubu ülkeler için ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir
Karhan v.d. (2012)	1960-2011	Türkiye	Granger Nedensellik	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında hem enerji tüketiminden ekonomik büyümeye hem de ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir
Cowan v.d. (2013)	1990-2010	BRICS	Panel nedensellik testi	Brezilya, Hindistan ve Çin için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında ilişki olmadığını belirtmişlerdir.

### 3.5. Enerji Yoğunluğu ve Verimlilik İlişkisi

Enerji verimliliği daha az enerjiyle daha çok iş yapabilme kabiliyetidir. Enerji yoğunluğu ise birim çıktı başına düşen enerji tüketimi olarak tanımlanmaktadır. Enerji yoğunluğu düştükçe yani birim çıktı başına düşen enerji tüketimi azaldıkça daha az enerjiyle daha çok ürün elde edilecektir. Verimliliğin artırılması ile yoğunluğun düşürülmesi çoğu kez aynı anlamda kullanılmaktadır. Başka bir deyişle enerji yoğunluğu ile enerji verimliliği ters orantılıdır. Gelişmekte olan ülkelerin enerji taleplerinin sürekli artmasıyla birlikte yeni veya yenilenebilir enerji yatırımları için ayrılan kaynakların yeterli olmaması enerji verimliliğinin önemini arttırmıştır. Bu nedenle enerji verimliliğine önem veren ülkeler öncelikle enerji yoğunluğunu düşürecek önlemler almaktadırlar.

Enerji yoğunluğunun enerji verimliliğine bağlı sektörel formülü

$$e_{it} \equiv \frac{E_t}{Y_t} = \sum_i \left( \frac{E_{it}}{Y_{it}} \right) \left( \frac{Y_{it}}{Y_t} \right) \sum e_{it} s_{it} \quad (1)$$

şeklindedir.

$E_t$  = *t* yılındaki toplam enerji tüketimi

$E_{it}$  = *t* yılında *i* sektöründe tüketilen enerji miktarı

$Y_t$  = *t* yılındaki GSYİH

$Y_{it}$  = *t* yılında *i* sektörü çıktısı

$e_{it}$  = *t* yılında *i* sektöründeki enerji verimliliği

*s<sub>it</sub>=t yılında i sektöründeki sektörel aktiviteler*

Sektörler tarafından tüketilen enerjinin toplamı, toplam enerji tüketimine eşittir. Ekonomik faaliyetlerin toplamı ise toplam GSYH'ye eşittir. Toplam enerji yoğunluğu sektörel faaliyetler(*s<sub>it</sub>*) ve enerji verimliliğinin (*e<sub>it</sub>*) fonksiyonudur. Denkleme göre enerji tüketiminin azaltılması ya da gelirin artması enerji yoğunluğunu düşürecek verimliliği ise arttıracaktır.

Enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinden farklı olarak sektörler ya da ülkelere göre enerji tüketiminin ekonomik etkileri konularında karşılaştırma yapılmasına olanak sağlamaktadır. Enerji yoğunluğunun bilinmesi bir ülkenin ekonomik yapısı, yapısal farklılıkları, enerji tüketim eğilimi ve ulusal enerji tüketiminin bütün aşamalarını anlaşılmasına yardımcı olacaktır (Franklin, 2007: 295). Enerji yoğunluğu diğer enerji göstergelerinden farklı olarak enerji arz ve talebini birleştiren merkezi bir ölçü niteliğindedir.

Verimlilik son yıllarda sosyal ve siyasal hayatın öncelikleri haline gelmiştir. Birçok ülkede enerji verimliliği yeni enerji kaynakları aramaktan daha önemli görülmektedir. Bu yüzden verimlilik iklim değişikliği veya enerji güvenliği konularında yapılan uluslararası anlaşmalar içinde yerini bulmaktadır. Verimlilik enerji tasarrufu sağlarken öte yandan sera gazı salınımını azaltmaktadır. Enerjide dışa bağımlı ülkelerin enerji ithalatını azaltarak, enerjiye bağlı cari açığının azalmasını sağlar. Bu yüzden ekonomik büyüme ve çevrenin korunmasına öncelik veren ülkeler için verimlilik önemli bir araçtır.

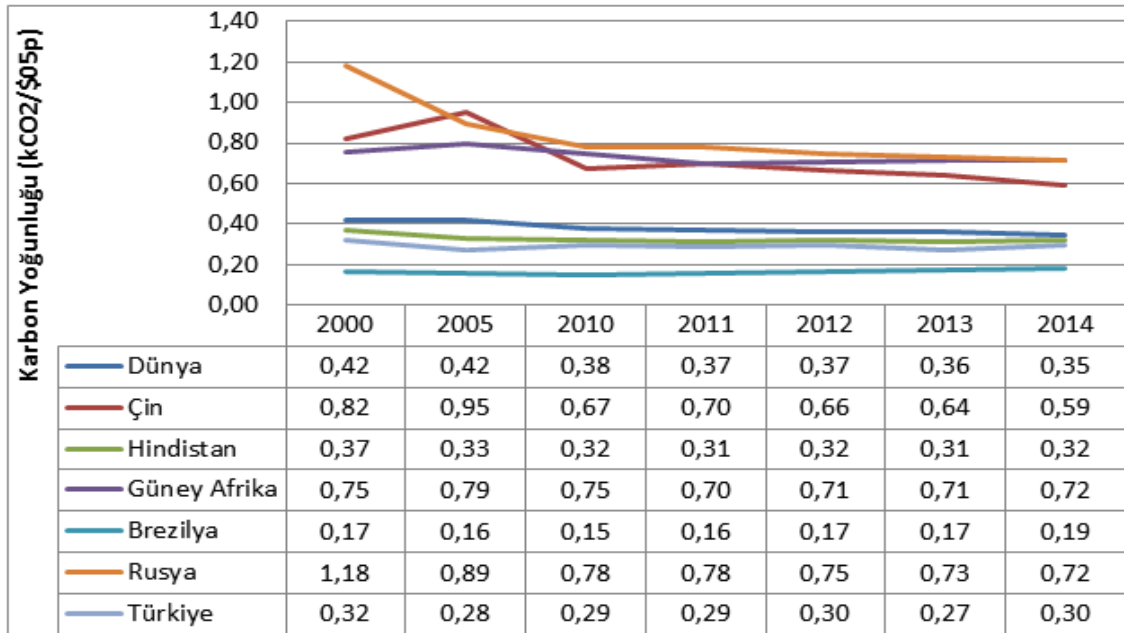
Kişi başına enerji tüketimi oranındaki artış kalkınma için olumlu bir gösterge olmakla birlikte, enerji yoğunluğundaki artış eğilimi, mevcut ekonomik faaliyetler ve yaşam standardı için harcanan enerjinin azaltılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Kavak,2005: 16). Diğer bir deyişle kişi başına enerji tüketimi sürdürülebilir kalkınma için gerek şart iken enerji yoğunluğunun düşürülmesi yeter şarttır.

### 3.8. Enerji Yoğunluğu Ve Çevre İlişkisi

Enerji verimliliğinin temel göstergesi olan enerji yoğunluğunun çevre ile ilişkisi üzerine yapılan araştırmalarda daha çok enerji yoğunluğu ve karbon emisyonu ilişkisi üzerinde durulmuştur. Karbon emisyonu miktarının artması birim hâsıla başına düşen karbon miktarının (karbon yoğunluğu) arttığı anlamına gelmektedir. Doğadaki zararlı gazların miktarı belirlenirken karbon miktarının referans alınmasının nedeni doğaya salınan zararlı gazların büyük çoğunluğunun karbondioksit ve karbon monoksit gibi karbon kaynaklı gazlardan oluşmasıdır. Birim hâsıla başına enerji tüketiminin (enerji yoğunluğu) azalması enerjinin üretiminde ve tüketiminde daha az miktarda zararlı gazın doğaya salındığı anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle en az kirlilik yaratan enerji hiç üretilmemiş enerjidir (Kavak, 2005: 10).

Ekonomik refah düzeyinin artmasıyla enerji hizmetlerine olan talep artmakta böylece küresel ekonomide dekarbonizasyon ihtiyacı artmaktadır (Kaya, 1989: 1) Herhangi bir ihtiyaç için enerji tüketiminin azaltılması (evleri yalıtarak, motor verimliliğini artırarak, vb.), otomatik ve oransal olarak kirletici emisyonlarını da azaltmaktadır. Enerji verimliliği tedbirleri, maliyet-etkin oldukları ve çevre korumaya yönelik ekstra maliyet gerektirmedikleri için çevreyi korumanın en ucuz yoludur (Kavak, 2005: 10).

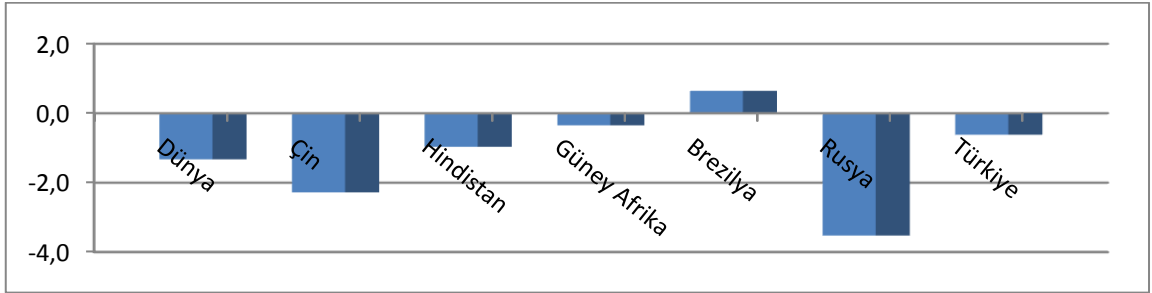
**Grafik 21. BRICS-T Ülkelerinin Karbon Yoğunluğu (kCO2/\$05p)**



Kaynak: WEC, 2015

BRICS-T ülkeleri arasında 2014 yılında en yüksek karbon yoğunluğuna sahip olan ülkeler Rusya ve Güney Afrika'dır. Grafik 21'de görüleceği üzere BRICS-T ülkelerinden Brezilya, Türkiye ve Hindistan'a ait karbon yoğunluğu değerleri dünya ortalamasının altında olmakla beraber Rusya, Güney Afrika ve Çin'in karbon yoğunluğu değerleri dünya ortalamasının üstündedir. Öte yandan 2000-2014 yılları arasında Rusya ve Çin ekonomisinin karbon yoğunluğu değerlerindeki düşüş dikkat çekicidir (Grafik 22).

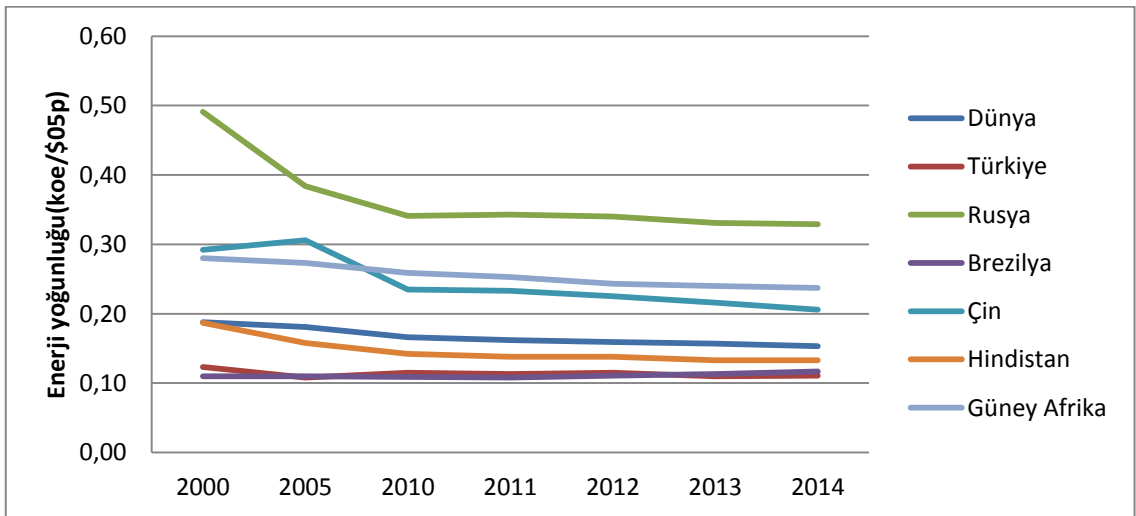
**Grafik 22. BRICS-T ülkelerinde 2000-2014 yılları arasında karbon yoğunluğundaki değişim (%)**



Kaynak: WEC, 2015

BRICS-T ülkeleri içerisinde karbon emisyonu düşüş hızı en yüksek olan ülkeler sırasıyla Rusya, Çin, Hindistan, Türkiye ve Güney Afrika'dır. Bununla beraber Türkiye, Hindistan ve Güney Afrika ülkelerine ait düşüş oranları dünya ortalamasının altında seyretmektedir. Brezilya ekonomisinin karbon yoğunluğu ise 2000-2014 yılları arasında artmıştır (Grafik 22).

**Grafik 23. BRICS-T ülkelerinde enerji yoğunluğu (mtep/1000\$)**



Kaynak: WEC, 2015



Ülke ekonomilerinin sahip olduğu enerji yoğunluğu değeri enerji tüketiminin artmasıyla artmakta ve buna paralel olarak enerji ihtiyaçlarının büyük kısmını fosil yakıtlardan karşılayan ülkelerin karbon yoğunluğu da yükselmektedir. BRICS-T ülkelerinin 2000-2014 yılları arasındaki enerji yoğunluğu (Grafik 23) ve karbon yoğunluğu (Grafik 21) değerleri karşılaştırıldığında her iki değişkenin yıllar içindeki değişimlerinin benzer olduğu görülmektedir. 2014 yılı için Rusya, Çin ve Güney Afrika karbon yoğunluğu değerlerinde olduğu gibi enerji yoğunluğu değerlerinde de dünya ortalamasının üstündedir.

Enerji yoğunluğu ve karbondioksit emisyonları arasındaki pozitif korelasyon özellikle petrol krizinden sonraki dönemlerde araştırmacıların ilgisini çekmiştir.

Say ve Yücel (2006), regresyon analizini kullanarak Türkiye’de enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi inceledikleri araştırmalarında bu iki değişken arasında güçlü bir ilişkinin var olduğunu belirtmişlerdir (Say ve Yücel, 2006: 3870).

BRICS’e üye ülkelere Brezilya için Pao ve Tsai (2011), 1980-2007 dönemi için yaptıkları çalışmalarında enerji tüketimi, karbon emisyonu ve gelir arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin var olduğunu belirtmiş Brezilya’nın karbon emisyonları ve gelir arasındaki güçlü bağı zayıflatabilmesi için enerji yatırımlarını arttırarak enerji israfını azaltması ve enerji verimliliğini arttıracak politik önlemlerin alınması gerektiğinin önemini vurgulamıştır (Pao ve Tsai, 2011: 2450).

Enerjinin tüketilmesiyle fosil yakıt kullanımının kaçınılmaz bir sonucu olan CO<sub>2</sub> emisyonlarının çevreye verdiği zararı en aza indirmek için yapılması gereken enerjiyi verimli kullanmaktır. Bu da ancak politik tedbirlerin alınmasıyla mümkündür. Çıktı başına düşen karbondioksit miktarı diğer bir deyişle karbon yoğunluğu, nüfus artış hızı ve ekonomik büyümeye bağlı olarak %4-10 oranında azaltılmalıdır (Loftus vd., 2015: 94). Loftus’a (2015) göre karbondioksit emisyonlarında ki düşüş oranlarının bu oranın altında gerçekleşmesi durumunda çevreye verilen tahribatın etkisi yüksek olacaktır.

Ekonomik büyümeyle birlikte CO<sub>2</sub> emisyonunun azaltılması enerji yoğunluğundaki gelişmelerle mümkündür. Bu gelişmelerin en belirgin özelliği önerilen stratejilerde tamamen küresel ekonomiyi dekarbonize ederek emisyon miktarının düşürülmesi gerektiğinin vurgulanmasıdır.

## **4.BÖLÜM: ENERJİ YOĞUNLUĞU İLE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: BRICS-T ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

### **4.1.Enerji Yoğunluğu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi**

Yüksek enerji fiyatları, küresel ısınma, sürdürülebilir kalkınma ve enerji verimliliği gibi sorunlar enerji yoğunluğunun önemini arttırmıştır. Ülkeler enerji verimliliklerini, CO<sub>2</sub> emisyon miktarlarını, ekonomik yapılarını karşılaştırmak ve yapısal eğilimlerini belirleyebilmek için çeşitli göstergeler kullanmak zorundadırlar. Bu göstergelerden en güvenilir olanı ve yaygın kullanılanı enerji yoğunluğu değeridir.

Enerji yoğunluğu, ülkenin teknoloji düzeyi, ekonomik yapısı, refah düzeyi ve enerji verimliliği konusuna bakış açısı gibi birçok konudaki mevcut durumun anlaşılmasında güvenilir bir göstergedir. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmaların çoğunda ekonomik büyümeyle birlikte enerji yoğunluğunun önce arttığı daha sonra yapısal değişikliklerin tamamlanmasıyla birlikte düştüğü belirtilmektedir. Az gelişmiş ülkelerde enerji yoğunluğunun yüksek olması sanayileşme, kentleşme ve enerji tüketiminin artmasına bağlanmaktadır. Yarı sanayileşmiş ülkelerde artış daha az olmaktadır. Çünkü sanayileşmenin ilk döneminde yapısal değişim yavaştır. Buna karşın gelişmiş ülkelerde enerji yoğunluğu değerinin azalması, ekonominin daha düşük enerji yoğun sektörlerle doğru gelişmesi ve bununla beraber enerji verimliliğini arttıran teknolojik gelişmelerin ortaya çıkması ile açıklanabilmektedir (Leach vd., 1986: 28).

Gelişmiş ülkeler üretimlerinin büyük bir kısmını teknolojik ürünlere ayırmaktadırlar. Teknolojik ürünlerin üretiminde enerjinin payı çok azdır. Bu nedenle enerji yoğunlukları çok düşüktür. Ayrıca bu ürünler yüksek katma değer yaratan ürünlerdir. Böylelikle hem enerji tasarrufu sağlanmakta hem de bu ürünlerin GSYH'ye katkısı daha fazla olmaktadır.

Bernardini ve Galli (1993)'e göre gelir düzeyinin yükselmesiyle beraber enerji yoğunluğunun düşmesinin temel olarak üç nedeni vardır. Birincisi yükselen gelir düzeyiyle beraber ülkeler farklı sanayileşme aşamalarından geçmekte ve nihai talebin yapısı değişmektedir. İkincisi yüksek gelir düzeyinin teknolojik süreçlerin

geliştirilmesinde ve böylece verimliliğin artırılmasını sağlamada önemli olmasıdır. Üçüncü ve son olarak teknolojik gelişmelerin daha az enerji tüketen enerji verimliliği yüksek donanımların kullanılmasına neden olmasıdır.

Bu nedenlerle Enerji yoğunluğunun düşürülmesi üretimin artırılması için önemlidir (Fisher-Vanden vd., 2004: 79). Üretim yapısının geliştirilmesi enerji tüketiminin ve diğer girdilerin azaltılmasına yardımcı olarak daha az girdiyle daha çok çıktı alınmasını sağlamaktadır (Palmer, 1995: 120). Fisher-Vanden (2004), Hu ve Wang (2006) ve Wei vd. (2007), Çin için yaptıkları çalışmalarında verimlilikteki iyileştirmelerin enerji tüketimini azalttığı ve ekonomik büyümeyi hızlandırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Schumacher ve Sathaye (1999) ile Mukherjee (2008), Hindistan için yaptıkları çalışmada enerji yoğunluğunu düşürecek tedbirler alınmasının verimliliği artırarak üretim artışını sağladığı ve çevresel tahribatı azalttığı sonucuna varmışlardır.

Ekonomik büyümenin hızlanması katma değer yaratan, maliyeti düşük ürünlerin üretilmesine bağlıdır. Bu tür ürünlerin maliyetlerinin düşük olması, üretimde kullanılan girdilerin ya maliyetlerinin ya da miktarlarının az olmasına bağlıdır. Enerji yoğunluğu düşük ürünlerin üretiminde enerji girdisi az ya da verimli kullanıldığından bu tür ürünlerin maliyetleri oldukça düşüktür. Öte yandan farklı sektörler farklı enerji yoğunluklarına sahiptir. Buradan hareketle ekonomik gelişme sürecinin ilk aşamalarında hâsıla başına kullanılan enerji miktarında artış söz konusu olur iken, ekonomik gelişme sürecinin ilerleyen aşamalarında hâsıla birimi başına kullanılan enerji miktarında bir azalma gerçekleşmektedir (Stern, 2003: 26).

## **4.2.Ülkelere ve Ülke Gruplarına Göre Uygulamalı Literatür**

### **4.2.1.Ülkelere Göre Uygulamalı Literatür**

Enerji yoğunluğu enerji, çevre, ekonomi ve teknoloji gibi kalkınmanın ana temalarının içeriğini belirleyen önemli bir kavram olup mevcut refah seviyesini düşürmeden enerji tüketimini azaltılmayı hedefleyen bütün değişiklikleri kapsamaktadır. 20. yüzyılda sanayileşme ve küreselleşmeyle birlikte hızla artan nüfus, tüketim harcamaları, gelir vb. sosyo-ekonomik faktörler enerji talebinin ivme kazanarak büyümesine neden olmuştur. Bununla birlikte enerji arzının sürekli, güvenilir ve

sürdürülebilir olması kaçınılmaz hale gelmiştir (World Energy Council Report, 2010: 85). Bu nedenle çoğu ülke enerji politikalarını belirlerken bu hususları göz önünde bulundurmaktadır.

Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile enerji yoğunlukları arasındaki ilişki gelir grubuna göre farklılık göstermektedir. Özellikle sanayi sektöründe düşük enerji yoğunluğuna sahip Danimarka, Norveç, Almanya, Japonya gibi ülkeler aynı zamanda yüksek insani gelişme göstermektedir (IEA, 2015: 55). Viiding ve Joller (2012)' e göre enerji tüketimindeki artış belirli bir düzeyden sonra insani gelişme endeksiyle (HDI=0,7) doğru orantılıdır.

Literatürde enerji yoğunluğu ile ilgili ana kaynak az olmakla beraber bölgesel ya da ülke odaklı çalışmalar bulunmaktadır. Öte yandan ilgili literatür iki gruptan oluşmaktadır. Birinci grup literatür daha çok enerji yoğunluğunun altında yatan temel etkenleri farklı ekonometrik yöntemlerle açıklamaya çalışmaktadır. Bu faktörler ekonomik yapıyı, teknolojik süreçleri, sektörel kompozisyonu ve verimliliği içermektedir. Birinci grup literatürde yöntem olarak ayrıştırma analizleri kullanılmıştır.

İkinci grup literatür ise ekonomik büyüme ve çevre konularıyla ilişkilidir. Bu çalışmalar ülkeler ya da bölgeler arasındaki enerji yoğunlukları yakınsamaları, enerji yoğunluğu ve kişi başına düşen gelir arasındaki ilişki ile enerji yoğunluğu ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi kapsamaktadır. Yakınsama türleri genel anlamda üç farklı şekilde ifade edilmektedir. Bunlar sigma ( $\sigma$ ), beta ( $\beta$ ) ve stokastik yakınsamalardır. Sigma yakınsaması ilk olarak Barro ve Sala-i-Martin (1990) tarafından kullanılmıştır. Bu yakınsama türü kişi başına gelirin standart sapmasının zamanla azaldığını öne sürmektedir. Beta yakınsaması ise başlangıçta ekonomideki kişi başına gelirle son durumdaki kişi başına gelir seviyelerinin büyüme oranları arasında negatif bir ilişki olduğunu ileri sürmektedir. Baumal (1986) tarafından geliştirilen bu yakınsama türüne göre başlangıçta yüksek enerji yoğunluğuna sahip olan ülkeler daha düşük enerji yoğunluğuna sahip ülkelere göre daha yavaş büyümektedir.

Literatürde Çin'in enerji yoğunluğu hakkında birçok farklı çalışma bulunmaktadır. Bunun nedeni Çin'in enerji yoğunluğunun son 20 yıldır sürekli düşme trendinde olmasıdır. Bu eğilim araştırmacıların dikkatini Çin üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Çin için yapılan çalışmaların çoğu enerji yoğunluğunun ayrıştırılmasıyla ilgilidir. Qi vd. (2007) 1995-2002 yılları arasında Çin için yapmış oldukları çalışmada enerji yoğunluğu ve kişi başına düşen milli gelir arasındaki ilişkiyi gecikmeli panel veri modeli kullanarak analiz etmiştir. Sonuç olarak ortalama gelirden %1'lik bir azalmanın enerji yoğunluğunu % 0,487 azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Yani kişi başına düşen ortalama milli gelirdeki bir birimlik düşüş enerji yoğunluğunu yaklaşık yarım puan arttırmaktadır. Bu oran enerji yoğunluğunun gelir esnekliğine bağlıdır.

Feng ve diğerleri (2009) Çin için enerji yoğunluğu, ekonomik yapı ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1980-2006 yılları verilerini kullanarak incelemiş sonuç olarak üç değişken arasında eş-bütünleşmenin olduğunu bununla beraber ekonomik yapının enerji yoğunluğunun granger nedeni olduğunu vurgulamışlardır.

Elliot vd. (2012) enerji yoğunluğu, gelir ve doğrudan yabancı yatırımları arasındaki ilişkiyi 2005-2008 yılları verileriyle Çin'e ait 206 şehir için panel veri analizi ile incelemiş gelir ve enerji yoğunluğu arasında ters U şeklinde bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca enerji yoğunluğu ve doğrudan yabancı yatırımlar arasında ters yönlü ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir.

Chang (2010) ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> arasındaki ilişkiyi Çin için zaman serisi verilerini kullanarak açıklamaya çalışmıştır. Çalışmanın bulguları CO<sub>2</sub> emisyonuna yola açan enerji tüketiminin, ekonomik büyümenin nedeni olduğunu açığa çıkarmıştır.

Enerji tüketiminin yerine enerji yoğunluğu değerinin kullanılmasının nedeni enerji yoğunluğunun teknolojik gelişmeleri de kapsamasıdır. Ülkeler arasındaki enerji yoğunlukları farkı göreceli kaynak tüketimi açısından ülkelerin ne ölçüde çaba sarf ettiğini göstermektedir.

Birol ve Keppler (2000)'e göre yüksek enerji fiyatları doğru ekonomik araçlarla kullanıldığında enerji verimliliğini artırarak enerji yoğunluğunu azaltmaktadır. Devletler tarafından yüksek enerji fiyatları, verimli enerji teknolojisi yatırımları yapılmasına neden olmasıyla ve düşük gelirli bireylerin tüketimini azaltmasıyla bir tasarruf aracı olarak görülmektedir. Bu döngüyle ülkelerin enerji talepleri azaltılmaya çalışılmaktadır.

Bernstein vd.(2003) Amerika'nın farklı eyaletlerinde 1977-1999 yıllarını kapsayan verilerle enerji yoğunluğundaki düşüşü incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre Amerika'da son yirmi yılda enerji yoğunluğunun düşmesinin temel nedeninin enerji fiyatları, ekonomik sektör çıktıları, üretim kapasitesi kullanım katsayısı, yatırım, nüfus, çevre kirliliği, iklim, teknolojik yenilik ve enerji politikaları olduğunu belirtmiştir (Bernstein ve diğerleri, 2003:16).

Yamaguchi (2005) Japonya imalat sektörü için yaptığı çalışmada 1980'li yıllarda bu sektörde enerji yoğunluğunu %30 azalmasının sebebinin verimli enerji kullanımını sağlayan teknolojilerin gelişmesi olduğunu belirtmiştir (Yamaguchi 2005: 22).

Hatzigeorgiou vd. (2011) Yunanistan için enerji yoğunluğu, gelir ve CO2 emisyonu arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında vektör hata düzeltme modeli ve koentegrasyon yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmalarının sonucunda bu seriler arasında uzun dönemli ilişkiler olduğunu belirtmişlerdir. Nedensellik testi sonucuna göre; enerji yoğunluğu ve CO2 emisyonu arasında geri besleme hipotezi geçerli iken, ekonomik büyümeden enerji yoğunluğu ve CO2 emisyonuna doğru dolaylı bir ilişki vardır (Hatzigeorgiou vd., 2010: 1377–1385).

Enerji yoğunluğunun belirlenmesinde etkin olan bir diğer faktörde enerji tüketiminin gelir esnekliği değeridir. Esneklik değeri yükseldikçe bir birimlik gelir artışı karşılığında tüketilen enerji miktarı da artmaktadır. Bu kapsamda Halıcıoğlu (2007) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'de konutlarda kullanan enerji tüketiminin gelir esnekliğinin uzun dönemde 0,5 olduğunu belirtilmiştir. Yani gelirdeki bir birimlik artış enerji talebini 0,5 birim arttırmaktadır.

Ziramba (2008) yaptığı çalışmada 1978-2005 yılları arasında Güney Afrika Cumhuriyeti'nde konutlarda enerji tüketiminin gelir esnekliğinin uzun dönem için 0,31, kısa dönem için 0,30 olduğunu belirtmiştir.

Jiang vd. (2014)'in Çin'e ait 29 bölgenin verileriyle yaptığı ve enerji yoğunluğunun altında yatan temel faktörlerin belirlenmeye çalışıldığı çalışmanın sonuçlarına göre enerji yoğunluğu ve gelir düzeyi arasında ters U (Enerji Yoğunluğu Kuznets Eğrisi) şeklinde bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### **4.2.2. Ülke gruplarına Göre Uygulamalı Literatür**

Nilsson(1993), 1950-1980 yılları arasında 31 ülkeyi kapsayan çalışmasında satın alma gücü paritesi yaklaşımıyla hesaplanan GSYİH'ı kullanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre Nilsson , EKC hipotezinin sadece birkaç ülke için geçerli olduğunu ancak zaman aralığı oluşturulan model için çok kısa olduğundan böyle bir sonucun çıkmış olabileceğini belirtmiştir. Çalışmanın devamında İngiltere, Almanya, ABD ve Fransa'nın da içinde bulunduğu 15 ülkede enerji yoğunluğunun belirtilen zaman aralığında düştüğünü, Japonya, Finlandiya, İsveç, Norveç ve İtalya ülkelerinde ise 1970'lere kadar enerji yoğunluğunun sürekli arttığını 1970'ten sonra ise düşme trendine girdiğini belirtmiştir ( Nilsson, 1993: 318).

Galli (1998) benzer yapıya sahip 10 Asya ekonomisi için 1973-1990 yılları verileriyle panel veri analizi kullandığı çalışmasında enerji yoğunluğu ve gelir arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sonuç olarak gelir ve enerji yoğunluğu arasında sabit etkiler varsayımı altında ters U şeklinde bir ilişkinin var olduğunu fakat rassal etkiler varsayımı altında bu ilişkinin istatistiki açıdan önemli olmadığını belirtmiştir.

Yine Galli (2008) tarafından gelişmekte olan Asya ülkeleri üzerinde yapılan çalışmada düşük gelir grubundaki ülkelerde gelir ile enerji yoğunluğu arasında pozitif ilişki olduğu ancak yüksek gelir grubundaki ülkelerde bu ilişkinin negatif yönlü olduğu belirtilmiştir. Buradan hareketle gelir düzeyinin farklılaşmasının enerji yoğunluklarını farklılaştırdığını söylemek mümkündür.

Mielnik ve Goldenberg (2000) gelişmekte ve gelişmiş ülkeler üzerinde yaptıkları çalışmalarında bu ülkelerin enerji tüketimlerinin yakınsadığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu yakınsamanın gelişmekte olan ülkelerde artış, gelişmiş ülkelerde ise düşüş eğiliminde olması dikkat çekicidir.

Cornillie ve Fankhanser ayrıştırma analizi kullanarak yaptıkları çalışmalarında Avrupa'da 22 geçiş ülkesini incelemiş ve sonuç olarak yüksek enerji fiyatlarının enerji yoğunluğunu azalttığı sonucuna ulaşmışlardır (Cornillie ve Fankhanser, 2004: 26).

Orta gelir grubundaki ülkeler teknolojiyi yüksek gelir grubundaki ülkelerden ithal etmektedir. Ancak ithal edilen teknoloji enerji tasarrufu hususunda yetersiz olduğundan orta gelir grubundaki ülkeler ile yüksek gelir grubundaki ülkeler arasındaki enerji yoğunluğu farklılığı artmaktadır. Diğer bir ifade ile yapısal değişim gibi enerji yoğunluğunun azalmasında etkin olan faktörlerin olmadığı durumlarda orta gelirli ülkelerin yüksek gelirli ülkelere yalnızca teknoloji gelişme ile ekonomik açıdan yaklaşabilmesi imkansız olacaktır (ermikli ve Tokatlıoğlu, 2015: 20).

Tabti ve Mandi (1985), enerji yoğunluğunun küresel gelişimini 35 yıllık bir dönem için incelemiştir. alışmalarında yalnızca toplam enerji yâda yakıt yoğunluğunu değil bunun yanında kömür, gaz ve elektrik gibi diğer enerji kaynaklarının yoğunluklarını da kullanmışlardır. Böylece her bir enerji kaynağının üretimdeki payının belirlenmesine ve diğer kaynaklarla karşılaştırma yapılmasına olanak sağlanmıştır. Bununla beraber kaynaklara göre enerji yoğunluğunun analiz edilmesi ile enerji kaynaklarının birbirleriyle olan ilişkisini daha kolay kavramamıza yol açan parametreler ortaya çıkmıştır. Bu parametreler özellikle ekonomik gelişmenin hız kazandığı erken dönemde sanayileşme hızının artması, enerji tketimeinin daha verimli olması ve sonraki dönemlerde bu durumun muhafaza edilmesi ve teknolojik değişimi içermektedir.

Sarıcı (2000)'ya göre; toplam nihai enerji tketimeindeki değişime bağlı olarak nihai enerji yoğunluğunda kayda değer değişiklikler grlmştir. Her sektör için ayrı ayrı hesaplanan enerji yoğunluğu değerleri ülkeden ülkeye farklılık göstermiştir. Bunun gerekçesi ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin farklı olmasıdır. Bu nedenle Almanya,



İngiltere, Fransa, İtalya ve İspanya'da sanayi sektörü enerji yoğunluğunda sürekli azalma eğilimi görülürken, Türkiye'de daha karmaşık bir yapı dikkati çekmektedir

Sun(2002)1971-1998 yılları için 27 OECD ülkesinin enerji yoğunlukları arasındaki farklılığı araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda OECD ülkeleri arasındaki enerji yoğunluğu farklılıklarının azalmaya başladığını belirtmiştir. Bunun nedeni olarak sosyo-ekonomik sistemdeki reformları ve yeni teknolojilerdeki gelişmeleri göstermiştir

Miketa ve Mulder (2005) gelişmiş ve gelişmekte olan 56 ülkede imalat sektörü verilerini baz alarak enerji verimliliği yakınsamalarını inceledikleri çalışmalarında ülkeler arası enerji yoğunluğu farklılıklarının azalma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Panel veri analizi metodu ile yakınsama hipotezini test eden araştırmada üretim yapılan tüm sektörlerdeki enerji verimliliği artışı başlangıçta düşük enerji yoğunluğuna sahip ülkelere nazaran daha yüksektir.

Markandya (2006) 12 orta ve Doğu Avrupa ülkesinin gelirleriyle enerji yoğunlukları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmanın sonucunda bu ülkeler arasında yakınsamanın olduğu ve Avrupa ülkelerinin ortalama gelirlerindeki %1'lik bir azalmanın enerji yoğunluğunu %0,7 oranında düşürdüğü sonucuna varılmıştır (Markandya vd., 2006: 139). Avrupa ülkelerinin genellikle sanayileşmiş ülkeler olduğu göz önünde bulundurulduğunda enerji yoğunluğu ve gelir arasındaki negatif ilişki daha net anlaşılacaktır. Aynı zamanda yapılan bu çalışmayla farklı ülkelerin gelirlerindeki yakınsamanın enerji yoğunluklarında da yakınsamaya neden olduğu anlaşılmaktadır. Yani kişi başına düşen ortalama gelirleri birbirine yaklaşan ülkelerin aynı zamanda enerji yoğunlukları da benzerlik göstermektedir.

Streimikiene vd., (2007) Baltık ülkelerinde enerji yoğunluğu değerlerini inceledikleri çalışmalarında Litvanya, Estonya ve Letonya ekonomilerinde 1992 yılında başlayan resesyona birlikte enerji yoğunluğu değerlerinin hızla düştüğünü 1996 yılından sonra ise bu durumun ülke ekonomilerinde değişim neden olduğunu vurgulamıştır.

Ezcurra (2007) 1971-2001 yılları verileriyle parametrik olmayan test tekniklerini kullanarak 98 ülke için sigma yakınsamasını test etmiş ve sonuç olarak enerji yoğunluğunda özellikle bölgeler düzeyinde yakınsama olduğunu belirtmiştir.

Liddle (2009) sigma yakınsamasını kullanarak yaptığı çalışmasında IEA ülkeleri arasında toplam elektrik yoğunluğu değerlerinin yakınsamasına rağmen aynı ülkeler arasındaki enerji yoğunluğu yakınsamalarının daha yüksek oranda gerçekleştiğini belirtmiştir.

Le Pen ve Sévi (2010) 1971-2003 yılları ve 97 ülke için yaptıkları çalışmalarında ülkelerin enerji yoğunluklarında küresel yakınsamaya dair hiçbir bulgu rastlanmadığını ancak bölgesel bazda (Orta Doğu ve OECD) yakınsamanın olduğunu belirtmiştir.

Stern (2012) 85 ülkede 37 yıllık veriyle enerji verimliliği eğilimini belirlemek için üretim sınırı yaklaşımını kullanarak yaptığı çalışmada düşük değerli ulusal para birimi, yüksek faktör verimliliğine sahip ve fosil yakıt rezervi açısından fakir ülkelerin yüksek enerji verimliliğine sahip olduğunu belirtmiştir.

Mulder ve De Groot (2012) 18 OECD ülkesi ve bu ülkelere ait 50 alt sektör için 1970-2005 yıllarını kapsayan çalışmalarında hizmetler sektöründe enerji yoğunluğunun artmasına rağmen sanayi sektöründe enerji yoğunluğu değerlerinin düştüğünü belirtmiş enerji yoğunluğundaki bu değişimlerin sektörlerin kompozisyonundaki değişimlerden kaynaklandığını vurgulamıştır.

Herrerias (2012) 83 ülke üzerinde 1971-2008 yılları verileriyle stokastik yakınsama yöntemini kullanarak yaptığı çalışmasında enerji yoğunluğunun yakınsama sürecini incelemiştir. Çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak yakınsama modelinin nüfus dağılımına göre farklılaşıp farklılaşmadığı araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre gelişmekte olan ülkeler yüksek enerji yoğunluğu değerlerine yakınsarken gelişmiş ülkeler düşük ve yüksek enerji yoğunluğu değerlerine yakınsayan iki farklı yakınsama kümesi oluşturmaktadır.

Genellikle yüksek gelir grubundaki ülkeler enerjiyi düşük gelir grubundaki ülkelere göre daha verimli kullanmaktadır. 1980-2010 yılları arasında dünya enerji yoğunluğu %27, düşük gelir grubundaki ülkelerin enerji yoğunluğu %23, yüksek gelir grubundaki ülkelerin enerji yoğunluğu % 40 oranında azalmıştır (Sadorsky, 2013: 52) .

Sadorsky (2013) tarafından gelişmekte olan 76 ülke üzerinde yapılan araştırmada panel nedensellik testi uygulanarak kentleşme, gelir ve sanayileşme arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre uzun dönemde gelirden meydana gelen %1'lik artış enerji yoğunluğunu %0.45 -%0.35 bandında azaltmaktadır. Ayrıca sanayileşme oranındaki %1'lik bir artış enerji yoğunluğunun %0,07- % 0,12 bandında artmasına neden olmaktadır.

Kiran (2013)'ın 21 OECD ülkesi üzerinde yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre Avusturya, Belçika, Fransa, İsrail, İtalya, Kore, Meksika, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç ve İngiltere ülkelerinde enerji yoğunluğu yakınsaması olduğuna dair kanıt bulunamamıştır. Öte yandan Kanada, Şili, Danimarka, Finlandiya, Almanya, İzlanda, İrlanda, Hollanda ve Türkiye ülkelerinde ise enerji yoğunluğu yakınsamasının bulunduğu belirtilmiştir.

Avrupa ülkeleri için Hajko (2014) tarafından yapılan ve 1994-2009 yıllarını kapsayan araştırmada ulaştırma sektörü enerji yoğunluğu değişimi incelenmiştir. Çalışmada Avrupa ülkeleri EU-27, EU-15 ve EU-12 olmak üzere üç grup halinde ele alınmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre tüm ülke gruplarında beta yakınsamasının olduğu ayrıca koşullu yakınsama ve mutlak yakınsama tahminleri arasında dikkat çekici farklılıkların belirlendiği vurgulanmıştır.

Karayel ve Sohtaoğlu (2015) OECD'ye üye olan ve olmayan seçili ülkeler üzerinde 1971-2010 yılları verilerini kullanarak enerji yoğunluğu ile ilgili temel büyüklükleri inceledikleri çalışmalarında küresel enerji yoğunluğu değerinin incelenen dönem aralığında düştüğünü belirtmişlerdir. Bununla beraber gelişmiş ülkelere ait enerji yoğunluğu değerlerinin küresel ortalamasının altında kaldığı gelişmekte olan ülke gruplarının sahip olduğu enerji yoğunluğu değerlerinin ise ortalamasının üstünde kaldığı sonucuna ulaşmışlardır.

Keho (2016) altı Afrika ülkesinin (Nijerya, Fil Dişı Sahilleri, Kamerun,Togo, Kongo ve Benin) 1970-2011 yılları arasındaki enerji yoğunluğu, gelir, ithalat ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları verileriyle yaptığı çalışmasında kısa dönemde Fil Dişı Sahilleri ve Nijerya'da, doğrudan yabancı yatırımların enerji yoğunluğunun granger nedeni olduğunu belirtmişlerdir.

**Tablo 10. Enerji Yoğunluğu Ve Ekonomik Büyüme İlişkisini İnceleyen Bazı Çalışmalar**

Araştırmacı	Dönem	Ülke	Ekonometrik Yöntem	Sonuç
Galli (1998)	1973-1990	10 Asya ekonomisi	Panel veri analizi	Gelir ve enerji yoğunluğu arasında sabit etkiler varsayımı altında ters U şeklinde bir ilişkinin var olduğunu fakat rassal etkiler varsayımı altında bu ilişkinin istatistiki açıdan önemli olmadığını belirtmiştir.
Sun(2002)	1971-1998	27 OECD ülkesi	Sigma( $\sigma$ ) Yakınsaması	OECD ülkeleri arasındaki enerji yoğunluğu farklılıklarının azalmaya başladığını belirtmiştir.
Bernstein vd.(2003)	1977-1999	Amerika	Beta yakınsaması-Panel veri analizi	Amerika’da son yirmi yılda enerji yoğunluğunun düşmesinin temel nedeninin enerji fiyatları, ekonomik sektör çıktıları, üretim kapasitesi kullanım katsayısı, yatırım, nüfus, çevre kirliliği, iklim, teknolojik yenilik ve enerji politikaları olduğunu belirtmiştir
Markandya(2004)		12 orta ve Doğu Avrupa ülkesi	Sigma yakınsaması	Bu ülkeler arasında yakınsamanın olduğu ve Avrupa ülkelerinin ortalama gelirlerindeki %1’lik bir azalmanın enerji yoğunluğunu %0,7 oranında düşürdüğü sonucuna varılmıştır.
Miketa ve Mulder (2005)	1971-1995	56 Ülke	Panel veri analizi	Panel veri analizi metodu ile yakınsama hipotezini test eden çalışmada üretim yapılan tüm sektörlerdeki enerji verimliliği artışı başlangıçta düşük enerji yoğunluğuna sahip ülkelere nazaran daha yüksektir sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca ülkeler arası enerji yoğunluğu farklılıklarının azalma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir.
Qi vd. (2007)	1995-2002	Çin	Gecikmeli panel veri modeli	Ortalama gelirden %1’lik bir azalmanın enerji yoğunluğunu % 0,487 azalttığı sonucuna ulaşılmıştır
Ezcurra (2007)	1971-2001	98 Ülke	Sigma( $\sigma$ ) Yakınsaması	Enerji yoğunluğunun mekânsal olarak dağılımının incelendiği çalışmada Enerji yoğunluğunda özellikle benzer ekonomik yapıya sahip ülkelerde yakınsama olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Ziramba (2008)	1978-2005	Güney Afrika Cumhuriyeti	Panel Veri Analizi-Eşbütünleşme	Güney Afrika Cumhuriyeti’nde konutlarda enerji tüketiminin gelir esnekliğinin uzun dönem için 0,31, kısa dönem için 0,30 olduğunu belirtmiştir.
Feng ve diğerleri (2009)	1980-2006	Çin	Granger Nedensellik	İki değişken arasında eş-bütünleşmenin olduğunu bununla beraber ekonomik yapının enerji yoğunluğunun granger nedeni olduğunu vurgulamışlardır.
Liddle (2009)	1960-2006	IEA/OECD	Panel veri analizi (Sigma yakınsaması)	IEA ülkeleri arasında toplam elektrik yoğunluğu değerleri yakınsamasına rağmen aynı ülkeler arasındaki enerji yoğunluğu yakınsamalarına göre daha düşük seviyelerde gerçekleşmektedir.

Le Pen ve Sévi(2010)	1971-2003	97 Ülke için	Beta( $\beta$ ) Yakınsaması	Ülkelerin enerji yoğunluklarında küresel yakınsamaya dair hiçbir bulgu rastlanmadığını ancak bölgesel bazda (Orta Doğu ve OECD) yakınsamanın olduğunu belirtmiştir.
Elliot vd. (2012)	2005-2008	Çin'e ait 206 şehir	Eş bütünlüşme Analizi	Enerji yoğunluğu, gelir ve doğrudan yabancı yatırımları arasındaki ilişki panel veri analizi ile incelenmiş gelir ve enerji yoğunluğu arasında ters U şeklinde bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca enerji yoğunluğu ve doğrudan yabancı yatırımlar arasında ters yönlü ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir.
Mulder ve de Groot (2012)	1970-2005	18 OECD Ülkesi ve 50 Sektör	Beta( $\beta$ ) Yakınsaması	Hizmetler sektöründeki enerji yoğunluğu artarken, sanayi sektöründe enerji yoğunluğu azalmaktadır. Enerji yoğunluğundaki değişimlerin ana kaynağı sektörlerin yapısal değişimidir.
Herrerias (2012)	1971-2008	83 Ülke	Eş bütünlüşme - Stokastik Yakınsama	Gelişmekte olan ülkeler yüksek enerji yoğunluğu değerlerine yakınsarken gelişmiş ülkeler düşük ve yüksek enerji yoğunluğu değerlerine yakınsayan iki farklı yakınsama kümesi oluşturmaktadır. Enerji yoğunluğu ve doğrudan yabancı yatırımlar arasında negatif ilişki vardır
Kiran(2013)	1980-2010	21 OECD Ülkesi	Panel veri analizi- Kesirli eşbütünlüşme	Avusturya, Belçika, Fransa, İsrail, İtalya, Kore, Meksika, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç ve İngiltere ülkelerinde enerji yoğunluğu yakınsaması olduğuna dair kanıt bulunamamıştır. Öte yandan Kanada, Şili, Danimarka, Finlandiya, Almanya, İzlanda, İrlanda, Hollanda ve Türkiye ülkelerinde ise enerji yoğunluğu yakınsamasının bulunduğu belirtilmiştir.
Sadorsky (2013)	1980-2010	Gelişmekte olan 76 ülke	Panel nedensellik testi	Araştırmada kentleşme, gelir ve sanayileşme arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre uzun dönemde gelirden meydana gelen %1'lik artış enerji yoğunluğunu %0,45 -%0,35 bandında azaltmaktadır. Ayrıca sanayileşme oranındaki %1'lik bir artış enerji yoğunluğunun %0,07- % 0,12 bandında artmasına neden olmaktadır.
JIANG vd. (2014)	2003-2011	Çin Halk Cumhuriyeti (29 Bölge)	Mekânsal Durbin Modeli	Enerji yoğunluğunun altında yatan temel faktörlerin belirlenmeye çalışıldığı çalışmanın sonuçlarına göre enerji yoğunluğu ve gelir düzeyi arasında ters U (Enerji Yoğunluğu Kuznets Eğrisi) şeklinde bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Hajko (2014)	1994-2009	U-27, EU-15 ve EU-12	Beta( $\beta$ ) Yakınsaması	Tüm ülke gruplarında beta yakınsamasının olduğu ayrıca koşullu yakınsama ve mutlak yakınsama tahminleri arasında dikkat çekici farklılıkların belirlendiği vurgulanmıştır.
Karayel ve Sohtaoglu (2015)	1971-2010	OECD Üye Olan Ve Olmayan Seçili Ülkeler	Panel veri analizi-Sigma( $\sigma$ ) Yakınsaması	Küresel enerji yoğunluğu değeri incelenen dönem aralığında düşmüştür. Gelişmiş ülkelere ait enerji yoğunluğu değerleri küresel ortalamanın altında kalırken gelişmekte olan ülke gruplarının sahip olduğu enerji yoğunluğu değerleri ortalamanın üstünde kalmıştır.
Keho (2016)	1970-2011	6 Afrika ülkesi	Eşbütünlüşme ve Granger Nedensellik	Enerji yoğunluğu, gelir, ithalat ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları verileriyle yaptıkları çalışmalarında kısa dönemde Fil Dişi Sahilleri ve Nijerya'da, doğrudan yabancı yatırımların enerji yoğunluğunun nedeni olduğunu belirtmişlerdir.

### 4.3. Araştırmanın Yöntemi ve Veri

Araştırmanın bu bölümünde BRICS-T ülkelerinde enerji yoğunluğu, gelir, doğrudan yabancı yatırımları, kişi başına düşen enerji tüketimi ve sanayide tüketilen enerjinin toplam enerji tüketimindeki payı arasındaki ilişki panel veri analizi yöntemiyle değerlendirilecektir. Bu nedenle öncelikle enerji yoğunluğu, gelir, doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve sanayide tüketilen enerji miktarının toplam enerji tüketimindeki payı arasındaki ilişki eş bütünleşme testleriyle ortaya koyulacaktır. Devamında ise literatürde fonksiyonel ilişkisi Kuznets eğrisi (ters U şeklinde) olarak tanımlanan enerji yoğunluğu ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkisi Yumuşak Geçişli Panel Regresyon modeli yoluyla tahmin edilerek Kuznets eğrisi hipotezi test edilecektir

#### 4.3.1. Veri Seti ve Model

Bu çalışmada BRICS'e üye ülkeler ve Türkiye'ye ait 1990-2012 yılları arası, enerji yoğunluğu (Mtep/1000\$), kişi başına düşen milli gelir (2011 fiyatlarıyla \$), doğrudan yabancı sermaye yatırımları (% GSYİH), sanayide tüketilen enerji miktarının toplam enerji tüketimindeki payı (%) ve kişi başına düşen enerji tüketimi (Mtep) verileri kullanılmıştır. Kişi başına düşen milli gelir, kişi başına tüketilen enerji, enerji yoğunluğu ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları Dünya Bankasından (World Bank Indicator), sanayi sektöründe tüketilen enerji miktarının toplam tüketimdeki payı ise Uluslararası Enerji Ajansı'ndan (IEA) alınmıştır. Rusya'ya ait 1990 öncesi veriler bulunmadığından veri seti dönemi olarak 1990-2012 yılları seçilmiştir.

Modelde yer alan bütün değişkenlerin düzey değerleriyle logaritmaları alınarak modele dâhil edilmiştir. Böylece modelin logaritmik formu hem açıklayıcı değişkenlere ait esnekliklerin elde edilmesini hem de modelin ampirik olarak tahminini sağlamaktadır. Bu çalışmada 2 adet model kurulmuştur.

$$\text{Model 1: } EY_{it} = a_{it} + \beta_{1i}KBGSYİH_{it} + KBGSYİH_{it}^2 + \beta_{2i}DYY_{it} + SET_{it} + KET_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$\text{Model 2: } EY_{it} = a_{it} + \beta_{1i}KBGSYİH_{it} + \varepsilon_{it}$$

$EY_{it}$ :  $i$  ülkesine ait  $t$  dönemindeki nihai enerji yoğunluğu (mtep/1000\$)

$KBGSYİH_{it}$ :  $i$  ülkesine ait  $t$  dönemindeki kişi başına düşen GSYİH miktarı

$DYY_{it}$ : *i* ülkesine ait doğrudan yabancı sermaye yatırımları (% GSYİH)

$SET_{it}$ : *i* ülkesinin *t* dönemindeki sanayi sektörü enerji tüketiminin toplam enerji tüketimindeki payı (%)

$KET_{it}$ : *i* ülkesinin *t* dönemindeki kişi başına düşen enerji tüketimi (mtep)

Modeller kurulurken Galli (1998), Elliot vd. (2010), ve Destais vd. (2009)'in çalışmalarından yararlanılmıştır

Araştırmanın ilk kısmında enerji yoğunluğu ile doğrudan yabancı yatırımları, sanayi sektöründe tüketilen enerji oranı, kişi başına düşen enerji tüketimi ve kişi başına düşen milli gelir ilişkisi Westerlund (2008) Durbin Hausman eş bütünleşme testi ile test edilecek eş bütünleşmenin varlığı durumunda bağımsız değişkenlere ait uzun dönem katsayıları Pesaran (2006) tarafından geliştirilen panel CCE tahmincisi yardımıyla tahmin edilecektir. Daha sonra enerji yoğunluğu ve gelir arasındaki ilişki (Model 2) BRICS-T ülke grubu için incelenecek ve gelir ile enerji yoğunluğu arasında var olduğu iddia edilen ters U şeklindeki ilişki Yumuşak Geçişli Panel Regresyon modeli ile test edilecektir. Böylece enerji yoğunluğu ve gelir arasındaki ilişkinin iki farklı yöntemlerle test edilmesi doğrusal olmayan ilişkilerin tahmininde kullanılan yöntemlerinde test edilmesine imkân sağlayacaktır.

BRICS-T ülkeleri gibi gelişmekte olan ekonomilerde sanayileşme hızından kaynaklı olarak sanayi sektöründe tüketilen enerji miktarları ile teknoloji transferine neden olan doğrudan yabancı sermaye yatırımları enerji yoğunluğu üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu nedenle sanayi sektöründe tüketilen enerji miktarı ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları ile ekonomik ve sosyal kalkınmanın göstergelerinden kabul edilen kişi başına enerji tüketimi Model 1'e dâhil edilmiştir. Her iki modelde kullanılan değişkenler ve bu değişkenlerin bağımlı değişken olarak tanımlanan enerji yoğunluğu ile aralarında var olması beklenen ilişkinin yönü literatür dikkate alınarak Tablo 11'de verilmiştir.



**Tablo 11. Modellerde kullanılan değişkenler ve beklenen işaretleri**

Değişken	Açıklama	Birim	Beklenen ilişki
EY	Enerji tüketiminin GSYİH'ye oranı	mtep/1000\$	
KBGSYİH <sub>it</sub>	Kişi başına düşen GSYİH	\$	Ters U
DYY <sub>it</sub>	Doğrudan yabancı yatırımların milli gelirdeki payı (% GSYİH)	%	-
SET <sub>it</sub>	Sanayi sektörü enerji tüketiminin toplam enerji tüketimine oranı	%	+
KET <sub>it</sub>	Kişi başına düşen enerji tüketimi	mtep	+

#### 4.3.2. Panel Veri Analizi

Farklı birimlere ait gözlemlerin yatay-kesit şeklinde bir araya getirilmesiyle oluşan panel veri setleri hem yatay kesit hem de zaman boyutunu içermektedir. Böylece bu analiz türü sadece yatay kesit yada sadece zaman serilerinin içerdiği dezavantajları ortadan kaldırmaktadır. Panel veri çalışmalarında kullanılan modelin fonksiyonel sekli aşağıdaki gibi gösterilebilir (Hsiao, 2003; Baltagi, 2008):

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^k \beta_{kit} X_{kit} + \varepsilon_{it} = \alpha + \sum_{t=1}^t \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it}, \beta_{itk} = \beta_k \quad (4.1)$$

bu durumda her i ve k için (1.1.) nolu denklemdeki  $i=1,2,3,\dots,N$  ülke,  $k=1,2,3,\dots,K$  açıklayıcı değişken  $t=1,2,3,\dots,T$  dönem,  $\varepsilon_{it}$  hata terimidir.  $\varepsilon_{it}$  (1.2) numaralı denklemde gösterildiği üzere;

$$\varepsilon_{it} = \mu_i + \lambda_t + u_{it} \quad (4.2)$$

(0.1) numaralı denklemdeki  $\mu_i$ , gözlenen yada gözlenemeyen zamandan bağımsız bireysel özellikleri,  $\lambda_t$ = gözlenen yada gözlenemeyen bireysel özelliklerden arındırılmış zaman etkisini,  $u_{it}$  ise gözlenemeyen tesadüfi zamana ve bireye göre değişen etkiyi göstermektedir.

Panel veri analizinin diğer yöntemler göre avantajları şunlardır;

- i. Panel veri setlerinde gözlem sayısının fazla olması tahmin edilmeye çalışılan modellerde serbestlik derecesinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle zaman serisi ve yatay kesit analizlerinin aksine gözlem sayısının yetersiz olması durumu pek görülmez.
- ii. Zaman serisinin kısa olması yada yetersiz kesit gözleminin olduğu durumlarda da analiz yapılmasına olanak sağlamaktadır.
- iii. Panel veri setlerinde kullanılan iktisadi tahminciler diğer veri türlerine göre daha etkindir.
- iv. Kesit birimlerin bireysel özelliklerini göz önünde bulundurarak bu özelliklerin tahmin edilmeye çalışılan model içinde ölçülebilmesi ve kontrol edilebilmesine izin vermektedir.
- v. Panel veri setleri heterojenlik varsayımıyla heterojenliğe karşı kontrol altında tutulabilmektedir.
- vi. Açıklayıcı değişkenler arasındaki doğrusal bağlantı problemi azalmakta bununla birlikte etkinlik artmaktadır.

Tüm bu avantajların yanında panel veri analizinin dezavantajları ise çoğunlukla verilerin toplanması ve düzenlenmesi aşamasında yapılacak hatalardan kaynaklanmaktadır. Bunun yanında panel veri setlerinde zaman boyutunun olması, korelasyon problemine ve böylece tahmincilerin sapmalı olmasına sonuç olarak tahminlerin tutarsızlığına neden olmaktadır (Hsiao, 2003; Baltagi, 2008).

Panel veri analizlerinde genellikle farklı yatay kesitlerde eğimin aynı olduğu varsayımıyla Sabit Etkiler (Fixed Effects) ve farklı olduğu varsayımıyla Tesadüfi Etkiler (Random Effects) Modelleri kullanılmaktadır.

#### 4.3.2.1. Sabit Etkiler Modeli

Sabit etkiler modeline göre hane halkları, firmalar, ülkeler gibi yatay kesitler arasındaki farklılıkların sabit terimlerdeki farklılıklar tarafından açıklanabilmektedir. Bu nedenle modelde her birimin önündeki katsayı sabitlik içermektedir. Tek değişkenli sabit etkiler (Fixed Effects) modeli aşağıdaki gibidir.

$$Y_{it} = \beta_0 + \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (4.3)$$

$i$  ( $i=1,2,3,\dots,N$ ) ülke, şirket gibi birimleri,  $t$  zamanı ( $t=1,2,3,\dots,T$ ),  $Y_{it}$  bağımlı değişkeni,  $X_{it}$  açıklayıcı değişkenleri,  $\varepsilon_{it}$  hata terimini,  $\beta_0$  sabit terim ortalamasını,  $\alpha_i$   $i$  kesiti için ortalama sabit terimden farklılığı göstermek üzere  $T$  kadar zaman içerisinde modelde  $N$  tane sabit terim bulunmaktadır. (1.4) numaralı denklemde gösterilen çok değişkenli sabit etkiler modeli, modeldeki açıklayıcı değişkenin yatay kesit birimlerinin hepsini aynı oranda etkilediğini varsaymaktadır. Şayet modelde yer alan hata terimi ile bağımsız değişkenler arasında ilişki var ise sabit etkiler modelinin tahmincileri sapmasız olmakta bu nedenle sabit etkiler modelinin kullanılması daha doğru olmaktadır. Bununla beraber açıklayıcı değişkenlerin farklı birimleri farklı oranda etkilediği varsayımı altında bu denklem geçersiz olacaktır. Bu durumda tesadüfi etkiler (Random Effects) modelinin kullanılması daha uygundur.

#### 4.3.2.2. Tesadüf Etkiler Modeli

Tesadüfi etkiler modeli farklı kesit birimlerinin farklı trendlere sahip olduğu, bu trendlerin modelde belirtilen zaman aralığında sabit kaldığı bununla beraber bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında yatay kesit ilişkisinin olduğu varsayılmaktadır. Sabit etkiler modelinden farklılığı yatay kesit birimlerine ait trend değerlerinin denklem (1.5)'deki  $\alpha$  değerinden kaynaklanması ve tesadüfi değişimi yaratan  $\varepsilon_i$  hata teriminin yatay kesitler boyunca değişmesi, belirlenen zaman aralığında ise sabit kalmasıdır. Ayrıca bu modelde birimlerin örneklemeden tesadüfi olarak çekildiği varsayılmaktadır. Tesadüfi etkiler modeli aşağıdaki gibi gösterilebilir;

$$Y_{it} = \beta_0 + \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (4.4)$$

Tesadüfi etkiler modelinde sabit etkiler modelinin aksine  $\alpha_i$ 'nin açıklayıcı değişkenlerle ilişkili olmadığı varsayılmaktadır. Sabit etkiler modelinde ise  $\alpha_i$ 'nin en az bir  $X_{it}$  değişkeni ile ilişkili olduğu varsayımı yapılmaktadır. Temelde tesadüfi etkiler modeli ve sabit etkiler modeli için aynı fonksiyonel ilişki tanımlanmakta ve bu nedenle  $\alpha_i$  ile bağımsız değişkenler arasında herhangi bir ilişki olmadığını belirten bir varsayımla denklem (1.5)'deki fonksiyonel ilişki tesadüfi etkiler formuna dönüştürülmektedir. Bu varsayım;

$$i=1,2,3,\dots,N \text{ ve } j=1,2,3,\dots,J \text{ olmak üzere } Cov(X_{it}, \alpha_i) = 0 \quad (4.5)$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

Sabit ve tesadüfi etki modelleri arasındaki temel fark kukla değişkenlerin modeldeki durumudur. Şayet kukla değişkenler, sabit terimin bir parçası varsayılıyor ise sabit etkiler modeli, hata terimi olarak varsayılıyor ise tesadüfi etkiler modeli geçerlidir (Uğurlu, 2015:3).

#### 4.3.2.3. Hausman Testi

Sabit etkiler veya tesadüfi etkiler modelleri arasında hangi modelin daha uygun olduğuna ilişkin Hausman (1978) tarafından bir test geliştirilmiştir (Gujarati, 2004: 651). Bu testle her iki modelin katsayıları arasında farklılık olup olmadığı test edilmektedir. Böylece bu iki modelden hangisinin tercih edileceği asimptotik ki kare dağılımı yardımıyla belirlenebilmektedir. Test sonucunda  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi durumunda sabit etkiler modelinin, kabul edilmesi durumunda tesadüfi etkiler modelinin geçerli olduğu varsayılmaktadır.

Hausman test istatistiği aşağıdaki gibidir (Asteriou ve Hall, 2007: 349);

$$H = (\beta^{FE} - \beta^{TE})' [Var(\beta^{FE}) - Var(\beta^{TE})]^{-1} (\beta^{FE} - \beta^{TE}) \sim \chi^2(k) \quad (4.6)$$

#### 4.3.2.4. Panel Birim Kök Testleri

Değişkenlerin zamanla belirli bir değere yakınsamaları durağanlık olarak tanımlanmaktadır (Tarı, 2010: 374). Zaman serileri ve yatak kesit verilerini kapsayan panel verilerde durağanlığın araştırılması önemlidir. Bunun nedeni durağan olmayan serilerle yapılan analizlerin istatistiksel testlerinin yanlış sonuçlar verebilmesidir. Serilerde birim kökün varlığı o serinin durağan olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla yapılacak analizlerde birim kökün varlığının sınanması oldukça önemlidir.

Panel veri analizlerinde olduğu gibi hem zaman serisi boyutunda hem de yatay kesit boyutunda yapılan birim kök testlerinin, sadece zaman ya da sadece yatay kesit

boyutunu ele alan birim kök testlerinden istatistiksel açıdan daha güçlü olduğu kabul edilmektedir (Pesaran, 2006a).

Paneli verilerdeki yatay kesitlerin birbirlerinden bağımsız olup olmadıkları panel birim kök testlerinde sıkça karşılaşılan bir sorundur. Ülkeler arası yatay kesit bağımlılığın olması durumunda uygulanacak olan birim kök testleri farklılık göstermektedir. Yatay kesit bağımlılığının olmaması durumunda birinci kuşak (Hadri (2000), Breitung (2000) ve Levin, Lin ve Chu (2002), Im, Pesaran ve Shin (2003)), olması durumunda ise ikinci kuşak testler SURADF (Breuer, Mcknown ve Wallace, 2002), CADF (Pesaran, 2006) ve Hadri-Kruzomi (2012) testleri kullanılmaktadır.

#### **4.3.2.5. Panel Eş Bütünleşme Testleri**

Panel veri analizlerinde serilerin durağanlık araştırmasından sonra şayet aynı derecede birim kökün yokluğu kabul edilirse eş bütünleşme testleri yapılmaktadır. Böylece değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkinin varlığı test edilebilmektedir. Fakat bu ilişki test edilirken de yatay kesit bağımlılığının olup olmadığının bilinmesi önemlidir. Yatay kesit bağımlılığının varlığı paneli oluşturan birimlerin hata terimlerinin ilişkili olduğunu göstermektedir. Yapılacak eş bütünleşme testi seçimi bu durum dikkate alınarak yapılmaktadır. Literatürde Kalıntı Temelli ve En Yüksek Olabilirlik Temelli testler olmak üzere iki tip panel eş bütünleşme testi mevcuttur. En Yüksek Olabilirlik Temelli testlerin kalıntı temelli testlerden en önemli farkı bu testlerin değişkenler arasında birden çok eş bütünleşmenin belirlenmesine izin vermesidir. Kalıntı temelli testlerdeki temel düşünce ise regresyondaki kalıntılarda birim kökün varlığının test edilmesidir. Kalıntılarda birim kökün olması modelin bileşenleri arasında eş bütünleşme olmadığını göstermektedir.

Çalışmanın bu bölümünde araştırmada kullanılacak testlerden yatay kesit bağımlılığını dikkate alan kalıntı temelli testlerden Westerlund (2008) Durbin - Hausman eş bütünleşme testine değinilecektir.

##### **4.3.2.5.1. Westerlund (2008) Eş bütünleşme Testi**

Westerlund (2008) tarafından geliştirilen bu test serilerde yatay kesit bağımlılığının olması durumunda kullanılmaktadır. Değişkenlerin durağanlık mertebelerinin farklı

olmasına izin veren bu testin ön koşulu bağımlı değişkenin düzey değerinde durağan olmayıp birinci farkının durağan olmasıdır. Bu test bağımlı değişken dışındaki diğer değişkenlerin farklı mertebelerde durağan olmasına izin vermektedir (Westerlund, 2008:193-233).

Bu test ile iki test istatistiği hesaplanmaktadır. Bunlardan biri grup diğeri panel istatistiğidir. Panel istatistiğinin hipotezleri aşağıdaki gibidir;

$$H_0 : \alpha_i = 0, \quad \text{Panelin tümü için eş bütünleşme yoktur}$$

$$H_1 : \alpha_i < 0, \quad \text{Panelin tümü için eş bütünleşme vardır}$$

şeklindedir.

Boş hipotezin reddedilmesi panelin tamamı için eş bütünleşme ilişkisinin var olduğunu göstermektedir.

Grup istatistiğinin hipotezleri ise:

$$H_0 : \alpha_i = 0, \quad \text{Panelin tümü için eş bütünleşme yoktur}$$

$$H_1 : \alpha_i < 0, \quad \text{Bazı yatay kesitler için eşbütünleşme vardır.}$$

şeklindedir.

Grup istatistiğinde boş hipotezin reddedilmesi bazı yatay kesitler için eşbütünleşmenin varlığını göstermektedir. Eş bütünleşmenin olmadığını gösteren boş hipotez;

$$\hat{e}_{it} = \alpha_i \hat{e}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.7)$$

$\alpha_i=1$  olup olmadığının test edilmesiyle asimptotik eşdeğerdir.

Durbin Hausman testinde çekirdek tahminci;

$$\hat{w}_i = \frac{1}{T-1} \sum_{j=M_i}^{M_i} \left( 1 - \frac{j}{M_i + 1} \right) \sum_{t=j+1}^T \hat{v}_{it} \hat{v}_{it-j} \quad (4.8)$$

$M_i$  bant genişliği (bandwidth) parametresi,  $\hat{v}_{it}$  eşitlik (4.7)'den elde edilen OLS kalıntılarını temsil etmektedir. Bununla beraber Durbin-H panel ve Durbin-H grup istatistiklerinin matematiksel gösterimi şu şekildedir (Altıntaş ve Mercan: 2015; 366).

$$DH_g = \sum_{i=1}^n \hat{S}_i (\tilde{\alpha}_i - \tilde{\alpha}_i)^2 \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2 \quad (4.9)$$

$$DH_p = \sum_{i=1}^n \hat{S}_n (\tilde{\alpha} - \tilde{\alpha})^2 \sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2 \quad (4.10)$$

### 4.3.3. Doğrusal Olmayan Panel Regresyon Modelleri

Yatay kesit ve zaman serisi verilerini kapsayan panel verilerde doğrusallığın olmadığı durumlarda kurulan modellerin doğrusal panel regresyon yöntemleriyle sınanması hatalı sonuçlar verebilmektedir. Hansen (1999) tarafından geliştirilen eşikli panel regresyon yöntemi oluşabilecek bu tür hataları minimize etmektedir. Model dengeli bir panel için aşağıdaki gibidir;

$$y_{it} = \mu_i + \beta_1' x_{it} G(q_{it} \leq \gamma) + \beta_2' x_{it} G(q_{it} > \gamma) + e_{it} \quad (4.17)$$

Eşitlikte  $\mu_i$  her ülkenin kendine ait bireysel ortalamasını, G geçiş fonksiyonunu,  $q_{it}$  eşik değişkeni (gelir),  $y_{it}$  bağımlı değişkeni (enerji yoğunluğu),  $x_{it}$  bağımsız değişkeni (gelir) temsil etmektedir.

#### 4.3.3.1. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modeli

Eşikli regresyon modelleri incelenen örnekleme gözlemlenen değişkenlerin belirli bir eşik değerden büyük olup olmamasına göre farklı rejimlere ayırmaktadır. Eşik sayısının bilinmemesi önemli ekonometrik problemlere neden olmaktadır. Bilinmesi durumunda ise eşik modelleri, eşik sayısının bir fazlası ( $r+1$ ) olacak şekilde gruplara ayrılmaktadır (Caner ve Hansen, 2004: 813).

İki rejime sahip bir eşikli regresyon modeli

$$q_i \leq \gamma \text{ ise } y_i = \lambda_1 x_i + \varepsilon_i \quad (4.18)$$

$$q_i > \gamma \text{ ise } y_i = \lambda_2 x_i + \varepsilon_{2i} \quad (4.19)$$

şeklinde gösterilmektedir (Hansen, 2000: 576).

$q_i$  gözlem değerlerini farklı iki rejime ayıran eşik değerini,  $y_i$  bağımlı değişkeni,  $x_i$  açıklayıcı değişkenleri,  $\varepsilon_{it}$  hata terimini,  $\gamma$  ise eğim parametresini göstermektedir. Bu modelin en önemli özelliği farklı rejimlerde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisinin değişmesine izin vermesidir (Tse ve Chan, 2008: 136). Eşikli Panel Regresyon modellerinde farklı gözlem grupları birbirlerinden keskin bir şekilde eşik değere bağlı olarak ayrılmaktadır. Fakat bu durum pratikte çok kolay görünmemektedir. Bu nedenle Gonzalez vd (2004) rejimler arası geçişin yavaş olduğu Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) yöntemini geliştirmiştir. Bu model ile ;

- Paneldeki gözlemler her rejimdeki katsayılar farklı olmak suretiyle birkaç sayıda homojen rejime ayrılmakta

- Rejimler arası geçiş Eşikli Panel Regresyon modellerindeki gibi ani değil yavaş, kademeli bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu geçiş birçok iktisadi teoriyi modellemede Eşikli Panel Regresyon modellerine göre daha uygundur (Yılancı, 2012: 83)

Gonzalez vd. (2004) tarafından geliştirilen model Model 1'e uygulandığında;

$$EY_{it} = a_i + \beta_0 y_{it} + \beta_1 y_{it} g(q_{it} : \gamma, \delta) + \varepsilon_{it} \quad (4.20)$$

$EY_{it}$  i ülkesinin t yılındaki enerji yoğunluğunun logaritması,  $y_{it}$  kişi başına düşen gelirin logaritması olmak üzere geçiş fonksiyonu  $g(q_{it} : \gamma, \delta)$ , su şekilde

$$g(q_{it} : \gamma, \delta) = [1 + \exp(-\gamma(q_{it} - \delta))]^{-1}, \gamma > 0 \quad (4.21)$$

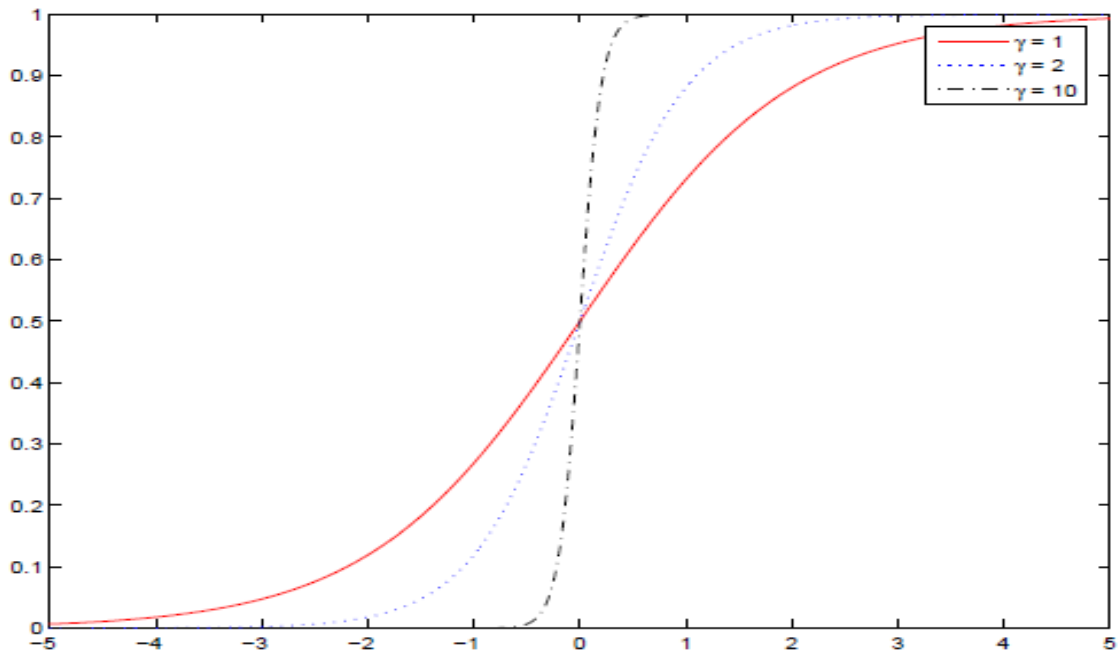
tanımlanmaktadır.

Bu fonksiyonun değeri geçiş değişkeni ( $q_{it}$ ) eğim parametresi ( $\gamma$ ) ve eşik değerine ( $\delta$ ) bağlıdır.  $\gamma$  parametresinin değerinin sonsuza doğru gitmesi durumunda geçiş fonksiyonu  $g(q_{it} : \gamma, \delta)$  gösterge fonksiyonu halini almakta ve rejimler arası geçiş keskin olmaktadır. Bu nedenle  $\gamma$  parametresi değerinin artması durumunda fonksiyon



Yumuşak Geçişli Panel Regresyondan (YGPR), Panel Eşikli Regresyona (PER) dönüşmektedir (Grafik 24). Eğim parametresinin değerinin 0'a yaklaşması durumunda ise geçiş fonksiyonu  $g(q_{it}; \gamma, \delta)$ , homojen esnekliğe sahip doğrusal bir model haline gelmektedir. YGPR modelinde eğim  $\beta_0$  ve  $\beta_1$  katsayıları doğrudan yorumlanamaz. Bu yüzden sadece parametre işaretleri yorumlanabilmektedir (Destais vd., 2007: 13).  $\delta = 0$  olduğunda eğim parametrelerine göre fonksiyonun aldığı biçimler Grafik 24'te gösterilmiştir.

**Grafik 24. M=1 Ve  $\delta = 0$  iken Farklı Eğim Parametreleri için Fonksiyonun Aldığı Biçim**



Kaynak: (Destais vd., 2007: 14)

Çalışmada geçiş değişkeni olarak kişi başına düşen gelir kullanılmıştır. Bunun nedeni başlangıçta enerji yoğunluğu ve kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkinin pozitif yönlü, belirli bir eşik gelir seviyesinden sonra negatif yönlü olduğunun kabul edilmesidir. Araştırma sonucunda Ters U şeklindeki bu ilişkinin doğrulanabilmesi için  $\beta_0 > 0$  ve  $\beta_0 + \beta_1 < 0$  eşitsizlikleri sağlanmalıdır.

Yumuşak Geçişli Panel Regresyon modelinin tahmini üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada modelin doğrusallığı test edilmekte, modelin doğrusallık hipotezi kabul edilirse model doğrusal tekniklerle incelenmektedir. Doğrusallık hipotezinin

reddedilmesi durumunda ise doğrusal olmayan EKK metodu ile parametre tahminleri yapılmaktadır. Üçüncü aşamada ise uygun rejim sayısına karar vermek ve modelin geçerliliğini sınamak için belirleme testleri yapılmaktadır (Gonzalez, vd., 2004: 5).

#### 4.4. Uygulama Sonuçları ve Değerlendirilmesi

İlk olarak enerji yoğunluğu, ekonomik gelişmişliğin temel göstergelerinden kişi başına düşen gelir, doğrudan yabancı yatırımları, kişi başına düşen enerji tüketimi ve sanayi sektöründe kullanılan enerjinin toplam enerji tüketimindeki payı arasındaki ilişkiyi incelemek için Model 1 panel eşbütünleşme testleriyle analiz edilecektir. Eşbütünleşme analizi yapılırken öncelikle değişkenlerin durağan olup olmadıkları birim kök testleri yardımıyla araştırılacaktır. Sonraki aşamada ise değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı Westerlund eş bütünleşme testi aracılığıyla incelenecektir. Değişkenlerin eş bütünleşik çıkması durumunda panel eşbütünleşme vektörünün tahmini yapılacaktır.

Eş bütünleşik ilişkinin var olması durumunda enerji yoğunluğu ve kişi başına düşen gelir ilişkisi (Model 2) Gonzalez vd. (2004) tarafından geliştirilen Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) yöntemi ile incelenecektir.

##### 4.4.1. Eş Bütünleşme Testleri Sonuçları

Eşbütünleşme testlerinin ilk aşamasında serilerin durağan olup olmadıklarının anlaşılması için panel birim kök testleri uygulanmaktadır. Ancak ülkeler arası yatay kesit bağımlılığın olması durumunda uygulanacak olan birim kök testleri farklılık göstermektedir. Bu yüzden öncelikle yatay kesit birimlerinin birbirleriyle ilişkili olup olmadıkları yatay kesit bağımlılığı testleriyle test edilmektedir.

Peseran (2004)  $N < T$  ve  $N > T$  durumlarında  $CD_{LM1}$  yatay kesit bağımlılığı testi yerine asimptotik standart normal dağılıma sahip  $CD_{LM2}$  testini önermektedir. Bu nedenle araştırmanın bu bölümünde yatay kesit bağımlılığı  $CD_{LM2}$  testiyle araştırılacaktır. Bu test istatistiği;

$$CD_{LM2} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \left( \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_{ij} - 1) \right) \square N(0,1) \quad (4.22)$$

şeklinde hesaplanmakta ve bu teste ait hipotezler şu şekilde ifade edilmektedir:

$H_0$ : Yatay kesit bağımlılık yoktur

$H_1$ : Yatay kesit bağımlılık vardır.

**Tablo 12. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi Sonuçları**

Değişkenler	CD <sub>LM2</sub>	CD <sub>LM2</sub>
	Sabit terimli	Sabitli ve Trendli
EY	20.615***	20.343***
KBGSYİH	28.076***	22.304***
DYY	19.810***	17.926***
KET	38.268***	34.609***
KBGSYİH <sup>2</sup>	28.076***	22.304***
SET	37.184***	34.208***

Tablo 15 incelendiğinde bütün değişkenler için hem sabit terimli hemde sabit terim ve trendli modellerde %1 anlamlılık düzeyinde boş hipotez alternatif hipoteze karşı güçlü bir şekilde reddedilmektedir. Yani yatay kesitler arası bağımlılık söz konusudur. Bu durum ülkelerden birine gelen bir şoktan diğer ülkelerinde etkileneceği anlamına gelmektedir.

Araştırmanın bundan sonraki kısmında serilerin durağanlığı araştırılırken öncelikle Im, Pasaran ve Shin (1997) ve Levin, Lin ve Chu (2002) birim kök testleri ile yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Pesaran (2007) CIPS ve Hadri Kruzomi (2012) birim kök testleri uygulanacaktır

#### 4.4.1.1. Panel Birim Kök Testleri Sonuçları

Yatay kesit bağımlılığını dikkate almayan Im, Pasaran ve Shin (1997) ve Levin, Lin ve Chu (2002) test sonuçları Tablo 16'da verilmiştir.

**Tablo 13. M odel 2'ye Ait Değişkenlerin 1. Nesil Birim Kök Testleri Sonuçları**

Birim Kök Testleri	Enerji Yoğunluğu (lnEY)			
	Sabit Terimli		Sabit terimli ve trendli	
	Test İstatistiği I(0)	Olasılık I(0)	Test İstatistiği I(0)	Olasılık I(0)
Levin, Lin & Chu	-1.03514	0.1503	-0.77490	0.2192
Im, Pesaran & Shin	0.93177	0.8243	-0.34720	0.3642
Gelir (lnGelir)				
Levin, Lin & Chu	-0.21966	0.4131	-2.57222	
Im, Pesaran & Shin	3.63181	0.9999	-0.85955	0.1950
Doğrudan Yabancı Yatırımları (lnDYY)				
Levin, Lin & Chu	-5.09538***	0.0000	-2.74576***	0.0030
Im, Pesaran & Shin	-3.69559***	0.0001	-2.09602***	0,0015
Sanayi Sektöründe Tüketilen Enerjinin Toplam enerji tüketimdeki payı (lnSET)				
Levin, Lin & Chu	-0.52157	0.3010	-0.35759	0.3603
Im, Pesaran & Shin	-0.71089	0.2386	-0.13575	0.4460
Kişi başına düşen enerji tüketimi (lnKET)				
Levin, Lin & Chu	2.34256	0.9904	-0.79804	0.2124
Im, Pesaran & Shin	3.21497	0.9993	0.73706	0.7695

Not: \*\*\*,\*\* ve \*, sırasıyla %1, %5 ve %10 hata payını ifade etmektedir. LLC ve IPS testleri için gecikme uzunlukları için AIC kullanılmıştır.

Tablo 16 incelendiğinde DYY değişkeni dışındaki tüm değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmadıkları DYY değişkeninin ise hem sabit terimli modelde hemde sabit terimli ve trendli modelde %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu görülmektedir.

Yatay kesit bağımlılığını dikkate alan CIPS testleri Tablo 17'de ve Hadri Kruzomi test sonuçları Tablo 18'de verilmiştir.

**Tablo 14. Model 2'ye ait değişkenlerin CIPS Birim Kök Testi Sonuçları**

	CIPS <sub>stat</sub>	CIPS <sub>stat</sub>
	Sabit terimli	Sabitli ve Trendli
EY	-2.1956	-2.0965
KBGSYİH	-1.5859	0.0319
DYY	-1.9400	-2.9720**
KET	-2.3148*	-1.3095
SET	-2.6503***	-2.5570
CIPS kritik değerler		
%1	-2,57	-3,10
%5	-2,33	-2,86
%10	-2,21	-2,73

Not: Gecikme sayısı, k=3, Schwarz-Bayesian Bilgi Kriterine (SBC) göre belirlenmiştir. CIPS için kritik değerler, Pesaran (2007: 279-280-281)'da yer almaktadır. \*\*\*,\*\* ve \*, sırasıyla %1, %5 ve %10 hata payını ifade etmektedir.

Tablo 17’deki değişkenlere ait CIPS değerleri incelendiğinde sabit terimli modelde SET ve KET değişkenlerinin sırasıyla %1 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağan diğer değişkenlerin ise düzey değerlerinde durağan olmadıkları görülmektedir. Öte yandan sabitli ve trendli modelde yalnızca DYY değişkeninin %5 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç aynı zamanda yatay kesit bağımlılığını dikkate almayan IPS ve LLC testleriyle tutarlıdır.

**Tablo 15. Model 2’ye ait değişkenlerin Hadri-Kruzomi Test Sonuçları**

<i>Değişkenler</i>	<b>Sabit terimli</b>		<b>Sabitli ve Trendli</b>	
	$Z_A$ <i>_SPC</i>	$Z_A$ <i>_LA</i>	$Z_A$ <i>_SPC</i>	$Z_A$ <i>_LA</i>
EY	-1.653*	-0.322*	-0.194*	-0.117*
KBGSYİH	0.824*	9.069*	4.635*	7.853*
DYY	-1.253*	-1.327*	78.259	47.831
KET	-1.711	-0.443	-0.971*	0.957*
SET	-1.090	-1.402	-0.852*	-2.691*

Not:\* istatistiksel olarak anlamlılığı belirtmektedir.  $Z_A^{SPC}$ ,  $Z_A^{LA}$  ve PANKPSS testinin SPC ve LA yöntemleriyle düzeltilmiş sonuçlarını göstermektedir.

Hadri-Kruzomi testinde diğer birim kök testlerinin aksine boş hipotez serinin durağan olduğunu göstermektedir. Tablo 18 incelendiğinde Hadri-Kruzomi Test sonuçlarının CIPS test sonuçlarıyla tutarlı olduğu görülecektir.

Birim kök testleri genel olarak incelendiğinde araştırmada kullanılan değişkenlerin genellikle düzey değerlerinde durağan olmayıp 1. farklarında durağan bir süreç izlediği görülmektedir. Bu nedenle araştırmaya ait panel veri setinin karışık (mixed) serilerden oluştuğunu söylemek mümkündür.

Paneli oluşturan değişken serilerinin yatay kesit bağımlılığı ve durağanlıkları araştırıldıktan sonra sonuçlara bakılarak uygulanacak olan eş bütünleşme testine karar verilmektedir. Bunun nedeni serilerin durağanlık mertebelerinin ve yatay kesit bağımlılığının uygulanacak eş bütünleşme testinin türünü değiştirmesidir. Çalışmada

kullanılan değişkenler aynı derecede durağan olmadıklarından ve yatay kesit bağımlılığı içerdiğinden çalışmada Westerlund Durbin Hausman eşbütünleşme testi uygulanmıştır.

#### 4.4.1.2. Durbin-Hausman Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Model 2'ye ait değişkenlerin düzey değerlerinde sabit ve trendli modelde (DYY hariç) birim kökün olduğu dolayısıyla durağan olmadıkları görölmektedir. Değişkenlerin 1. farkları alındığında durağanlaştıklarından, aynı düzeyde durağan olmayan değişkenler için yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve değişkenler arası uzun dönem ilişkinin varlığını test eden Westerlund- Durbin Hausman (2008) eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Bu testin ön koşulu bağımlı değişkenin düzey değerinde durağan olmamasıdır. Model 2'de bağımlı değişken olarak tanımlanan enerji yoğunluğu düzey değerinde durağan bir süreç izlememesi ve diğer değişkenlerin farklı derecelerde durağan olması nedeniyle uygulanan Westerlund - Durbin Hausman (2008) testinin sonuçları Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 16. Westerlund (2008) Durbin-Hausman Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

	Test İstatistiği	P-Değeri
Durbin-H Grup İstatistiği	-0.465	0.679
Durbin-H Panel İstatistiği	2.501***	0.006
Not: Kritik değerler	10%=1.28 5%=1.645 1%=2.333	

Westerlund (2008) tarafından geliştirilen Durbin Hausman eşbütünleşme testi iki test istatistiğine dayanmaktadır. Bunlardan biri panel diğeri ise grup testidir. Durbin-H grup testi katsayıların yatay kesitler (ölkeler) arasında farklılaşmasına izin vermekte ve sıfır hipotezi “eşbütünleşme yoktur” ve alternatif hipotezi ise “en az bir yatay kesitte (ölkede) eşbütünleşme vardır” şeklinde tanımlanmaktadır. Boş hipotezin reddi, en azından bazı ölkelerde eşbütünleşme ilişkisinin var olduğunu göstermektedir. İkinci olarak Durbin-H Panel testi ise otoregresif parametrenin yatay kesitler (ölkeler) arasında değişmediğini varsaymakta ve  $H_0$ : “eşbütünleşme yoktur” sıfır hipotezini test etmektedir. Sıfır hiptotezin reddedilmesi, panelin tümünde, eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Tablo 19 incelendiğinde Durbin-H grup testinin anlamsız, Durbin-H panel istatistiğinin ise %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Yani panelin tamamı için eş bütünleşme ilişkisinin varlığı Durbin-H panel istatistiği ile kabul edilmiş fakat yatay kesitlere ait parametrelerin farklılaşmasına izin veren Durbin-H grup değeri anlamsız bulunmuştur. Çalışmanın bundan sonraki kısmında varlığı tespit edilen eş bütünleşme ilişkisine ait katsayılarının tahmini yapılacaktır.

#### 4.4.1.3. Eş Bütünleşme Katsayılarının Tahmini

Çalışmada sırasıyla yatay kesit bağımlılığı, birim kök ve eş bütünleşmenin var olduğu saptanmış ve bu aşamada eşbütünleşik olan modelin uzun dönem eş bütünleşme katsayıları Pesaran (2006) tarafından geliştirilen Ortak İlişkili etkiler (CCE) tahmincisinden yararlanılarak test edilmiştir. Pesaran (2006) CCE yöntemi ile iki tahminci geliştirmiştir. Bunlardan birincisi Ortak İlişkili Ortalama Grup Etkileri (CCEMG) tahmincisi diğeri ise Havuzlanmış Ortak İlişkili Etkiler (CCEP) tahmincisidir. Zaman ve kesit boyutunun küçük olduğu durumlarda CCEP, büyük olduğu durumlarda CCEMG tahmincisinin kullanılması daha iyi sonuçlar verecektir CCEMG tahmincisi yatay kesit bağımlılığını dikkate almakta ve ülkeler arası heterojeniteye yani ülkeden ülkeye değişen farklı eğim katsayılarına izin vermektedir (Pesaran, 2006: 968).

CCE tahmincisiyle öncelikle her bir yatay kesite ait eş bütünleşme katsayıları tahmin edilmekte sonrasında ise panele ait eş bütünleşme katsayısı yatay kesitlere ait katsayıların toplamının ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. CCE tahmincisi;

$$\hat{b}_i = (x_i' \dot{M}_w x_i)^{-1} x_i' \dot{M}_w y_i \quad (4.23)$$

şeklinde hesaplanmaktadır (Topal ve Ünver, 2016: 66).

Panelin geneli için uzun dönem eş bütünleşme katsayıları Ortak İlişkili Etkiler (CCE) tahmincisiyle tahmin edilmiş Durbin-H grup istatistikleri anlamsız bulunduğundan yatay kesitlere ait tahminlere yer verilmemiştir. Panelin Geneli için CCE tahmin Sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

**Tablo 17. Panelin Geneli için CCE tahmin Sonuçları**

<b>Bağımlı Değişken: EY</b>	<b>Katsayılar</b>	<b>Standart Sapma</b>	<b>P-Olasılık Değeri</b>
KBGSYİH	0.0996728***	0.0269173	0.000
KBGSYİH <sup>2</sup>	-0.0010067	0.0007443	0.176
DYY	-0.0006456	0.0005437	0.235
SET	1.020333**	0.0275253	0,028
KET	-0.096666***	0.0423732	0.000

Not: \*\*\*, \*\* ve \*, sırasıyla %1, %5 ve %10 hata payını ifade etmektedir.

Panelin geneli için yapılan CCE tahmin sonuçlarına göre gelir %1 arttığında enerji yoğunluğu % 0,99 artmaktadır. Bu sonuçlar literatürdeki Galli (1998, 2008) ve Destais (2009) çalışmalarının sonuçları desteklemektedir. Ayrıca gelirin karesine ait katsayının negatif olması belirli bir gelir düzeyinden sonra enerji yoğunluğu ve gelir ilişkisinin negatif yönlü olduğunu göstermektedir. Fakat bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır.

Doğrudan yabancı yatırımlar ve enerji yoğunluğu ilişkisi de beklendiği gibi negatif yönlüdür. Elliot vd. (2012) çalışmasında belirttiği üzere doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının enerji yoğunluğunu azalttığını söylemek mümkündür.

Sanayide kullanılan enerji miktarı ve kişi başına düşen enerji tüketimi katsayıları sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Kişi başına düşen enerji tüketiminin katsayı işareti beklenenin aksine negatif çıkmıştır. Kişisel enerji tüketimindeki %1'lik bir artış enerji yoğunluğunu %0,01 oranında azaltmaktadır. Öte yandan sanayide tüketilen enerjinin toplam enerji tüketimine oranının %1 artması enerji yoğunluğunun %1,02 artmasına neden olmaktadır. Bu durumun BRICS-T ülkelerindeki sanayileşme hızının yüksek olmasından ve sanayileşme hızının yüksek olduğu ülkelerde enerji tasarrufunun yeterince sağlanamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



#### 4.4.2. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Sonuçları

Araştırmanın ilk aşamasında yumuşak geçişli panel regresyon modeline karşılık doğrusallık sınaması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 12'deki gibidir.

**Tablo 18. Doğrusallık Testi Sonuçları**

Panel A: Doğrusallığın Testi ve Rejim Sayısının (r) Belirlenmesi ( $LM_F$ İstatistikleri)			
Rejim Sayısı	Eşik Sayısı		
	m=1	m=2	m=3
$H_0: r=0; H_1:r=1$	42.973***	1.092	-
$H_0: r=1; H_1:r=2$	0.233	-	-

Not: \*\*\*, \*\* ve \*, sırasıyla %1, %5 ve %10 hata payını ifade etmektedir.

Bu aşamada öncelikle doğrusallık hipotezi ( $H_0$ ) tek geçiş değişkenli Yumuşak Geçişli Panel Regresyon alternatifine karşı sınanmış ve %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir. Daha sonra tek geçiş değişkeni iki geçiş değişkenine karşı sınanmış ve temel hipotez olan tek geçiş değişkenli YGPR modeli kabul edilmiştir. Böylece modelin doğrusal olmayan en az bir eşik etkisi içerdiğini belirten alternatif hipotezi kabul edilmiş ve enerji yoğunluğu ile gelir arasındaki ilişkinin modellenmesinde doğrusal olmayan modellerden YGPR kullanılmasının uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise uygun konum parametre sayısı belirlenmeye çalışılmıştır. YGPR analizinde tek rejimin olduğu durumda  $m=1$  ve  $m=2$  (konum parametreleri) arasında bir seçim yapmak yeterlidir. Bu durumda Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerinden yararlanmak faydalı olacaktır (Colletaz ve Hurlin, 2006: 21). Birinci aşamada belirlenen uygun rejim sayısı baz alınarak konum parametresi belirlenmeye çalışılmıştır.

**Tablo 19. Uygun Konum Parametre Sayısının Bulunması**

	m=1
Uygun Eşik Değer Sayısı	1
Hata Kareleri Toplamı	116.241
Parametre Sayısı	6
Akaike Bilgi Kriteri	-0.0326
Schwarz Bilgi Kriteri	0.0947

Enerji yoğunluğu ve gelir arasındaki ilişkinin araştırıldığı bu modelde tek konum parametre sayısı ve tek geçiş değişkenli model uygun görülmüştür. Tek konum parametresi içeren tek eşik değerli Yumuşak Geçişli Panel Regresyon modelinin tahmini Tablo 14’te verilmiştir.

**Tablo 20. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modeli Tahmin Sonuçları**

Eşik Değişkeni	$y_{it}$ (Kişi başına düşen gelir)	
	Katsayı	t-istatistiği
$\beta_0$	0.0052	5.78***
$\beta_1$	-0.0056	-6.36***
$\beta_2$	-0.00001	-5.71***
Eşik Katsayıları ( $q_j$ )	3.204	
Geçiş Katsayıları ( $\gamma_j$ )	4.08	

Tablo 14 incelendiğinde geçiş katsayısının (eğim parametresi= $\gamma_j = 4,08$ ) göreceli düşük çıkması rejimler arası geçişin yumuşak olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) modelinin Eşikli Panel Regresyon (EPR) modeline indirgenemeyeceği görülmektedir. Sırasıyla  $\beta_0$  ve  $\beta_1$  katsayıları gelir ve geçiş fonksiyonu katsayıları olmak üzere tahmin edilen tüm parametreler %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak bu parametreler doğrudan

esneklik olarak yorumlanamamakta yalnızca işaretleri yorumlanabilmektedir. Pozitif  $\beta_0$  katsayısı enerji yoğunluğu ve gelir arasında öncelikle pozitif bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla gelir arttıkça enerji yoğunluğuda gelir ile birlikte artmaktadır. Negatif  $(\beta_0 + \beta_1)$  katsayısı ise belirli bir eşik gelir seviyesinden sonra enerji yoğunluğu ve gelir düzeyi arasındaki ilişkinin ters yönlü olacağını göstermektedir. Bu durum literatüre paralel olarak enerji yoğunluğu ve gelir arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğu savını doğrulamaktadır.

## 5. BÖLÜM: GENEL SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda enerji kaynaklarının yetersizliği, ülkelerin yaşam standartlarının düşmesine ve enerji üreten ülkelere bağımlı hale gelmesine neden olmaktadır. Ülkelerin bu sorunları aşmaları için yapmaları gereken yeni enerji kaynakları bulmak ya da mevcut enerji kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanmaktır. Dolayısıyla enerjiyi verimli kullanmak artık tüm dünyada bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Enerji harcamalarının ve enerjide dışa bağımlılığının azaltılması, CO<sub>2</sub> emisyonunun düşürülmesi gibi enerji ve çevre politikalarının tamamı enerji verimliliğinin artırılmasına bağlıdır. Enerji verimliliğinin artırılması birim çıktı başına tüketilen enerji miktarı olarak tanımlanan enerji yoğunluğunun düşürülmesi anlamına gelir ve bu nedenle enerji yoğunluğu birçok ülke için enerji politikalarını belirlemede önemli bir role sahiptir. Bu yönüyle enerji yoğunluğu devletlerin çevre ve ekonomi politikalarıyla doğrudan ilişkilidir. Nitekim iklim değişikliği ile mücadele çerçevesinde imzalanan Kyoto protokolüyle enerji yoğunluğu kavramının enerji sektörü politikalarında enstrüman olarak kullanılması kararlaştırılmıştır. Öte yandan tanımından hareketle doğrudan milli gelirle de ilişkili olan enerji yoğunluğu dolaylı yönden milli geliri arttıran değişkenlerle de ilişkilidir. Literatürde enerji yoğunluğu ve ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar az olmakla beraber enerji yoğunluğunun belirleyicileri üzerine çok fazla çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmada diğer değişkenlerin sabit olduğu varsayımıyla öncelikle gelişmekte olan ülkeler arasında özellikle "yükselen ekonomiler" olarak anılan Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika (BRICS) ile Türkiye'ye ait 1990-2012 dönemi verileriyle enerji yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir, kişi başına düşen enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar ve sanayide tüketilen enerjinin toplam tüketimdeki payı ilişkisi eş bütünleşme testleriyle analiz edilmiştir. Sonrasında ise enerji yoğunluğu ile gelir arasındaki ilişki Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) yöntemiyle test edilmiştir. Çalışmada iki ayrı metodun kullanılmasındaki temel amaç literatüre paralel olarak ters U şeklinde olduğu varsayılan enerji yoğunluğu ve kişi başına düşen milli gelir arasındaki ilişkiyi iki farklı yöntemle test etmektir.

Araştırmanın ilk bölümünde enerji yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir, kişi başına düşen enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar ve sanayide tüketilen enerjinin

toplam tüketimdeki payı ilişkisi eş bütünleşme testleriyle analiz edilmiştir. Bu bağlamda öncelikle serilerdeki yatay kesit bağımlılığı  $CD_{LM2}$  testiyle sınanmış ve BRICS-T ülkeleri arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu belirlenmiştir. Bu durum ülkelerden birine gelen bir şoktan diğer ülkelerin de önemli bir biçimde etkileneceğini göstermektedir. Dolayısıyla ülkelerin doğrudan yabancı yatırımlar, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile ilgili izledikleri politikalar birbirlerinden etkilenmektedir. Panel veri setinde yatay kesit bağımlılığı araştırıldıktan sonra 1. nesil birim kök testlerinden IPS (1997) ve LLC (2002) testleri ve yatay kesit bağımlılığının olduğu durumlarda daha güvenilir sonuçlar veren 2. nesil birim kök testlerinden CIPS ve Hadri Kruzomi testleri ile serilerin durağanlığı araştırılmıştır. Her iki test sonucu tutarlı olmakla beraber değişkenlerin aynı derecede durağan olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesinde hem yatay kesit bağımlılığını dikkate alan hem de değişkenlerin farklı mertebelerde durağan olmasına izin veren Westerlund (2008) Durbin Hausman eş bütünleşme testinin uygulanmasına karar verilmiştir. Durbin Hausman panel test istatistiğine göre %1 anlamlılık düzeyinde panelin genelinde eş bütünleşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Panel istatistiği anlamlı çıkmasına karşın grup istatistiği anlamsızdır. Son olarak değişkenler arasında varlığı kabul edilen uzun dönem ilişkiye ait eş bütünleşme katsayıları Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE vektör tahmincileriyle tahmin edilmiştir. Westerlund (2008) Durbin Hausman eş bütünleşme testi sonuçlarında grup istatistikleri anlamsız çıktığından CCE tahmincileri ile yapılan katsayı tahminleri yalnızca panel için yapılmış yatay kesitlere ait katsayılara yer verilmemiştir.

Panelin geneli için yapılan CCE tahmin sonuçlarına göre kişi başına düşen gelirin %1 artması enerji yoğunluğunu % 0,99 oranında arttırmaktadır Ayrıca gelirin karesine ait katsayının negatif olması belirli bir gelir düzeyinden sonra enerji yoğunluğu ve gelir ilişkisinin negatif yönlü olduğunu göstermektedir. Fakat bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. . Bu sonuçlar literatürdeki Galli (1998, 2008), Elliot (2012) ve Destais (2009)'e ait çalışmaların sonuçlarını desteklemektedir.

Doğrudan yabancı yatırımlar ve enerji yoğunluğu ilişkisi istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen beklendiği gibi negatif yönlüdür. Elliot vd. (2012) ve Keho (2016)'nun çalışmalarında belirttiği üzere doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının

enerji yoğunluğunu azaltmaktadır. Çok uluslu şirketler yaptıkları doğrudan yatırımlarla birlikte ülkelere üretim teknolojilerini de transfer etmektedirler (Seyidoğlu, 2003: 785). Bu nedenle BRICS-T ülke grubunda doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının teknoloji transferi aracılığıyla enerji yoğunluğunu düşürdüğünü söylemek mümkündür.

Sanayide kullanılan enerji miktarı ve kişi başına düşen enerji tüketimi katsayıları sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınmalarının önemli bir göstergesi olan kişi başına düşen enerji tüketimindeki %1'lik bir artış enerji yoğunluğunu %0,01 oranında azaltmaktadır. Tablo 20'de görüleceği üzere kişi başına düşen enerji tüketiminin katsayı işareti beklenenin aksine negatif çıkmıştır. İki değişken arasındaki ters yönlü ilişkinin, kişi başına enerji tüketiminin artmasıyla beraber toplumların yaşam standartları ile enerjiyi verimli kullanma bilincinin artmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. Öte yandan sanayide tüketilen enerjinin toplam enerji tüketimine oranının %1 artması enerji yoğunluğunun %1,02 artmasına neden olmaktadır. Bu durumun BRICS-T ölkelerindeki sanayileşme hızının yüksek olmasından ve sanayileşme hızının yüksek olduğu ölkelerde özellikle sanayi sektöründe enerji tasarrufunun yeterince sağlanamamasından kaynaklandığı bununla beraber bu ölkelerin sanayi sektörlerinin genellikle yüksek enerji yoğunluğuna sahip kağıt, demir-çelik, çimento, ve alüminyum gibi ürünlerden oluşmasının etkili olduğu düşünölmektedir.

Araştırmanın son bölümünde aralarında eş bütünleşik ilişkinin var olduğu tespit edilen enerji yoğunluğu ve gelir ilişkisi Gonzalez vd. (2004) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan ilişkilerin belirlenmesinde kullanılan Eşikli Panel Regresyon (EPR) yöntemlerinden Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) yöntemiyle test edilmiştir. YGPR yönteminin seçilmesindeki amaç bu yöntemin doğrusal olmayan ilişki durumunda farklı gözlem gruplarını birbirinden, eşik değişkenin değerine bağlı olarak ayırması ve rejimler arası geçişin EPR'ye göre daha yavaş olmasıdır. YPGR yöntemi ile iki değişken arasındaki ilişki incelenirken öncelikle eşik değişkeninin belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmada Kuznets eğrisi olarak da bilinen ters U şeklindeki bu ilişkiyi test etmek için eşik değişkeni olarak kişi başına düşen milli gelir kullanılmıştır.

YPGR modelinin tahmini üç aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle modelin doğrusallığı test edilmektedir. Bu nedenle ilk aşamada modelin doğrusal olduğunu gösteren boş

hipotez, modelin yumuşak geçişli panel regresyona uygun olduğunu kabul eden alternatif hipoteze karşı test edilmektedir. Boş hipotez kabul edilirse modelin YGPR yöntemiyle test edilemeyeceği anlaşılmaktadır. Reddedilirse bu defa iki rejimli ( $r=1$ ) modele karşı üç rejimli ( $r=2$ ) model sınanmaktadır. Bu süreç boş hipotez kabul edilinceye kadar devam etmektedir. Çalışmada uygulanan doğrusallık testi sonucunda öncelikle boş hipotez %1 anlamlılık düzeyinde güçlü bir şekilde reddedilmiş sonrasında ise iki rejimli model üç rejimli modele karşı sınanmış ve modelin iki rejimli YGPR modeline uygun olduğuna karar verilmiştir. YGPR modelinin ikinci aşamasında ise uygun konum parametre sayısı belirlenmektedir. Bu kapsamda Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerinden faydalanılarak modelin tek konum parametrelili olduğu belirlenmiştir. Üçüncü aşamada ise doğrusal olmayan EKK metodu ile parametre tahminleri yapılmaktadır. Bu aşamada yapılan testin sonuçlarına göre geçiş katsayısının ( $\gamma_j = 4,08$ ) göreceli düşük çıkması rejimler arası geçişin yumuşak olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) modelinin Eşikli Panel Regresyon (EPR) modeline indirgenemeyeceği görülmektedir. Sırasıyla  $\beta_0$  ve  $\beta_1$  katsayıları gelir ve gösterge fonksiyonunun katsayıları olmak üzere tahmin edilen parametrelerin tamamı %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Ancak bu parametreler doğrudan probit ve logit modellerinde olduğu gibi esneklik olarak yorumlanamamakta ancak işaretleri yorumlanabilmektedir. YGPR modeli tahmini sonucunda  $\beta_0$  pozitif,  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  katsayıları negatif değerler almıştır. Bu katsayıların işaretinin ilk rejimde pozitif ( $\beta_0$ ), ikinci ( $\beta_1 + \beta_2$ ) rejimde negatif çıkması BRICS-T ülke grubunda enerji yoğunluğu ve gelir arasında belirli bir eşik gelir seviyesinin altında pozitif yönlü üstünde ise negatif yönlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Modelde eşik katsayısı ( $q_j$ ) ise 3.204 olarak bulunmuştur. Bu bağlamda ulaşılan sonuçlar Destais vd. (2009) tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarıyla tutarlıdır. Dolayısıyla çalışma, literatüre paralel olarak enerji yoğunluğu ve gelir arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğu savını doğrulamaktadır.

Çalışmanın örneklemini oluşturan ve aynı zamanda gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan BRICS-T ülke grubundaki enerji yoğunluğu ve gelir ilişkisi eş bütünleşme analizi ve YGPR modeliyle test edilmiş her iki yöntemle bu ilişkinin ters U şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ekonomik gelişmenin en temel göstergelerinden biri olan kişi

başına düşen gelir ve enerji yoğunluğu arasındaki bu ilişki literatürde daha çok çevresel bozulma ve gelir ilişkisi için kullanılan Kuznet's eğrisiyle benzerlik göstermektedir. Bu doğrusal olmayan ilişkiden anlaşılacağı üzere enerji yoğunluğu ile gelir ilişkisi farklı rejimlerde farklılık arz etmektedir. Enerji yoğunluğundaki bu farklı eğilim, iki ayrı etkiden kaynaklanmaktadır. Bunlardan birincisi enerji tasarruf politikaları veya verimlilik iyileştirmeleri ile sağlanan verimlilik etkisi (*yoğunluk etkisi*), ikincisi ise ekonominin yapısındaki kaymalardan (*structural shifts*) kaynaklanan yapısal etkidir. Üretimde teknolojik makine ve teçhizat kullanıldığı durumlarda verimlilik kaynaklı yoğunluğun düşmesi beklenmektedir. Dolayısıyla ülkelerin teknolojik düzeylerinde ki ilerleme beraberinde enerjinin verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Gelişmekte olan ülkeler genellikle teknolojiyi gelişmiş ülkelere transfer etmekte ve bu durum gelişmiş ülkelerin nispeten daha düşük enerji verimliliğine sahip teknolojileri ihraç etmesiyle gelişmekte olan ülkelerin daha az enerji tasarrufu sağlamasına neden olmaktadır. Dolayısıyla gelişmekte olan ülkelerin teknoloji transferinin yanında yeni teknoloji ve Ar-Ge yatırımları yapması hem enerji verimliliğini arttıracak hem de ekonominin gelişmesine katkı sunacaktır.

Belirli bir eşik gelir düzeyinden sonra ülkeler çevresel ve ekonomik düzenlemelerle enerji tasarruf politikalarına hız kazandırmakta ve daha az enerji yoğun malların üretilmesini Ar-Ge ve inovasyon teşvikleriyle desteklemektedir. Bu politikalar kalkınma kavramıyla ilintili olarak hem ülkelerin yaşam standartlarını yükseltmesini hem de ekonomik yapının değişmesine neden olmaktadır. Ekonomik yapının değişmesinden kasıt ekonominin sektörel kompozisyonundaki değişikliklerdir. Ekonomik gelişmenin erken dönemlerinde ekonomik faaliyetler göreceli olarak enerji yoğunluğunun düşük olduğu tarım sektöründen enerji yoğunluğunun yüksek olduğu sanayi sektörüne doğru kaymaktadır. Sektörel kompozisyondaki bu değişiklik (yapısal etki) enerji yoğunluğu ve gelir ilişkisinin pozitif yönlü olmasına neden olmaktadır. Gelişmenin sonraki dönemlerinde ise ekonomik faaliyetler sanayi sektöründen enerji yoğunluğunun düşük olduğu hizmetler sektörüne doğru kaymaktadır. Buradan hareketle iktisadi gelişmenin erken dönemlerinde enerji yoğunluğunun artmasına neden olan verimlilik etkisi ve yapısal etkinin gelişmenin sonraki dönemlerinde yoğunluğun azalmasına neden olduğunu söylemek mümkündür.



BRICS-T ülkeleri gelişmekte olan ülkelerin hem ekonomik hemde siyasal açıdan lokomotifini konumundadır. Özellikle bu gruptaki ülkelerden Brezilya, Çin ve Hindistan'ın yüksek büyüme oranları ile birlikte enerji talebi de hızla artmaktadır. Rusya dışında enerjide dışa bağımlı olan bu ekonomilerdeki artan enerji talebi grup ülkelerinin alternatif enerji kaynaklarına yönelmeleri, mevcut enerji kaynaklarını verimli kullanmaları ve etkin enerji politikaları geliştirmelerine ivme kazandırmaktadır. Bu bağlamda dünyanın en çok enerji tüketen ülkesi haline gelen Çin Halk Cumhuriyeti enerji yoğunluğu ve karbon emisyonu değerlerini azaltmak için politikalar geliştirmektedir. 2008 yılında alınan bir kararla İklim Değışikliğı ile Mücadele kapsamında kullanılmak üzere 586 milyon \$ tutarındaki reform paketi hayata geçirilmiştir. Bununla beraber 2020 yılına kadar enerji yoğunluğunun %20-30 oranında azaltılması hedeflenmiştir. Son yıllarda enerji yoğunluğu ve karbon emisyonlarındaki düşüş izlenen politikaların yerinde olduğunu göstermektedir. Rusya Federasyonu Çin'in aksine zengin doğal kaynaklara sahip olmakla beraber ülkenin nihai enerji yoğunluğu son yıllarda sürekli düşmektedir. Bu kısmen ekonomik faaliyetlerin daha az enerji yoğun sektörlerle kaymasından ve milli gelirdeki artış hızının enerji arzındaki artıştan çok daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer bir deyişle Rusya Federasyonu kritik eşik gelir seviyesini geçtiğinden enerji tüketiminin gelir esnekliğı negatif değerler almaktadır. Çin, ABD ve Rusya'dan sonra dünyanın en çok enerji tüketen ülkesi olan Hindistan enerji verimliliğini artırabilmek ve bununla beraber karbon emisyonlarını azaltabilmek için 2010 yılında Enerji Verimliliğı Ulusal Vizyonu bildirisini kabul etmiştir. Kabul edilen bu bildiri ekonominin enerji yoğunluğu düşük sektörlerle doğru gelişmesini sağlamak ana amaçlardan biri olarak kabul edilmiştir. Çalışma sonuçlarından da anlaşılacağı üzere çalışmanın anakütlesini temsil eden BRICS-T ülke grubundaki ülkelerin izledikleri ekonomik ve çevresel politikalar gerek enerji yoğunluğunun düşürülmesi gerekse ekonomik büyümenin sağlanmasında oldukça etkilidir. Bu bağlamda gelişmekte olan bu ekonomilerde Ar-Ge harcamalarının GSYİH içerisindeki payı artırılmalı ve enerji yoğunluğu düşük, katma değeri yüksek ürünlerin üretilmesi teşvik edilmeli, enerji politikaları düzenlenirken bu hususlara dikkat edilmelidir.

## KAYNAKÇA

Achao C., Schaeffer R. (2009): Decomposition analysis of the variations in residential electricity consumption in Brazil for the 1980-2007 period: Measuring the activity, intensity and structure effect Energy Policy 37. pp. 5208-5220.

Acharya, S., (2007). India's Growth: Past and Future. Paper for the Eighth Annual Global Development Conference of the Global Development Network. Beijing. 14-16 Ocak .s.7

Adhikari, D. ve Chen, Y. (2012) "Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Cointegration Analysis for Developing Countries", Review of Economics & Finance, 3(2), ss.68-80.

Aghion, P. ve P. Howitt.( 2009). The Economics of Growth. MIT Press. Cambridge, Ma s.86

Ahmet Ulusoy - Tarık Vural, Japonya'da Yerel Yönetimler, Yerel Yönetim Ve Denetim, Cilt: 6, Sayı: 6, 24-31, (2001

Akan, Y., & Tak, S. ,(2003). Türkiye Elektrik Enerjisi Ekonometrik Talep Analizi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 17(1-2).

Akarca, Ali T. ve Thomas V. LONG; (1980), "On the Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination", Journal of Energy and Development, 5, ss. 326- 331

Akaydın, M. (2005). Akdeniz Üniversitesi Sıfır Emisyon Kampus Stratejisi. www.akdeniz.edu.tr adresinden 04.12.2015 tarihinde indirilmiştir.

Alam, M. Shahid (2006), "Economic Growth With Energy", <http://mpr.ub.uni-muenchen.de/1260/> (23.07.2012). s.5-6

Altınay, G. ve Karagöl, E., (2005). "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence From Turkey", Energy Economics, 27, ss. 849-856

Altıntaş, H., & Mercan, M. (2015). Ar-Ge Harcamaları Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Oecd Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Eşbütünleşme Analizi. Ankara Üniversitesi Sbf Dergisi, 70(2).

ANG B. W. (1995): Multilevel decomposition of industrial energy consumption Energy Economics Vol. 17. ss. 39-51.

ANG B. W. (2005): The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide Energy Policy 33 ss. 867-871.

Ang B.W. ve F.L. Liu (2001). A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation. *Energy* 26(6): 537-548

Ang, B. W. (2004). Decomposition Analysis For Policymaking In Energy:: Which Is The Preferred Method?. *Energy Policy*, 32(9), 1131-1139.

Apergis, N, ve Payne, J.E. (2009) “CO2 emissions, energy usage and output in Central America”, *Energy Economics*, 31, ss. 3282-3286

Arrow, K. (1962). Economic Welfare And The Allocation Of Resources For İvention. In *The Rate And Direction Of İventive Activity: Economic And Social Factors* (Pp. 609-626). Princeton University Press.

Asık, Akbostanci E, Türüt- S, İpek T (2009). The relationship between income and environment in Turkey: is there an environmental Kuznets curve? *Energy Policy* 2009;37:861e7.

Asteriou, D., & Hall, S. (2007). *Applied Econometrics: A Modern Approach*, Revised Edition. China: Palgrave Macmillan.

Aşık Serap Türüt- Tunç Gül İpek, Akbostancı Elif (2008), Türkiye İmalat Sanayiinde Enerji Kullanımı Ve Kirlilik, [Http://Www.Dektmk.Org.Tr/Pdf/Enerji\\_Kongresi\\_10/Serap\\_Turut6.Pdf](http://www.dektmk.org.tr/Pdf/Enerji_Kongresi_10/Serap_Turut6.Pdf)

Aydın F. F.,(2010),Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 35, Ocak-Temmuz 2010 ss.320

Ayres, Robert U., Kneese, Allen V., 1969. Production, Consumption And Externalities. *American Economic Review* 59, 282–297.

Aytaç, D. (2010). “Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Çok Değişkenli VAR Yaklaşımı ile Tahmini”. *Maliye Dergisi*, Sayı 158, 482-495.

Baltagi, B., (2005), *Econometric Analysis Of Panel Data*, Third Edition, England: John Wiley & Sons Ltd.

Barro, R. ve Sala-i-Martin, X. (1990) Economic growth and convergence across the United States. Working Paper, 3419. National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.

Baumol, W. (1986) Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show, *American Economic Review*, 76, 1072–85

Beaudreau, B.C. , (2005, “Engineering and economic growth”, *Structural Change and Economic Dynamics* 16, s 211–220.

Berber, Metin (2006), İktisadi Büyüme ve Kalkınma. 3.Baskı, Trabzon: Derya Kitabevi.s.57

Berkowitz, D. ve De Jong, D.N., (2001). Policy Reform and Growth in Post-Soviet Russia, William s.14

Bernardini, O., ve Galli, R. (1993). Dematerialization: long-term trends in the intensity of use of materials and energy. *Futures*, 25(4), 431-448.

Bernstein M A, Fonkych K, Loeb S vd.,, (2003). State-level changes in energy intensity and their national implications. *Science and Technology*, MR-1616-DOE.s.14-18

Bilginoğlu, M. A. ve C. Yılmaz. (1986). “Türkiye Ekonomisinde Enerjinin Yeri”. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı.2, 359-36

BİLGİNOĞLU, Mehmet Ali; (1991), “Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu ve Alternatif Enerji Politikaları”; *Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F.Dergisi*, 9, ss.122-147

Birol F, Keppler JH. (200) Prices, technology development and the rebound effect.*Energy policy* 2000;28(6e7):457e69.

Boulding, K. E. (1966). *The Economics Of The Coming Spaceship Earth.Environmental Quality Issues İn A Growing Economy.*

BOYD G. A., ROOP J. M. (2004): A note on the Fisher Ideal Index decomposition for structural change in energy intensity *The Energy Journal* Vol.25. No.1. pp.87-101.

Boyd GA, McDonald JF, Ross M, Hanson DA.(1987) Separating the changing composition of US manufacturing production from energy efficiency improvements: a Divisia index approach. *The Energy Journal* 1987;8(2):77-96

Bölgesel Gelişme Ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü Raporu, [Http://Www.Ab.Gov.Tr/Files/Ardb/Evt/2\\_Turkiye\\_Ab\\_Iliskileri/2\\_2\\_Adaylik\\_Sureci/2\\_2\\_8\\_Diger/Tckb\\_Sege\\_2013.Pdf](http://Www.Ab.Gov.Tr/Files/Ardb/Evt/2_Turkiye_Ab_Iliskileri/2_2_Adaylik_Sureci/2_2_8_Diger/Tckb_Sege_2013.Pdf)

BP (2015), *Statistical Review of World Energy*, London. (Available at (<http://www.bp.com>))

Breuer, J. B., Mcnown, R., & Wallace, M. (2002). Series-Specific Unit Root Tests With Panel Data. *Oxford Bulletin Of Economics And Statistics*, 64(5), 527-546.,

Bruce Hansen,(2000) “Sample Splitting and Threshold Estimation”, *Econometrica*, Vol. 68, No. 3, 2000, p.576.

Burbridge, J. and A. Harrison. (1984). “Testing for the Effects of Oil Prices Rises Using Vector Autoregression”. *International Economic Review*, 25(2), 459-484

Caner, M. And B. Hansen (2004): “Instrumental Variable Estimation Of A Threshold Model,” *Econometric Theory*, 20, 813-843.

Chang, C.-C. (2010). A multivariate causality test of carbon dioxide emissions, energy consumption and economic growth in China, *Applied Energy* 87(11): 3533–3537. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.05.004>

Chang, H.J., (1998). Evaluating the Current Industrial Policy of South Africa. *Transformation*, Vol.36, s. 51-72

Change, S. (2012). Poverty Reduction and Industrial Policy in the BRICS. URL: [http://institute.unido.org/documents/M1\\_Home/BRICS\\_report.pdf.s148s.153](http://institute.unido.org/documents/M1_Home/BRICS_report.pdf.s148s.153)

Choi, K.H. ve B.W. Ang (2002). Measuring thermal efficiency improvement in power generation: the Divisia decomposition approach. *Energy* 27(5):447-455

Colletaz, G., Hurlin, C. (2006), “Threshold Effects of the Public Capital Productivity: An International Panel Smooth Transition Approach”, HAL Working Paper Series, No.2006-01,

Cornillie J, Fankhanser S. (2004) The energy intensity of transition countries. *Energy Econ* 2004;26:283e95.s. 26

Costantini, V. ve C. Martini. (2010). “The Causality between Energy Consumption and Economic Growth: A Multi-Sectoral Analysis Using Non-Stationary Cointegrated Panel Data”. *Energy Economics*, 32(3), 591–603

Cowan WN, Chang T, Inglesi-Lotz R, Gupta R. (2013) The nexus of electricity consumption, economic growth and CO2 emissions in the BRICS countries. *Energy Policy* 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tenpol.2013.10.081>

Çermikli, A. H. ve Öztürkler H. (2010). Dünya Enerji Tüketimi: 1980–2005 Döneminde Enerji Tüketimindeki Değişim. *Ekonomik Yaklaşım*, Cilt 21, Sayı 74, 1-22.

Çermikli, A. H., ve Tokatlıoğlu, İ. (2015). Yüksek ve Orta Gelirli Ülkelerde Teknolojik Gelişmenin Enerji Yoğunluğu Üzerindeki Etkisi/The Effects of Technological Growth on Energy Intensity in High and Middle Income Countries. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(32).s.20

Çiçek A., (2014)İnsani Gelişme Endeksi Ve Türkiye'nin İnsani Gelişme Performansı, s; 5

Çiçekçi, C. Enerji Girdisinin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Avrupa Birliği Ülkeleri Üzerine Ampirik Bir Değerlendirme

Daly Herman, (1973) *Toward a Steady-State Economy*, San Fransisco, W. H. Freeman, 1973, s.15

Daly Herman, (2007) Ecological Economics and Sustainable Development: Selected Essays of Herman Daly, Cheltenham, UK; Northampton, USA, E. Elgar, 2007, s. 9

Darmstadter, J.: Dunkerley, J.: and Alterman, J. (1977). How Industrial Societies Use Energy. A Comparative Analysis. Published for Resources for the Future by the Johns Hopkins University Press

Deik Brezilya Ülke Bülteni, 2011: 9

DEİK Brezilya Ülke Raporu: 2014, S. 1-2

Destais, Ghislaine, Julien Fouquau, and Christophe Hurlin. (2007) "Economic development and energy intensity: a panel data analysis." The econometrics of energy systems. Palgrave Macmillan s. 14

Devlet Planlama Teşkilatı, İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması, 2003:6

Doğan M, ve Tatlı .H, (2014, İnsani Gelişme Ve İnsani Yoksulluk Bağlamında Türkiye'nin Dünyadaki Yeri, Sayfa 104

Dumrul Y., (2011) Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Teori ve Türkiye Uygulaması, Doktora Tezi, sayfa 9

Edgeworth FY. Papers Relating to Political Economy. New York, NY: Burt Franklin; 1925 Davidson Working Paper No. 405. s.290

Edwards-Jones, G., Davies, B., & Hussain, S. S. (2009). Ecological Economics: An Introduction. John Wiley & Sons.

EERE, 2010, Erişim Adresi: [Http://Energy.Gov/Eere/Buildings/Building-Technologies-Office](http://Energy.Gov/Eere/Buildings/Building-Technologies-Office) , Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması Proje Özeti, Proje Açılış Toplantısı, 07.07.2011, Erişim Adresi : [Http://Www.Bep.Gov.Tr](http://Www.Bep.Gov.Tr).

EİA Rusya Raporu (2015) s.1-3

Elliott RJR, Sun P, Chen S. (2012) Growth, FDI and energy intensity: evidence form Chinese cities. Online available at: <http://www.nottingham.ac.uk/gep/documents/conferences/2011/china-conf-november/puyang-sun.pdf>;

Energy Information Administration, "Russia Energy Data, Statistics And Analysis – Oil, Gas, Electricity, Coal", S.1, <Http://Www.Eia.Doe.Gov/Emeu/Cabs/Russia/Pdf.Pdf>, Erişim Tarihi: 05.05.2016

Energy, R. (2010). Energy Efficiency Trends in Residential and Commercial Buildings..s:121

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bütçe Sunumu 2015 Erişim adresi:  
<http://www.enerji.gov.tr/>

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Mavi Kitap (2015), s. 19

Enerji, Piyasa ve Düzenleme Kurulu (Cilt:1, Sayı:2, 2015, Sayfa 172-193)) Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi

Erdoğan M. ve Dahl, C. (1997), “Energy Demand in Turkey”, *The Journal of Energy and Development*, 21 (2), 173-188

Eren, E. 2009. Yönetim Ve Organizasyon, Çağdaş Küresel Yaklaşımlar, Beta Basım AŞ., İstanbul

Erol, Ümit ve Eden S.H. YU; (1987), “On the Causal Relationship Between Energy and Income for Industrialized Countries”, *Journal of Energy and Development*, 13, ss.113-122

Ersoy, A. Y. (2010). “Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi”. *Akademik Bakış Dergisi*, Sayı 20, 1-11

Ezcurra, R. (2007) Distribution dynamics of energy intensities: a cross-country analysis, *Energy Policy*, 35, 5254–59. doi:10.1016/j.enpol.2007.05.006

Farla J. C. M., Blok K. (2000): Energy efficiency and structural change in the Netherlands, 1980-1995 *Journal of Industrial Ecology* Vol. 4. No.1. pp.93-11

Feng, T.W., Sun, L.Y. and Zhang, Y. (2009), The relationship between energy consumption structure, economic structure and energy intensity in China, *Energy Policy*, Vol. 37, 12, pp. 5475–5483.

Fisher-Vanden, K., Jefferson, G., Liu, H., and Tao, Q. (2004), “What is Driving China’s Decline in Energy Intensity?” *Resource and Energy Economics*, Volume 26, Number 1, Pages 77-97,

Galli, R., (1998). The relationship between energy intensity and income levels: forecasting long term energy demand in Asian emerging countries. *Energy J.* 19, 85–105.

Gareth Edwards-Jones, Ben Davies ve Salman Hussain, (2000) *Ecological Economics: An Introduction*, Oxford, Blackwell Publishing, 2000, s. 20.

Ghali, K. H. , El-Sakka, M. I. T. , (2004), “ Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis”, *Energy Economics* C.26 No:2, s 225-238.

Gonzalez Andres, Terasvirta Timo ve Dick van Dijk, (2004) “Panel Smooth Transition Regression Models”, Research Paper Series Quantitative Finance Research Centre, University of Technology, Sydney, No. 165, 2005, ss. 1-35.

Gonzalez P.F. ve R.P. Suarez (2003). Decomposing the variation of aggregate electricity intensity in Spanish industry. *Energy* 28(2): 171-184

Gonzalez, A., Teräsvirta, T. And Van Dijk, D. (2004), ‘Panel Smooth Transition Regression Model And An Application To Investment Under Credit Constraint’, Working Paper Stockholm School Of Economics.

Gujarati, D. (2004). *Basic Econometrics*. United States Military Academy, West Point.

Gülay A., (2008). “ Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Geleceği ve Avrupa Birliği İle Karşılaştırılması”. s.2

Günsoy, G. (2005), “ İnsani Gelişmenin İller Bazında Farklılaşması: Eskişehir Üzerine Bir İnceleme”, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 13, ss.1-15

Gürses Didem ‘İnsani Gelişme’ Ve Türkiye,(2009), Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt 12 Sayı 21 Haziran 2009 ss.339-350

Güvenek Burcu , Alptekin Volkan (2010), Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi, *Enerji, Piyasa ve Düzenleme* Cilt:1, Sayı:2, Sayfa 172-193

H.T. Pao ve C. M. Tsai, (2011) “Modeling and Forecasting the CO2 Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth in Brazil”, *Energy*, 2011, 36, p. 2450

Hadri, Kaddour Ve Eiji, Kurozumi, “A Simple Panel Stationarity Test In The Presence Of Serial Correlation And A Common Factor”, *Economics Letter*, Sayı:115, 2012, Ss.31-34.

Hajko (2014): The energy intensity convergence in the transport sector, Enterprise and the Competitive Environment 2014 conference, ECE 2014, 6–7 March 2014, Brno, Czech Republic, *Procedia Economics and Finance* 12 ( 2014 ) 199 – 205

Halicioglu, F., (2007) Residential electricity demand dynamics in Turkey. *Energy Economics* 29,199–210.

Hamilton, J. D. (1983). “Oil and the Macroeconomy Since World War II”. *Journal of Political Economy*, 91, 228-248

Hansen, B. (2000): “Sample Splitting And Threshold Estimation,” *Econometrica*, 68, 575–603.



Hatemi, J. A., ve Irandous, M. (2005). Foreign aid and economic growth: New evidence from panel co integration. *Journal of Economic Development*, 30(1), 71-80.

Hatzigeorgiou, E.; Polatidis, H.; Haralambopoulos, D. (2011). CO2 emissions, GDP and energy intensity: a multivariate cointegration and causality analysis for Greece, 1977–2007, *Applied Energy* 88(4): 1377–1385. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.10.008>

Hausman, J. A. (1978). Specification Tests In Econometrics. *Econometrica: Journal Of The Econometric Society*, 1251-1271.

Heil MT, Selden TM.(1999) Panel stationarity with structural breaks: carbon emissions and GDP. *Appl Econ Lett* 1999;6:223e5.

Herrerias M.J. (2012) World energy intensity convergence revisited: A weighted distribution dynamics approach, *Energy Policy* 49 (2012) 383–399

Hicks, J. R. (1932). Marginal Productivity And The Principle Of Variation. *Economica*, (35), 79-88.

Hoekstra, R., ve Van der Bergh, J.C.J.M. (2003) Comparing Structural and Index Decomposition Analysis. *Energy Economics* 2003; 25(1); 39-64

Howart, R.B.ve L.Shipper & B.Anderson, (1993), "The Structure and Intensity of Energy Use: Trends in Five OECD Nations", *Energy Journal*, Vol:14, Iss:2, 27-46.

Hu, J. ve Wang, S., (2006) "Total-Factor Energy Efficiency of Regions in China", *Energy Policy*, Volume 34, Number 17, s., 3206-3217

Hubacek, K., & Van Den Bergh, J. C. (2006). Changing Concepts Of 'Land' in Economic Theory: From Single To Multi-Disciplinary Approaches. *Ecological Economics*, 56(1), 5-27.

Hussen, Ahmed M., (2004). *Principles of Environmental Economics*, Routledge, London; New York, s.251

Hwang, J-H ve Yoo S-H. (2014) "Energy Consumption, Emissions and Economic Growth: Evidence from Indonesia", *Qual Quant*, 48, 63-73

Increasing CO2 Storage In Oil Recovery **ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT** Jessen, K., Kovsky, A. R., Orr, F. M. 2005;46 (2): 293-311

International Energy Agency (IEA), "Energy Balances of OECD Countries 2001-2002, 2004 Edition," OECD/IEA, Paris, 2014.). s25

International Energy Agency, 2015, *World Energy Outlook Special Report 2015: Energy And Climate Change*

International Energy Agency. (2015). Key World Energy Statistics. available [http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2015/key\\_world\\_energy\\_stats.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2015/key_world_energy_stats.pdf): IEA

International Energy Outlook 2014 India Report S. 1-2 Erişim Tarihi: <Http://Www.Eia.Gov/Forecasts/İeo/>

Jagdish, C. A., Lardner, R. W., (1993) “Mathematical Analysis” Prentice-Hall Inc., pp:768.

Jiang, L., Folmer, H., & Ji, M. (2014). The drivers of energy intensity in China: A spatial panel data approach. *China Economic Review*, 31, 351-360.

Jobert, T. ve Karanfil, F. (2007), “Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey”, *Energy Policy*, 35, 5447-5456

Jones, K. L., Poole, G. C., Meyer, J. L., Bumback, W., & Kramer, E. A. (2006). Quantifying Expected Ecological Response To Natural Resource Legislation: A Case Study Of Riparian Buffers, Aquatic Habitat, And Trout Populations. *Ecology And Society*, 11(2), 15.

Karaca, R. Kutay, (2012) “Çin’in Değişen Enerji Stratejisinin Dış Politikasına Etkileri (1990-2010)”, *Uluslararası İlişkiler*, Cilt 9, Sayı 33 (Bahar 2012), s. 95.

Karagöl, E., Erbaykal E., ve Ertuğrul, M.H., (2007). “Türkiye’de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı”, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(1), 72-80.

Karayel, T., Ve Sohtaoğlu, N. H. (2015) Elektrik Yoğunluğundaki Eğilimlerin Gelişmişlik Ekseninde İncelenmesi. [http://www.emo.org.tr/ekler/c92f95c39f2d2a1\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/c92f95c39f2d2a1_ek.pdf)

Karhan, G., Silinir, M., Çayın, M., & Aydeniz, N. (2012). Enerji ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği. sayfa 86

Kavak Kubilay,(2005) “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayisinde Enerji verimliliğinin İncelenmesi”s.10-28

Kaya, Y., (1989). Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth: interpretation of proposed scenarios. IPCC Response Strategies Working Group Memorandum..s.1

Keho, Y. (2016). Do Foreign Direct Investment And Trade Lead To Lower Energy Intensity? Evidence From Selected African Countries. *International Journal Of Energy Economics And Policy*, 6(1).

Kesbiç, C. Y. ve H. Şimşek. (2001). “Avrupa Birliği Ortak Enerji Politikası”. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5-6, 45 63.

Kiran, B. (2013). Energy intensity convergence in OECD countries. *Energy Exploration & Exploitation*, 31(2), 237-247.

Koç, E., ve Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 54(639), 32-44.

Korkmaz, Ö., ve Develi, A. (2012). Türkiye’de birincil enerji kullanımı, üretimi ve gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) arasındaki ilişki. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(2), 1-25.

Korkmaz, S. ve Yılgör, M. (2011). Enerji Tüketimi-İktisadi Büyüme İlişkisi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 111-125.

Kraft, J. , Kraft, A. , (1978), “On the relationship between energy and GNP”, *Journal of Development* 3, s 401–403

KTO Enerji Verimliliği raporu, sayfa 4

Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, D. H., Avcı, E. D. (2005). Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Bildiriler s.3

Le Pen, Y. ve Sévi, B. (2010) On the non-convergence of energy intensities: evidence from a pair-wise econometric approach, *Ecological Economics*, 69, 641–50. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.10.001

Leach, G ve L. Jarass ve G. Obermair ve L. Hoffmann, (1986), *Energy and Growth*, Butterworths, England.s.28

Lebe, F.,ve Akbas, Y. E. (2015). Türkiye'de Sanayilesme, Finansal Gelisme, Ekonomik Büyüme ve Kentlesmenin Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisi| Çoklu Yapısal Kirilmali Bir Arastirma, *Ege Akademik Bakis*, 15(2), 197.

Lee, C.C., 2006. The Causality Relationship Between Energy Consumption And GDP İn G-11 Countries Revisited. *Energy Policy* 34, 1086–1093.

LEE, Chien-Chiang ve Chun Ping CHANG; (2005), “Structural Breaks, Energy Consumption and Economic Growth Revisited: Evidence from Taiwan”, *Energy Economics*, 27, ss. 857-872.

Levin A. Lin C. And Chu J. (2002) “Unit Roots Tests İn Panel Data: Asymptotic And Finite Sample Properties”, *Journal Of Econometrics*, Ss. 108, 1-24.

Liddle B. (2009) Electricity intensity convergence in IEA/OECD countries: Aggregate and sectoral analysis *Energy Policy* 37 (2009) 1470–1478

Lijesen, M. G. (2007). The real-time elasticity of electricity. *Energy Economics* 29, 249–258.

Liu C.C., (2006), A Study On Decomposition Of Industry Energy Consumption, *International Research Journal Of Finance And Economics*, ISSN 1450-2887, Issue 6 (2006), Eurojournal Publishing Inc. 2006.

Liu, F.L. B.W. Ang / *Applied Energy* 76 (2003) 15–23)

Loftus, P.J., Cohen, A.M., Long, J.C.S., & Jenkins, J.D. (2015). A Critical Review Of Global Decarbonization Scenarios: What Do They Tell Us About Feasibility? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(1): 93-12. DOI: 10.1002/Wcc.324

Lucas REB, Wheeler D, Hettige H. (; 1992.)Economic development, environmental regulation and the international migration of toxic industrial pollution: 1960-1988. *Policy Research Working Paper Series*, 1062. Washington DC: World Bank; 1992.

M, K.S., Pesaran, M. H. And Shin, Y. (1997). “Testing For Unit Roots In Heterogeneous Panels”, Mimeo, Department Of Applied Economics, University Of Cambridge

Ma C., Stern D. I. (2008), China’s Changing Energy Intensity Trend; A Decomposition Analysis, *Energy Economics* 30 (2008) 1037–1053, Volume 30.

Mahadevan, R., Asafu-Adjaye, J., 2007. Energy Consumption, Economic Growth And Prices: A Reassessment Using Panel VECM For Developed And Developing Countries. *Energy Policy* 35, 2481–2490.

Maret N., Decellas F. (2009): Determinants of energy demand in the French service sector: A decomposition analysis. *Energy Policy* 37. pp.2734-2744.

Mallick, H. (2007). “Does Energy Consumption Fuel Economic Growth in India?”. *Centre For Development Studies, Working Paper No. 388*, s.8.

Mallick, Hrushikesh (2009), “Examining The Linkage Between Energy Consumption and Economic Growth in India”, *Journal of Developing Areas*, September 43 (1), 249-280.

Markandya A, Pedroso S, Streimikiene D, (2006). Energy efficiency in transition economies: is there convergence towards the EU average? *Social Science Research Network Electronic Paper*, s. 139

Medlock, K. B. III ve R. Soligo. (2001). “Economic Development and End-Use Energy Demand”. *The Energy Journal*, 22(2), 77-105.

Mehmet Caner ve Bruce Hansen, (2004) “Instrumental Variable Estimation of a Threshold Model”, *Econometric Theory*, Vol. 20, No. 5, 2004, p. 813.

Mercados – Energy Markets International, Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont, E-Bridge (2007): Study on the impact of the 2004 enlargement of the European Union in the area of energy. <http://rekk.uni-corvinus.hu/index-en.html> download: 2012. May

Metcalf, G.E. (2008). An empirical analysis of energy intensity and its determinants at the state level. *The Energy Journal*, 29(3), 1-26.

Mielnik, O. ve Goldemberg, J. (2000) Converging to a common pattern of energy use in developing and industrialized countries, *Energy Policy*, 28, 503–08. doi:10.1016/S0301-4215(00)00015-

Miketa ve Mulder (2005), Energy productivity across developed and developing countries in 10 manufacturing sectors: Patterns of growth and convergence, *Energy Economics* 27 (2005) 429– 453

Ministry Of Energy Of The Russian Federation, “The Summary Of He Energy Strategy Of Russia For The Period Of Up To 2020”, [Http://Ec.Europa.Eu/Energy/Russia/Events/Doc/2003\\_Strategy\\_2020\\_En.Pdf](Http://Ec.Europa.Eu/Energy/Russia/Events/Doc/2003_Strategy_2020_En.Pdf), S.1. Erişim Tarihi: 08 Haziran 2015

Morazan P., Knoke I., Knoblauch D., Schafer T., (2012), The Role of BRICS in the Developing World, *European Parliament Policy Department, Directorate-General for External Policies* s.9

Mucuk, M. ve D. Uysal. (2009). “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”. *Maliye Dergisi*, 157, 105-115

Mukherjee, K., (2008) “Energy Use Efficiency in the Indian Manufacturing Sector: an Interstate Analysis”, *Energy Policy*, Volume 36, Number 2, s., 662-672,

Mulder, P., & De Groot, H. L. (2012). Structural change and convergence of energy intensity across OECD countries, 1970–2005. *Energy Economics*, 34(6), 1910-1921.

*Mühendis Makina Dergisi* • Cilt : 49 Sayı: 581, sayfa 30

Narayan PK, Popp S. (2005) The energy consumption-real GDP nexus revisited: Empirical evidence from 93 countries. *Economic Modeling* 2012;29(2): 303e8.

Narayan, P.K., Smyth, R., 2005. Electricity consumption, employment and real income in Australia: evidence from multivariate Granger causality tests. *Energy Policy* 33, 1109–1116.

National Bureau Statistics of China, 2016 Erişim Adresi <http://www.stats.gov.cn/english/statisticaldata/AnnualData/>

Nazlıoğlu, Şaban (2010), Makro İktisat Politikalarının Tarım Sektörü Üzerindeki Etkileri: Gelişmiş Ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Bir Karşılaştırma, Yayınlanmamış Doktora Tezi, T.C. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri

Nicholas Georgescu Roegen (1995), “The Entropy Law and the Economic Problem”, A Survey of Ecological Economics, Eds. Rajaram Krishnan, Jonathan M. Haris, Neva R. Goodwin, Washington, Island Press, 1995, , s. 177.

Nilsson, L. J.(1993):”Energy intensity trends in 31 industrial and developing countries 1950-1988”, in *Energy* vol 18, no 4 pp 309-322

O’NEILL J., (2001), Bulding Better Global Economic BRICs, Goldman Sachs GlobalEconomics Paper , No:66, s.4

Ocak 2015 İtibarıyla Türkiye’Nin Enerji Görünümü: Enerji Politikaları Artan Bağımlılık Çıkmazında, <http://www.mmo.org.tr/> Erişim tarihi:25.01.2016

Odhiambo, N. M. (2009). Energy Consumption And Economic Growth Nexus İn Tanzania: An ARDL Bounds Testing Approach. *Energy Policy*, 37(2), 617-622.

OECD Economic Outlook, Volume 2015 Issue 1

Oh, W., Lee, K., 2004. Energy Consumption And Economic Growth İn Korea: Testing The Causality Relation. *Journal Of Policy Modeling* 26, 973–981.

Ölçüm, T., (2006). “Biyodizel Teknolojisi”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Enerji Makinaları Programında Hazırlanan Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006.s.28

Öztürk, İ. ve Uddin, G.S. (2012) “Causality among Carbon Emissions, Energy Consumption and Growth in India”, *Economic Research*, 25(3), ss.752-775

Pakrovski, V. N. , (2003), “Energy in the theory of production”, *Journal of Energy* 28, s 769–788.

Palmer, K., Oates, W., ve Portney, P., (1995) “Tightening Environmental Standards: the Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm?” *Journal of Economic Perspectives*, Volume 9, s., 119-132

Pao, H. T., & Tsai, C. M. (2011). Modeling And Forecasting The CO 2 Emissions, Energy Consumption, And Economic Growth İn Brazil. *Energy*, 36(5), 2450-2458.

Parasız, İlker (2008), *Ekonomik Büyüme Teorileri, Gözden Geçirilmiş 3.Baskı*, Bursa: Ezgi Kitabevi.s.169

Park, S.H. (1992). Decomposition of Industrial Energy Consumption – An alternativemethod. *Energy Economics* 14(4): 843-858

Pesaran M.H., (2006a) “A Simple Panel Unit Root Test İn The Presence Of Cross Section Dependence”, Cambtidge University, Working Paper, No: 0346

Qi S Z, Luo W, (2007). Regional economic growth and differences ofenergy intensity in China. *Economic Research Journal*, (7): 74–80

Rman R. And D. I. Stern (2003) Evidence From Panel Unit Root And Cointegration Tests That The Environmental Kuznets Curve Does Not Exist, *Australian Journal Of Agricultural And Resource Economics* 47, 325-347.

Saatçioğlu, C. ve İ. Küçükaksoy. (2004). “Türkiye Ekonomisinin Enerji Yoğunluğu ve Önemli Enerji Taşıma Projelerinin Ekonomiye Etkisi”. *Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 11, 1-21

Sadorsky, P. (2013), Do urbanization and industrialization affect energy intensity in developing countries? *Energy Economics*, Vol. 37ss. 52-59.

Sanayide Enerji Verimliliği, KTO, Enerji Verimliliği Raporu, Erişim Adresi : [Http://Www.Kto.Org.Tr/D/File/Enerji\\_Verim\\_Rapor.Pdf](Http://Www.Kto.Org.Tr/D/File/Enerji_Verim_Rapor.Pdf), S.1-4

Sara Overgaard, (2008) Statistics Norway, Presentation prepared for the 13th Meeting of the London Group, EUROSTAT, Brussels,s. 121

Say N. ve Yücel M., (2006)“Energy Consumption and CO2 Emissions in Turkey: Empirical Analysis and Future Projection Based on an Economic Growth”, 2006, *Energy Policy*, 34, p. 3870.

Schipper, L., Unander, F., Murtishaw, S., Ting, M., (2001). Indicators Of Energy Use And Carbon Emissions: Explaining The Energy Economy . *Annual Review Of Energy And Environment*, S. 26

Schumacher, K. ve Sathaye, J., (1999) “India’s Cement Industry: Productivity, Energy Efficiency and Carbon Emissions”, *Environmental Energy Technologies Division*,

Seyidoğlu, Halil (2006), İktisat Biliminin Temelleri, İstanbul, Güzem Can Yayınları No:21. s.840-844

Singh, A., (2009). The Past, Present and Future of Industrial Policy in India: Adapting to Changing Domestic and International Environment, in Cimoli, M., Dosi, G. and Stiglitz, J.E. (eds.), *Industrial Policy and Development: The Political Economy of Capabilities Accumulation*. Oxford University Press s. 11-12

Solow Robert M., (1956) A Contribution To The Theory Of Economic Growth, *The Quarterly Journal Of Economics*, Vol. 70, No. 1 (Feb., 1956), Pp. 65-94

Soytas, U., & Sari, R. (2003). Energy Consumption And GDP: Causality Relationship İn G-7 Countries And Emerging Markets. *Energy Economics*, 25(1), 33-37.

Stern D. I. (1999) Is Energy Cost An Accurate İndicator Of Natural Resource Quality? *Ecological Economics* 31, 381-394

Stern D. I. (2010) Energy Quality, *Ecological Economics* 69(7), 1471-1478.

Stern, D. I. , (2003), “Energy and Economic Growth”, *Rensselaer Working Papers in Economics*.s.3-8, s.26

Stern, D. I. , Cleveland, C. J. , (2004), “Energy and Economic Growth”, *Rensselaer Working Papers in Economics*, Number 040. s.32-34

Stern, D.I., (2012). Modeling international trends in energy efficiency. *Energy Econ.* 34, 2200–2208

STERN, David I.; (1993), “Energy Use and Economic Growth in the USA, A Multivariate Approach”, *Energy Economics*, 15(2), ss. 137-150

Streimikiene,D.,Ciegis,R.,Grundey,D.,(2007).Energy indicators for sustainable development in Baltic States. *Renew.Sustain.Energy Rev.*11,877–893.structural change and intensity change. *Energy Economics* 25, 625–638.

Sun J W, (2002). The decrease in the difference of energy intensitiesbetween OECD countries from 1971 to 1998. *Energy Policy* 30:631–635

Sun, J. W. (1985), Changes in Energy Consumption and Energy Intensity; A Complete Decomposition Model, *Energy Economics* Volume 20.

Sun, J.W. (1998). Changes in energy consumption and energy intensity: A complete decomposition model. *Energy Economics* 20:85-100



Sun, J.W., and Ang, B.W. (2000). Some Properties of an Extract Energy Decomposition Model. *Energy - The International Journal*. 25(12): 1177-1187.

Szép, T. S. (2013). Eight Methods For Decomposing The Aggregate Energy İntensity Of The Economic Structure. *Theory, Methodology, Practice*, 9(1), 77.

ŞENSES, F. ve TAYMAZ, E. (2003), Unutulan Bir Toplumsal Amaç: Sanayileşme Ne Oluyor? Ne Olmalı?, METU ERC Working Papers, 03/01, s.1-23.

Tabti, M. T. ve Mandi, W. (1985). Energy Indicators. *OPEC Review* 9 (Winter) 417-455

Tahvonon, O. ve S. Salo (2001). “Economic Growth and Transitions Between Renewable and Nonrenewable Energy Resources.” *European Economic Review* 45, s. 1379-1398

Taner Ahmet Cangüzel , (2011), Güney Afrika Elektrik Üretimi Portföyü, Enerji Arz Güvenliği Zafiyeti Ve Çıkmazı Sorunları Nedeni Ülke Genelinde Yaşanan Elektrik Kesintileri İle Enerji Kısıntıları s.1

Tari, R. (2010). *Ekonometri*. Umuttepe Yayınları, Kocaeli.

Tezcan Nuray, (2014), Oecd Ve Bric Ülkelerinin Enerji Göstergeleri Açısından Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi İle Karşılaştırılması, İ. Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Yönetim Dergisi,121

Thompson, H. , (2006), “ The applied theory of energy substitution in production”, *Energy Economics*, s 410–425.

TMMOB Elektrik Makine Mühendisleri Odası, Enerji Verimliliği Raporu- Nisan 2012, s44, 10 Aralık 2012, ([www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/dd924b618b4d692\\_ek.pdf](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/dd924b618b4d692_ek.pdf) )

Topal ve Ünver (2016), *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences, s. 66

Tosunoğlu, Sanayide Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi Açılış Toplantısı Sunumu, 03.05.2011

Törnqvist L.(1936) The Bank of Finland’s Consumption-Price Index. *Bank of Finland Monthly Bulletin* 1936;10:1–8.)

Türkiye’nin Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı’nın Geliştirilmesi Projesi Binalar Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu 2010 ,Sayfa 10

Uğurlu E. (2015), Panel Veri Ekonometrisi Üzerine Genel Bakış, Erişim Adresi: <https://www.researchgate.net/>

Unander F. (2007): Decomposition of manufacturing energy-use in IEA countries. How do recent developments compare with historical long-term trends? *Applied Energy* 84. pp.771-780

UNDP (1990) Human Development Report 1990: Concept And Measurement Of Human Development. Oxford University Press. ISBN 0-19-506480-1

UNDP, 2010: [Http://Hdr.Undp.Org/Sites/Default/Files/Reports/270/Hdr\\_2010\\_En\\_Complete](http://Hdr.Undp.Org/Sites/Default/Files/Reports/270/Hdr_2010_En_Complete)

UNDP, 2014, [Http://Hdr.Undp.Org/Sites/Default/Files/Hdr14-Report-En-1.Pdf](http://Hdr.Undp.Org/Sites/Default/Files/Hdr14-Report-En-1.Pdf)

UNDP,2009,

[Http://Hdr.Undp.Org/Sites/Default/Files/Reports/269/Hdr\\_2009\\_En\\_Complete.Pdf](http://Hdr.Undp.Org/Sites/Default/Files/Reports/269/Hdr_2009_En_Complete.Pdf)

UNDP,2015,

[Http://Hdr.Undp.Org/Sites/Default/Files/2015\\_Human\\_Development\\_Report.Pdf](http://Hdr.Undp.Org/Sites/Default/Files/2015_Human_Development_Report.Pdf)

Usta C.(2015) Türkiyede enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin bölgesel ve sektörel analizi, yayımlanmış doktora tezi, s. 152

Ünal Mustafa Cem, (2011) Rus Dış Politikasında Enerjinin Rolü Ve Ab Enerji Politikasına Etkisi, 2011, Yüksek Lisans Tezi s.6

Veziroğlu N. ve Barbir, F., (1998). Hydrogen energy technologies”, UNIDO, Publications, Vienna .s.47

Viiding, M., ve Joller, L. (2012). Energy Intensity in Northern Europe’s Economic Development–Curse or Bless?. *Discussions on Estonian Economic Policy: Theory and Practice of Economic Policy*, 20

W. Yu, S. Chellappan, C. Boyer And D. Xuan, 2005. "Peer-To-Peer System-Based Active Worm Attacks: Modeling And Analysis," *Proc. IEEE Int’l Conf. Comm. (ICC)*, May, S. 12

Wadeskog, A., Palm, V., ve Sweden, S. (2003). Structural decomposition of environmental accounts data–the Swedish case. *Statistics Sweden, Eurostat Report*.s.6

Wei, Y., Liao, H., ve Fan Y., (2007) “An Empirical Analysis of Energy Efficiency in China's Iron and Steel Sector”, *Energy*, Volume 32, Number 12, Pages 2262-2270, 2007.

Westerlund J. (2007) Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69:709–748, 2007.

Westerlund, J. (2008) “Panel Cointegration Tests Of The Fisher Effect”, *Journal Of Applied Econometrics* 23, Ss. 193-233.

World Energy Council Report, 2010, [https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/09/Ser\\_2010\\_Report\\_1.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/09/Ser_2010_Report_1.pdf)

World Energy Council, (2015) “Energy Efficiency: A Recipe for Success,” World Energy Council, London,.

Worldwide Trends In Energy Use And Efficiency, Sayfa 44

Yamaguchi M, (2005). Factors that affect innovation, deployment and diffusion of energy-efficient technologies—case studies of Japan and Iron/steel industry, In-session Workshop on Mitigation at SBSTA 22, May 23

Yardımcı, P. (2006). “İçsel Büyüme Modelleri ve Türkiye Ekonomisinde İçsel Büyümenin Dinamikleri”. Selçuk Üniversitesi Karaman İİBF Dergisi, 10, 96-115

Yıllancı Veli, Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modelleri ve E7 Ülkelerinde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Sınanması, Yayınlanmış Doktora Tezi ,2012, sayfa 192

Yılmaz, A. (2012). Türkiye'de Sektörel Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler Ve Alternatif Enerji Politikaları. S.156

Yılmaz, V. (2010). Enerji Talebi ve Tokat'ta Elektrik Enerjisi Talebi Üzerine Bir Uygulama (YL Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat s.28

Yuksel, I. (2010). “As A Renewable Energy Hydropower for Sustainable Development in Turkey”. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14, 3213–3219.

Zhang, F.Q. (1999). Index Decomposition Methodology with Application to Energy and Industrial Systems Studies. Master of Engineering thesis. Department of Industrial and Systems Engineering. National University of Singapore s.25

Zhang, Z.X., (2003). Why did the energy intensity fall in China's industry sector in the 1990s? The relative importance of

ZHAO X., MA C., HONG D. (2010): Why did China's energy intensity increase during 1998-2006: decomposition and policy analysis Energy Policy 38, pp.1379-1388.

Zhao, C-H., J-G. Kang and J. Yuan. (2008). “Oil Consumption and Economic Growth in China: A Multivariate Cointegration Analysis”. The 2008 International Conference on Risk Management & Engineering Management, 178-183.

Ziramba,E.,(2008).ThedemandforresidentialelectricityinSouthAfrica.Energy Policy 36,3460–3466.

Zou, A. V. and I. H. Yetkiner. (2003). “An Endogenous Growth Model with Embodied Energy-Saving Technical Change”. Resource and Energy Economics, 25, 81–103

Zou, G. Ve K. W. Chau, (2006), “Short- And Long-Run Effects Between Oil Consumption And Economic Growth In China” Energy Policy, Vol.34, Pp:3644–3655.

#### İNTERNET KAYNAKLARI

[http://enerjipostasi.com/haber\\_resim/files/dosyalar/1319921457yenilenebilir%20enerji%20kaynaklar%C4%B1n%C4%B1n%20%C3%B6nemi.pdf](http://enerjipostasi.com/haber_resim/files/dosyalar/1319921457yenilenebilir%20enerji%20kaynaklar%C4%B1n%C4%B1n%20%C3%B6nemi.pdf)>)

[http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji\\_kongresi\\_10/15.pdf](http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_10/15.pdf)

[http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FBelge%2FEnerji\\_Grubu\\_Raporu.pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FBelge%2FEnerji_Grubu_Raporu.pdf))

[http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fMavi+Kitap%2fMavi\\_kitap\\_2015.pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fMavi+Kitap%2fMavi_kitap_2015.pdf)

[http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler\\_iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-\\_bmidcs\\_-ve-kyoto-protokolu-\\_tr.mfa](http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler_iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-_bmidcs_-ve-kyoto-protokolu-_tr.mfa)

[www.eie.gov.tr/document/WEB\\_enerjiyogunlugu\\_03092012.doc](http://www.eie.gov.tr/document/WEB_enerjiyogunlugu_03092012.doc)

World Economic Outlook 2015, Erişim Tarihi: 05.04.2016 Erişim Adresi : [Http://Www.Imf.Org/External/Pubs/Ft/Weo/2014/01](http://Www.Imf.Org/External/Pubs/Ft/Weo/2014/01)

World Energy Council 2015 Erişim Tarihi: [Https://Www.Worldenergy.Org/Data/](https://Www.Worldenergy.Org/Data/)