



T.C.

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

**ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME
ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE ENERJİ
VERİMLİLİĞİNİN ROLÜ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

**Burcu TEKKOL
175011010**

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Celil AYDIN

Bandırma 2019

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME
ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE ENERJİ
VERİMLİLİĞİNİN ROLÜ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Burcu TEKKOL
175011010

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Celil AYDIN

Bandırma 2019

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAYI

Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı İktisat Programında Yüksek Lisans öğrencisi Burcu TEKKOL tarafından Doç. Dr. Celil AYDIN'ın danışmanlığında hazırlanan "ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN ROLÜ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ" başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından, 17 / 06 /2019 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavında oyçokluğu/oybirliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Jüri Başkanı

Doç. Dr. Ömer ESEN

Jüri Üyesi-Danışman

Doç. Dr. Celil AYDIN

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Hicran SEREL



Etik Beyan Sayfası

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim. (17/06/2019)

Tezi Hazırlayan Öğrencinin

Adı ve Soyadı

Burcu TEKKOL

İmzası

ÖZET

ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN ROLÜ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Burcu TEKKOL

Ülkeler iktisadi büyüme süreçlerinde üretimlerini artırabilmek adına enerjiyi önemli bir girdi olarak kullanmaktadır. Ülkelerin enerjiye olan ihtiyacı ekonomik büyümeyle birlikte artmakta ve enerji tüketimlerinde bir artışa sebep olmaktadır. Ancak sürdürülebilir büyüme bağlamında sadece enerjiyi tüketmek yeterli olmamakla birlikte enerjinin verimli kullanılması gerekmektedir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde enerji verimliliği büyük önem arz etmekte ve buna dair makul düzeyin belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye’de il bazında enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinde enerji verimliliğinin rolü, 2008-2014 dönemi itibariyle Yumuşak Geçişli Panel Regresyon modeli kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre enerji verimliliği eşik düzeyinin % 6,519 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla bu eşik seviyesi altında enerji tüketimi ekonomik büyümeyi olumsuz etkilerken, eşik seviyesi üzerinde ise olumlu etkilemektedir. Bu bağlamda, enerji tüketiminde yaşanan bir artışın ekonomik büyümeyi olumlu etkileyebilmesi adına politika yapıcıların enerji verimliliğini dikkate almalı ve buna dair büyüme modelleri geliştirmeleri gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Enerji Verimliliği, Enerji Yoğunluğu, Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modeli.

ABSTRACT

THE ROLE OF ENERGY EFFICIENCY IN THE EFFECT OF ENERGY CONSUMPTION ON ECONOMIC GROWTH: TURKEY

Burcu TEKKOL

Countries use the energy as an essential input to increase their output in the economic growth process. In this respect, countries' energy demand increase in parallel with economic growth, giving rise to increment in economic consumption. However, energy consumption is not the sole factor for sustainable growth, but energy efficiency is also needed. In this context, energy efficiency takes very substantial role in the relation between energy consumption and economic growth and the reasonable level of energy efficiency should be analyzed.

In this study, the role of the energy efficiency in the effect of energy consumption on economic growth is examined for Turkey based on province by using the Panel Smooth Transition Regression Model covering the years between 2008 -2014. The results demonstrate that energy efficiency threshold is 6.519%. In this regard, it can be said that energy consumption affects economic growth positively when the energy efficiency is below the threshold and negatively when it is above. As a consequence, in order to have positive effect on economic growth with an increase in energy consumption, politicians have to take this energy efficiency threshold into consideration in energy politics making process.

Key Words: Energy Consumption, Economic Growth, Energy Efficiency, Energy Intensity, Panel Smooth Transition Regression Model.

ÖNSÖZ

Küreselleşen dünyada, ülkelerin ekonomik büyümeyi sağlayabilmek adına enerjiye olan ihtiyacı giderek artmaktadır. Enerji ihtiyacındaki artış beraberinde enerji talebini arttırmakta ve enerji tüketimi giderek yükselmektedir. Dolayısıyla ülkeler için enerji tüketiminin hangi seviyede olduğu ekonomik büyüme açısından büyük önem taşımaktadır. Fakat teknolojinin hızla geliştiği günümüzde, enerjinin verimli kullanılması zorunlu hale gelmekte ve giderek kolaylaşmaktadır. Dolayısıyla bu ilişkide en belirgin faktörlerden biri enerji verimliliği olarak görülmektedir. Bu bağlamda enerji tüketiminde yaşanan bir değişimin, ekonomik büyümede yarattığı etkide enerji verimliliği seviyesinin dikkate alınması gerekmektedir.

Hayatımızda büyük adımlar olmalı, bizi her zaman ileri taşıyan. İşte benim için büyük bir adım olan ve gelecek vadeden bu çalışmayı tamamlamamda büyük emeği olan ve her zaman yanımda olan Değerli Hocam, Danışmanım Doç. Dr. Celil AYDIN'a sonsuz teşekkür ediyorum. Bana her zaman güvenen ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım aileme, arkadaşlarıma ve değerlim, ikizim Betül TEKKOL'a sevgilerimi iletiyorum. Ayrıca bu teze başlamamda ve devamlılık sağlamamda yılmadan yanımda olan yol arkadaşım Dilek ÖZÇOBAN'a çok teşekkür ediyorum.

Burcu TEKKOL
Bandırma/BALIKESİR
17.06.2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAY SAYFASI	ii
ETİK BEYAN SAYFASI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar	x
GRAFİKLER	xi
KISALTMALAR	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ, ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE EKONOMİK BÜYÜME: KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE

1. ENERJİ	3
1.1. Enerji Kavramı	3
1.2. Enerji Kaynakları	4
1.2.1. Birincil Enerji Kaynakları	4
1.2.1.1. Yenilenemeyen (Fosil) Enerji Kaynakları.	4
1.2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	6
1.2.2. İkincil Enerji Kaynakları	9
1.2.2.1. Elektrik Enerjisi.	9
1.3. Enerji Tüketimi	10
1.3.1. Enerji Tüketiminin Sektörel Bazda İncelenmesi.....	10

2. ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....	12
2.1. Enerji Verimliliği Kavramı	13
2.2. Enerji Yoğunluğu Kavramı	13
2.3. Enerji Verimliliğinin Sektörel Bazda İncelenmesi	14
2.3.1. Tarım Sektöründe Enerji Verimliliği	14
2.3.2. Sanayi Sektöründe Enerji Verimliliği	15
2.3.3. Konut Sektöründe Enerji Verimliliği	16
2.3.4. Ulaştırma Sektöründe Enerji Verimliliği	18
3. EKONOMİK BÜYÜME.....	18
3.1. Ekonomik Büyüme Kavramı.....	19
3.2. Ekonomik Büyüme Teorilerinde Enerji	19
3.2.1. Klasik Teoriler.....	20
3.2.2. Neoklasik Teoriler.....	21
3.2.3. İçsel Büyüme Teorileri.....	24
3.2.4. Ekolojik (Biyofiziksel) Teoriler	25

İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNE ETKİSİ

1. ENERJİ TÜKETİMİ- EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ	28
2. ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN ROLÜ	34
3. LİTERATÜR TARAMASI.....	36

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENERJİ VERİMLİLİĞİ KAPSAMINDA TÜRKİYE'DE ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ANALİZİ

1. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ	42
2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE AMACI	43
3. ARAŞTIRMADA KULLANILAN VERİ SETİ.....	43
4. ARAŞTIRMANIN KISITLARI.....	43

5. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE HİPOTEZLERİ.....	44
6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	46
6.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi	46
6.2. Panel Birim Kök Testleri	48
6.3. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modelleri	49
7. ANALİZ SONUÇLARI.....	52
7.1. Tanımlayıcı İstatistikler	52
7.2. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları	57
7.3. Birim Kök Test Sonuçları	58
7.4. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Tahmin Sonuçları	59
SONUÇ.....	63
KAYNAKÇA	66
EKLER.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	80

TABLÖLAR

Tablo 3.1: Tanımlayıcı İstatistikler	53
Tablo 3.2: Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları	58
Tablo 3.3: Pesaran (2007) CADF Birim Kök Test Sonuçları	58
Tablo 3.4: Doğrusallık Testi Sonuçları	59
Tablo 3.5: Uygun Konum Parametre Sayısının Bulunması	60
Tablo 3.6: YGPR Modeli Tahmin Sonuçları	60

GRAFİKLER

Grafik 1.1: Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları.....	10
Grafik 1.2: Net Elektrik Tüketiminin 2017 Verilerine Göre Sektörlere Göre Dağılımı (% GWh).....	12
Grafik 1.3: Net Elektrik Tüketiminin Sanayi Sektöründeki Payı (% GWh)	15
Grafik 1.4: Net Elektrik Tüketiminin Konut Sektöründeki Payı (% GWh)	17
Grafik 3.1: 2008, 2011 ve 2014 Yıllarına ait Kişi Başına GSYİH (\$) Göstergeleri	54
Grafik 3.2: Türkiye’de 2008, 2011 ve 2014 Yıllarına ait Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi (Kwh) Göstergeleri	55
Grafik 3.3: 2014 Yılına ait Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi (Kwh) ve Kişi Başına GSYİH (\$) Verilerinin Bölgesel Dağılımı	56
Grafik 3.4: Enerji Verimliliğine İlişkin YGPR Modeli ile Elde Edilen Tahmini Geçiş Fonksiyonu.....	61

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ARDL	: Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model
AR-GE	: Araştırma-Geliştirme
CADF	: Coss –Sectional Augmented Dickey Fuller
CO2	: Karbon Dioksit
ECM	: Hata Düzeltme Mekanizması
EKK	: En Küçük Kareler
FGLS	: Uygulanabilir Genelleştirilmiş En Küçük Kareler
GSMH	: Gayri Safi Milli Hâsıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
İİBS	: İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması
KBET	: Kişi Başı Elektrik Tüketimi
KBGSYİH	: Kişi Başı Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol
MADF	: Multivariate Augmented Dickey Fuller
PANKPSS	: Panel Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin
PER	: Panel Eşik Regresyon

- POLS** : Havuzlanmış En Küçük Kareler
- PVAR** : Panel Vektör Otoresyonyon
- REM** : Tesadüfi Etkiler Modeli
- SURADF** : Seemingly Unrelated Regression Augmented Dickey Fuller
- TÜİK** : Türkiye İstatistik Kurumu
- UETM** : Ulusal Enerji Tasarruf Merkezi
- VECM** : Vektör Hata Düzeltme Mekanizması
- YEGM** : Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
- YGPR** : Yumuşak Geçişli Panel Regresyon

GİRİŞ

Küreselleşmeyle birlikte artan dış ticaret olanakları ülkelerin üretimlerini arttırmasına neden olmaktadır. Artan üretim ile birlikte yeterli enerji kaynağına sahip olmayan ülkelerde enerji talebinin artmasına yol açarak enerji ithalat artışını da beraberinde getirmektedir. Enerjinin ülkelerin üretim aşamasında ihtiyaç duydukları önemli faktörlerden biri haline gelmesi, ülkelerin dışa bağımlı hale gelmesine neden olmaktadır.

Enerjinin üretimde bir ana faktör olarak görülmesi, ülkelerin gelişmişlik seviyeleri açısından da büyük önem arz etmektedir. Özellikle enerjide dışa bağımlı olan ve kaynak yetersizliği bulunan gelişmekte olan ülkelerde enerjinin değeri giderek artmaktadır. Bu durum gelişmekte olan ülkelerin, yeni enerji kaynaklarına ulaşma, enerjiyi dışardan sağlama veya sahip oldukları enerji kaynaklarını verimli kullanma gerekliliğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla gelişmekte olan ülkeler dışa bağımlılığını azaltmak ve ekonomik büyümelerini sağlamak adına enerjiyi verimli kullanmak zorundadır.

Enerji verimliliği, ekonomik ve sosyal refaha engel olmadan aynı zamanda üretim miktarında bir azalmaya yol açmadan enerji tüketiminin en aza indirilmesi anlamına gelmektedir. Literatüre bakıldığında enerji verimliliğinin arttırılması, bir birim çıktı üretmek için kullanılan enerji düzeyini ifade eden enerji yoğunluğu kavramının tersi olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla bir ülkenin gelişmişlik seviyesini arttırmak için enerji verimliliğini arttırmak gerekmektedir.

Bir ülkenin ekonomik durumunu gösteren en önemli göstergelerden biri enerji verimliliğidir. Bu nedenle enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmalarda enerji verimliliği üzerinde sıklıkla durulmaktadır. Enerji verimliliğine dair literatür incelendiğinde, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde enerji verimliliğini bir eşik değişkeni olarak kullanan çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalar ele alındığında ekseriyetle enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkide enerji yoğunluğunun rolüne dair ters U şeklinde bir

ilişkinin varlığı sonucuna ulaşılmış ve enerji yoğunluğuna ilişkin bir eşik seviyesi belirlenmiştir. Enerji yoğunluğu, enerji verimliliği kavramının tersi olarak kabul edilmekte ve yapılan bu çalışmada ilişkinin U şeklinde olması beklenmektedir.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde enerji, enerji verimliliği ve ekonomik büyüme konuları kavramsal ve kuramsal çerçevede dâhilinde üç kısımda ele alınmıştır. Bu bağlamda ilk kısımda enerji kaynakları, enerji tüketiminin sektörel bazda incelenmesi gibi konular üzerinde durulmuştur. İkinci kısımda enerji yoğunluğu ve enerji verimliliğinin sektörel bazda incelenmesi yer almıştır. Son kısımda ise ekonomik büyüme kavramı ve bu konudaki teoriler incelenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi ile bu ilişkide enerji verimliliğinin rolü ele alınmıştır. Bunun yanında enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde, enerji verimliliğine rolüne ilişkin literatüre yer verilmiştir. Çalışmanın son bölümü olan üçüncü bölümde Türkiye’de il bazında 2008-2014 dönemi itibariyle enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde enerji verimliliğinin rolüne ilişkin ekonometrik analiz yapılmış ve analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ, ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE EKONOMİK BÜYÜME: KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE

1. ENERJİ

Geçmişten bugüne insanlık tarihinde önemli bir yer edinmiş olan enerji, hem insan ihtiyaçlarının karşılanması hem de ülkelerin sosyal ve ekonomik kalkınmaları için önemli bir faktör olmuştur. Üretim sürecinde bir girdi olarak kullanılan enerjinin ülkelerin iktisadi büyümesinde önemli bir yapı taşı olması nedeniyle iktisat literatüründe üzerinde durulan bir konu haline gelmektedir.

1.1. Enerji Kavramı

Enerji en yaygın tanımlama şekliyle “iş yapabilme yeteneği” ya da “iş üretme becerisi” olarak ifade edilmektedir. Enerji, günlük hayatın sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü hareketin oluşması ya da bir işin yapılabilmesi için enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Beslenmek ısınmak, gibi temel ihtiyaçlarımızın karşılanması için enerji kullanımı gerekmektedir. Bu temel ihtiyaçlarımızın giderilmesinin yanı sıra sanayi ve üretimde de kullanılması zorunlu olan önemli bir gerekliliktir. Yani, ekonomik kalkınmayı doğrudan etkileyen bir tüketim aracı olarak ‘bir hareketi yapmaya hazır olan yetenek’ olarak tanımlanmaktadır (Karluk, 2007: 239). Diğer bir ifadeyle enerji için iktisadi bir tanımlama yapılacak olursa, enerji ekonomik kalkınma ve büyüme için üretimde kullanılması gereken zorunlu bir girdidir (Aydın, 2018: 3).

Enerji, geçmişten bugüne yaşamımızda önemli bir yer edinmiş ve sosyal ve ekonomik kalkınma için önemli bir unsur haline gelmiştir. İnsanların ihtiyaçlarının karşılanmasında temel girdilerden biri olan enerji, gelişmişlik düzeyinin devamı adına bir yapı taşı oluşturmaktadır (Sarıbaş, 2015: 2). Geçmişten bugüne enerji tüketimi, ateş yakmak aydınlanmak ile başlamış olup, insanoğlunun rüzgâr gücünü yelkenli değirmenlerde kullanmasıyla devam etmiştir. Ekonominin temel yapısı insan gücüne bağlı olup, emek kavramını ön plana çıkarırken, sanayi devrimiyle birlikte insan gücünün

yerini makinalar almıştır (Akdağlı, 2017: 3). Bu durum başta sanayi olmak üzere tüm sektörlerde enerjinin yoğun olarak kullanılmasına yol açarak enerjinin önemini giderek artırmaktadır.

En ilkel çağlardan günümüze kadar enerji talebinin artması, tarih içinde enerji kaynaklarının farklılaşmasına yol açarak, enerji kullanımlarının değişmesine neden olmaktadır. Ayrıca her dönemde sektörel bazda enerjiye duyulan ihtiyaç giderek artış göstermektedir (Akdağlı, 2017: 4). Son yıllarda ise kentleşmeye paralel olarak enerji talebi artmış, bu durum enerji kaynaklarının yoğun olarak kullanılmasına sebep olmuştur.

1.2. Enerji Kaynakları

Enerji, tarih boyunca ülkelerin kalkınmalarını sağlamada en temel unsurlardan biri olarak görülmüştür. Teknolojik gelişmelerde yaşanan ilerlemeler enerji kullanımlarını giderek artırarak enerji kaynaklarının önemini ortaya çıkarmıştır. Enerji kaynakları iki sınıfa ayrılmakta ve bunlar birincil ve ikincil enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır. Birincil enerji kaynakları doğadan doğrudan alınarak kullanılan kömür, petrol, doğalgaz, nükleer enerji gibi yenilenemeyen enerji kaynakları ve doğaya yeniden dönüştürülebilen rüzgâr, biyokütle, güneş, hidrolik ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır. İkincil enerji kaynakları ise elektrik enerjisi olmak üzere birincil enerji kaynaklarının işlenmesi sonucu oluşmaktadır (Manga, 2013: 4).

1.2.1. Birincil Enerji Kaynakları

Doğada doğrudan bulunan ve dönüşüme uğramamış enerji kaynakları, birincil enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır. Bu enerji kaynakları dönüşüme gerek kalmadan direkt enerji olarak kullanılabilir (Karhan, 2016: 5). Birincil enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemeyen olarak iki gruba ayrılmaktadır.

1.2.1.1. Yenilenemeyen (Fosil) Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları kömür, petrol, nükleer enerji, doğalgaz olmak üzere dört türden oluşmaktadır. Fosil kaynaklar doğada çok az bulunan ve enerji üretimi için en çok kullanılan enerji kaynaklarından biridir. Bu enerji kaynaklarının rezervleri sınırlı

olduklarından gelecekte tükeneceği bilinen bir gerçektir. Son yıllarda teknolojiadaki gelişmeler bu kaynakların kullanımını artırarak toplumların ekonomik olarak büyümesine katkı sağlamaktadır (Doğan, 2010: 3).

Fosil kaynaklı yakıtlardan olan kömür, dünyada bol miktarda bulunan en önemli enerji kaynaklarından birisidir. Kömür, hayvan fosillerinin sertleşmesiyle oluşup, yeraltı madenciliği ve açık işletme yöntemleriyle çıkarılmaktadır (Ablabekova, 2008: 16). Kömürün kullanımı MÖ 2000'li yıllara dayanmaktadır. Sanayi devrimiyle beraber kömüre olan talep artmış ve deniz taşımacılığı, demir-çelik alanlarında kullanılmaya başlanmıştır (Yapraklı, 2013: 29). Tarih boyunca gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler tarafından hem güvenilir bir yakıt kaynağı olması hem de düşük maliyetle elde edilebilmesinden dolayı üretimde bol miktarda tercih edilmektedir (Koç, 2018: 23).

Petrol, eski dönemlerde yaşamış bitki ve hayvan kalıntılarının oksijensiz alanda çürüyerek ortalama bir sıcaklık ve basınç altında ayrışmasıyla oluşmaktadır. Ticari açıdan en seçkin olan ham petrol ise sıvı hidrokarbonlarla farklı oranlarda çözünmüş gazlardan ve katkı maddelerinden meydana gelmektedir (Gürkan, 2009: 3-4). Taşınma ve işleme kolaylığı açısından dünya ticaretinde ham petroler tercih edilmekte ve diğer taraftan ısıtma, inşaat ve izolasyonda kullanılmaktadır (Gövdeli, 2018: 9). Ayrıca ulaşım araçlarında, elektrik üretiminde, kimya, ilaç ve birçok sanayi dalında ham madde olarak kullanılmaktadır. Ham petrolden, normal benzin, kurşunsuz benzin, sıvılaştırılmış petrol (LPG) gibi çok değerli ürünler elde edilmektedir (Koçak, 2012: 10). Bu durum ülke ekonomileri açısından petrol tüketiminin giderek artacağını ortaya koymuştur.

Doğalgaz, renksiz, kolay işlenebilen, koku bırakmayan ve doğada saf bir şekilde yer alan hidrokarbon gazların yanıcı birleşimidir. Hava ile teması sonucu oldukça verimli bir şekilde yanar ve yandığında herhangi bir birleşik oluşturmaz (Yağız, 2016: 3). Dolayısıyla diğer yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre çevreye zararı daha düşük düzeyde olmakta ve daha kolay saklanabilmektedir. Bunun yanında yatırım maliyetlerinin düşük olması sebebiyle daha çok tercih edilen bir enerji türüdür (Akpınar ve Başbüyük, 2011: 122). Bu yüzden ülkemizde doğalgaz kullanımının önemi giderek artmaktadır. Çünkü gelişen teknolojiyle sanayide gerçekleşen üretim, yatırımlar ve

kapasite giderek artmakta bu durum daha fazla enerji talebine neden olarak doğalgaz kullanım miktarını giderek artırmaktadır (Birinci, 2010: 15). Ayrıca Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'ndan alınan verilere göre enerji kaynaklarına göre 2017 yılında elektrik üretiminde %37.2 ile en fazla paya sahip olan enerji kaynağı doğalgazdır.

Nükleer enerji, atomun parçalanması ya da birleşmesi sonucu oluşan enerji türüdür. Bu enerji türünün ham madde kaynakları uranyum ve toryum elementleridir. Nükleer enerjinin füzyonu sonucu yani parçalanması sonucunda elde edilen enerji elektriğe çevrilmektedir (Nalbant, 2005: 60). Bu alanda elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanması için Türkiye'de nükleer santrallerin 2020'li yıllarda devreye alınması öngörülmektedir (Karluk, 2009: 246). Nükleer santrallere kolay ulaşımın sağlanabilmesi, sera gazı etkisinin bulunmaması, enerji yoğun üretim, işletim maliyetinin düşük olması ve kapasite kullanım oranının yüksek olması gibi etkenler enerji üretiminde tercih edilmesini sağlamaktadır (Doğan, 2010: 16).

1.2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları, kendini devamlı yenileyebilen, herhangi bir üretim sürecine maruz kalmadan doğada hazır halde bulunabilen, çevreye zarar vermeyen tükenmez bir kaynaktır. Bu kaynaklar jeotermal enerji, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerjisi ve hidrolik enerji olarak beş başlıkta incelenmektedir (Akdağlı, 2017: 13).

Dünyanın en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biri, güneş enerjisi olarak kabul edilmektedir. Tüm enerji kaynaklarının temelinde güneş enerjisi yatmaktadır. Güneş enerjisi güneşin çekirdeğinde füzyon sonucu oluşan ışınım enerjisinin dünyaya ulaşması sonucu oluşmaktadır (Koç, 2018: 45). Son dönemlerden günümüze kadar teknolojiyle birlikte güneş arabaları, güneş ocakları, tarıma dayalı sulama sistemleri ve seracılık gibi çeşitli kullanım alanları oluşmuştur (Demirer, 2017: 10). Ayrıca güneş enerjisi kaynağının sonsuz, yenilenebilir, temiz ve sürdürülebilir olması açısından diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının kökenini oluşturmaktadır. Diğer taraftan temiz ve güvenilir olmasından dolayı ısıtma ve elektrik enerjisi üretiminde de kullanılmaktadır

(Koç, 2018: 45). Güneş enerjisinin bu avantajlarının yanında düşük kapasite ve kullanımı için maliyetli ve daha büyük alanlara ihtiyaç duyulması dezavantajları arasında sayılabilmektedir (Akdağlı, 2017: 15).

Yenilenebilen enerji kaynaklarından bir diğeri de doğal kaynakların tükenmesine izin vermeyen, çevreye en az zarar veren ve atmosferde serbest olarak dolaşabilen rüzgâr enerjisidir. Rüzgâr enerjisi, yeryüzündeki kara ve denizlerin güneş enerjisi tarafından ısınması sonucu oluşan sıcaklık ile basınç farklılıklarından oluşmaktadır (Doğan, 2010: 12). Rüzgâr enerjisinden çok eski tarihlerden beri yelkenli sandalların ulaşımını sağlamak, tahıl üretebilmek, su pompalamak ve günümüzde en etkin kullanım yeri olan elektrik enerjisi üretiminde yararlanılmaktadır (Akdağlı, 2017: 15). Rüzgâr enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için büyük bir sermayeye ihtiyaç vardır. Ancak emniyetli, devamlı, güvenilir ve aynı zamanda kurulum ve işletim kolaylıkları gibi birçok sebepten dolayı daha çok tercih edilmektedir (Koç, 2018: 42).

Hidrolik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle sağlanan bir enerji türüdür (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 267). Hidrolik enerji diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre ham madde masraflarının olmaması, daha güvenli olması ve enerjinin basit bir şekilde depolanabilmesi açısından üstünlüklere sahiptir. Ayrıca ihtiyaç anında hemen kullanılabilir durumda olması ve zayıf kapasiteli hidroelektrik santrallerinin hızlı bir şekilde yüksek kapasiteye çevirebilmesini kolaylıkla sağlamaktadır (Koç, 2018: 39). Diğer taraftan inşaat sürelerinin fazla sürmesi ve yerleşim tarihi yerlerinin sular altında kalması gibi riskler içermesi dezavantajları arasında sayılabilmektedir (Şenpınar ve Gençoğlu, 2006: 50). Çevreye herhangi bir olumsuz etkisi olmayan hidrolik enerjinin kullanıldığı alanlar giderek artmaktadır.. Demir-çelik ve madencilikte, denizcilikte, gemicilikte, endüstriyel alanlarda ve enerji üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca hidroelektrik enerjinin kullanımı açısından çok üst teknolojik imkânlarla erişilmiştir. Hidroelektrik santraller aracılığıyla geçmişten bugüne suyun mekanik enerjisinin elektrik enerjisine çevirebilme oranı %90'lara ulaşmaktadır (Doğan, 2010: 13-14).

Jeotermal enerji, yerkabuğunun derinliklerinde bulunan sıcak suyun buharından sağlanan ve çevresinde var olan normal yeraltı ile yerüstü sularına göre daha fazla mineral içeren su ile buhara denilmektedir (Koçak, 2001: 294-295). Bu yeraltına inen yağmur suları magmaya yakın alanlardan geçerek yeniden yeryüzüne çıkmakta ve bu durum jeotermal enerjinin yenilenebilir olmasına neden olmaktadır (Doğan, 2010: 10). Jeotermal enerjinin doğrudan ve dolaylı olarak kullanım alanları bulunmaktadır. Doğrudan kullanım alanları olan termal tesis-kaplıca uygulamalarının başta olduğu, su ve konutların ısıtılması, tarım ve seracılık, kültür balıkçılığı gibi alanlarında ve elektrik üretiminde de dolaylı olarak kullanılmaktadır. Yüksek entalpili olarak adlandırılan 50°C'den daha sıcak sulardan yeryüzüne kurulan bir düzenele elektrik enerjisi üretimi yapılmaktadır (Gürsoy, 2004: 133). Diğer taraftan elektrik enerjisi üretimi için gerekli olan yüksek sıcaklığa sahip kaynakların sağlanması her zaman mümkün olmamakla birlikte bu durum jeotermal enerjinin önemini göstermektedir. Ayrıca düşük maliyet, yenilenebilirlik, yüksek verimlilik gibi özellikler bu enerjiyi daha da çekici kılmaktadır (Ataman, 2007: 129).

Biyokütle enerjisi, kökeni bitki ve hayvan kalıntılarında oluşmuş olup, organik maddelerden elde edilen bir enerji türüdür (Çağal, 2009: 3). Yöresel organik madde atıkları, odun sanayisi atıkları, yağlı tohum bitkileri, yosunlar ve bazı mikro organizmalı canlılar biyokütle enerjisi üretimi için kullanılan kaynakları oluşturmaktadır (Bayramoğlu, 2013: 14). Bu enerji türü ısınma, ulaşım ve elektrik üretiminde de verimli olarak kullanılmaktadır. Günümüzde ise ısı tesislerinde odun ve tarım materyallerinin yakılması sürecinde oluşan enerjiden iki şekilde yararlanılmaktadır. İlk olarak, elektrik enerjisine dönüştürülerek elektrik şubesine verilmek için kullanılmakta, ikinci olarak ise suyun ısıtılması sağlanarak binaların ısıtılmasında yararlanılmaktadır. Bu durum petrol kullanımını azaltarak ithalat oranının da azalmasına yol açmaktadır (Saraçoğlu, 2002: 792). Biyokütle enerjisi, yenilenebilir bir kaynak oluşu, tüm bölgelerde üretilebilmesi ve özellikle kırsal bölgelerin sosyoekonomik büyümelerine katkı sağlamalarından dolayı uygun ve tercih edilebilir bir kaynak olarak kullanılmaktadır (Koç, 2018: 48).

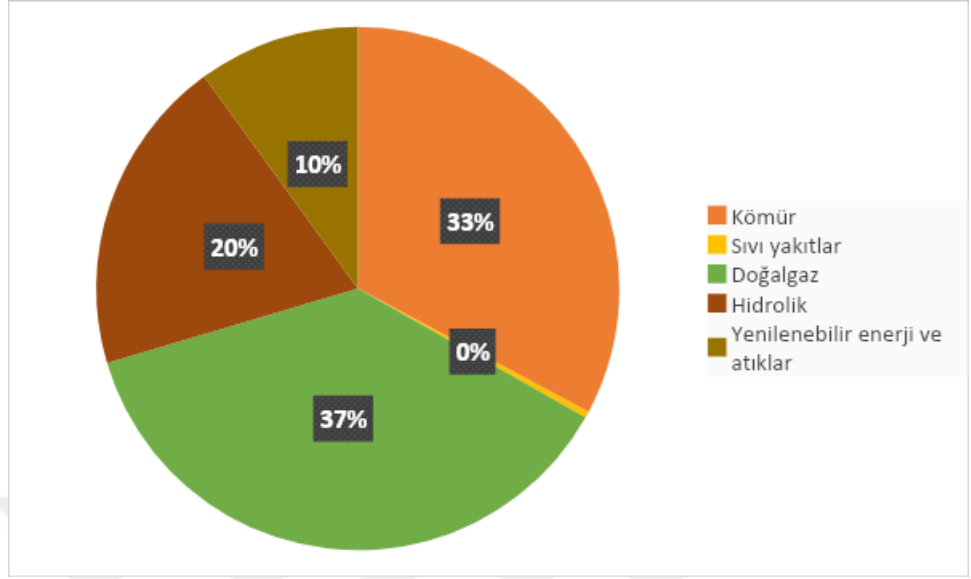
1.2.2. İkincil Enerji Kaynakları

Doğada doğrudan bulunmayan ancak birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesiyle dolaylı olarak elde edilen kaynaklara ikincil enerji kaynakları adı verilmektedir (Şoltan, 2009: 26). Tüm dünyada en fazla kabul görmüş başlıca ikincil enerji kaynağı elektrik enerjisidir (Manga, 2013: 21).

1.2.2.1. Elektrik Enerjisi

Dünyada ve ülkemizde en çok talep edilen ve gelişmişlik göstergesi olarak kabul edilen enerji kaynaklarından biri elektrik enerjisidir (Şoltan, 2009: 26). Elektrik enerjisi çeşitli birincil enerji kaynaklarının işlenmesi sonucu oluşan artan küreselleşmeye ve sanayileşmeye paralel olarak tüketimi de artan ikincil enerji kaynaklarından (Manga, 2013: 22). Geçmişten bugüne ilk olarak elektrik enerjisi üretimi, aydınlatma için dinamolar aracılığıyla yapılmış ve buhar makineleri kullanılmıştır. Ayrıca elektrik enerjisi üretimi su, buhar ve rüzgâr türbini gibi çeşitli yöntemlerle diğer enerji kaynaklarına dayanan üretim sürecine sahiptir. Gün geçtikçe artan elektrik ihtiyacı için çeşitli kaynaklar araştırılmakta ve birincil enerji kaynakları olan doğada hazır halde bulunan çeşitli alternatif kaynaklar tercih edilmektedir (Yıldırım, 2018: 18-19). Bu durum ülke genelinde rahatlıkla üretim yapılabilmesini kolaylaştırdığından elektrik enerjisinin tercih edilebilirliğini artırmaktadır. Ayrıca elektrik enerjisinin temiz bir enerji kaynağı oluşu yani tüketim aşamasında kirlilik yaratmaması en önemli avantajlarından (Tezekici, 2005: 127).

Elektrik enerjisi üretimi artan elektrik ihtiyacına paralel olarak sürekli artmaktadır. Türkiye gibi elektrik üretiminde kullanılan hammadde bakımından dışa bağımlı olan ülkelerde artan elektrik ihtiyacının karşılanması için çeşitli enerji kaynakları kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi üretimi ile paylarının enerji kaynaklarına göre dağılımı aşağıda “Grafik 1.1” de verilmiştir:



Grafik 1.1. Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları.

Kaynak: TÜİK, 2017.

“Grafik 1.1” incelendiğinde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)’ndan alınan 2017 verilerine göre, elektrik enerjisi üretimi %37,2 ile en fazla doğalgazdan karşılanmaktadır. İkinci sırayı %32,8 ile kömür izlemektedir. Buna göre Türkiye’nin elektrik enerji üretiminde dışa bağımlı olduğu gerçeği açıkça görülmektedir (Manga, 2013: 23).

1.3. Enerji Tüketimi

Enerjinin günlük yaşamdaki önemi giderek artmaktadır. Bunun sonucunda enerji bakımından dışa bağımlı olan Türkiye gibi ülkelerde enerji ihtiyacının karşılanması giderek zorlaşmaktadır. Üretilen ve tüketilen enerjinin eşit olmaması ve bu durumun tüketim aleyhine her geçen gün büyümesi enerji tüketimini ülke gündeminde en önemli konulardan biri haline getirmiştir (Bozkurt, 2008: 8). Enerji tüketimi teknolojinin gelişmesiyle birlikte sektörel bazda farklılaşmış ve genel olarak sektörler üretimlerine paralel bir şekilde enerji tüketimlerinde artış göstermişlerdir (Doyar, 2015: 30).

1.3.1. Enerji Tüketiminin Sektörel Bazda İncelenmesi

İnsan hayatına teknolojinin dâhil olmasıyla beraber, Türkiye’de olduğu gibi dünyada da enerji tüketimi artmaktadır. Ekonomide üretim birimi olarak kullanılan enerji

kullanımları, tüm sektörlerde uygulanan enerji politikaları ve ekonomik gelişmeye bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Topcu, 2014: 39) .

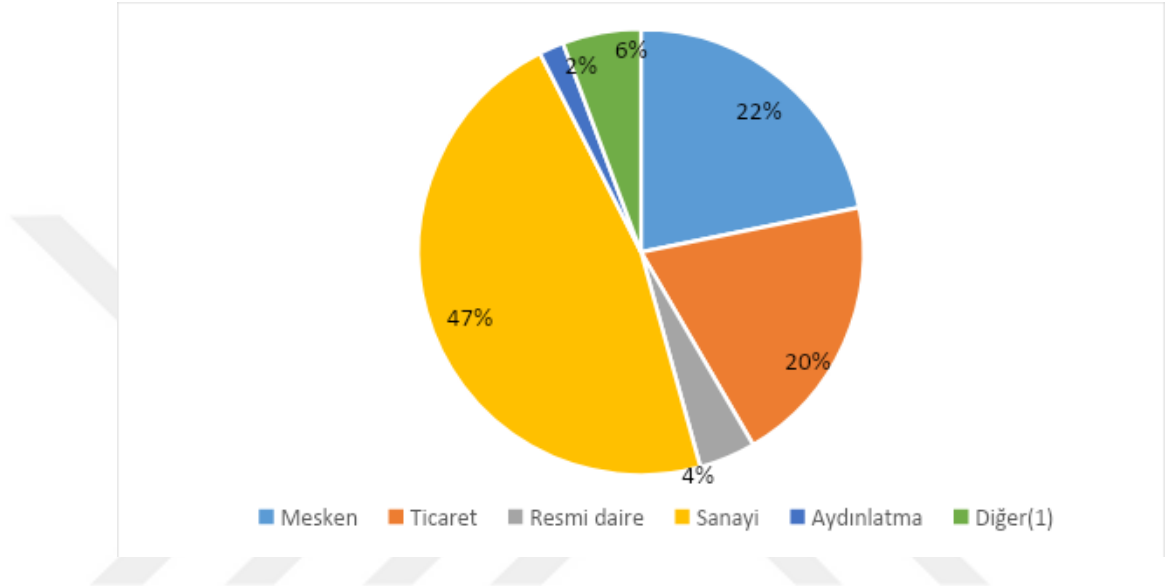
Cumhuriyetin ilk yıllarında sanayinin tam anlamıyla gerçekleşmemesinden dolayı hizmet sektörünün enerjinin en fazla tüketildiği sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. 1990'lara kadar şehirleşme alanında yaşanan artışlar hizmet sektöründeki enerji tüketimi artışını devamlı kılmıştır. 1980'li yıllardan sonra ekonomi politikalarında yaşanan dönüşümler sanayi sektörünü ön plana çıkararak enerji tüketimini de hızla artırmıştır. O dönemlerde tarım sektöründeki enerji tüketimlerinin az olmasının sebebi modern tarım teknolojilerin henüz kullanılmamasından kaynaklanmaktadır (Topcu, 2014: 39).

Gelişme yolundaki bir ülke olan Türkiye'de sanayi sektöründeki enerji tüketimlerinde devamlı olarak bir artış yaşanmaktadır. Kalkınmanın en büyük göstergesi olan sanayileşme ile birlikte enerji tüketimleri de artmakta, bu durum ekonomik büyümenin sağlanabilmesi adına enerji kullanımının bir ana koşul olduğunu öne sürmektedir. Sürdürülebilir artan bir büyüme oranına ulaşmak adına sanayi sektörünün sürükleyici bir rol oynaması gerekmektedir. Bu durumda sanayi üretimi ve enerji tüketimi ilişkisi paralel bir şekilde artış gösterecektir. Ancak üretim ve kullanılan teknolojinin düzeyi, enerji verimliliği, enerji yoğunluğu gibi birçok faktör sanayi üretimi ile enerji tüketimi ilişkisini belirleyen başlıca faktörlerdendir (Alma, 2009: 34-35).

Enerji tüketimlerinin fazla olduğu bir diğer sektör ise binalardır. Binaların sayısı ve genişliği, kentleşme, iklim farklılıkları ve binalarda kullanılan yakıt türü, enerji tüketimlerini etkileyen faktörlerdendir. Konutlarda ısınma, aydınlatma, soğutma ve ev cihazlarında elektrik kullanımı gibi amaçlarla da enerji tüketimi yapılmaktadır. Ayrıca konutlarda kullanılan enerjinin yanı sıra ticari işyerleri ve hizmet binalarında, resmi dairelerde, okul ve hastane gibi toplu yerlerde metrekare başına tüketilen enerjinin fazla olmasından dolayı buralarda enerji tüketimleri artış göstermektedir. Diğer taraftan ulaştırma sektöründe de enerji tüketimini enerji fiyatları, kişisel ulaşım miktarları (otomobil) ve yük taşımacılığı gibi etkenler etkilemektedir. Ulaşım sektöründeki enerji tüketimlerinde en fazla paya sahip olan karayollarıdır. Toplu taşıma yerine kişisel ulaşım

araçlarının gereksiz kullanımları enerji tüketimlerini artırmakta ve çevreye ciddi zararlar vermektedir (Karhan, 2016: 45-48).

Türkiye İstatistik Kurumu'ndan alınan 2017 verilerine göre sektörler bazında net elektrik tüketiminin dağılımı "Grafik 1.2"de verilmiştir:



Grafik 1.2. Net Elektrik Tüketiminin 2017 Verilerine Göre Sektörlere Göre Dağılımı (%GWh)

Kaynak: TÜİK, 2017.

"Grafik 1.2"ye göre net elektrik tüketiminin en fazla olduğu sektör %46,8 ile sanayi sektörüdür. %21,8 ile konut ve %20 ile ticaret sektörü sanayi sektörünü takip etmektedir. Ayrıca net elektrik tüketiminin %5'i içme ile kullanma suyu pompaj tesisleri, hayvancılık, balıkçılık, tarım ve kamuya ait hizmetlerde kullanılmaktadır. Geri kalan %4'lük ve %2'lik kısım resmi daire ve aydınlatmaya aittir. Bu durum hayatımızın her alanına dâhil olmuş olan enerji tüketiminin azaltılmasının büyük önem arz ettiğini ve enerji verimliliğini artırmak adına gerekli çalışmaların yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

2. ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Gündelik hayatın her alanında karşımıza çıkan enerjinin kullanımı giderek artmaktadır. Kıt olan doğal kaynakların tükenmesini önlemek adına iktisadi büyümenin

sağlanması ve sürdürülebilirliği açısından enerjinin etkin kullanılması gerekmektedir. Bu durum enerji verimliliği kavramını ortaya çıkarmıştır.

2.1. Enerji Verimliliği Kavramı

Enerji verimliliği, üretimin kalite ve miktarını azaltmadan, ekonomik kalkınmaya ve sosyal refaha engel olmadan, aynı miktardaki işin daha az enerji kullanarak sağlanması ya da aynı miktar enerji kullanarak daha fazla işin yapılması şeklinde tanımlanmaktadır (Olgun ve diğerleri, 2009: 398). Başka bir deyişle enerji verimliliği, üretimi azaltmadan ısı, hava, gaz ve buhar gibi enerji kullanımı yöntemleriyle enerji kayıplarını önlemek ve ileri teknoloji kullanarak çeşitli atıkların geri kazanımları gibi etkinliği artırıcı aynı zamanda enerji talebini azaltıcı önlemlerin bütünü olarak açıklanabilmektedir (Tevem ve Enverder, 2010: 33). Aynı zamanda enerji verimliliği enerji tasarrufunu kapsamakta fakat tanım gereği bu iki kavram farklı durumları açıklamaktadır. Enerji verimliliği, enerji kaynaklarının üretim ve tüketim dahil olmak üzere bütün safhalarında en yüksek etkinliğin sağlanması olarak açıklanırken, enerji tasarrufu ise kullanıcıların aldıkları tedbirler sonucu belirli bir üretimi gerçekleştirmek adına harcanan enerji miktarında sağlanan azalmayı ifade etmektedir (Yaşar, 2011: 9-10). Örneğin evde kullanılmayan alanlardaki lambaları söndürmek enerji tasarrufuna örnek iken, aynı aydınlatma değerini sağlayacak şekilde farklı bir aydınlatma aracı kullanılarak enerji kullanımını azaltmak enerjinin verimli kullanılmasına örnek olarak gösterilebilir (Engin, 2018: 9). Dolayısıyla günlük yaşantımızın her alanında karşımıza çıkan enerjinin verimli kullanılması çok önemlidir.

2.2. Enerji Yoğunluğu Kavramı

Enerji yoğunluğu, bir birim birinci enerji tüketiminin Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH)'ya bölünmesiyle hesaplanan enerji verimliliği göstergesidir. Yani enerji yoğunluğu, birim hâsıla başına düşen birinci enerji kaynakları miktarını ifade etmekte ve enerji verimliliğine dair herhangi bir etkinliğin verimlilik düzeyini belli edemediği zamanlarda kullanılmaktadır. Diğer taraftan ülkelerin enerji açısından gelişmişlik düzeyini göstererek enerji kullanımları hakkında bilgi vermektedir. Ülkelerin

kullandıkları enerjinin fazla olması iktisadi açıdan etkinliklerin fazla olduğunu ve ülkenin yüksek refah seviyesine sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca düşük enerji yoğunluğuna sahip yani aynı miktar enerji ile daha fazla çıktı üreten ülkeler gelişmiş ülke olarak nitelendirilebilmektedir (Akdağlı, 2017: 28).

2.3. Enerji Verimliliğinin Sektörel Bazda İncelenmesi

Çevrenin korunması, işsizlik, aile bütçesi ve ekonomi gibi birçok alanı kapsayan enerji verimliliği, enerjinin elde edilmesinden dağıtımına kadar ısınma, aydınlanma, ulaşım, sanayi, konut ve hizmet sektörünün her alanında hayatımıza dahil olmaktadır (İpek ve diğerleri, 2012: 21).

2.3.1. Tarım Sektöründe Enerji Verimliliği

Gelişmekte olan ülke ekonomilerinin refaha ulaşmasında, tarımsal üretim büyük öneme sahiptir. Bu durum ekonomik büyümeyi sağlamak adına tarımda enerji tüketimlerini diğer sektörlere oranla daha da hızlı artırmaktadır. Çünkü hızla ilerleyen teknolojinin tarım sektörüne de dâhil olması aynı zamanda modern teknolojilerinin uygulamalarıyla enerji tüketimlerindeki artış daha da hızlı gerçekleşmiştir (Akdağlı, 2017: 34) .

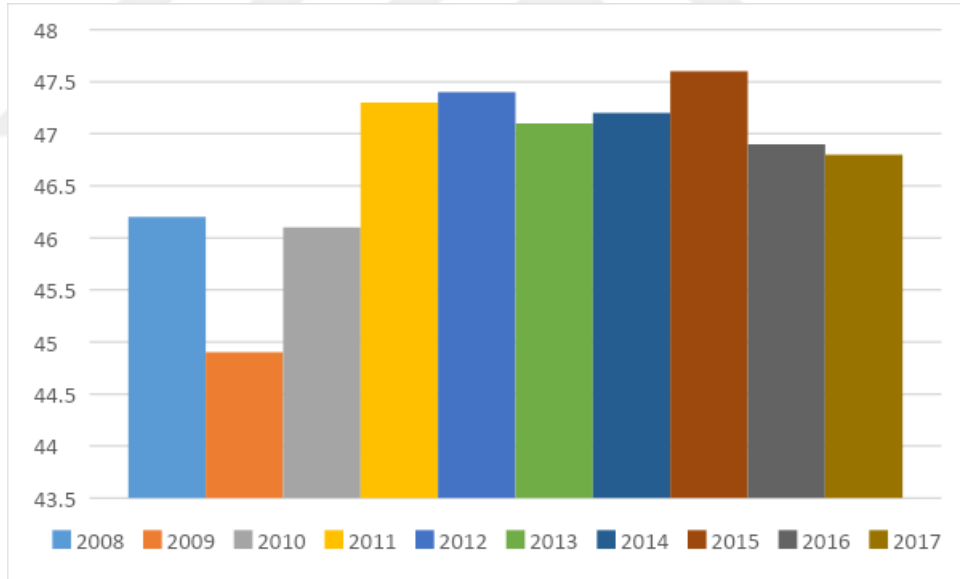
Tarım sektöründe enerji kullanımları, doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Doğrudan enerji kullanımı petrol ürünleri, biyokütle, doğalgaz ve kömür gibi enerji girdilerini kapsamakla beraber, tüm üretim sürecinde enerji kaynaklarının kullanımını içine alırken, dolaylı enerji kullanımı ise tarımsal üretim için gerekli olan makineler, araçlar, tarım ilaçları ile dağıtım için yararlanılan enerjiyi içermektedir (Öztürk, Yaşar ve Eren, 2010: 912). Tarımla alakalı faaliyetleri fazla olan şehirlerde bu enerji tüketimlerini azaltmak adına farklı tarım teknikleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tarım sektöründe kullanımı gibi alternatifler sağlanması gerekmektedir (Çağıl, Türkmen ve Çakır, 2013: 170). Aksi takdirde bu sektörde kullanılan teknoloji sera gazı salınımlarını artırarak çevreye büyük zarar vermektedir (Akdağlı, 2017: 34). Bu yüzden çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması

verimliliklerin de artmasına neden olacaktır (Yavaş, 2018: 34). Dolayısıyla bu durum tarım sektöründe enerji verimliliğinin sağlanmasına dair önemi giderek artırmaktadır.

2.3.2. Sanayi Sektöründe Enerji Verimliliği

Gelişmekte olan ülkelerin ekonomik refaha ulaşabilmek adına en etkili yolu sanayileşmedir. Sanayi sektörü iktisadi gelişmişlik adına bir gösterge olarak kabul edilebilir. Bu durum iktisadi kalkınmayı sağlayabilmek adına sanayi sektöründeki enerji tüketimlerini artırmaktadır (Engin, 2018: 15). Ancak 1970’li yıllarda yaşanan fiyat artışlarıyla beraber geçmişten bugüne üretim piyasasındaki rekabet, enerjiyle ilgili verimlilik kavramını ön plana çıkarmaktadır (Meral, Teke ve Tümay, 2009: 32).

Türkiye İstatistik Kurumu’ndan alınan 2017 verilerine göre yıllar itibariyle net elektrik tüketiminin sanayi sektöründeki payları “Grafik 1.3”de verilmiştir:



Grafik 1.3. Net Elektrik Tüketiminin Sanayi Sektöründeki Payı (%GWh)
Kaynak: TÜİK, 2017.

“Grafik 1.3”e göre Türkiye’de 2017 yılında elektrik enerjisinin net tüketimindeki dağılımına bakıldığında %46,8 ile en büyük pay sanayi sektörüdür. Türkiye’de sanayi sektörü enerji yoğun olarak çalıştığı için sanayi alanında elektrik enerjisinin verimli kullanımına dair önlemler alınması gerekmektedir.

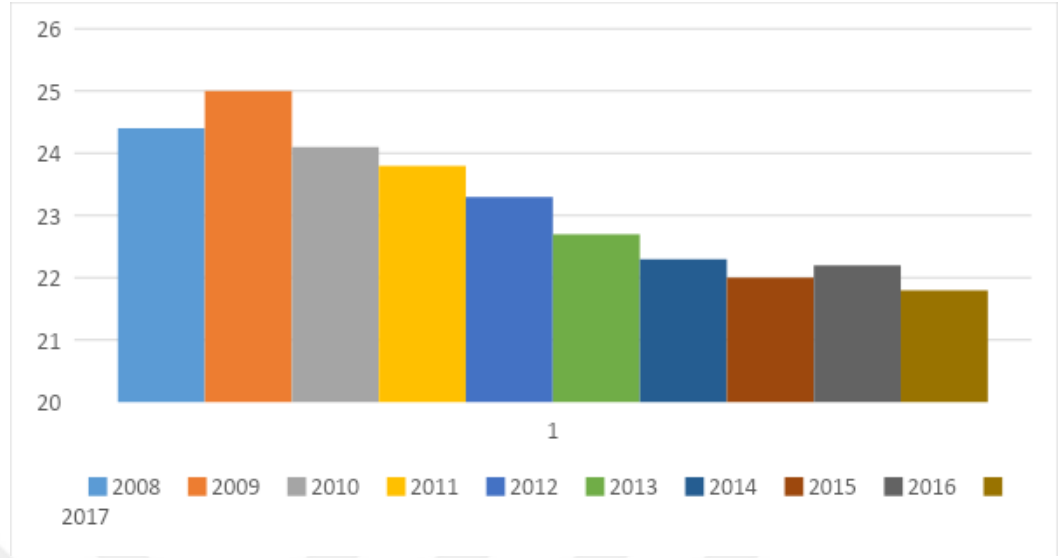
Türkiye’de 1981 yılında ilk olarak enerji verimliliğine dair çalışmalar Elektrik İşleri Etüt İdaresi bünyesinde yürütülmüştür. Daha sonra bu kurumun Ulusal Enerji Tasarruf Merkezi (UETM)’ne dönüştürülmesiyle beraber sanayide enerji verimliliğine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Kavak, 2005: 73). Ardından Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü’nün kapatılması ile Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) kurulmuş ve enerji verimliliği çalışmaları buradan yürütülmüştür (Engin, 2018: 15). Tüm bu düzenlemelerin dışında enerji verimliliğine mikro ölçekte bakılacak olursa, firmalar rekabet gücünü artırabilmek adına enerji maliyetlerini düşürmek zorundadırlar. Ayrıca sanayi sektörünün önemli bir bölümünü demir-çelik ve toprağa dayalı sanayi gibi enerji yoğun sektörler oluşturduğu için burada kullanılan enerjinin maliyetlerinin azaltılması gerekmektedir (Keskin ve Ünlü, 2010). Bu yüzden, devlet destekli enerji verimliliği projeleri, işletmelere maliyet açısından ciddi bir avantaj sağlayabilmektedir (Engin, 2018: 16).

Sanayi kuruluşlarında enerji verimliliğini artırmaya yönelik yüksek verimli motorların kullanılması, buhar boru sistemlerinin izolasyonu, yeni teknolojilerin eklenmesi, fırınlara yönelik iyileştirmeler ve yalıtım gibi önlemler yapılacak bazı uygulamalar arasında yer almaktadır. Diğer taraftan bu önlemlerin yanında çevresel etkiler ve iklim şartları da enerji verimliliğini etkilemektedir (Kavak, 2005: 41-42).

2.3.3. Konut Sektöründe Enerji Verimliliği

Konut sektörü, sosyal bir varlık olan insanın toplumsal hayata geçmesi ve iskân ihtiyaçlarının artmasıyla birlikte ön plana çıkmakta ve Türkiye’deki toplam enerji tüketiminin büyük bir kısmını içermektedir. Bu yüzden konutlarda enerji verimliliği çalışmaları artarak devam etmektedir (Akdağlı, 2017: 30).

Türkiye İstatistik Kurumu’ndan alınan 2017 verilerine göre yıllar itibariyle net elektrik tüketiminin konut sektöründeki payları “Grafik 1.4”de verilmiştir.



Grafik 1.4 Net Elektrik Tüketiminin Konut Sektöründeki Payı (% GWh)
Kaynak: TÜİK, 2017.

“Grafik 1.4”e göre Türkiye’de 2017 yılında sektörel bazda net elektrik tüketiminde %21,8 ile sanayi sektöründen sonra en yüksek paya sahip sektör konut sektörüdür. Diğer taraftan Türkiye’de konutlar için kullanılan enerjinin %80’i ısınma amaçlı olmaktadır. Bu yüzden yeni yapılacak binalarda ısı kayıplarını önlemek adına birçok tedbir alınması gerekmektedir. Toplu konutlarda kullanılan kalorifer ve müstakil evlerde kullanılan sobalar çoğunlukla enerji kaybına sebep olmaktadır. Bunun dışında eski binalarda enerji tasarrufuna yönelik bir tedbir alınmamasından dolayı buralarda enerji kayıpları fazla yaşanmaktadır. Ayrıca konutlarda tüketilen enerjinin diğer kısmı kullanılan ev aletleri ve aydınlatma amaçlı kullanılmaktadır. TÜİK’ten alınan 2017 verilerine göre net elektrik tüketiminin %1,8’i aydınlatma için kullanılmaktadır. Dolayısıyla ev aletlerinin ve klimaların teknolojik gelişmelere göre daha uygun bir şekilde üretimini sağlayan firmaların enerji verimliliği konusunda daha fazla duyarlı hale gelmesi sağlanmalıdır (Yaşar, 2011: 83-84).

Günümüzde enerji verimliliğini sağlamak “akıllı bina” sistemleriyle mümkün olmaktadır. Binanın enerji harcamalarının direk kendi elemanlarıyla ve akıllı mimari tasarımın ilk aşamasından beri binanın yeri, doğal havalandırma sistemleri ve

kullanıcıların konforundan ödün vermeden uygun bir hale gelmiş şekilde olması, enerjinin verimli kullanılmasını kolaylaştırmaktadır (Yılmaz, 2006).

Binalarda alınacak önlemler, uygulanacak farklı teknolojik yöntemler ve enerji verimliliği yüksek ev aletlerinin kullanımı sayesinde enerji verimliliği sağlanmış olacaktır. Ayrıca gelişen teknolojinin hayatımızın her alanına dâhil olması ve iktisadi kalkınma ve büyüme açısından enerji tüketimlerinin çoğaldığı günümüzde verimlilik kavramı giderek önem kazanmaktadır (Külünk, 2013: 40).

2.3.4. Ulaştırma Sektöründe Enerji Verimliliği

Ulaştırma sektörü enerji kullanımı açısından ülkemizde büyük paya sahip bir enerji sektörüdür. Enerji tüketimi açısından sanayi ve konut sektöründen sonra gelmektedir. Diğer taraftan enerji kullanımlarının büyük çoğunluğu petrole bağlı olduğundan bu durum dışa bağımlı olan Türkiye gibi ülkeleri ekonomik büyüme açısından olumsuz etkilemektedir. Bu yüzden ulaştırma sektöründe enerji verimliliğinin artırılması konusu ön plana çıkmaktadır.

Ulaştırma sektöründe enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik yapılan bazı önlemler bulunmaktadır. CO2 emisyon değerlerinin izlenmesi, araç verimliliklerinin test edilmesi, ulaşım istatistiklerinin belirlenmesi ve göstergelerin hazırlanması bisiklet, yaya yolu gibi alanlara öncelik tanınması ve enerji verimli araçların teşviki gibi önlemler dikkate alınabilir (Öznur, 2009: 30-31). Ayrıca yurt içinde üretilen araçların birim yakıt tüketiminin düşürülmesi ve toplu taşımacılığın yaygınlaştırılması ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik yapılan çalışmalar arasındadır (Enver Kanunu, 2007: 6). Dolayısıyla kamuoyunu bu konuda daha fazla bilgilendirilerek enerji verimliliği konusunda daha iyi noktalara gelinmesi sağlanabilir.

3. EKONOMİK BÜYÜME

1980'lerden sonra küreselleşmeyle birlikte ekonomik büyüme kavramı, gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler için gündem konusu olmuş ve iktisat literatüründe üzerinde durulan bir konu haline gelmiştir.

3.1. Ekonomik Büyüme Kavramı

Bir ülkenin sahip olduğu doğal kaynaklar, sermaye, işgücü, üretim kapasitesi ve teknoloji uzun vadede değişme göstermektedir. Bu değişimler bir ekonominin üretim kapasitesinde nicelik ve nitelik olarak artış yaratıyorsa o ülkede ekonomik büyüme açısından gelişme olduğu görülmektedir. Yani ekonomik büyüme kavramı, bir ülkenin üretiminin ya da ulusal gelirinin zaman içinde artması olarak tanımlanmaktadır. Ekonomik büyümenin en temel göstergesi olan GSYİH, belirli bir dönemde o ülke sınırları içerisinde üretilen nihai mal ve hizmetlerin para birimi cinsinden ifadesi olarak tanımlanmaktadır (Yardımcı, 2006: 98).

Ekonomik büyümenin artırılması konusunda bazı önemli noktalar bulunmaktadır. Üretim süreci boyunca tüm kaynakların etkin ve verimli şekilde kullanılması, doğal ve insan kaynaklarının miktarının artırılması, sermaye araçlarının genişletilmesi ve mevcut teknolojiden tam olarak faydalanılması bu önemli noktaları oluşturmaktadır (Saatçioğlu ve Küçükaksoy, 2004: 3). Ekonomik büyüme kapsamında ülkelere etki eden tek bir faktörden bahsetmek mümkün değildir. Bu yüzden ekonomik büyümenin üretim sürecindeki bir diğer ayağı da enerji olarak değerlendirilebilir. Yani, ekonomik büyüme enerji tüketimlerindeki değişimlerden büyük oranda etkilenmektedir (Ersoy, 2010: 6). Bu yüzden ekonomik büyüme teorilerini açıklarken bir üretim girdisi olan enerjinin de dikkate alınması gerekmektedir (Çağıl, Türkmen ve Çakır, 2013: 162).

3.2. Ekonomik Büyüme Teorilerinde Enerji

Ekonomik büyüme her ülke için farklı düzeyde gerçekleşmektedir. Bazı ülkelerin büyümeleri daha hızlı olurken, bazıları için daha yavaş olmaktadır. Bu sebeple büyüme oranlarında yaşanan farklılıklar farklı büyüme teorileriyle açıklanmaktadır. Aynı zamanda enerjinin üretim sürecinde büyük öneme sahip olması ekonomik büyüme modellerini de etkilemektedir (Ok, 2008: 6). Ekonomik büyüme kavramının gelişme sürecine ilk olarak Klasikler, ikinci olarak Neoklasikler, üçüncü olarak İçsel Büyüme teorileri ve son aşamasını ise Ekolojik teoriler katkı sağlamışlardır. Bu nedenle ilk olarak bu okulların görüşleri doğrultusunda enerjinin ekonomideki yeri açıklanmaktadır.

3.2.1. Klasik Teoriler

Klasik iktisadi düşünce 18 yy'ın sonlarında Adam Smith'in önderliğinde kurulmuş ve David Ricardo tarafından geliştirilmiştir (Özsağır, 2008: 336). Klasik İktisat düşünürleri Adam Smith, J.S. Mill, Robert Malthus ve David Ricardo olarak karşımıza çıkmaktadır. Adam Smith'e ait olan "Ulusların Zenginliği" adlı eser klasik iktisadi yaklaşımın temeli olarak kabul edilmektedir. Adam Smith bu eserinde büyüme modeli için iş bölümü, sermaye birikimi ve uzmanlaşma alanları üzerinde yoğunlaşmıştır (Şen, 2018: 22). Ayrıca Smith'e göre büyümenin de bir sınırı vardır. "Tam zenginlik" adı verilen sınırı geçtikten sonra ekonominin durağan hale geldiğini savunmaktadır (Gürbüz, 2012: 44). David Ricardo ise ekonomik büyümenin temel sağlayıcıları başta kapitalistler olmak üzere toprak sahipleri ve işçiler olarak üç gruba ayırmaktadır (Ünsal, 2007: 65). Robert Malthus ise nüfus ve büyüme ilişkisini incelemiştir (Gürbüz, 2012: 44-45). Diğer taraftan, klasiklere genel olarak bakıldığında hatta Klasik Büyüme teorilerinden önceki fizyokratik dönemde de ekonomik büyüme için üretim sürecinde toprak bir üretim faktörü olarak kullanılmıştır. Girdi olarak kullanılan toprak ise enerjiye ikame olarak kabul edilmektedir.

Enerjinin ekonomiye ilk olarak dâhil olması toprak, su gibi doğal kaynakların tarımla bağlantısından dolayı fizyokratlar tarafından ortaya koyulduğu söylenmektedir. Toprağın ve zenginliğin önemli olduğunu vurgulayan fizyokratlar, toprağı bir üretim faktörü olarak görmüş ve bu bağlamda su ile güneş gibi bir enerji kaynağı olarak dikkate almışlardır (Aldemir ve Kaypak, 2008: 2).

Hâkim iktisat anlayışı olan Klasik iktisatçılar, fizyokratlardan sonra enerjiyi, büyümeyi direk olarak etkileyen bir faktör olarak görmemişlerdir. Enerji, serbest bir mal olarak görülmüş ve enerjiden doğrudan bahsedilmemiştir. Ancak toprağın yani doğal kaynakların azalan verimler yarasına göre ekonomik faaliyetler açısından tarımı sınırlandırdığı bilmektedirler (Güner, 2018: 81). Klasikler bu yüzden ekonomiyi tarım ve sanayi sektörleri olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Klasikler tarımda sermaye ve emeğin maliyetinden ziyade bir artık değer varlığını açıklamak adına toprağın ekonomi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Klasik iktisatçıların kurucusu olan Adam Smith'e

göre sanayide tüm işi doğanın hiçbir etkisi olmadan insan yapmasına rağmen, tarımda insan ve doğanın ortak çalıştığını dile getirmiştir. Yani onlar için toprak, yıkılmaz ve üretken bir güç, aynı zamanda dünyadaki birçok maddeyi içinde barındıran enerjiyi net bir şekilde ifade eden doğal bir güçtür (Alam, 2006: 5). Klasik İktisatçılardan Malthus ise toprağı nitelik ve miktar bakımından kıt bir kaynak olarak nitelendirmiştir. Aynı zamanda Malthus' un nüfus kanununa göre, artan nüfus gelecekteki gıda maddeleri üretimini yetersiz kılacağından, kaynak yetersizliği sebebiyle insanlığın refahını olumsuz etkileyecektir. Bu durum yaşam standartlarını düşürerek ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyecektir. Bu yüzden Malthus'a göre nüfus artışının durdurulması gerekmektedir.

Klasik iktisatçılardan David Ricardo'nun "Politik İktisatın ve Vergilendirmenin Prensipleri" eserine göre ekonomik büyüme modelinde toprak ve topraktan elde edilen rant çok önemlidir. Her ekonominin sahip oldukları toprak farklı verimlilik ve kalitede olduğu için üretim miktarları farklılık göstermektedir. Bu yüzden Ricardo, Malthus' un toprağın kıt olduğu görüşüne rağmen, verimli tarım arazilerin seçilmesi üretimi artıracaklarını dile getirmiştir. Yani nüfus arttıkça, verimsiz tarım arazileri de kullanıma açılmaktadır. Bu durum o arazilerin teknolojiyle birlikte verimli hale getirilmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla kıt olan toprağın miktarı ve rant geliri giderek artmaktadır (Günsoy, 2013: 17).

Sonuç olarak, Klasik İktisatçılar doğanın ve toprağın gücünü ön plana alarak, büyümede bir üretim faktörü olarak enerjinin rolüne pek önem vermemişlerdir. Ekonomik faaliyetleri toprak üzerinden ele almışlar ve aynı zamanda toprağı tarım ve ekonomi için bir sınır olarak görmüşlerdir (Şen, 2018: 22).

3.2.2. Neoklasik Teoriler

Neoklasik Teoriler 19. yy'ın sonlarına doğru ortaya çıkmıştır. Solow Büyüme Teorisi olarak da adlandırılan bu model Harrod-Domar modelinin eksiklerini gidermeye yönelik Avustralyalı Swan ile ABD'li Solow tarafından birbirinden bağımsız olarak geliştirilmiştir. Neoklasik büyüme teorilerinin temel varsayımları klasik iktisatçılara göre belirlenmiştir. Üretim faktörlerinde azalan marjinal yasa geçerlidir ve ekonomide tam

istihdam söz konusudur (Karahana, 2014: 87). Solow modeli teknolojiyi dışsal değişken olarak kabul etmekte ve sermaye, büyüme ve tasarruf arasındaki ilişkiyi incelemektedir (Gürbüz, 2012: 54). Tam rekabet koşullarının geçerli olduğu ve ekonomi dışa kapalıdır. Bu özellikleri ile neo-klasik büyüme modeli olarak kabul edilmiştir (Berber, 2006: 142-143).

Solow Modeli üretimde emek ve sermaye girdileri kullanılarak Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yardımıyla Denklem 1.1’de ifade edilmektedir:

$$Y = F(K, L) = K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1.1)$$

Denklem 1.1’de K, sermayeyi; L, emeği ve Y hâsıla düzeyini göstermektedir. Üssel ifadeler hasılanın sermaye ve emeğe göre esnekliklerini göstermekte ve α ise sıfır ile 1 arasında bir değer almaktadır (Gürbüz, 2012: 54).

Swan ile Solow’un çalışmalarıyla gelişen neoklasik büyüme modellerinde teknoloji sermaye ve büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu şekilde ülkelerin gelişmişlik farklarının nedenleri araştırılmıştır. Ayrıca büyüme açısından belirli bir denge noktasının belirlendiği ve bu denge noktasından sonra sadece teknoloji ile büyümenin sağlanabileceği görüşü kabul edilmektedir. Dolayısıyla sermayenin belirli bir noktadan sonra büyümeye bir etkisinin olmadığı varsayımı kabul edilmektedir. Diğer taraftan milli gelirin çok küçük bir bölümünü oluşturduğu düşünülen enerjinin büyüme üzerinde etkisinin nötr olduğu kabul edilmiştir (Yapraklı, 2013: 81).

Solow Modelinde ekonomik büyümede enerjinin çok küçük bir rolünün olduğu savunulmaktadır. Bu yüzden enerjinin ekonomik büyüme üzerinde etkisinin ihmal edildiğini dile getirmektedirler. Enerjinin, üretimde ana girdi sayılmasının yanında sermaye ve emeğin üretiminde kullanılan bir ara girdi niteliğinde olduğunu savunmaktadırlar. Yani ara mal olarak gördükleri enerjinin üretim esnasında tüketildiğini söyleyerek enerjinin büyümedeki önemini ihmal etmişlerdir (Alam, 2006). Bir başka deyişle, teknolojik gelişmelerin doğal kaynak yetersizliğinin önüne geçip ve insan yapımı sermayenin de doğal sermayeyi ikame edeceği düşüncesiyle enerji ekonomik büyüme için üretimde ana faktör olarak görülmemiştir (Yapraklı ve Yurttaçıkamaz, 2012: 197).

Genel Solow Modelinde doğal kaynakların yer almaması, büyümenin doğal kaynaklar olmadan da sağlanabileceği görüşünü göstermektedir. Bu yüzden Solow, Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna sermaye ve emeğin yanı sıra doğal kaynakları da eklemiştir (Yapraklı, 2013: 83). Yani, Solow 'un modeli toprak ve daha sonradan petrol, kömür, gaz gibi yenilenemeyen doğal kaynakları içine alacak biçimde genişletilmiştir. Toprağın dâhil olduğu genel Solow modelinin üretim fonksiyonu aşağıdaki Denklem 1.2'de gösterilmiştir (Ünsal, 2007: 223).

$$Y_1 = K^\alpha (AL)^\beta X^\emptyset \quad (1.2)$$

Denklem 1.2'ye göre K fiziksel sermayeyi; AL, etkin emeği ve X sabit olan toprağı göstermektedir. α , β ve \emptyset terimleri hasılanın fiziksel sermayeye, etkin emeğe ve toprağa olan esnekliklerini göstermektedir. Dolayısıyla toprağın dâhil olduğu Solow modelinde toprağın miktarının sabit olduğu varsayımı hesaba katılırsa emek ve sermayedeki artış oranları hasıladaki artış oranlarından yüksek olacaktır. Yani azalan verimler yasası geçerlidir. Bu durum bu modelin geleneksel Solow modelinden farkını göstermektedir (Ünsal, 2007: 224).

Geleneksel Solow Modeline gaz, kömür ve petrol gibi yenilenemeyen doğal kaynakları dâhil ederek yeniden üretim fonksiyonu yazıldığında Denklem 1.3'deki gibi bir eşitlik karşımıza çıkmaktadır.

$$Y = K^\alpha (AL)^\beta E^\emptyset \quad (1.3)$$

Denklem 1.3'e göre E terimi yenilenemeyen doğal kaynakları göstermektedir v diğer terimler aynı kabul edilmektedir. Denklem 1.2'de olduğu gibi burada da üretim azalan verimler yasasına tabidir (Ünsal, 2007: 227).

Sonuç olarak neo-klasik büyüme teorileri üretim sektöründe enerjiyi bir ara girdi olarak görmelerine rağmen, yapılan araştırmalar sonucunda sürdürülebilir kalkınma ve büyüme doğrultusunda doğal kaynaklar ekonomik modele dahil edilmiştir. Bu bağlamda Neoklasikler, teknik koşulların yani girdilerin ikame kolaylığını ve yenilenemeyen ve

yenilenebilir doğal kaynakların karışımının sürdürülebilir büyüme noktasında uygun olduğunu kabul etmişlerdir (Stern ve Cleveland, 2004: 10).

3.2.3. İçsel Büyüme Teorileri

İçsel büyüme teorileri, 1980’li yıllarda Neoklasik iktisatçıların fikirlerine karşı ortaya atılmıştır. Bu teorinin en basit tanımı ekonomik büyüme unsurlarının sistemin içinde aranmasıdır (Gürbüz, 2012: 59). Solow büyüme modelinde teknolojinin dışsal olması, teknolojik gelişmelerin nasıl meydana geldiğinin açıklanamaması ve yakınsama olarak üç önemli eksikliğin olduğunu savunmaktadırlar.

Solow modelinde teknolojinin tamamen açıklanamaması ve unsurlarının modele dâhil edilememesi İçsel büyüme teorileri için eksiklik olarak görülmektedir. Ayrıca neoklasik büyüme modelinde, azalan verimler yasaının geçerli olması ekonomik büyümeyi, uzun dönemde teknolojiyi ve nüfusu belirleyeceğini göstermektedir. Dolayısıyla yakınsama hipotezi olarak adlandırılan ülkelerin gelir ve sermayelerinin birbirine yakınsayacağı durumunun gelişmiş ile gelişmekte olan ülkeler arasındaki farkın ortadan kalkacağını ifade etmektedir (Kar ve Taban, 2003: 148). Fakat neoklasiklerin savunduğu bu hipotez ekonomik büyümeye etki eden unsurların belirlenmesi konusunda pek etkili olmamıştır (Kibritçioğlu, 1998: 215).

1980’li yılların son zamanlarına doğru Robert E. Lucas (1988) ile Paul M. Romer (1986) gibi iktisatçıların yaptıkları çalışmalar ve gelişmelerle birlikte İçsel Büyüme modelleri oluşturulmuştur (Erdoğan ve Canbay, 2016: 36). Teknoloji, sağlık, kamu ve eğitim politikaları olmakla beraber kültürel, dinsel ve bölgesel faktörler içsel büyüme teorilerini kapsamaktadır. Diğer taraftan eğitim, teknolojik ve sağlık gibi altyapı yatırımlarına yapılan harcamalar ve ülkelerin kendileri için yaptıkları çeşitli faaliyetler araştırma ve geliştirme (AR-GE) faaliyetlerini ortaya çıkarmaktadır. AR-GE faaliyetleri sonucunda daha etkin ve yeni üretim yöntemleri geliştirilmektedir ve bu durum ekonomik büyümeyi olumlu etkilemektedir (Berber, 2006: 174).

AR-GE’ye dayalı büyüme modelinin kurucusu Romer olarak kabul edilmiştir. Romer teknolojiyi ekonomik büyümenin merkezi olarak kabul etmiş ve bilgi birikimini,

teknolojik yenilikleri AR-GE sektörünü meydana getiren faktörler olarak nitelendirmiştir. Ayrıca Lucas, 1988 yılında yayınladığı çalışmasında da ekonomik büyüme ile beşeri sermaye ilişkisini anlatmaktadır. Büyüme sürecinde beşeri sermayeyle beraber verimliliğin içsel teknolojiler için artacağı savunulmuştur. Yani teknoloji, bilgi birikimi ve beşeri sermaye ekonomik büyümenin temel belirleyicileri olarak kabul edilmektedir (Erdoğan ve Canbay, 2016: 36-38).

İçsel Büyüme teorilerinin bir diğer sınıflaması da $Y = AK$ biçiminde yazılan AK modelidir. Bu modelde A, sabiti; K, üretilmiş sermayeyi temsil etmekte yani sermaye ve çıktı arasındaki ilişki anlatılmaktadır. Bu modelde sermayenin artması ekonomik büyümeyi sonsuz bir şekilde artıracığı anlamına gelmektedir. Bu modelde AR-Ge çalışmalarını açık bir şekilde kapsamamakta ve Ar-Ge sürecinde ekonomiye dışsallıklar yayılmaktadır. Yani bilgi üretene bilgi üretmek fayda sağlarken, ekonomik büyüme sabit kalabilmektedir. Diğer bir büyüme modeli olan Schumpeter Büyüme Modeli ise teşvik yapısını modele katmaktadır (Stern ve Cleveland, 2004: 8).

Neo-klasik büyüme modellerinde olduğu gibi içsel büyüme modellerinde de enerji bir ara girdi olarak görülmektedir. Fakat yapılan bazı çalışmalarda enerji modele dahil edilmeye başlanmıştır. Ancak bu iki modelde yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetleri dikkate alınmamıştır. Ayrıca beşeri sermaye ve doğal kaynaklar ikame olarak kabul edilmiştir (Ayres ve Bergh, 2005: 98). Diğer taraftan, içsel büyüme modelleri enerjinin sürdürülebilir büyüme için önemli olduğunu, enerji kullanımında maliyetlerin Ar-Ge faaliyetleriyle artırılması gerektiğini savunmuşlardır (Yapraklı, 2013: 86).

3.2.4. Ekolojik (Biyofiziksel) Teoriler

Neo-klasik iktisatçılara karşı olarak ön plana çıkan ekolojik teoriler, 20. yüzyılın sonlarına doğru ortaya atılmış ve çevresel araştırmalarda bulunan bir teoridir. (Bayraktutan ve Uçak, 2011: 23). Ekonomik teorinin fiziksel gerçeklikte doğanın getirdiği kısıtlamalar ile doğal sermayenin katkısı ve insan refahı için uyumlu ekosistem

hizmetleri olarak genel bir tanımlama yapılmaktadır (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 100).

Ekolojik iktisatçılar insan yaşamı için olan çevrenin doğal kaynaklardaki enerjinin üretime dâhil edilmesiyle bozulacağı görüşünü savunmaktadır. Onlara göre diğer üretim faktörlerine göre enerjinin tekrar üretilme şansı yoktur. Çünkü enerjinin kullandıkça tüketildiğini varsayarak üretim faktörleri ile enerji arasında ikameyi sınırlı kılmışlardır. Üretim için gerekli olan enerjinin kullanılmaması ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyeceğinden, çevreci iktisat görüşüne göre enerjinin üretime dâhil olabilmesi için beşeri sermaye ve doğal kaynaklar arasında tamamlayıcılık ilişkisi olduğu kabul edilmiştir (Yapraklı, 2013: 91).

Ekolojik teoriler kaynakların dağılımı, ekosisteme göre ekonominin ölçüğü ve gelir dağılımı olmak üzere üç konu üzerinde durmuşlardır. Onlara göre gelir adaletli bir şekilde dağılmalı, kaynaklar iyi ve adil bir şekilde tahsis edilmelidir. Ayrıca ekonomide üretim süreci ekolojik olarak sürdürülebilir olmalıdır (Daly, 2007: 85). Yani ekolojik iktisatta sürdürülebilir kalkınma, fiziksel göstergeler olan enerji gibi kaynakların kullanımı ile ilişkilidir.

Biyofiziksel üretim teorisinde enerji, üretim için ana girdi olarak kabul görmektedir. Yani enerji doğrudan nihai malların üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca enerji olmadan sermaye ve emek ile üretimin yapılamaması söz konusudur (Yapraklı, 2013: 89). Bu yüzden ekolojik teorilere göre fazla enerji kullanımı enerji kaynaklarının yok olmasına sebep olmakta ve ekonomik büyüme için bir sınırın varlığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla teknoloji ile yeni enerji kaynaklarına ulaşılabileceği görüşünü savunan neoklasiklerin aksine, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasına yönelik çalışmaların yapılmasının ekonomik büyüme için önem arz ettiğini savunmuşlardır (Güner, 2018: 90).

Sonuç olarak 1980'li yıllardan itibaren ekolojik teoriler tarafından, ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda üretim sürecinde temel faktör kabul edilen enerjinin ekonomik büyüme için büyük önem arz

ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, çevrenin bu üretim sürecinde en az zarara uğraması gerektiğini ileri sürmüşler ve buna yönelik çalışmalarını geliştirmişlerdir (Yapraklı, 2013: 92).



İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNE ETKİSİ

1. ENERJİ TÜKETİMİ- EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

Ekonomik kalkınmanın en önemli girdilerinden biri olan enerjinin önemi 1970’li yıllardan itibaren giderek artmıştır. Enerji, özellikle bu ihtiyacı dışardan karşılayan tüm dünya ülkelerinin gündeminde yer alan önemli bir konu haline gelmiştir. Enerji, ekonomik büyüme ve sanayileşmenin ana kaynağı olup, tüm üretim faaliyetlerinde ihtiyaç duyulan bir faktördür (Fidan, 2006: 77).

Enerji sadece çevresel ve sosyal boyutlarıyla insan yaşamını etkilememekte aynı zamanda üretimin önemli bir girdisi olarak ülke ekonomilerini de etkilemektedir. Ülkeler ekonomik büyümelerini sağlamak adına üretimlerini arttırmaları, enerji tüketimlerinde bir artışı da beraberinde getirmektedir (Fidan, 2006: 78). Enerji, ekonomik büyüme için tek başına yeterli olmamakla birlikte üretimin ana unsurlarından biri olarak kullanıldığı için bu durum, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkinin incelenmesini gerekli kılmıştır (Karahan, 2014: 110).

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki olup olmadığı konusunda birçok görüş bulunmakla birlikte temelde iki birbirine zıt görüş öne çıkmıştır. Bu görüşlerden ilki etkisizlik hipotezidir. Etkisizlik hipotezine göre enerji maliyetlerinin GSYİH içindeki payının çok düşük düzeyde gerçekleşmesi, enerjinin ekonomik büyüme üzerinde etkisinin bulunmamasına yol açmaktadır. İkinci görüş ise enerjinin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve emek ile sermaye gibi üretim faktörleriyle enerji olmadan bir şey yapılamayacağıdır (Ghali ve El-Sakka, 2004: 225-226).

Enerjinin emek ve sermayeden sonra bir üretim girdisi olarak kabul görmeye başladığı 1970’li yıllardan itibaren, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi etkileyen faktörlerin incelenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Stern (2003) üretim

fonksiyonundan hareketle enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini etkileyen faktörleri göstermek adına Denklem 2.1’de yer alan eşitliği öne sürmüştür;

$$(Q_1, \dots, Q_m)' = f(A, X_1, \dots, X_n, E_1, \dots, E_p) \quad (2.1)$$

Denklem 2.1’de Q_1, \dots, Q_m , farklı mal ve hizmet çıktı miktarlarını; X_1, \dots, X_n sermaye ve emek gibi girdi miktarlarını; E_1, \dots, E_p kömür ve petrol gibi farklı enerji girdilerini ve A ise toplam faktör verimliliğinin bir göstergesi olarak teknolojiyi ifade etmektedir. Enerji tüketimi ile toplam çıktıyı ifade eden GSYİH arasındaki ilişki; enerji ile diğer girdiler arasındaki ikame ve tamamlayıcılık düzeyinden, teknoloji seviyesinden, enerji kalitesi ve verimliliğinden, girdi olarak kullanılan enerji bileşimlerinin değişmesinden ve toplam çıktıdaki bileşimlerdeki kaymalardan etkilenmektedir. Ayrıca, emek yoğun bir üretimden sermaye yoğun bir üretime ya da sermaye yoğun bir üretimden emek yoğun bir üretime geçilmesi durumunda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki etkilenebilmektedir (Fidan, 2006: 84-85).

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi etkileyen ilk faktör enerji ile diğer girdiler arasındaki ikame ve tamamlayıcılık düzeyidir. Üretimde kullanılan faktörler birbirlerinin yerine kullanılabilirdiği durumlarda girdilerin kullanım oranları değişmektedir. Bu durum enerji ile diğer girdiler arasındaki ikame ve tamamlayıcılık düzeyine göre farklılık göstermektedir. Örneğin enerji ve sermayenin birbirleri yerine ikame edilebildiği bir durumda, girdilerden birinin kullanımını arttırdığında diğerinin azalması, enerji ve sermayenin birbirini tamamlayıcı olduğu bir durumda ise artması gerekmektedir. Başka bir deyişle, üretim düzeyinin sabit kalması koşuluyla sermaye kullanımının artması durumunda kullanılan enerji miktarı azalıyorsa bu durum faktörlerin birbirleri yerine ikame edilebildiğini, kullanılan enerji miktarı artıyorsa girdiler arasında tamamlayıcılık ilişkisinin olduğunu göstermektedir (Broadstock, Hunt ve Sorrell, 2007: 7).

Enerji ve sermaye arasında tamamlayıcılık ya da ikame ilişkisinin varlığı ilgili literatürde sürekli olarak sorgulanmış, ülkeler aynı teknoloji ve üretim seviyesinde bulunsada dahi tamamlayıcılık ya da ikame ilişkisinin varlığı hakkında bir fikir birliğine

varılamamıştır. Bu durumun enerji fiyatlarındaki ve talep koşullarındaki farklılıklardan kaynaklandığı dile getirilmiştir (Şen, 2018: 26). Apostolakis (1990), sermaye ve enerjinin uzun dönemde birbirinin ikamesi, kısa dönemde ise tamamlayıcısı olduğunu ifade etmiştir. Frondel ve Schmidt (2002) enerji ve sermaye arasındaki tamamlayıcılık ilişkisinin enerji maliyetlerinin düşük olduğu durumlar için geçerli olacağını tespit etmişlerdir (Güner, 2018: 69). Literatürde bu konuyla ilgili daha pek çok çalışma bulunmaktadır. Diğer taraftan, Hudson ve Jorgenson (1974) ile Berndt ve Wood (1975) sermaye ile enerjinin birbirinin tamamlayıcısı olduğu, Griffin (1979) ise birbirinin ikamesi olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Dumrul, 2011: 32). Enerji ve sermaye ilişkisine yönelik yapılan çalışmalarda, sektörler ya da tüm ekonomi üzerinden yatay kesit testleri veya zaman serileri analizleri yapılmaktadır. Çalışmaların farklı sonuçlar vermesinin sebepleri olarak; incelemeye alınan dönem, analiz yöntemleri ve veri setlerinin farklılığı gösterilebilmektedir (Yapraklı, 2013: 104-105).

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini etkileyen diğer bir faktör teknolojik yeniliklerdir. Yeterli enerji kaynaklarına sahip olmayan ülkelerin gün geçtikçe enerji talebinin artması ve talebin karşılanamaması üretimin azalmasına neden olarak ekonomik büyümenin olumsuz etkilenmesine yol açmaktadır. Bu durum ülkelerin teknolojik yeniliklerle birlikte hızlı bir biçimde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesine sebep olmuştur. Özellikle 1970'li yıllardan sonra yükselen enerji fiyatları, enerjinin verimli kullanımının önemini giderek arttırmıştır. Ülkelerde enerji verimliliği sağlamak amacıyla teknoloji düzeylerinin bu yönde artırılmasına yönelik stratejik bir planlama yapılması gerekliliği ön plana çıkmıştır (Şimşek, 2011: 379).

Teknolojik gelişmelerin enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisindeki rolüne dair iki önemli görüş ön plana çıkmıştır. Bunlardan ilki teknolojik gelişmelerin enerji tüketimini azaltıp ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği yönündedir. Bu görüşe göre teknolojik gelişmeler, enerjinin verimli kullanılmasına olanak sağlayarak, enerji tüketimlerinde bir azalmaya sebep olmakta ve enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi olumlu etkilemektedir. Diğer bir görüş ise, teknolojik gelişmelerin her zaman enerji tüketimini azaltmayacağı yönündedir. Özellikle bu görüş kapsamında yer alan geri

tepme etkisi ya da Khazzoom (1980)- Brookes (1990) kuralı olarak adlandırılan kurala göre, teknolojik gelişmeler sonucunda sağlanan enerji tasarrufu farklı mal ve hizmetlerin üretimi için kullanılacağından tekrardan bir enerji kullanımına yol açarak enerji tüketiminin artmasına sebep olmaktadır. Bu durumda enerji tüketimi açısından bir verimlilik sağlanamamaktadır. Dolayısıyla her teknolojik gelişme ekonomik büyümeyi enerji verimliliği açısından olumlu etkileyememektedir (Stern ve Cleveland, 2004: 21). Greening, Grene ve Difiglio (2000) çalışmasında bu kuralı ele almış ve geri tepme etkisini doğrudan fiyatlar üzerinden yorumlamıştır. Söz konusu çalışmaya göre teknolojik gelişmelerin enerji verimliliğini artırması sonucunda enerji hizmetlerine olan fiyatların düşmesinin enerji talep artışına neden olacağını ifade etmiştir (Dumrul, 2011: 34).

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini etkileyen faktörlerden bir diğeri ise enerji verimliliğidir. Enerji verimliliği, üretimde kullanılan tüm girdilerin üretime olan katkısının ayrı ayrı belirlenmesi ve çıktı miktarının hesaplanması şeklinde ölçülmektedir. Her bir girdi için hesaplanan verimlilik türüne kısmi verimlilik adı verilmektedir. Ayrıca, belirli bir çıktının girdilere oranı şeklinde hesaplanan verimlilik türüne ise toplam faktör verimliliği denilmektedir (Akgül, 2012: 37). Enerji, toplam faktör verimliliğini belirleyen en önemli unsurlardan biridir. Bu nedenle toplam faktör verimliliği, teknolojik gelişme ve enerji verimliliği şeklinde iki önemli unsura sahiptir. Teknolojik gelişme aynı girdi kullanımını ile daha fazla tasarruf, kalite ve çıktı sağlayan her türlü bilgi ve beceri sürecidir. Enerji verimliliği ise kullanılan enerji miktarının sabit kaldığı halde daha az enerji kullanılarak çıktı düzeyinin artırılması anlamına gelmektedir (Güner, 2018: 72).

Enerji verimliliği hesaplamalarında kullanılan bir gösterge enerji verimlilik endeksidir. Bu endeks teknik gelişmelerin hesaplanması sonucu mevcut enerji ile daha fazla çıktı elde edilmesini sağlayan teknik gelişmelerin ilave edildiği ve her bir farklı girdiyi etkin hale dönüştüren bir fonksiyon olarak ifade edilebilmektedir. Teknolojik gelişmeler sayesinde girdilerde etkin hale gelerek enerji verimliliği sağlanmış olmaktadır. Bu söz konusu olan dönüşüm ise enerjinin ekonomik büyüme ile olan bağına olumlu etkilemektedir (Stern ve Cleveland, 2004: 21).

Enerji kalitesi, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme üzerinde etkili olan bir diğer faktördür. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte her geçen gün enerjiye duyulan talep artmakta, bu durum enerji kalitesinin sağlanması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. En basit tanımıyla enerji kalitesi, elektriğin ve farklı yakıt türlerinin birim ısı değeri başına sağlanan ekonomik yarar olup, enerjinin kullanılabilirliğinin göstergesidir (Dumrul, 2011: 35). Üretimde girdi olarak kullanılan enerjinin kalitesinin artırılması, üretim maliyetlerini azaltmakta ve kaynakların etkin kullanılmasını sağlayabilmektedir.

Enerji kalitesi kullanılan enerji kaynağının marjinal ürünü üzerinden belirlenmektedir (Stern ve Cleveland, 2004: 23). Fakat enerji üretiminde kullanılan her yakıtın marjinal ürünü aynı olmamaktadır. Her yakıt türünün farklı işlevleri ve kullanım alanları bulunmaktadır. Örneğin kömür elektrik üretiminde doğrudan kullanılırken, bir buzdolabını ya da cep telefonunu çalıştırmada kullanılamamaktadır. Bu araçların kullanımı için elektriğe ihtiyaç vardır. Dolayısıyla her ürünün marjinal ürün özellikleri farklı olup enerji yoğunluğu, depolama kolaylığı, temizliği ve maliyetine göre değişmektedir (Stern, 2003: 25).

Enerji kalitesinin ekonomideki önemini ilk vurgulayan isimler Schurr ve Netschert (1960)'dır. Schurr ve Netschert (1960) daha yüksek kaliteli yakıt kullanımının, üretim için gerekli olan enerji kullanımını azalttığını dile getirmiştir. Kaufmann (1992) kömür kullanımının azaltılıp petrol kullanımına yoğunluk verilmesinin ABD'nin 1929-1999 dönemleri arasında enerji yoğunluğunun azaltılmasında baş etken olduğunu söylemiştir. Cleveland ve Kaufmann (1984) ABD'deki enerji yoğunluğundaki azalmayı yüksek kaliteli yakıt kullanımına geçilmesine ve ekonomideki yapısal kaymalara bağlamıştır (Fidan, 2006: 88-89).

Enerji tüketimleri ve ekonomik büyüme ilişkisini etkileyen önemli faktörlerden biri enerjinin çıktı bileşimindeki değişikliklerdir. Her ülkenin ekonomik gelişme safhasında farklı sektörler ön plana çıkmaktadır. Ekonomik kalkınmanın ilk evrelerine bakıldığında tarım sektöründe enerjinin yoğun olarak kullanıldığı, sanayi sektörünün ağırlık kazanmasıyla birlikte ise sanayi sektöründe enerji kullanımının tarım sektörüne göre daha yoğun olduğu görülmektedir. Kalkınmanın ileriki aşamalarında ise enerji yoğunluğu

sanayi sektöründen hizmet sektörüne kaymaktadır. Aslında hizmet sektöründeki enerji tüketimlerine bakıldığında diğer sektörlerle oranla daha az kullanıldığına dair bir kanıt bulunmamaktadır. Öyle ki mağazalar, alışveriş merkezleri ve sosyal tesisler gibi hizmet alanlarında enerji kullanımları, üretim aşaması dışında yapım ve bakımında da halen devam etmektedir. Ayrıca tüketiciler çalışırken ve iş yerlerine ulaşımını sağlarken de enerji kullanmaktadırlar. Cleveland ve diğerleri (1984), üretim ve tüketimde dolaylı bir enerji kullanımı söz konusu olduğundan son yıllardaki çıktı bileşiminde yaşanan kaymaların, enerji yoğunluğuna dair ciddi bir azalma meydana getirmediğini belirtmiştir (Fidan, 2006: 89). Judson, Schmalensee ve Stoker (1999) ise diğer koşulların sabit olduğu varsayımıyla imalat sektörünün enerji yoğunluğunu azalttığı ve nihai tüketime ilişkin sektörün ise artırdığı görüşünü öne sürmüştür (Stern ve Cleveland, 2004: 24-25).

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi, enerji ile diğer girdiler arasındaki ikame ve tamamlayıcılık düzeyi, enerji kalitesi ve verimliliği, teknoloji seviyesi, girdi olarak kullanılan enerji bileşimlerinin değişimi ve toplam çıktıdaki bileşimlerdeki kaymaların yanı sıra farklı faktörlerden de etkilenebilmektedir. Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi başta ülkenin dış ticaret yapısı olmak üzere gelişmişlik seviyesi, ekonomik yapısı ve içinde bulunduğu durum gibi unsurlara göre de farklılık gösterebilmektedir (Ghali ve El-Sakka, 2004: 225-226).

Bir ülke yeterli enerji kaynaklarına sahipse enerji tüketiminin ekonomik büyümede yarattığı katma değer daha fazla olacak ve ülke ekonomisi olumlu etkilenecektir. Diğer taraftan, yeterli enerji kaynaklarına sahip olmayan ve bu nedenle enerjiyi ithal eden bir ülke ise enerji fiyatlarındaki artışlar nedeniyle enerji tüketiminin ekonomik büyümede yarattığı katma değer daha az olacak ve ülke ekonomisi olumsuz etkilenecektir (Dumrul, 2011: 40-41). Tükettiği enerjiyi büyük oranda ithal eden ülkeler, enerji fiyatlarındaki artıştan ciddi oranda etkilenmekte ve ekonomik yapılarını iyileştirme adına köklü ve yapısal bir değişime ihtiyaç duymaktadırlar. Bu durum, bu ülkelerin büyük bir kısmının 1980’li yıllardan itibaren dış ticaret konusunda serbestleşmeye gitmesine sebep olmuştur.

Sonuç olarak ekonomik büyümeyi sağlamak adına üretimde önemli bir girdi olarak kullanılan enerjinin kullanımındaki azalma ve artışlar çeşitli faktörlerin etkisiyle

ekonomik büyümeyi ciddi şekilde etkilemektedir. Bu durum enerji tüketiminin verimli kullanılması gerekliliğini ön plana çıkararak, ekonomik büyümenin daha etkin olarak ancak bu şekilde sağlanabileceğini göstermektedir.

2. ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN ROLÜ

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde en önemli faktör olarak görülen enerji verimliliği, ülkelerin gelişmişlik seviyelerini belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Daha az enerjiyi kullanarak daha fazla çıktı elde etme olarak tanımlanan enerji verimliliği kavramı, artan enerji tüketiminin çevreye ve iklim değişikliklerine karşı olumsuz etkilerinin azaltılması ve enerji güvenliğinin sağlanması bağlamında uluslararası anlaşmalarda yerini bulmaktadır (Karhan, 2016: 91).

Bir ülke ekonomik büyümesini sağlamak adına üretimde artış yaratmak için enerji tüketimini ve dolayısıyla enerji talebini arttırması gerekmektedir. Yeterli enerji kaynaklarına sahip olmayan ülkelerde enerji tüketiminin artması, enerji ithalatlarının yükselmesine yol açarak bu ülkelerin dışa bağımlılıklarının artmasına ve ekonomilerinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Bu durum, enerji talebinin ithalat yoluyla karşılanması yerine yeni enerji kaynaklarının aranmasını ya da enerjinin verimli kullanılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Ülkeler verimlilik kanalıyla enerji tasarrufu sağlayarak enerji ithalatını azaltmakta ve enerji ithalatının cari işlemler hesabında yarattığı olumsuz etkileri ortadan kaldırmaktadır. Bu durum cari açık veren ülkelerde cari açığın azalmasına ve ülke ekonomilerinin olumlu yönde etkilenmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla bu tür ülkelerde enerjinin verimli kullanılmasına dair önlemlerin alınması gerekmektedir (Karhan, 2016: 90-91).

Enerji verimliliği, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin ne olduğuna dair sektörler ve ülkeler bazında karşılaştırma yapabilme olanağı sağlamaktadır. Diğer bir ifadeyle, bir ülkenin enerji verimliliğinin bilinmesi o ülkenin enerji tüketim eğilimleri, yapısal farklılıkları ve ekonomisi hakkında bizlere bilgi vermektedir (Weiyu ve Franklin, 2005: 25). Her ne kadar ülkelerin kalkınması açısından enerji tüketimlerinde

yaşanan artışlar olumlu bir gösterge olarak değerlendirilse de enerji verimliliğinin artırılması yeter şart olarak görülmektedir (Karhan, 2016: 91).

Enerji verimliliğine dair yapılan birçok çalışmada ekonomik büyümeyle birlikte enerji verimliliğinin önce azaldığı, daha sonra yapılan yapısal düzenlemelerle birlikte arttığı görülmüştür. Gelişmekte olan bir ülkede enerji verimliliğinin az olması, sanayi ve kentleşmenin artması ve düşük teknoloji düzeyi nedeniyle enerji tüketimlerinin artmasına bağlanmaktadır. Sanayinin enerji tüketimlerini etkilemede bu denli önemli rol oynaması, sanayileşme aşamasının ilk evrelerinde yapısal gelişmenin yavaş olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan gelişmiş ülkelerde enerji verimliliğinin fazla olması, o ülkelerdeki teknolojinin gelişmişlik seviyesine bağlı olup, üretimin enerji yoğun olmayan sektörlerle kaydırılmasıyla açıklanabilmektedir. Dolayısıyla teknolojiyi etkin olarak kullanan gelişmiş ülkeler, üretimlerini bu alanlara kaydırarak enerjiyi daha az tüketmekte ve ekonomik büyümelerini teknolojik ürünlerden sağlamaktadırlar. Galli ve Bernardini (1993)'e göre gelir seviyesi arttıkça enerji yoğunluğu azalmaktadır. Diğer bir ifadeyle, gelir düzeyinde yaşanan artışlar ülkelerin teknoloji ağırlıklı sanayi yapısını kullanarak üretim yapabilmesini sağlamak ve bu durum teknolojinin enerji verimliliği daha fazla yüksek olan donanımlar için kullanılmasını sağlamaktadır (Karhan, 2016: 95).

Üretim yapısında yaşanan gelişmeler, enerji tüketimlerinin azalmasına neden olarak daha az girdiyle daha fazla çıktı elde edilmesini sağlamaktadır (Palmer, 1995: 120). Fisher- Vanden (2004, 2006), Wei, Liao ve Fan (2007) ile Hu ve Wang (2006) Çin için yaptıkları çalışmalarda, enerji verimliliğinde sağlanan iyileştirmelerin, enerji tüketimlerini azaltıp, ekonomik büyümeyi olumlu etkilediğini dile getirmişlerdir. Ekonomik büyümede yaşanan bu gelişmeler, üretimde kullanılan girdilerin katma değer yaratmasına ve düşük maliyetli olmasına bağlı olmaktadır. Dolayısıyla enerji yoğunluğu az olan ürünlerin maliyetleri de az olmaktadır. Buna bağlı olarak bir ekonomide ekonomik büyümenin ilk aşamalarında enerji tüketimleri fazla olup, enerji yoğun kullanılırken, ekonomik büyümenin ileriki aşamalarında teknolojik gelişmeler sayesinde enerji yoğun olarak kullanılmadığından dolayı kullanılan enerji miktarında bir azalma meydana

gelmektedir. Bu durum enerji tüketimleri ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkide enerji verimliliğinin nasıl bir rol oynadığını bizlere göstermektedir (Karhan, 2016: 96).

3. LİTERATÜR TARAMASI

Literatüre bakıldığında enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkide enerji verimliliğinin rolüne dair geniş kapsamlı bir çalışma yapılmadığı görülmektedir. Bu bağlamda ilk olarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisine dair yapılan çalışmalar dikkate alınmıştır. Daha sonra bu ilişkide enerji verimliliğinin tersi olarak kabul edilen enerji yoğunluğu eşik değişkeni olarak kullanan çalışmalar verilmiştir.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalarda, bir ilişkinin olup olmadığına ve eğer varsa bu ilişkinin yönüne odaklanılmıştır. Söz konusu çalışmalarda enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi dört hipotez altında incelenmiştir. Bunlardan ilki, büyüme hipotezi olarak adlandırılan ve enerji tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü bir ilişkinin varlığını kabul eden çalışmalardır. Stern (2000), Altınay ve Karagöl (2005), Apergis ve Payne (2010) ve Iyke (2015) yaptıkları çalışmalarda ekonomik büyüme üzerinde enerji tüketiminin kilit gösterge olduğunu iddia etmektedir. Böyle bir ilişkinin söz konusu olduğu ülkelerdeki üretim yapılarının enerjiye dayalı olduğunu söylemek mümkündür.

Enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişkinin olduğunu savunan çalışmalardan bir diğeri, Kar ve Kınık (2008)'dir. Çalışma, Türkiye'de 1975-2005 yılları itibariyle sanayi ve mesken elektrik tüketimi ve toplam elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi zaman serileri analiziyle incelemiştir. Bu değişkenler arasındaki ilişki Johansen eş bütünleşme testi ve Vektör Hata Düzeltme Mekanizması (VECM) yardımıyla belirlenerek, elektrik tüketimlerinden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Mucuk ve Uysal (2009), Türkiye için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi, 1960-2006 yılları arasındaki verileri kullanarak incelemiştir. Granger nedensellik ve eşbütünleşme test sonuçlarına göre söz konusu değişkenler

eşbütünleşik bulunmuş ve nedensellik ilişkisinin enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru gerçekleştiği görülmüştür.

Ağır ve Kar (2010), Türkiye’deki 81 il için elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 2010 yılı verilerini kullanarak yatay-kesit analizi ile ampirik olarak incelemiştir. Bu çalışma, elektrik tüketiminin hem katma değer seviyesine hem de gelire pozitif bir katkısı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu durum elektrik tüketiminin büyüme için potansiyel bir etken olduğunu ortaya koymaktadır.

Polat, Uslu ve San (2011), Türkiye için yaptıkları çalışmada 1950-2006 yıllarına ait istihdam, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model (ARDL) sınır testi ve Granger nedensellik testi kullanarak araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre değişkenler arasında uzun dönemde bir eş bütünleşme olduğu görülmüştür. Ayrıca Granger nedensellik analizi sonuçlarına bakıldığında, kısa dönemde istihdam düzeyinden elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu, uzun dönemde ise istihdam ve elektrik tüketiminden reel Gayri Safi Milli Hâsıla (GSMH)’ya doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu sonucuna varılmıştır.

Altıntaş ve Koçbulut (2014), 1960-2011 dönemi için Türkiye’de elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ihracat ve yatırım değişkenlerini kullanarak ARDL eş bütünleşme yöntemi ve Granger nedensellik testleri aracılığıyla incelemiştir. Ampirik sonuçlar, uzun dönemde elektrik tüketimi üzerinde ekonomik büyüme, yatırım ve ihracat değişkenlerinin pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü ilişkinin olduğunu savunan ikincil gruptaki çalışmalar ise Ghosh (2002), Mozumder ve Marathe (2007), Herrerias, Joyeux ve Girardin (2013)’dir. Bu ikinci hipotez ülkelerin enerjiye bağımlı olmadığını iddia etmekte ve koruma hipotezi olarak adlandırılmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmalara göre enerji tüketimi, ekonomik büyümedeki artışların bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Özata (2010), Türkiye’de 1970-2008 dönemine ait verileri kullanarak enerji tüketimi ve GSMH arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmıştır. Uzun dönem ilişkilerin belirlenmesi adına eş bütünleşme testi, VECM ve nedensellik için Granger testi yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlara bakıldığında enerji tüketimi ve GSMH arasında eş bütünleşmenin var olduğu ve reel GSMH’den enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.

Bakırtaş ve Çetin (2016), yaptıkları çalışmada 1992-2010 yıllarına ait veriler yardımıyla G-20 ülkelerine ait kişi başı gelirden meydana gelen bir artışın, kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketiminde meydana getirdiği değişikliği ortaya koymuşlardır. Çalışmada kullanılan panel eş bütünleşme analiz sonuçlarına göre kişi başı GSYİH’da meydana gelen %1’lik bir artışın, kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketiminde Havuzlanmış En Küçük Kareler (POLS) analizine göre %0,56’lık, Tesadüfi Etkiler Modeli (REM) analizine göre %0,79’luk ve Uygulanabilir Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (FGLS) analizine göre %0,59’luk bir artışa neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca ECM analizine göre ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini çalışmaya dâhil edilen örneklem grubunda yaklaşık %33 arttırdığı bulunmuştur.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişkinin varlığını öne süren ve ‘geri bildirim hipotezi’ olarak bilinen üçüncü gruptaki çalışmalardan bazıları Paul ve Bhattacharya (2004), Wesseh ve Zoumara (2012) ile Shahbaz ve Lean (2012) tarafından yapılmıştır. Bu grupta yer alan Pirlogea ve Cicea (2012), çift yönlü enerji bağımlılığı olan ülkeler için enerji tüketimini azaltmada enerji verimliliğinin önemini vurgulamıştır.

Akpolat ve Altıntaş (2013), 1961-2010 yılları arasında enerji tüketimi ile reel GSYİH arasındaki uzun dönemli nedensellik ve eşbütünleşme ilişkisinin varlığını incelemiştir. Johansen eşbütünleşme testi ile VECM modeli uygulanarak değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar Türkiye için uzun dönemde sürdürülebilir büyümeyi sağlayabilmenin enerjiye bağımlı olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Karhan ve diğeri (2012), 1960-2011 dönemi için Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi nedensellik analizi aracılığıyla incelemişlerdir. Sonuçlara göre enerji tüketiminden ekonomik büyümeye, ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru çift yönlü bir nedenselliğin varlığı sonucuna ulaşılmıştır.

Akay, Abdieva ile Oskonbaeva (2015), 1988-2010 dönemine ait yıllık verileri kullanarak seçilmiş Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da bulunan 9 ülke (Lübnan, Irak, Cezayir, İran, Mısır, İsrail, Fas, Tunus ve Türkiye) için iktisadi büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkiyi, Panel Vektör otoregresyon (PVAR) yöntemini kullanarak tahmin etmişlerdir. PVAR ve panel nedensellik testlerinin kullanıldığı çalışmada nedensellik sonuçlarına göre yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir ilişkinin varlığına ulaşılmıştır. Ayrıca karbondioksit emisyonundan yenilenebilir enerji tüketimine ve büyümeden karbondioksit emisyonuna doğru ise tek yönlü bir nedensellik olduğu görülmüştür. Sonuç olarak yenilenebilir enerjide meydana gelebilecek bir şokun karbondioksit emisyonu üzerinde azaltıcı, büyüme üzerinde ise arttırıcı bir etkisi olduğu yönünde sonuçlara ulaşılmıştır.

Son olarak dördüncü grup ise bu iki değişken arasında nedensel bir ilişkinin olmadığını savunan ve literatürde "tarafsızlık hipotezi" olarak adlandırılan çalışmaları içermektedir. Yapılan çalışmalar (Cheng, 1995; Altınay ve Karagöl, 2004; Acaravcı ve Öztürk, 2010a) enerji tüketimini azaltmak adına yapılan politikaların ekonomik büyüme üzerinde bir etkisi olmadığını öne sürmektedir.

Literatüre bakıldığında, her ne kadar birçok çalışma enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelese de nedensellik ilişkisinin yönü veya bu ilişkide nedenselliğin olup olmadığı konusunda net bir sonuca ulaşılamamıştır. Çalışmalar incelendiğinde (Erol ve Yu, 1987; Öztürk, Aslan ve Kalyoncu 2010; Ouedraogo, 2013; Acaravcı ve Öztürk, 2010b) bu ilişkinin varlığı ve yönünün ülkeden ülkeye değişiklik gösterdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Son zamanlarda yapılan tartışmalar, enerji tüketiminin ekonomik kalkınmanın bir göstergesi olarak kabul edilmesi nedeniyle daha az enerji ile daha fazla ekonomik değer yaratma kabiliyetinin ele alınması gerekliliğine

odaklanmıştır. Bunun sonucu olarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında doğrusal olmayan bir ilişkinin var olma olasılığı söz konusu araştırmaları arttırmıştır.

Yamaguchi (2005), Japonya’da imalat sektörü üzerine yaptığı çalışmada 1980’li yıllarda enerji yoğunluğunda bir azalma meydana geldiğini ve bu azalmanın teknolojik gelişmeler sayesinde enerjinin verimli kullanılmasından kaynaklı olduğunu ortaya koymuştur.

Lee ve Chang (2007), 1955-2003 dönemine ait verileri kullanarak Tayvan’da enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında doğrusal bir ilişkinin varlığının veya bir eşik seviyesinin olup olmadığını test etmişlerdir. Bu çalışmanın bulguları, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında doğrusal olmayan ‘U’ şeklinde bir ilişkinin olduğunu göstermektedirler.

Huang, Hwang ve Yang (2008), 1971-2002 dönemine ait 82 ülke için bu ilişkiyi incelemiş ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğu ortaya koyulmuştur.

Aydın ve Esen (2016), Türkiye’de 1975-2013 dönemi için ekonomik büyüme ile enerji tüketimi ilişkisinde enerji yoğunluğu rolünü bir eşik seviyesi belirleyerek araştırmışlardır. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında doğrusal olmayan bir ilişkinin varlığına ulaşılmış ve enerji yoğunluğu eşik seviyesi yüzde 0,191 olarak tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre bu eşik seviyesinin üzerindeki enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Elliot, Sun ve Chen (2012), 2005-2008 yıllarına ait verilerle Çin’deki 206 şehir için gelir, doğrudan yabancı yatırımlar ve enerji yoğunluğu arasındaki ilişkiyi panel veri analiziyle incelemişlerdir. Ampirik sonuçlara göre gelir ve enerji yoğunluğu arasında ters “U” şeklinde bir ilişkinin ve enerji yoğunluğu ile doğrudan yabancı yatırımlar arasında ise ters yönlü bir ilişki olduğunu kanıtlamışlardır.

Jiang, Folmer ve Ji (2014), Çin'e ait 29 bölge için enerji yoğunluğu ile gelir düzeyi arasındaki ilişkiyi incelemişler ve ters "U" şeklinde bir ilişkinin varlığına ulaşmışlardır.

Karhan (2016), 1990-2012 yılları arasında BRICS-T ülkeleri için enerji yoğunluğu ve gelir arasındaki ilişkiyi Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modeli (YGPR) ile ampirik olarak incelemiştir. Ayrıca enerji yoğunluğu ile gelir, kişi başına düşen enerji tüketimi, doğrudan yabancı sermaye yatırımlar ve sanayide tüketilen enerji oranı Westerlund (2008) Durbin Hausman eş bütünleşme testiyle araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kişi başına düşen gelir ve enerji yoğunluğu arasında ters "U" şeklinde bir ilişkinin varlığına ulaşılmıştır.

Aydın ve Esen (2017a), 1991-2012 dönem aralığında enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini enerji yoğunluğunun rolünü dikkate alarak geçiş sürecindeki 5 Türk Cumhuriyeti için incelemişlerdir. Bu geçiş ekonomilerini enerji dengesi bağlamında Türk cumhuriyetleri ve yalnızca net enerji ihracatçısı ülkeler olmak üzere iki gruba ayırmışlar ve dinamik panel eşik tekniği kullanarak analiz etmişlerdir. İlk grup için enerji yoğunluğuna dair tahmini eşik değeri %0,68 olarak bulunurken, ikinci grup için eşik değeri %0,44 olarak bulunmuştur. Ampirik sonuçlar, enerji yoğunluğu eşik seviyesinin üzerindeki enerji tüketimlerinin ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilediğini, ancak enerji tüketimi eşik seviyesinin altına düştüğünde bu negatif ilişkinin pozitif hale geldiğini göstermektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENERJİ VERİMLİLİĞİ KAPSAMINDA TÜRKİYE’DE ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ANALİZİ

1. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Enerji tüketimindeki artış, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de önemli bir sorun olarak görülmektedir. Enerji tüketiminin artması ülkenin kalkınması üzerinde olumlu bir etki yaratsa da enerji yoğunluğundaki artış eğilimi tüketilen enerjinin azaltılması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Karhan, 2016: 91). Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde enerji talebinin sürekli artış göstermesi, enerji yatırımları için ayrılan kaynakların yeterli olmadığını göz önüne sermektedir. Enerji kaynaklarının yetersizliği ülkenin kaynakların etkin kullanımını olumsuz etkileyerek sosyal refah düzeyini düşürmekte ve özellikle enerji kaynaklarına sahip olmayan ülkelerin dışa bağımlılığını artırmaktadır. Bu durum, ülkenin yeni bir kaynak arayışına girmesine ya da ülke ekonomisi açısından elindeki kaynakları daha verimli kullanmasını zorunlu kılmaktadır.

Enerjinin verimli kullanılması ülkeler için ekonomik ve çevresel bir hedef haline gelmiştir. Ülkeler izledikleri çevre ve enerji politikalarında özellikle enerji verimliliği sağlayarak enerji harcamalarını azaltabilmektedir. Diğer taraftan, mevcut enerjinin daha verimli kullanılması, çevre kirliliğinin önlenmesinde devlet harcamalarının azalmasını da sağlamaktadır. Dolayısıyla, enerji verimliliğinin artırılması, ülkelerin izledikleri çevre ve enerji politikalarını belirlemede önemli bir rol oynamaktadır (Karhan, 2016: 1). Bu durum, politikaların belirlenmesi ve uygulanması için ‘Enerji Tüketimi Yönetimi’ kavramını ortaya çıkarmıştır.

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde enerji verimliliğinin etkisinin incelendiği Türkiye için yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olması çalışmanın önemini artırmaktadır. Ekonomik büyümeyi önemli derecede etkileyen enerji sektörünün

anlaşılması bağlamında bu çalışma, diğer yapılacak çalışmalara kaynak teşkil edebilecektir (Aydın ve Odabaşoğlu, 2013).

2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE AMACI

Son zamanlarda Türkiye'nin yüksek büyüme hızı trendi yakaladığı ve yüksek büyüme hızına paralel olarak enerji tüketiminde bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış enerji ihtiyacının artmasına neden olmaktadır. Artan enerji ihtiyacının karşılanması, özellikle Türkiye gibi yeterli düzeyde enerji kaynaklarına sahip olmayan ülkelerin dışa bağımlılığının ve enerji ithalatının artmasına yol açmaktadır. Artan enerji ithalatı devlet harcamalarını artırarak ülke ekonomisini önemli derecede etkilemektedir. Bu durum enerji ithalini azaltmak adına enerji verimliliği kavramını ön plana çıkarmıştır. Bu bağlamda Türkiye araştırmanın kapsamına dahil edilmiştir.

Araştırmanın temel amacı, Türkiye'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde enerji verimliliğinin rolünü il bazında incelemektir. Buna bağlı olarak Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) modeli kullanılarak enerji verimliliğine dair bir eşik seviyesi belirlenecek ve enerji verimliliğinin eşik seviyesinin altında ve üstünde olması durumunda enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi incelenecektir.

3. ARAŞTIRMADA KULLANILAN VERİ SETİ

Çalışmanın bu bölümünde Türkiye'de il bazında 2008-2014 dönemi itibariyle, enerji tüketimini temsilen yıllık Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi (kWh), ekonomik büyümeyi temsilen sabit fiyatlarla yıllık kişi başı GSYİH (\$) değişkenleri kullanılmıştır. Enerji verimliliği değişkeni, kişi başı GSYİH değişkeninin kişi başı toplam elektrik tüketimine bölünmesiyle yıllık olarak hesaplanmıştır (\$/kWh). Kişi başı GSYİH ve kişi başı toplam elektrik tüketimi verileri Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) alınmıştır.

4. ARAŞTIRMANIN KISITLARI

Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkide enerji verimliliğinin rolüne yönelik olarak yapılan bu çalışmada belirli kısıtlar bulunmaktadır. Bu kısıtlardan ilki araştırmada kullanılan değişkenlere ilişkindir. Ekonomik büyümeyi etkileyen enflasyon,

sermaye, emek, ithalat, ihracat, kamu harcamaları, tasarruflar, yatırımlar gibi birçok faktör bulunmasına rağmen sadece enerji tüketimi kullanılmıştır. Diğer değişkenlerin kullanılmamasının nedeni, Türkiye’ de il bazında bu değişkenlere ilişkin verilere ulaşılamamasıdır.

İkinci bir kısıt ekonomik büyüme ve enerji tüketimini temsilen ilişkin hangi değişkenlerin kullanıldığıdır. Ekonomik büyümeyi temsilen kişi başı GSYİH, enerji tüketimini temsilen kişi başı elektrik tüketimi kullanılmıştır. Çalışmanın bir diğer kısıtı ise çalışmanın dönem aralığına aittir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme göstergelerine ait 2008 öncesi ve 2014 sonrası verilerine ulaşılamadığından yıl aralığı 2008-2014 dönemi olarak kısıtlanmıştır.

Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde enerji verimliliğinin rolünün tespitine yönelik yapılan çalışmalarda veriler ülke bazında olabileceği gibi il bazında da olabilir. Bu çalışmada çalışmanın son kısıtı olarak il bazında veriler kullanılmıştır. İllerin gelişmişlik düzeylerinin farklı olmasına bağlı olarak her bir ilin elektrik tüketimi ile büyüme oranı farklılaşmaktadır. Dolayısıyla enerji verimliliğinin enerji tüketimi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, il bazında ve ülke geneli için yapılan analizlerde farklılık gösterebilmektedir. Bu durum, il bazında verilerin kullanılmasının uygunluğunu ortaya çıkarmaktadır.

5. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE HİPOTEZLERİ

Enerji verimliliğinin ekonomik büyüme ve enerji tüketimi üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla Ghali ve El-Sakka (2004), Lee ve Chang (2007) ve Huang, Hwang ve Yang (2008) ile Aydın ve Esen (2018) çalışmalarında kullandıkları modelden hareketle neo-klasik büyüme modeli oluşturulmuş ve Denklem 3.1’de gösterilmiştir. Modelde yer alan bütün değişkenler, düzey değerleriyle logaritmaları alınarak modele dâhil edilmiştir. Dolayısıyla modelin logaritmasının alınması modelin ampirik olarak hesaplanmasını kolaylaştırmıştır.

$$\ln KB\dot{G}SYIH_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{it} + \alpha_2 \ln KBET_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.1)$$

Denklem 3.1’de t döneminde i ili için $LnKB\dot{G}SY\dot{I}H$, kişi başına reel GSYİH büyüme oranını; X , ekonomik büyüme oranını etkileyen diğer makroekonomik değişkenleri; $LnKBET$, kişi başına elektrik tüketimi artış oranını ve ε ise beyaz gürültülü hata terimini ifade etmektedir.

Enerji türleri içerisinde özellikle elektrik tüketimi, üretim sürecinde sosyal ve ekonomik kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi için en temel girdilerden biri olarak kabul edilmektedir. Elektrik tüketiminde bir artışın yaşanması üretimde bir artışa sebep olmakta ve ekonomik büyümeyi olumlu etkilemektedir. Diğer taraftan elektrik kullanımının artması üretim maliyetlerini artırarak maliyet enflasyonuna sebep olabilmektedir. Bu durum ülkenin uluslararası piyasada rekabet gücünü azaltarak dış ödemeler dengesini olumsuz etkileyebilmektedir. Ayrıca, özellikle enerji kaynağı bakımından dışa bağımlı olan ülkelerin kaynak arayışına girmesine yol açarak ithalatı arttırabilmektedir. Bu durum enerjinin verimli kullanılmasını ön plana çıkarmaktadır.

Enerjinin verimli kullanılmadığı dönemlerde daha çok enerji ile daha az çıktı elde edildiği için enerji israfı artmakta ve üretimde bir azalış meydana gelmektedir. Bu azalışlar birim maliyetleri arttırarak enflasyon artışına sebep olmakta ve ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemektedir. Enerjinin verimli kullanılmasıyla birlikte daha az enerjiyle daha çok çıktı elde edilirken birim maliyetler düşmektedir. Diğer taraftan özellikle enerji kaynaklarının yeterli olmadığı bir ülkede hem ülkenin uluslararası piyasada rekabet gücünü arttırmakta hem de enerji ithalatını azaltarak ödemeler dengesinde olumlu etki yaratmakta ve böylelikle ekonomik büyüme pozitif etkilenmektedir. Bu durum elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında doğrusal olmayan ve U şeklinde bir ilişkinin olduğuna işaret etmektedir.

Çalışmanın temel hipotezi, Türkiye’de elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin doğrusal olmadığı ve bu ilişkide enerji verimliliği düzeyinin önemli bir rol oynadığıdır. Bu bağlamda çalışmanın alt hipotezleri ise şu şekilde oluşturulmuştur;

$H_1 = \text{Enerji verimliliğinin düşük olduğu bir durumda elektrik tüketimi ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkiler.}$

$H_2 =$ Enerji verimliliğinin yüksek olduğu bir durumda elektrik tüketimi ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkiler.

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Türkiye’de 2008-2014 dönemi itibariyle enerji verimliliğinin elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme üzerine rolünün il bazında incelendiği bu çalışmada; ilk olarak çalışmaya dâhil edilen değişkenlere ilişkin verilere yatay kesit bağımlılığı testi uygulanmıştır. İkinci aşamada yapısal kırılmaları ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil panel birim kök testleri yapılmıştır. Son olarak Denklem 3.1’deki eşitlik Yumuşak Geçişli Panel Regresyon yöntemi uygulanarak tahmin edilmiştir.

6.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Panel veri analizlerinde paneli oluşturan illerin yani yatay kesitlerin birbirleri ile bağımsızlığı önem arz etmektedir. Yatay kesit birimlerinin bağımsız olması, paneli oluşturan birimlerden birinde meydana gelecek bir şoktan diğer yatay kesit birimlerinin etkilenmeyeceğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, illerin herhangi birinde meydana gelen makroekonomik bir şoktan diğer iller etkilenmemektedir. Fakat günümüzde tüm illerin birbiriyle ilişkili olduğu ve her ilin farklı özelliklere sahip olduğu düşünülürse böyle bir durumun gerçekleşmesi beklenemez. Sonuç olarak her bir il yani panel birimi farklı düzeyde etkilenmektedir. Ancak seriler arasında yatay kesit bağımlılığı var iken bu durumun dikkate alınmaması ve analiz yapılması, tahmin sonuçlarını önemli derecede etkilemekle birlikte tahminlerin sapmalı ve tutarsız hale gelmesine neden olmaktadır (Mercan, 2014: 235). Bu nedenle analizlerde ilk olarak yapılması gereken işlem birincil ya da ikincil kuşak panel birim kök testlerinin hangisinin uygulanacağına karar verilmesi için, yatay kesit bağımlılığının sınanmasıdır. Panel verilerde yatay kesit bağımlılığının reddedilmesi halinde birincil kuşak testler yapılırken, yatay kesit bağımlılığı varlığı halinde ise ikincil kuşak testler yapılmaktadır. Bu şekilde daha güçlü ve etkin tahminler yapılabilmektedir (Gövdeli, 2018: 78).

Serilerde yatay kesit bağımlılığının varlığı Breusch-Pagan (1980) $CDLM_1$ testi, Pesaran (2004) $CDLM_2$ testi ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) Sapması Düzeltilmiş

LM testleri ile test edilmektedir (Gövdeli, 2018: 78). Bu testlerde hipotezler aşağıdaki gibi kurulmaktadır.

H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

H_1 : Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Breusch-Pagan (1980) $CDLM_1$ testi, Pesaran (2004) $CDLM_2$ testi ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) Sapması Düzeltilmiş LM testlerinden elde edilen olasılık değerleri 0.05'ten küçük olduğunda %5 anlamlılık düzeyinde H_0 reddedilmektedir. Bu durumda paneli oluşturan birimler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığı kabul edilmektedir (Gövdeli, 2018: 78).

Breusch-Pagan (1980) $CDLM_1$ testi Denklem 3.2'de ifade edilmiştir:

$$CDLM_1 = T \sum_{j=i+1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{p}_{ij}^2 \quad (3.2)$$

Denklem (3.2)'de p_{ij} artıklar arasındaki yatay kesit korelasyonlarının tahminlerini göstermektedir.

H_0 hipotezi altında N sabit ve $T \rightarrow \infty$ a gitmektedir. Test istatistiği $N(N-1)/2$ serbestlik derecesi ile *Ki-kare* asimptotik dağılımı göstermektedir ve $CDLM_1$ testi zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğunda ($T > N$) kullanılmaktadır (Gövdeli, 2018: 78). Pesaran (2004) $CDLM_2$ testi Denklem 3.3'deki gibi ifade edilmiştir:

$$CDLM_2 = \left(\frac{1}{N(N-1)} \right)^{1/2} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{p}_{ij}^2 - 1) \quad (3.3)$$

$CDLM_2$ test istatistiği Pesaran (2004), H_0 hipotezi altında $T \rightarrow \infty$ ve $N \rightarrow \infty$ olduğu bir durumda standart normal dağılmaktadır. $CDLM_2$ testi zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğunda ($T > N$) kullanılmaktadır (Gövdeli, 2018: 78). Ancak test sonuçları grup ortalaması sıfır ve bireysel ortalama sıfırdan farklı olduğunda sapmalı olmaktadır. Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) bu sapmayı, Denklem 3.3'te yer alan test istatistiğine varyansı ve ortalamayı da ekleyerek düzeltmiştir (Göçer, Mercan ve

Hotunluoğlu, 2012: 456). Sapması Düzeltilmiş LM testi (LM_{adj}) Denklem 3.4'te gösterilmiştir.

$$LM_{adj} = \left(\frac{2}{N(N-1)} \right)^{\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \left[\hat{p}_{ij}^2 \left(\frac{(T-K-1)\hat{p}_{ij} - \hat{\mu}_{tij}}{v_{Tij}} \right) \right] \sim N(0,1) \quad (3.4)$$

Denklem 3.4'te μ_{Tij} ortalamayı, v_{Tij} varyansı temsil etmektedir. Buradan elde edilecek olan test istatistiği asimptotik olarak standart normal dağılım göstermektedir.

6.2. Panel Birim Kök Testleri

Zaman serisi ve panel veri analizlerinde kullanılan serilerin durağan olması gerekmektedir. Serilerin durağan olmaması birim kök içerdiği anlamına gelmekte ve analizlerde hesaplanan test istatistiklerinin sapmalı sonuçlar verebilmesine, bir başka ifadeyle sahte regresyon sorununa neden olmaktadır. Bu nedenle serilerin durağanlığının araştırılması gerekmektedir.

Durağanlığı inceleyen birim kök testleri birincil ve ikincil kuşak olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Birincil kuşak panel birim kök testleri olarak adlandırılan testlerin yatay kesit bağımlılığını dikkate almaması, reddedilmemesi gereken bir hipotezin reddedilmesine ve yanlış sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle serilerin durağanlığının sınanmasında yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikincil kuşak panel birim kök testleri kullanılması gerekmektedir (Büyükdeniz, 2018: 37). Panel veri çalışmalarında Maddala ve Wu (1999); Hadri (2000); Choi (2001); Levin, Lin ve Chu (2002); Im, Pesaran, Shin (2003); Breuting (2005) testleri birincil kuşak testler olarak karşımıza çıkmaktadır. İkincil kuşak panel birim kök testleri ise Multivariate Augmented Dickey Fuller (MADF) (Taylor ve Sarno, 1998); Seemingly Unrelated Regression Augmented Dickey Fuller (SURADF) (Breuer, Mcnown ve Wallace, 2002; Bai ve Ng 2004); Panel Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (PANKPSS) (Carrion-i-Silvestre, Barrio-Castro ve Lopez-Bazo, 2005) ve Coss-Sectional Augmented Dickey Fuller (CADF) (Pesaran 2007) testleridir (Mercan, 2014: 236).

Literatür incelendiğinde panel verilere ilişkin durağanlık sınamalarında yaygın kullanılan ikincil kuşak testlerden biri yatay kesit bağımlılığını dikkate alan, Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF birim kök testidir (Büyükdeniz, 2018: 37).

Pesaran (2007), serilerin yatay kesit bağımlılığını ortadan kaldırmak için, gözlemlenemeyen ortak faktörü temsilen modele bağımlı değişkenin yatay kesit ortalamalarının düzey ve gecikmeli değerlerini dâhil etmiştir. (Büyükdeniz, 2018: 37). CADF testinde durağanlığı sınamak için kurulan model Denklem 3.5'te gösterilmektedir:

$$\Delta Y_{it} = \alpha_i + p_i Y_{it-1} + d_0 Y_{t-1} + \sum_{j=0}^p d_{j+1} \Delta Y_{t-j} + \sum_{k=1}^p c_k \Delta Y_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (3.5)$$

Bu testte boş hipotez, $H_0: p_i = 0$ olarak tanımlanmıştır. Boş hipotezin reddedilmesi serinin durağan olduğunu göstermektedir.

6.3. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modelleri

Panel veri analizlerinde kullanılan değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin bulunmadığı bir durumda doğrusal modellere ilişkin yöntemlerin kullanılması sıkıntılı sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle doğrusal olmayan bir modelde değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olmayan panel veri analiz yöntemleri ile incelenmesi gerekmektedir. Panel verilerde doğrusal olmayan ilişkinin analiz edilebilmesi amacıyla ilk olarak Hansen (1999), Panel Eşik Regresyon (PER) yöntemini geliştirmiştir. PER yönteminin en temel özelliği, eşik altındaki ve üstündeki rejimlere göre eşik değişkeninin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin farklılaşabilmesidir. Bu durum, rejimlere göre eşik değişkeninin bağımlı değişken üzerindeki etkisini belirleyen katsayının farklı olmasına neden olmaktadır (Aydın ve Esen, 2017b: 105).

Parametrelerin rejimler arasında ani olarak değişiklik gösterdiğinin varsayıldığı PER yönteminde her bir rejim, elde edilen eşik düzeyine göre birbirinden ayrılmaktadır. Fakat iktisadi açıdan, rejimler arasında parametrelerin bu kadar ani değişiklikler sergilemesi her zaman gerçekleşmeyebilmektedir (Güloğlu ve Nazlıoğlu, 2013: 11). Kişi başı elektrik tüketimi ile kişi başı GSYİH arasındaki ilişkide bu yaklaşım, panele dâhil edilen illeri belirlenen kişi başı elektrik tüketimine göre gruplara ayırmakta ve her bir

grup için farklı parametreler tahmin etmektedir. Dolayısıyla, kişi başı elektrik tüketiminin yüksek olduğu gelişmiş iller ile kişi başı elektrik tüketiminin düşük olduğu gelişmekte olan iller arasında kesin farklılıklar olduğunu varsaymaktadır. Bu varsayım gereği, gelişmekte olan bir ilin gelişmiş il sınıfına geçmesi zaman içerisinde gerçekleşmekte ve bu durum tahmin edilen parametrelerin aniden değil, yumuşak bir şekilde değiştiği anlamına gelmektedir. Bu nedenle çalışmada Gonzalez, Terasvirta ve Van Dijk (2005) tarafından geliştirilen ve regresyondaki parametrelerin rejimler arasındaki hareketliliğinin keskin ve ani değil daha yavaş bir şekilde değişmesine izin veren YGPR modeli kullanılmıştır.

Kişi başı elektrik tüketimi ile kişi başı GSYİH arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin incelenmesi amacıyla Denklem 3.1'den hareketle iki rejimli sabit YGPR modeli oluşturulmuş ve model Denklem 3.6'da gösterilmiştir:

$$LnKB\dot{G}SYIH_{it} = \mu_i + \beta_0 LnKB\dot{E}T_{it} + \beta_1 LnKB\dot{E}T_{it} * g(q_{it}; \gamma, \theta) + \varepsilon_{it} \quad (3.6)$$

$LnKB\dot{G}SYIH_{it}$ ve $LnKB\dot{E}T_{it}$ sırasıyla logaritmik formda kişi başı GSYİH büyüme oranı ve kişi başı elektrik tüketim artış oranını; ε hata terimini; $t = 1, 2, \dots, T$ zamanı ve $i=1, 2, 3, \dots, N$ illeri göstermektedir. μ_i ve q_{it} sırasıyla birim sabit etkileri ve modelde eşik (geçiş) değişkeni olarak kullanılan enerji verimliliği değişkenini (*Efficiency*) temsil etmektedir. Denklem 3.6'da $g(q_{it}; \gamma, \theta)$ geçiş fonksiyonu olarak kullanılmakta ve lojistik fonksiyon formunda denklem (3.7)'deki gibi ifade edilmektedir:

$$g(q_{it}; \gamma, \theta) = [1 + \exp(-\gamma(q_{it} - \theta))]^{-1} \quad (3.7)$$

Denklem 3.7'de θ parametresi $g(q_{it}; \gamma, \theta) = 0$ ve $g(q_{it}; \gamma, \theta) = 1$ 'e denk gelen iki rejim arasındaki eşik parametresi iken γ (düzleştirme parametresi) ise geçiş fonksiyonunun değerindeki değişimin düzlüğünü, diğer bir ifade ile bir rejimden diğer rejime geçişi belirlemektedir. Düzleştirme parametresi sonsuza gittikçe ($\gamma \rightarrow \infty$) geçiş fonksiyonundaki 0'dan 1'e doğru değişme, eşik değişkeninin θ 'ya eşit olduğu noktada bir rejimden diğer rejime geçiş PER modelinde olduğu gibi ani ve keskin bir şekilde olmaktadır. Bu durumda model PER yaklaşımı kullanılarak tahmin edilmektedir.

Düzleştirme parametresinin sıfıra yaklaştığı bir durumda ise ($\gamma \rightarrow 0$) geçiş fonksiyonu bir sabite eşit olmakta ve düzleştirme parametresinin sıfıra eşit olduğu noktada ($\gamma = 0$) model doğrusal forma indirgenmektedir. Böyle bir durumda model panel kesit-içi tahmincisi kullanılarak tahmin edilmektedir (Fouquau, Hurlin ve Rabaud, 2008: 287-288).

Geçiş fonksiyonu, geçiş değişkeninin sürekli fonksiyonu olduğu gibi 0 ve 1 arasında bir değer almaktadır. Denklem 3.6'da geçiş fonksiyonu 0 değerini aldığı anda ($g(q_{it}; \gamma, \theta) = 0$) regresyon katsayısı β_0 değerini; 1 değerini aldığı anda ise ($g(q_{it}; \gamma, \theta) = 1$) ise regresyon katsayısı $\beta_0 + \beta_1$ değerini almaktadır. Diğer taraftan geçiş fonksiyonu 0 ile 1 değeri arasında bir değer aldığı anda ise ($0 < g(q_{it}; \gamma, \theta) < 1$) regresyon katsayısı β_0 ve β_1 'in ağırlıklı ortalaması şeklinde hesaplanmaktadır. Bu nedenle YGPR modelinde katsayıları doğrudan yorumlamak yerine katsayı işaretlerinin yorumlanması tercih edilmektedir (Fouquau, Hurlin ve Rabaud, 2008: 287-288). Diğer bir ifadeyle bağımsız değişkenin bağımlı değişkenin üzerindeki etkisinin pozitif/negatif olduğu söylenmekte ve zamana göre değişen esneklikler yorumlanmaktadır (Güloğlu ve Nazlıoğlu, 2013: 12).

YGPR modeli iki rejimli olabileceği gibi ikiden fazla rejimlide olabilmektedir. Bu durumda Denklem 3.6'daki modele ilişkin ikiden fazla rejimli YGPR modeli Denklem 3.8'deki gibi ifade edilmektedir:

$$\text{LnKBGSYIH}_{it} = \mu_i + \beta_0 \text{LnKBET}_{it} + \sum_{j=1}^r \beta_j \text{LnKBET}_{it} * g_j(q_{it}^{(j)}; \gamma_j, \theta_j) + u_{i,t} \quad (3.8)$$

İkiden fazla rejimli YGPR modelinde kullanılan geçiş fonksiyonu Denklem 3.9'daki gibi ifade edilmektedir.

$$g(q_{it}; \gamma, \theta) = [1 + \exp(-\gamma \prod_{j=1}^m (q_{it} - \theta_j))]^{-1}, \gamma > 0, c_1 \leq c_2 \leq \dots \leq c_m \quad (3.9)$$

İkiden fazla rejimli YGPR modelinde geçiş (eşik) değişkeninin (q) açıklayıcı değişkenden farklı olduğu bir durumda esneklik değeri Denklem 3.10'daki gibi hesaplanmaktadır:

$$e_{i,t} = \frac{\partial \ln KBGSYIH_{it}}{\partial \ln KBET_{it}} = \beta_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j * g_j(q_{it}^{(j)}; \gamma_j, \theta_j) \quad (3.10)$$

YGPR analizi sırasıyla doğrusallığın test edilmesi, rejim sayısının belirlenmesi (r) ve tahmin olmak üzere üç aşamada yapılmaktadır (Fouquau, Hurlin ve Rabaud, 2008: 287-288). Doğrusallık $\gamma = 0$ veya $\beta_0 = \beta_1$ sıfır hipotezlerinin sınanması ile yapılmakta. Ancak her iki durumda model sıfır hipotezi altında tanımlı olmayan parametrelere sahip olduğu için test istatistiği standart olmamaktadır. Bu nedenle geçiş fonksiyonu yerine $\gamma = 0$ için birinci derece Taylor açılımı uygulanmaktadır. Doğrusallık sınavında sıfır hipotez doğrusal model iken alternatif hipotez ise YGPR modeldir. Bu hipotezler standart F-istatistiği ile test edilmektedir. Standart F-istatistiğine göre sıfır hipotezinin reddedilmesi YGPR modelinin kullanılmasını gerektirmektedir. Doğrusal model hipotezinin reddedilmesinden sonraki aşama ise rejim sayısının belirlenmesi aşamasıdır. Bu aşamada, ilk olarak $r=r^*=1$ sıfır hipotezi, $r=r^*+1$ alternatif hipotezine karşı sınanmaktadır. Sıfır hipotezi kabul edilirse süreç sona ermektedir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi durumunda ise $r=r^*+1$ sıfır hipotezi, $r=r^*+2$ alternatif hipotezine karşı test edilmektedir. Rejim sayısının belirlenmesi aşaması sıfır hipotezinin ilk kez kabul edilmesine kadar devam etmektedir (Fouqua, Hurlin ve Rabaud, 2008: 287-288). YGPR analizinde son aşama tahmin aşamasıdır. Bu aşamada ilk olarak paneli oluşturan yatay kesitlere ait sabit ekiler değişkenlerin zaman ortalamalarından çıkarılır ve sonra dönüştürülmüş model doğrusal olmayan En Küçük Kareler (EKK) ile tahmin edilmektedir (Gonzalez, Terasvirta ve Van Dijk, 2005).

7. ANALİZ SONUÇLARI

7.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin çoğu ekonomik büyümeyi sağlayabilmek adına enerjiyi zorunlu olarak tüketmek durumundadır. Bu tür ülkelerin enerji kaynaklarındaki yetersizlik, sosyal refahı düşürmekle beraber dışa bağımlılığı da artırmaktadır. Bu nedenle enerjinin verimli kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Bu durum enerji verimliliğinin enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisindeki rolünün araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu noktadan hareketle Türkiye’de enerji

tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde enerji verimliliğinin rolü YGPR modeli ile incelenmiştir. Ancak Türkiye’de il bazında enerji tüketimine ilişkin verilere ulaşılamamasından dolayı enerji tüketimi değişkenini temsilen kişi başına elektrik tüketimi verileri kullanılmıştır. “Tablo 3.1” de modelde kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler verilmiştir.

Tablo 3.1. Tanımlayıcı İstatistikler*

	<i>Kişi başı GSYİH (\$)</i>	<i>Kişi başı Elektrik Tüketimi (kWh)</i>	<i>Verimlilik (\$/kWh)</i>
Ortalama	8.258,66	2.144,24	4,69
Standart Sapma	3.138,18	1.431,20	1,80
Maksimum	20.726,00	8.565,00	10,60
Minimum	2.726,00	443,00	1,20
Gözlem Sayısı	648	648	648

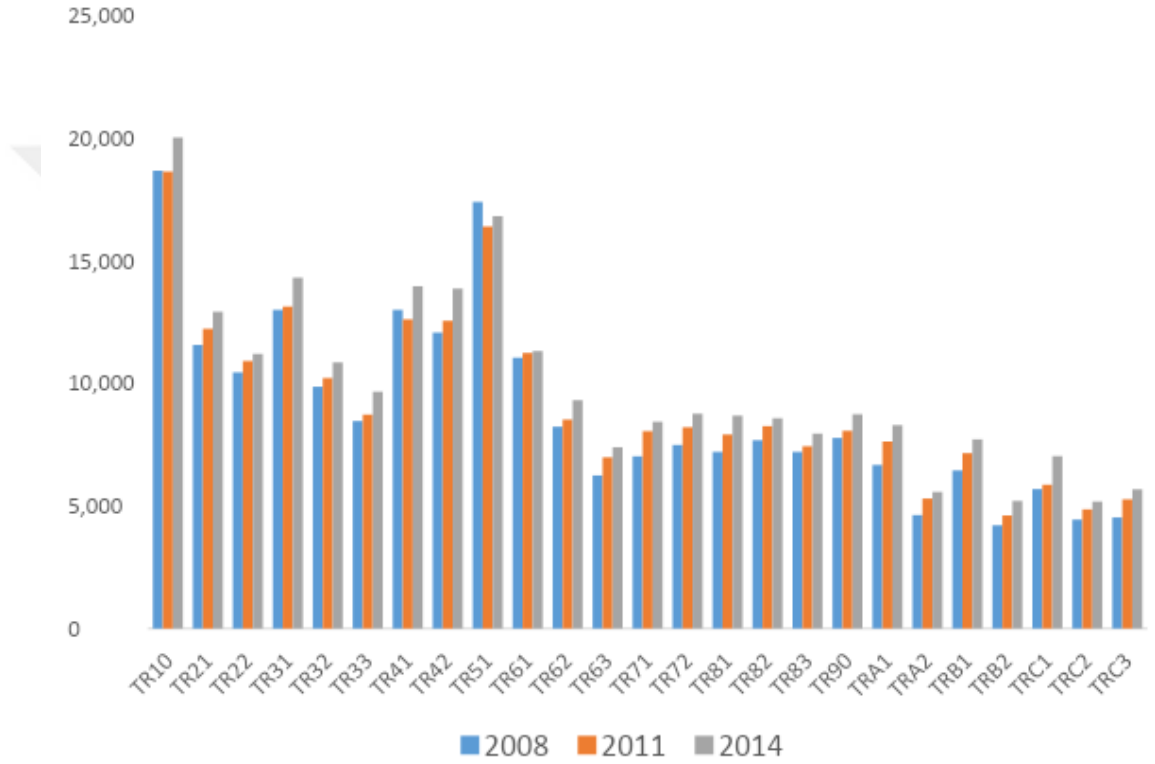
* Kişi başı GSYİH büyüme oranı ve kişi başı elektrik tüketimi artış oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir korelasyon bulunmaktadır (0,673).

“Tablo 3.1”de görüldüğü gibi il bazında Kişi Başı GSYİH ve Kişi Başı Elektrik Tüketimi değişkenlerine ilişkin ortalamalar sırasıyla 8.258,66 \$ ve 2.144,24 kWh’tır. Gelirin elektrik tüketimine bölünmesiyle hesaplanan enerji verimlilik oranına ilişkin ortalama değer 4,69 (\$/kWh)’dır. Kişi başı GSYİH’nın en yüksek olduğu il, 20.726,00 (\$) ile İstanbul iken en düşük olduğu il ise 2.726,00 (\$) ile Ağrı’dır. Çanakkale 8.565,00 (kWh) ile kişi başı elektrik tüketiminin en yüksek olduğu il iken Bingöl 443,00 (kWh) ile düşük olduğu ildir.

Avrupa Birliği (AB) istatistik bürosu tarafından AB’de üretilecek bölgesel istatistiklerde belirli bir sınıflandırma oluşturmak için AB İstatistik Bürosu tarafından İstatistik Bölge Birimleri Sınıflaması (İBBS) oluşturulmuştur. Türkiye de AB’ye aday bir ülke olduğu için gereklilikleri yerine getirmeye çalışmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre Türkiye’de Düzey 2 (26 alt bölge) bölgesi tanımlanmıştır. Bu bölgeler oluşturulurken ortak coğrafi alana sahip olması, aynı potansiyele sahip alanların bir araya getirilerek sınıflandırılması, kültürel ve sosyoekonomik olarak birbirine yakınlık ve benzer özellik gösteren iller olarak belirli kriterlere göre sınıflandırma yapılmıştır

(Şengül, Shiraz ve Eren, 2013: 77). Buna sınıflandırmaya göre Düzey 2 (26 alt bölge) Bölgeleri ek de “Ek 1”de verilmiştir.

İBBS-2 sınıflandırmasına göre 2008, 2011 ve 2014 yıllarına ait Kişi Başına GSYİH (\$) verilerinin Türkiye’deki 26 bölgeye ilişkin oranları “Grafik 3.1”de gösterilmiştir.

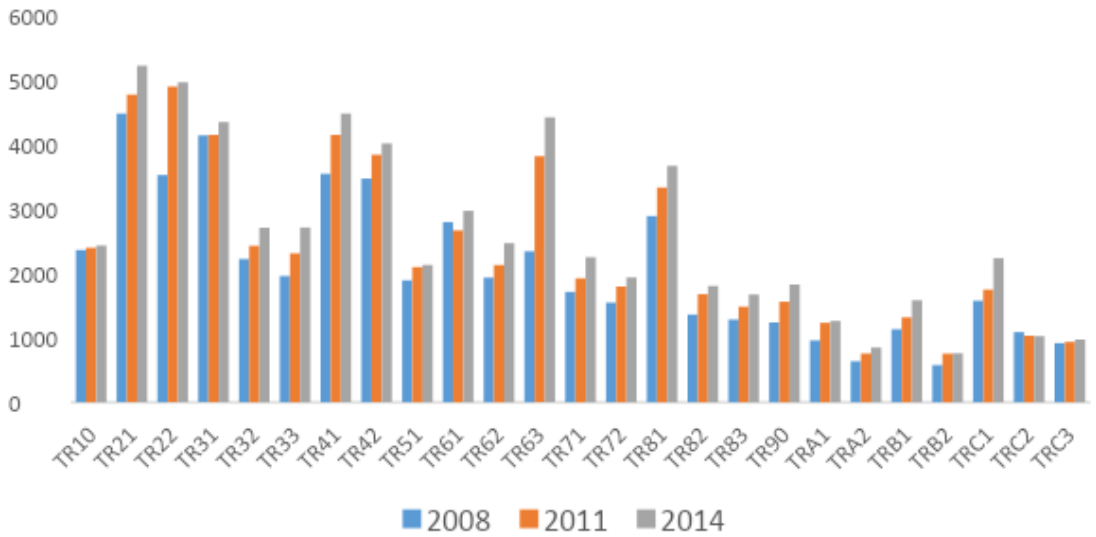


Grafik 3.1. 2008, 2011 ve 2014 Yıllarına ait Kişi Başına GSYİH (\$) Göstergeleri.
Kaynak: TÜİK.

“Grafik 3.1” incelendiğinde yıllar itibariyle bölge bazında en yüksek kişi başına GSYİH’ya sahip olan iki bölge sırasıyla TR10 (İstanbul) ve TR51 (Ankara) bölgesi iken en düşük kişi başına GSYİH’ya sahip bölgeler ise TRA2 (Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan), TRB2 (Van, Muş, Bitlis, Hakkâri), TRC2 (Şanlıurfa, Diyarbakır) ve TRC3 (Mardin, Batman, Şırnak, Siirt) bölgeleridir. İstanbul ve Ankara’nın konumları itibariyle sermaye kaynağına, pazar olanağına, ulaşım ağlarına ve sanayii alt yapısına diğer bölgelere göre daha fazla sahip olmaları ülke bazında yaratılan katma değerde daha yüksek pay sahibi olmalarına neden olmaktadır (Günaydın, 2013). Bu durum, İstanbul ve Ankara’nın neden

diğer bölgelere göre daha yüksek GSYİH'ya sahip olduğunu açıklamaktadır. Ayrıca, İstanbul sanayi sektöründe %29,0 pay ile 2017 yılında en yüksek paya sahipken Ankara %8,2 pay ile ikinci sırada yer almaktadır. Diğer taraftan en düşük GSYİH'ya sahip olan bölgelerimizin sanayi sektöründeki payları ise TRA2, TRB2, TRC2 ve TRC3 bölgeleri için sırasıyla %0,22 %0,51, %1,31 ve %0,82'dir. Grafik 3.1'e genel olarak bakıldığında tüm bölgelerde kişi başına GSYİH' da yıllar itibariyle bir artış olduğu görülmektedir (TÜİK, 2017).

İBBS-2 sınıflandırmasına göre 2008, 2011 ve 2014 yıllarına ait Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi (kWh) verilerinin Türkiye'deki 26 alt bölgeye ilişkin oranları "Grafik 3.2'de verilmiştir.



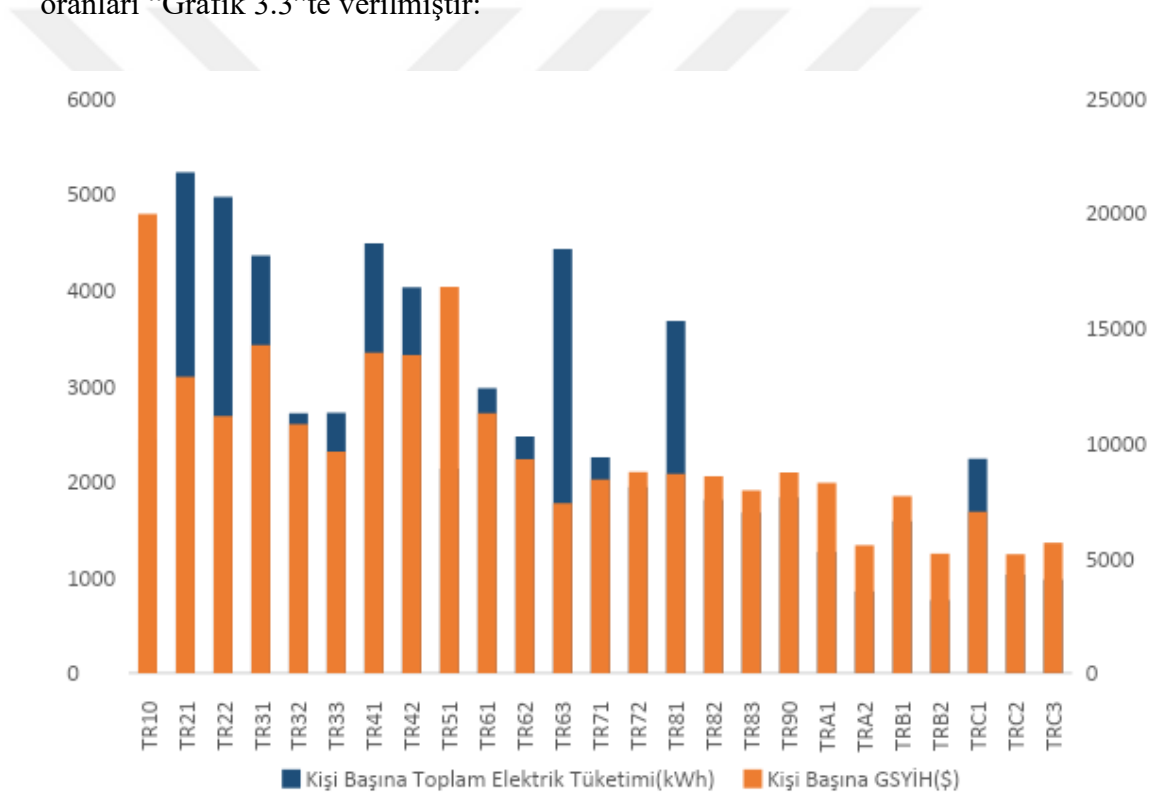
Grafik 3.2. Türkiye’de 2008, 2011 ve 2014 Yıllarına ait Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi (Kwh) Göstergeleri.

Kaynak: TÜİK.

“Grafik 3.2”ye göre kişi başına elektrik tüketiminde yıllar itibariyle en yüksek enerji tüketimine sahip olan bölgeler TR21 (Tekirdağ, Edirne, Kırklareli), TR22 (Balıkesir, Çanakkale), TR63 (Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye) ve TR81 (Zonguldak, Karabük, Bartın) iken, en düşük kişi başına elektrik tüketimine sahip olan bölgeler ise sırasıyla TRA2 (Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan), TRB2 (Van, Muş, Bitlis, Hakkâri) ve TRC3 (Mardin, Batman, Şırnak, Siirt) bölgeleridir. TR21, TR22, TR63 ve TR81 bölgeri

Türkiye’de sanayileşmiş bölgeler arasında yer almaktadır. Elektriğin sanayide kullanılan temel girdilerden biri olması bu bölgelerin yüksek elektrik tüketmesine neden olmaktadır (Nişancı, 2005: 108) Diğer taraftan TRA2, TRB2 ve TRC3 bölgelerinde sanayileşme yeterli düzeyde olmadığı gibi bu bölgelerde kayıp kaçak oranının yüksek olması, bu bölgelerin elektrik tüketiminin diğer bölgelere göre daha düşük olmasına yol açmaktadır (Özkan, 2010: 106).

İBBS-2 sınıflandırmasına göre 2014 yılına ait Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi (kWh) ve Kişi başına GSYİH (\$) verilerinin Türkiye’deki 26 alt bölgeye ilişkin oranları “Grafik 3.3”te verilmiştir:



Grafik 3.3. 2014 Yılına ait Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi (Kwh) ve Kişi Başına GSYİH(\$) Verilerinin Bölgesel Dağılımı.

Kaynak: TÜİK.

“Grafik 3.3”e bakıldığında kişi başına elektrik tüketiminin, kişi başına GSYİH’ya oranla daha düşük olduğu bölgeler TR10 ve TR51 iken, kişi başına elektrik tüketiminin, kişi başına GSYİH’ya oranla daha yüksek olduğu bölgeler TR21, TR22, TR63 ve TR81’dir. Bu durum enerji verimliliğinin tanımı gereği TR10 ve TR51 bölgelerinde

verimliliğinin yüksek, TR21, TR22, TR63 ve TR81 bölgelerinde ise düşük olduğunu göstermektedir. İstanbul ve Ankara'nın işgücü, sermaye, pazar olanağı, ulaşım ağı ve sanayi alt yapısı bakımından diğer bölgelere göre daha fazla imkâna sahip olması, bu bölgelerin hem GSYİH'larının yüksek olmasına hem de ülke bazında yaratılan GSYİH içinde daha yüksek pay sahibi olmalarına neden olmaktadır (Günaydın, 2013). Ayrıca, sanayi sektöründe ileri düzey teknolojilerin kullanılması, hem çıktı düzeyinin artmasına hem de elektrik tüketiminin diğer bölgelere göre daha düşük seviyede gerçekleşmesine yol açmaktadır. Bu durum enerji verimliliğinin İstanbul ve Ankara'da diğer bölgelere göre daha yüksek olmasını sağlamaktadır. Diğer taraftan, TR21, TR22, TR63 ve TR81 bölgelerinde araştırma-geliştirme faaliyetleri ve teknolojik gelişmenin yetersiz olmasından dolayı sanayi sektöründe kullanılan teknoloji seviyesinin düşük olması, bu bölgelerde hem çıktı düzeyini azaltarak bölge GSYİH'nın diğer bölgelere göre azalmasına hem de elektrik tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle enerji verimliliği diğer bölgelere oranla daha düşük düzeyde gerçekleşmektedir (Mucuk ve Uysal, 2009: 107).

7.2. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Kişi başına elektrik tüketimi artış oranı ile kişi başına GSYİH büyüme oranı arasındaki doğrusal olmayan ilişkide enerji verimliliğinin rolünün incelendiği bu çalışmada ilk olarak yatay kesitler (iller) arasındaki bağımlılık incelenmiştir. Bu çalışmada yatay kesit bağımlılığının varlığı, Breusch-Pagan (1980) tarafından bulunan ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) tarafından sapması düzeltilen LMadj (Adjusted Lagrange Multiplier) testiyle incelenmiş ve elde edilen sonuçlar "Tablo 3.2"de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

	LnKBGSYİH		LnKBET		Model
	Trendsiz	Trendli	Trendsiz	Trendli	
<i>CD_{BP}</i>	101,670***	99,605***	53,876***	55,289***	11.035,544***
<i>CD_{LM}</i>	12,448***	12,129***	5,073***	5,291***	96,841***
<i>CD</i>	-6,500***	-6,489***	-5,911***	-5,960***	97,294***
<i>LM_{adj}</i>	6,168***	4,053***	0,955	0,900	9,294***

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyelerini göstermektedir. *CD_{BP}*:Breusch ve Pagan 1980 testini, *CD_{LM}*:Pesaran 2004 *CD_{LM}* testini, *CD*:Pesaran 2004 *CD* testini and *LM_{adj}*:Sapması düzeltilmiş *CD* testini ifade etmektedir.

“Tablo 3.2”deki kişi başına GSYİH büyüme oranı ve kişi başına elektrik tüketim artış oranı serilerine ilişkin test istatistiklerine göre “yatay kesit bağımlılığı yoktur” şeklinde kurulan boş hipotez güçlü biçimde reddedilmiştir. Serilerde ve modelde yatay kesit bağımlılığının olduğuna karar verilmiştir. Bu sonuç illerden birine gelen bir şokun diğerlerini de etkilediğini göstermektedir.

7.3. Birim Kök Test Sonuçları

Yatay kesit bağımlılığının varlığı, analizin bazı aşamalarında uygulanacak testlerin seçiminde önem arz etmektedir. Öyle ki yatay kesit bağımlılığının varlığı halinde bu durumu dikkate alan ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada kullanılan serilerde yatay kesit bağımlılığının var olduğu tespit edildiği için serilerin durağanlığını sınamada ikincil nesil birim kök testlerinden Pesaran (2007) CADF testi tercih edilmiş ve sonuçları “Tablo 3.3” te gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Pesaran (2007) CADF Birim Kök Test Sonuçları

	Sabitli			Sabitli-Trendli				
	Test İst.	Kritik Değerler			Test İst.	Kritik Değerler		
		%1	%5	%10		%1	%5	%10
LnKBGSYİH	-2,230**	-2,290	-2,110	-2,010	-2,843**	-2,930	-2,700	-2,580
LnKBET	-2,411***	-2,290	-2,110	-2,010	-3,292***	-2,930	-2,700	-2,580

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

“Tablo 3.3”te elde edilen sonuçlara göre “serilerin birim kök içerdiği” şeklinde kurulan boş hipotez, kişi başına GSYİH büyüme oranı ve kişi başına elektrik tüketimi artış oranı serileri için reddedilmektedir. Bu durum serilerin düzey değerlerinde ($I(0)$) durağan olduklarını göstermektedir.

7.4. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Tahmin Sonuçları

Analizde kullanılacak değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olduklarının tespit edilmesiyle birlikte YGPR analizinin ilk aşaması olan doğrusal modelin doğrusal olmayan modele karşın test edilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu amaçla modelde doğrusallığın test edilmesi ve geçiş fonksiyonu sayısının belirlenmesi için Wald (LM), Fisher (LM_F) ve LRT (LRT) testleri hesaplanmış ve bu sonuçlar “Tablo 3.4” te gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Doğrusallık Testi Sonuçları

Eşik Değişkeni (<i>Efficiency</i>)	
H_0 : Doğrusal Model H_1 : En az bir eşik değişkenine sahip YGPR Model	
LM	13,853** (0,017)
LM_F	2,409** (0,036)
LRT	14,025*** (0,000)

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

“Tablo 3.4”teki LM , LM_F ve LRT test sonuçlarının %1 düzeyinde anlamlılığa sahip olduğu görülmekte ve bu sebeple sıfır hipotezi reddedilmektedir. Buna göre, modelin doğrusal olmayan en az bir eşik etkisi içerdiği yönündeki alternatif hipotez kabul edilmiştir. Yani kişi başı elektrik tüketimindeki artış oranı ile kişi başı GSYİH büyüme oranı arasındaki ilişkide enerji verimliliğinin rolüne dair oluşturulan model aracılığıyla, doğrusal olan modellerin kullanılmasının uygun olmayacağı tespit edilmiştir. Bu tespitten ardından bir sonraki aşama olan rejim sayısının belirlenmesine geçilmiştir. Uygun rejim sayısının belirlenmesi amacıyla LM , LM_F ve LRT testleri tekrar uygulanmış ve ulaşılan sonuçlar “Tablo 3.5”te gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Uygun Konum Parametre Sayısının Bulunması

Eşik Değişkeni (<i>Efficiency</i>)	
$H_0 : r = 1$ vs $H_1 : r = 2$	
<i>LM</i>	7,909 (0,161)
<i>LM_F</i>	1,355 (0,240)
<i>LRT</i>	7,964 (0,158)

“Tablo 3.5”teki sonuçlara göre modelin sıfır hipotezi reddedilememiştir. Bu sebeple modelin bir eşik etkisi içerdiğine ve iki rejimli YGPR modeli ile tahmin edilmesinin uygun olduğuna karar verilmiştir. Analizde bir sonraki aşamada kişi başına elektrik tüketimi artış oranı ile kişi başına GSYİH büyüme oranı arasındaki ilişkide enerji verimliliğinin rolü, iki rejimli YGPR modeliyle tahmin edilmiş ve tahmin sonuçları “Tablo 3.6”da gösterilmiştir.

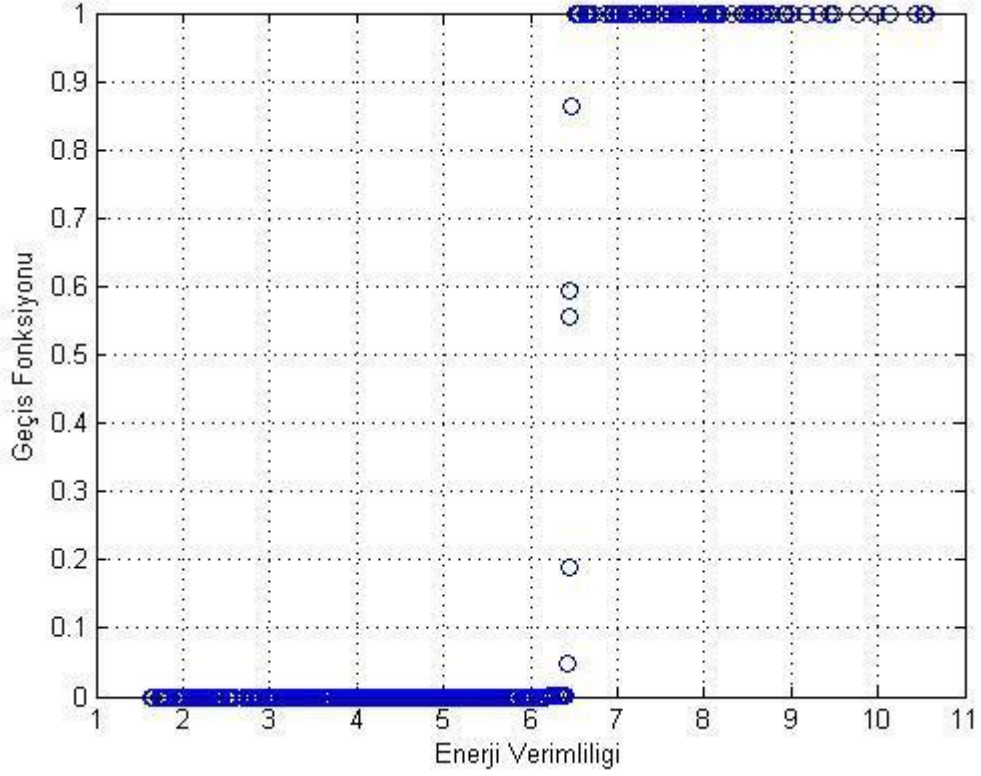
Tablo 3.6. YGPR Modeli Tahmin Sonuçları

Eşik Değişkeni (<i>Efficiency</i>)	Katsayılar
<i>LNKBET₁</i>	-0,141* (0,093)
<i>LNKBET₂</i>	0,502*** (0,104)
Konum Parametresi, θ	6,519
Geçiş Parametresi, γ	2,413

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyelerini göstermektedir. Parantez içerisindeki değerler heteroskedasitiye karşın modifiye edilmiş standart hataları göstermektedir.

“Tablo 3.6”da görüldüğü gibi geçiş katsayısının (eğim parametresi, $\gamma=2,413$) düşük değer alması rejimler arasındaki geçişin yumuşak olduğunu göstermektedir. Bu durum, YGPR modelinin EPR modeline indirgenemeyeceğini ifade etmektedir. Ayrıca, kişi başına elektrik tüketim artış oranı ile kişi başına GSYİH büyüme oranı arasındaki ilişkide rejimler arasındaki geçişin ani olmadığını, yavaş olduğunu ve bir süreç gerektirdiğini göstermektedir. Bu durum “Grafik 3.4”te gösterilmektedir. Diğer taraftan, modelde eşik

değişkeni olarak kullanılan enerji verimliliğine (*Efficiency*) ilişkin katsayı ise 6,519 olarak bulunmuştur.



Grafik 3.4. Enerji Verimliliğine İlişkin YGPR Modeli ile Elde Edilen Tahmini Geçiş Fonksiyonu.

Kaynak: Yazar tarafından MATLAB programı ile elde edilmiştir.

“Tablo 3.6”da Enerji verimlilik düzeyinin 6,519’un altında olduğu ilk rejimde kişi başına elektrik tüketimi artış oranına ilişkin tahmin edilen katsayı (β_0) %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif değer (-0,141) almaktadır. Enerji verimlilik düzeyinin 6,519’un üstünde olduğu ikinci rejimde ise β_0 ve β_1 ’in toplamı olarak ifade edilen ($\beta_0 + \beta_1$) kişi başına elektrik tüketimi artış oranına ilişkin tahmin edilen katsayı %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif değer (0,361) almaktadır. Ancak bu parametreler logit ve probit modellerde olduğu gibi doğrudan esneklik olarak yorumlanamamakta yalnızca işaretleri yorumlanabilmektedir. Bu katsayıların işaretinin ilk rejimde negatif (β_0), ikinci rejimde ise pozitif değer alması ($\beta_0 + \beta_1$) Türkiye’de il bazında kişi başına elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme

arasındaki ilişkinin belirli bir eşik enerji verimliliği düzeyinin altında negatif yönlü olduğunu, üzerinde ise pozitif yönlü olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda ulaşılan sonuçlar Aydın ve Esen (2018) tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarıyla uyumludur. Dolayısıyla bu çalışma ilgili literatüre paralel olarak enerji verimliliği seviyesine bağlı olarak kişi başına elektrik tüketimi artış oranı ile kişi başına GSYİH büyüme oranı arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı ve U şeklinde olduğu tezini doğrulamaktadır.

Sonuç olarak bulgular, elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini açıklamada enerji verimliliğinin önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Ayrıca elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde doğrusal olmayan bir etkiye sahip olduğunu açıklamaktadır. Bununla beraber, enerji verimlilik düzeyinin eşik değerin altında gerçekleşmesi, elektrik tüketimindeki artışın üretime (büyümeye) katkısının düşük olduğunu gösterirken, üzerinde ise üretime (büyümeye) katkısının yüksek olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Enerji, üretimde bir girdi olarak kullanılan ana faktörlerden biridir. Enerjinin üretim aşamasında kullanılması enerjiye olan talebi ve enerjiyi ithal eden ülkelerin dışa bağımlılığını artırmaktadır. Dışa bağımlılığı artan özellikle gelişmekte olan ülkelerin yaşam standartları düşmekte ve ekonomik büyümeleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Ülkelerin bu sorunları aşabilmek adına enerji tüketimlerini azaltmalarını zorunlu kılmaktadır. Ancak bu durum üretimde devamlılığı sağlayabilmek adına enerji kullanımını azaltmadan, aynı enerji miktarı ile daha fazla çıktı elde edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla enerjide dışa bağımlılığının azaltılması için enerji kullanımını azaltmadan üretimi artırmaya imkan veren enerjinin verimli kullanımı büyük önem arz etmektedir.

Enerji verimliliği, üretim miktarında bir azalma olmadan enerji tüketimlerinin azaltılması anlamına gelmektedir. Aynı zamanda enerji verimliliğini artırmak, tüm ülkelerin çevre ve enerji politikalarını belirlemede önemli bir role sahiptir. Diğer taraftan, enerji verimliliği, birim çıktı başına tüketilen enerji miktarı olarak tanımlanan enerji yoğunluğu kavramının tersidir. Bu durumda ülkelerin gelişmişlik seviyelerini yükseltmek adına enerji yoğunluğunu azaltıp, enerjiyi verimli kullanmaları gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de il bazında 2008-2014 dönemi itibariyle enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde enerji verimliliğinin rolünü Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modeli ile incelemektir. Modele dâhil edilen değişkenler, enerji tüketimini temsilen yıllık kişi başına toplam elektrik tüketimi (kWh), ekonomik büyümeyi temsilen sabit fiyatlarla yıllık kişi başı GSYİH (\$)’dır. Ayrıca, enerji verimliliği ise kişi başı GSYİH değişkeninin kişi başı toplam elektrik tüketimine bölünmesiyle yıllık olarak hesaplanan (\$/kWh) bir eşik değişkeni olarak modele dâhil edilmiştir.

Çalışmaya dâhil eden değişkenlere ilişkin ilk olarak, verilere yatay kesit bağımlılığı testi uygulanmıştır. Buna ilişkin yatay kesit bağımlılığının varlığı Breusch-Pagan (1980)

tarafından bulunan ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) tarafından sapması düzeltilen LMadj (Adjusted Lagrange Multiplier) testiyle incelenmiştir. Kişi başına GSYİH büyüme oranı ve kişi başına elektrik tüketim artış oranı serilerine ilişkin test istatistiklerine göre “yatay kesit bağımlılığı yoktur” şeklinde kurulan boş hipotez güçlü biçimde reddedilmiştir. Diğer bir ifadeyle değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında yapısal kırılmaları ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Pesaran (2007) CADF ikinci nesil panel birim kök testleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre “serilerin birim kök içerdiği” şeklinde kurulan boş hipotez reddedilmiş ve serilerin düzey değerde durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Analizin son aşaması, değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olduklarının tespit edilmesiyle birlikte Yumuşak Geçişli Panel Regresyon analizinin ilk aşaması olan doğrusal modelin doğrusal olmayan modele karşı test edilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu amaçla modelde doğrusallığın test edilmesi ve geçiş fonksiyonu sayısının belirlenmesi için Wald, Fisher ve LRT testleri hesaplanmıştır. Test sonuçlarına göre sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir. Böylelikle, modelin doğrusal olmayan en az bir eşik etkisi içerdiği alternatif hipotezi kabul edilmiş ve kişi başına elektrik tüketimi artış oranı ile kişi başına GSYİH büyüme oranı arasındaki ilişkide enerji verimliliğinin rolüne ilişkin modelde doğrusal olan modellerin kullanılmasının uygun olmayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Bir sonraki aşama olan doğrusal model hipotezinin reddedilmesiyle birlikte rejim sayısının belirlenmesi aşamasına geçilmiştir. Wald, Fisher ve LRT testleri tekrar edilerek, modelin “bir eşik etkisi içerdiği” sıfır hipotezi reddedilememiştir. Böylece modelde kişi başına elektrik tüketimi artış oranı ile kişi başına GSYİH büyüme oranı arasındaki ilişkide enerji verimliliğine dair bir eşik değerinin yer aldığı belirlenmiş ve iki rejimli YGPR modeli ile tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre enerji verimliliği oranına ilişkin tahmin edilen eşik değeri, % 6, 519 olarak bulunmuştur. Enerji verimlilik düzeyinin 6,519’un altında olduğu ilk rejimde kişi başına elektrik tüketimi artış oranına ilişkin tahmin edilen katsayı %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif değer (-0,141) almaktadır. Enerji verimlilik düzeyinin 6,519’un üstünde olduğu

ikinci rejimde ise her iki katsayının toplamı olarak ifade edilen kişi başına elektrik tüketimi artış oranına ilişkin tahmin edilen katsayı %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif değer (0,361) almaktadır. Ancak bu modellerin sadece işaretleri yorumlanabilmektedir. Dolayısıyla enerji verimliliği eşik seviyesinin altında iken, enerji tüketimi ekonomik büyümeyi olumsuz etkilerken, bu eşik seviyesinin üzerinde enerji tüketimi ekonomik büyümeyi olumlu etkilemektedir. Diğer bir deyişle, verimli kullanılmayan bir enerjinin ekonomik büyümeyi artırmaktan ziyade olumsuz sonuçlar doğurduğu görülmektedir. Sonuç olarak enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin doğrusal olmayıp, U şeklinde olduğunu bizlere göstermektedir. Literatüre bakıldığında Karhan (2016), çalışmasında enerji yoğunluğunu eşik olarak kullanmış ve enerji yoğunluğunun enerji verimliliğinin tersi olduğu düşünüldüğünde, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde ters U şeklinde bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Aydın ve Esen (2018)'in enerji yoğunluğuna ilişkin çalışmalarında ise ters U şeklinde bir ilişkinin varlığı sonuçlarla tutarlı olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinde enerji verimliliğinin büyük bir rol oynadığı görülmektedir. Enerji tüketiminin ekonomik büyümeye olan etkisine ilişkin enerji verimliliği seviyesinin dikkate alınması gerekmektedir. Sürdürülebilir büyüme bağlamında politika yapıcılar, enerjiyi daha verimli kullanabilmek adına teknolojik gelişmeleri teşvik etmeli ve buna dair çevre ve enerji politikaları geliştirmelidir.

KAYNAKÇA

- ABLABEKOVA, A. (2008) “İktisadi Etkinlik Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Fosil Yakıtlar İle Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi, S.B.E.** İstanbul.
- ACARAVCI, A.; I. ÖZTÜRK (2010a) “Electricity Consumption-Growth Nexus: Evidence From Panel Data For Transition Countries”, **Energy Economics**, Vol. 32, No. 3, pp. 604-608.
- ACARAVCI, A.; I. ÖZTÜRK (2010b) “On The Relationship Between Energy Consumption, CO 2 Emissions and Economic Growth İn Europe”, **Energy**, Vol. 35, No. 12, pp. 5412-5420.
- AĞIR, H.; M. KAR (2010) “Türkiye’de Elektrik Tüketimi Ve Ekonomik Gelişmişlik Düzeyi İlişkisi: Yatay Kesit Analizi”, **Sosyoekonomi**, Cilt, 6, Sayı 12, ss. 149-175.
- AKAY, E. Ç.; R. ABDİEVA, Z. OSKONBAEVA (2015) “Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki Nedensel İlişki: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği”, **In International Conference on Eurasian Economies**, Vol. 2, ss. 628-636.
- AKDAĞLI, B. (2017) “Avrupa Ülkelerinde Sektörel Enerji Verimliliği Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”, Yüksek Lisans Tezi, **Mersin Üniversitesi, S.B.E.** Mersin.
- AKGÜL, M. K. (2012) “Enerji Verimliliğinde “Toplam Faktör Verimliliği” Yaklaşımı ve Bunun Türkiye’de Uygulanabilirliği”, **Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi**, Cilt 24, Sayı 277, ss. 34-39.
- AKPINAR, E.; A. BAŞIBÜYÜK (2011) “Jeoekonomik Önemi Giderek Artan Bir Enerji Kaynağı: Doğalgaz”, **Electronic Turkish Studies**, Cilt 6, Sayı 3, ss. 119-136.
- AKPOLAT, A. G.; N. ALTINTAŞ (2013) “Enerji Tüketimi İle Reel Gsyih Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi: 1961-2010 Dönemi”, **Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi**, Cilt 8, Sayı 2, ss.115-127.
- ALAM, S. M. (2006) “Economic Growth With Energy”, **MPRA Munich Personal RePec Archive Paper**, Sayı 1260, ss. 1-25.
- ALDEMİR, Ş.; Ş. KAYPAK (2008) “Eko-Ekonomi” Kavramı Ve Türkiye İçin Bölgesel Ölçekli Bir Değerlendirme”, **2. Uluslararası İktisat Kongresi**, 20–22 Şubat 2008, İzmir.
- ALMA, H. (2009) “1980-2007 Yılları Arasında Türkiye’de Sanayi Üretimi ile Enerji Tüketimi İlişkisi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi. S.B.E.** Ankara.

- ALTINAY, G.; E. KARAGÖL (2005) “Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey”, **Energy Economics**, Vol. 27, No.6, pp. 849-856.
- ALTINAY, G.; E. KARAGÖL (2004) “Structural Break, Unit Root, And The Causality Between Energy Consumption and Gdp in Turkey”, **Energy Economics**, Vol. 26, No. 6, pp. 985-994.
- ALTINTAŞ, H.; Ö. KOÇBULUT (2014) “Türkiye’de Elektrik Tüketiminin Dinamikleri Ve Ekonomik Büyüme: Sınır Testi Ve Nedensellik Analizi”, **Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Sayı 43, ss. 37-65.
- APERGİS, N.; J.E. PAYNE (2010) “Energy consumption and growth in South America: Evidence from a panel error correction model”, **Energy Economics**, Vol. 32, No. 6, pp. 1421-1426.
- APOSTOLAKİS, B. E. (1990) “Energy-Capital Substitutability/Complementarity: The Dichotomy”, **Energy Economics**, Vol. 12, No. 1, pp. 48-58.
- ATAMAN, A. R. (2007) “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Ankara Üniversitesi, S.B.E.** Ankara.
- AYDIN, B. (2018) “Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Avrupa Birliği ve Türkiye Üzerine Ampirik Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi, S.B.E.** Ankara.
- AYDIN, C.; F. G. ODABAŞIOĞLU (2013) “Makroekonomik Belirsizlik ve Risk Altında Yatırım Kararları: Türkiye Örneği”, **Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 4, Sayı 2, ss.45-67.
- AYDIN, C.; Ö. ESEN (2016) “Threshold effects of energy consumption on economic growth in Turkey”, **Journal of Environmental Management & Tourism**, Vol. 7, No. 3.15, pp. 370-382.
- AYDIN, C.; Ö. ESEN (2017a) “Does Too Much Energy Consumption Harm Economic Growth for Turkish Republics in The Transition Process? New Evidence on Threshold Effects”, **International Journal of Energy Economics and Policy**, Vol. 7, No. 2, pp. 34-43.
- AYDIN, C.; Ö. ESEN (2017b) “The Validity Of The Environmental Kuznets Curve Hypothesis For CO2 Emissions in Turkey: New Evidence From Smooth Transition Regression Approach”, **Mustafa Kemal University Journal of Social Sciences Institute**, Vol. 14, pp. 101-116.
- AYDIN, C.; Ö. ESEN (2018) “Does the level of energy intensity matter in the effect of energy consumption on the growth of transition economies? Evidence from dynamic panel threshold analysis”, **Energy Economics**, Vol. 69, pp. 185-195.

- AYRES, R.; J.C. BERGH (2005) “A Theory Of Economic Growth With Material/Energy Resources and Dematerialization: Interaction Of Three Growth Mechanisms”, **Ecological Economics**, Sayı 55, ss. 96-118.
- BAİ, J.; S. NG (2004) “A Panic attack on unit roots and cointegration”, **Econometrica**, Vol. 72, Issue 4, pp.1127-1177.
- BAKIRTAŞ, İ.; M.A. ÇETİN (2016) “Yenilenebilir Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri”, **Sosyoekonomi**, Cilt 24, Sayı 2.
- BAYRAKTUTAN, Y.; S. UÇAK (2011) “Ekolojik İktisat Ve Kalkınmanın Sürdürülebilirliği”, **Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)**, Cilt 3, Sayı 4.
- BAYRAMOĞLU, T. (2013) “Biyokütle Enerjisi ve Yerel Ekonomik Kalkınma: TRA1 Bölgesinde (Erzurum-Erzincan-Bayburt) Biyokütle Potansiyeli ve Etkileri Üzerine Bir Saha Araştırması”, Doktora Tezi, **Atatürk Üniversitesi, S.B.E.** Erzurum.
- BERBER, M. (2006) **İktisadi Büyüme ve Kalkınma; Teori- Politika-Uygulama**, Trabzon, Derya Kitapevi Yayınları.
- BERNARDİNİ, O.; R. GALLİ (1993) “Dematerialization: Long-Term Trends In The Intensity Of Use Of Materials And Energy”, **Futures**, Vol. 25, No. 4, pp. 431-448.
- BERNDT, E. R.; D. O. WOOD (1975) “Technology, Prices, and the Derived Demand for Energy”, **Review of Economics and Statistics**, Vol. 57, No. 3, pp. 376-384.
- BİRİNCİ, A. (2010) “Türkiye için Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Çevre Kirliliği Uzun Dönem İlişkisi”, Yüksek Lisans Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi, S.B.E.** Trabzon.
- BOZKURT, A.U. (2008) “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi. **Dokuz Eylül Üniversitesi. S.B.E.** İzmir.
- BREİTUNG, J. (2005) “A Parametric Approach To The Estimation of Cointegration Vectors in Panel Data”, **Econometric Reviews**, vol. 24, Issue 2, pp. 151-173.
- BREUER, J. B.; R. MCNOWN, M. WALLACE (2002) “Series-specific unit root tests with panel data”, **Oxford Bulletin Of Economics And Statistics**, vol. 64, Issue 5, pp. 527-546.
- BREUSCH, T. S.; A. R. PAGAN (1980) “The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics”, **The Review of Economic Studies**, vol. 47, Issue 1, pp. 239-253.

- BROADSTOCK, D.; L. HUNT, L.; S. SORRELL (2007) “UKERC Review of evidence for the rebound effect: Technical report 3: Elasticity of substitution studies”, **Surrey Energy Economics Centre**.
- BROOKES, L. (1990) “The Greenhouse Effect: The Fallacies in the Energy Efficiency Solution”, **Energy Policy**, Vol. 18, No. 2, pp. 199-201.
- BÜYÜKDENİZ, A. (2018) “Teknoloji Yoğunluğuna Göre Dış Ticaret Ve Kur İlişkisi: Panel Veri Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, **Ankara Üniversitesi, S.B.E.** Ankara.
- CARRION-İ-SILVESTRE, J. L.; T. D. BARRIO-CASTRO, E. LOPEZ-BAZO (2005) “Breaking the panels: an application to the GDP per capita”, **The Econometrics Journal**, vol. 8, Issue 2, pp.159–175.
- CHENG, B.S. (1995) “An Investigation of Cointegration and Causality Between Energy Consumption and Economic Growth. **The Journal of Energy and Development**”, Vol. 21, No. 1, pp. 73-84.
- CHOİ, I. (2001) “Unit Root Tests For Panel Data”, **Journal of international money and Finance**, Vol. 20, Issue 2, pp. 249-272.
- CLEVELAND, C. J.; R. COSTANZA, C.A. HALL, R. KAUFMANN (1984) ”Energy And The US Economy: A Biophysical Perspective”, **Science**, Vol. 225, No. 4665, pp. 890-897.
- ÇAĞAL, F.E. (2009) “Biyokütle Enerjisi Potansiyelinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi, S.B.E.** İstanbul.
- ELLIOT, G.; S.Y. TÜRKMEN ve Ö. ÇAKIR (2013) “Enerji ve Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişki: Türkiye Açısından Bir Uygulama”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, Sayı 58, ss. 161-174.
- ÇUKURÇAYIR, M. A.; H. SAĞIR (2008) “Enerji Sorunu, Çevre Ve Alternatif Enerji Kaynakları” **Selçuk Üniversitesi SBE Dergisi**, Cilt 20, ss. 257-278.
- DALY, H. E. (2007) “Ecological Economics And Sustainable Development”, **Edward Elgar Publishing**.
- DEMİRER, A. (2017) “Güneş Enerjisi Santrali Yer Seçimi Probleminin Analitik Hiyerarşi Prosesi Yardımı İle Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Beykent Üniversitesi, S.B.E.** İstanbul.
- DOĞAN, B. (2010) “Enerji Tüketimi- Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1980-2008)”, Yüksek Lisans Tezi, **Selçuk Üniversitesi, S.B.E.** Konya.

- DOYAR, B.V. (2015) “Enerji Tüketimi – Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Ekonomisi Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, **Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, S.B.E.** Nevşehir.
- DUMRUL, Y. (2011) “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Teori ve Türkiye Uygulaması”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, **Erciyes Üniversitesi, S.B.E.** Kayseri.
- ELLIOTT RJR.; P. SUN, S. CHEN (2012) “Growth, FDI and energy intensity: evidence form Chinese cities”, **Online available**, “Çevrimiçi”, at: <http://www.nottingham.ac.uk/gep/documents/conferences/2011/china-conf-november/puyang-sun.pdf>, Erişim 05/11/2018.
- ENGİN, P. (2018) “Türkiye’de Enerji Yönetim Sistemi Uygulamalarının Sanayi Kuruluşları Ve Sanayide Enerji Verimliliği Projeleri Açısından Etkinliklerinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Hacettepe Üniversitesi. S.B.E.** Ankara.
- ERDOĞAN, S.; Ş. CANBAY (2016) “İktisadi Büyüme ve Araştırma & Geliştirme (Ar-Ge) Harcamaları İlişkisi Üzerine Teorik Bir İnceleme”, **Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 4, Sayı 2, ss. 29-44.
- EROL, U.; E.S. YU (1987) “On The Causal Relationship Between Energy and Income for Industrialized Countries”, **The Journal of Energy and Development**, Vol.13, No. 1, pp. 113-122.
- ERSOY, A. Y. (2010) “Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi”, **Akademik Bakış Dergisi**, Sayı 20, ss. 1-11.
- FİDAN, A. (2006) “Türkiye’de Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi, S.B.E.** Ankara.
- FİŞHER-VANDEN, K.; G. JEFFERSON, H. LİU, Q. TAO (2004) “What is Driving China’s Decline in Energy Intensity?”, **Resource and Energy Economics**, Vol. 26, No. 1, pp. 77-97.
- FOUQUAU, J.; C. HURLİN, I. RABAUD (2008) “The Feldstein–Horioka Puzzle: A Panel Smooth Transition Regression Approach”, **Economic Modelling**, Cilt 25, Sayı 2, ss. 284-299.
- FRONDEL, M.; C.M. SCHMİDT (2002) “The Capital-Energy Controversy: An Artifact Of Cost Shares?”, **The Energy Journal**, pp. 53-79.
- GHALİ, K. H.; M.I. EL-SAKKA (2004) “Energy Use and Output Growth İn Canada: A Multivariate Cointegration Analysis”, **Energy Economics**, Volume 26, No. 2, pp. 225-238.

- GHOSH, S. (2002) "Electricity Consumption and Economic Growth in India", **Energy Policy**, Vol. 30, No. 2, pp. 125-129.
- GONZÁLEZ, A.; T. TERÄSVİRTA, D. VAN DIJK (2005) **Panel smooth transition regression. Dava.**
- GÖÇER, İ.; M. MERCAN, H. HOTUNLUOĞLU (2012) "Seçilmiş OECD Ülkelerinde Cari İşlemler Açığının Sürdürülebilirliği: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Çoklu Yapısal Kırılmalı Panel Veri Analizi", **Maliye Dergisi**, Cilt 163, ss. 449-470.
- GÖVDELİ, T. (2018) "Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi", Doktora Tezi, **Gaziantep Üniversitesi, S.B.E. Gaziantep.**
- GREENING, L. A.; D. L. GREENE, C. DIFIGLIO (2000) "Energy Efficiency and Consumption-The Rebound Effect-A Survey", **Energy Policy**, Vol. 28, pp. 389-401.
- GRİFFİN, J. M. (1979) "Energy Conservation in the OECD:1980-2000", **Cambridge M.A.: Ballinger Publishers.**
- GÜLOĞLU, B.; Ş. NAZLIOĞLU (2013) "Impacts of Inflation on Agricultural Prices: Panel Smooth Transition Regression Analysis", **Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi**, Cilt 1, Sayı 1.
- GÜNER, B. (2018) "Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Dinamik Bir Analiz", Yüksek Lisans Tezi, **Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, S.B.E. Erzincan.**
- GÜNŞOY, G. (2013) "Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkışı ve Nedenleri", Güler GÜNŞOY ve M. Tuba AKTAŞ (ed.), Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi, Eskişehir, **Anadolu Üniversitesi Yayınları**, No: 2933, ss. 2-52.
- GÜRBÜZ, S. (2012) "Türkiye’de Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Ampirik Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi. **Selçuk Üniversitesi, S.B.E. Konya.**
- GÜRKAN, M. (2009) "Petrol Piyasaları ve Petrol Fiyatlarının Finansal Piyasalar Üzerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi, S.B.E. İstanbul.**
- GÜRŞOY, U. (2004) "**Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**", Ankara, Türk Tabipler Birliği Yayınları.
- HADRI, K. (2000) "Testing For Stationarity In Heterogeneous Panel Data", **The Econometrics Journal**, vol. 3, Issue 2, pp.148-161.
- HANSEN, B. E. (1999) "Threshold Effects In Non-Dynamic Panels: Estimation, Testing, And Inference", **Journal Of Econometrics**, Cilt 93, Sayı 2, ss. 345-368.

- HERRERÍAS, M.J.; R. JOYEUX, E. GİRARDİN (2013) “Short-and long-run causality between energy consumption and economic growth: Evidence across regions in China”, **Applied Energy**, Vol.112, pp.1483-1492.
- HU, J.; S. WANG, (2006) “Total-Factor Energy Efficiency of Regions in China”, **Energy Policy**, Vol. 34, No 17, pp. 3206-3217.
- HUANG, B. N.; M. J. HWANG, C. W. YANG (2008) “Does More Energy Consumption Bolster Economic Growth? An Application Of The Nonlinear Threshold Regression Model” **Energy Policy**, Vol. 36, Issue 2, pp.755-767.
- HUDSON, E. A.; D. W. JORGENSON. (1974) “US Energy Policy and Economic Growth, 1975-2000”. **Bell Journal of Economics and Management Science**, Vol. 5, No. 2, pp. 461-514.
- IM, K. S.; M. S. PESARAN, Y. SHİN (2003) “Testing for unit roots in heterogeneous panels”, **Journal of econometrics**, vol. 115, Issue 1, pp.53-74.
- IYKE, B.N. (2015) “Electricity Consumption And Economic Growth in Nigeria: A Revisit of The Energy-Growth Debate”, **Energy Economics**, Vol. 51, pp.166-176.
- İPEK, N.; H. YEŞİL, M. KADIOĞLU, K. SIKIK, O. SAKARYA, A.N., İŞIKLI, T. CANPOLAT, M. ÖZDEMİR, Ö. TORAMAN, VE B.E. TÜRKAY (2012), “Enerji Verimliliği Raporu”, **TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası**, Ankara.
- JİANG, L.; H. FOLMER, M. Jİ, (2014) “The Drivers Of Energy İntensity in China: A Spatial Panel Data Approach”, **China Economic Review**, Vol. 31, pp. 351-360.
- JUDSON, R. A.; R. SCHMALENSEE, T. M. STOKER, (1999) “Economic development and the structure of the demand for commercial energy”, **The Energy Journal**, pp. 29-57.
- KAR, M.; E. KINIK (2008) “Türkiye’de Elektrik Tüketimi Çeşitleri Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi”, **Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi**, Cilt 10, Sayı 2. ss. 333-353.
- KAR, M.; S. TABAN (2003) “Kamu Harcama Çeşitlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisi”, **Ankara Üniversitesi SBF Dergisi**, Cilt 58, Sayı3, ss. 159-175.
- KARAHAN, M. (2014) “Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İçin Türkiye Üzerine Bir Modelleme”, **Uludağ Üniversitesi, S.B.E. Bursa**.
- KARHAN, G. (2016) “Enerji Yoğunluğu Ve Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişkinin Analizi: Brics-T Ülkeleri Üzerine Bir İnceleme”, Doktora Tezi, **İnönü Üniversitesi, S.B.E. Malatya**.

- KARHAN, G. (2016) “Enerji Yoğunluğu Ve Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişkinin Analizi: BRİCS-T Ülkeleri Üzerine Bir İnceleme”, Doktora Tezi, **İnönü Üniversitesi, S.B.E.** Malatya.
- KARHAN, G.; M. SİLİNİR, M. ÇAYIN, N. AYDENİZ, (2012) “Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği”, **Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi**, Cilt 2, Sayı 1.
- KARLUK, R. S. (2009) **Uluslararası Ekonomi (Teori-Politika)**, 10. bs., İstanbul, Beta Basım Yayınları.
- KARLUK, S. R. (2007) “Cumhuriyet’in İlanından Günümüze Türkiye Ekonomi ’sinde Yapısal Dönüşüm”, 11. bs., İstanbul, Beta Kitabevi.
- KAUFMANN, R. K. (1992) “A Biophysical Analysis of the Energy/Real GDP Ratio: Implications for Substitution and Technical Change”, **Ecological Economics**, Vol. 6, pp. 35-56.
- KAVAK, K. (2005) “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayiinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi”, Uzmanlık Tezi, **Devlet Planlama Teşkilatı**.
- KESKİN, M. Ü.; H. ÜNLÜ, (2010) “Türkiye’de Enerji Verimliliğim Durumu Ve Yerel Yönetimlerin Rolü”, **Heinrich Böll Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği**, İstanbul, Sena Offset.
- KHAZZOOM, D. J. (1980), “Economic Implications of Mandated Efficiency Standards for Household Appliances”, **Energy Journal**, Vol. 1, No. 4, pp. 21-39.
- KİBRİTÇİOĞLU, A. (1998) “İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri”, **AÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi**, Cilt 53, Sayı (1-4), ss. 207-230.
- KOÇ, A.D. (2018) “Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Din Perspektifine Göre İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Nevşehir Hacıbektaş Veli Üniversitesi, S.B.E.** Nevşehir.
- KOÇAK, A. (2001) “Türkiye’de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli”, **Türkiye III. Enerji Sempozyumu**, 5-6 Aralık, Küreselleşmenin Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları, TMMOB, EMO, Ankara.
- KOÇAK, E. (2012) “Türkiye’nin Enerji Tüketimi İle Karbondioksit Emisyonu Arasındaki İlişkinin Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı Çerçevesinde Değerlendirilmesi” Yüksek Lisans Tezi, **Erciyes Üniversitesi, S.B.E.** Kayseri.

- KÜLÜNK, İ. (2013) “Enerji Verimliliği Ve Karbon Salınımı Çerçevesinde Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği”, Yüksek Lisans Tezi. **Abant İzzet Baysal Üniversitesi S.B.E.** Bolu.
- LEE, C. C.; C. P. CHANG (2007) “Energy consumption and GDP revisited: a panel analysis of developed and developing countries”, **Energy Economics**, Vol. 29, Issue 6, pp. 1206-1223.
- LEE, C.C.; C.P. CHANG (2007) “The Impact Of Energy Consumption On Economic Growth: Evidence From Linear and Nonlinear Models in Taiwan”, **Energy**, Vol. 32, No. 12, pp. 2282-2294.
- LEVİN, A.; C. F. LİN, C. S. J. CHU (2002) “Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample propertie”, **Journal of econometrics**, vol. 108, Issue 1, pp.1-24.
- LUCAS JR, R. E. (1988) “On The Mechanics of Economic Development”, **Journal of Monetary Economics**, Vol. 22, No. 1, pp. 3-42.
- MADDALA, G. S.; S. WU (1999) “A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test”, **Oxford Bulletin Of Economics And Statistics**, Vol. 61, Issue 1, pp.631-652.
- MANGA, M. (2013) “Türkiye’de Sanayi Ve Konut Sektöründe Petrol Ve Elektrik Tüketimi Üzerine Ampirik Bir Analiz”, Yüksek Lisans Tezi, **Gaziantep Üniversitesi S.B.E.** Gaziantep.
- MERAL, M.E., TEKE, A., M. TÜMAY (2009) “Elektrik Tesislerinde Enerji Verimliliği”, **Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, Cilt 14, Sayı: 1, ss. 31-37.
- MERCAN, M. (2014) “Feldstein-Horioka Hipotezinin AB-15 ve Türkiye Ekonomisi için Sınanması: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Yapısal Kırılmalı Dinamik Panel Veri Analizi”, **Ege Academic Review**, Cilt 14, Sayı 2.
- MOZUMDER, P.; A. MARATHE (2007) “Causality Relationship Between Electricity Consumption And GDP İn Bangladesh”, **Energy Policy**, Vol. 35, No. 1, pp. 395-402.
- MUCUK, M.; D. UYSAL (2009) “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, **Maliye Dergisi**, Sayı 157, ss. 105-115.
- MUCUK, M.; D. UYSAL (2009) “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme”, **Maliye Dergisi**, Cilt 157, ss.105-115.
- NALBANT, O. (2005) “Nükleer Enerji, Toryum Elemekti ve Türkiye İçin Önemi”, **Kara Harp Okulu Bilim Dergisi**, ss. 59-69.

- NİŞANCI, M. (2005) “Türkiye’de Elektrik Enerjisi Talebi Ve Elektrik Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki”, **Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi**, Cilt, 5, Sayı 9, ss. 107-121.
- OK, S. (2008) “Ekonomik Büyüme ile İstihdam Arasındaki İlişkinin Zayıflama Nedenleri ve Bu İlişkinin Güçlendirilmesinde İŞKUR’UN Rolü”, Uzmanlık Tezi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, **Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü**, Ankara.
- OLGUN, B.; O. KURTULUŞ, S. GÜLTEK, H. A. HEPERKAN (2009) “Enerji Verimliliği ve Türkiye’deki Mevzuat”, **IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi**, 6-9.
- OUEDRAOGO, N.S. (2013) “Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From The Economic Community Of West African States (ECOWAS)”, **Energy Economics**, Vol. 36, pp. 637-647.
- ÖZATA, E. (2010) “Türkiye’de Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Ekonometrik İncelemesi”, **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Sayı 26.
- ÖZKAN, A. F. (2010) “Türkiye’de Enerji Sektörüne İlişkin 10 Temel Sorun Alanı”, **Rekabet Dergisi**, Cilt 11, Sayı 2, ss. 83-139.
- ÖZNUR, F.D. (2009) “Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul Ve Esaslar Hakkında Yönetmelik ve Gelişme Alanları”, **Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü**, 09.04.2009.
- ÖZSAĞIR, A. (2008) “Dünden Bugüne Büyümenin Dinamiği”, **Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi**, Sayı 1, ss.332-347.
- ÖZTÜRK, H.; B. YAŞAR ve Ö. EREN (2010) “Tarımda Enerji Kullanımı ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, **Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi**, Ankara. 11-15 Ocak.
- ÖZTÜRK, I.; A. ASLAN, H. KALYONCU (2010) “Energy Consumption And Economic Growth Relationship: Evidence From Panel Data For Low And Middle Income Countries”, **Energy Policy**, Vol. 38, No.8, pp. 4422-4428.
- PAUL, S.; R.N. BHATTACHARYA (2004) “Causality Between Energy Consumption And Economic Growth İn India: A Note On Conflicting Results”, **Energy Economics**, Vol. 26, No. 6, pp. 977-983.
- PESARAN, M. H. (2004) “General diagnostic tests for cross section dependence in panels”, **Papers**.

- PESARAN, M. H. (2007) “A Simple Panel Unit Root Test In The Presence Of Cross-Section Dependence”, **Journal Of Applied Econometrics**, Vol. 22, Issue 2, pp.265-312.
- PESARAN, M. H.; A. ULLAH, T. YAMAGATA (2008) “A bias-adjusted LM test of error cross-section independence”, **The Econometrics Journal**, vol. 11, Issue 1, pp.105-127.
- PİRLOGEA, C.; C. CİCEA (2012) “Econometric Perspective of The Energy Consumption and Economic Growth Relation in European Union”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol.16, No. 8, pp. 5718-5726.
- POLAT, Ö.; E.E. USLU, A. G. S. SAN (2011) “Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 16, Sayı 1, ss.349-362.
- ROMER, P. M. (1986) “Increasing Returns and Long-Run Growth”, **Journal of Political Economy**, Vol. 94, No. 5, pp. 1002-1037.
- SAATÇIOĞLU, C.; İ. KÜÇÜKAKSOY (2004) “Türkiye Ekonomisinin Enerji Yoğunluğu Ve Önemli Enerji Taşıma Projelerinin Ekonomiye Etkisi”, **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Sayı 11, ss.19-39.
- SARAÇOĞLU, N. (2002) “Türkiye’nin Geleceği -için Temiz Enerji: Biyokütle”, **IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu**, İstanbul.
- SARIBAŞ, E. (2015) “Türkiye'deki Enerji Kaynakları ve İzlenen Enerji Politikaları”, Yüksek Lisans Tezi, **Niğde Üniversitesi, S.B.E. Niğde**.
- SCHURR, S.; B. NETSCHERT (1960) “Energy and the American Economy, 1850-1975”, **Baltimore: Johns Hopkins University Press**.
- ŞENGÜL, Ü.; S.E. SHİRAZ, M. EREN (2013) “Türkiye’de İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflamasına Göre Düzey 2 Bölgelerinin Ekonomik Etkinliklerinin VZA Yöntemi ile Belirlenmesi ve Tobit Model Uygulaması”, **Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Yönetim Bilimleri Dergisi**, Cilt 11, Sayı 21,ss. 75.
- SHAHBAZ, M.; H.H. LEAN (2012) “The Dynamics of Electricity Consumption and Economic Growth: A Revisit Study of Their Causality in Pakistan”, **Energy**, Vol. 39, No. 1, pp.146-153.
- SORRELL, S.; J. DİMİTROPOULOS (2007) “Energy Productivity and Economic Growth Studies”, **UKERC Working Paper**, 13, 1-153.
- STERN, D. I. (2003) “Energy and Economic Growth”, pp.1-50.

- STERN, D. I.; C. J. CLEVELAND, (2004) “Energy and Economic Growth”, **Rensselaer Working Papers in Economics**, ss. 1-42.
- STERN, D.I. (2000) “Multivariate Cointegration Analysis of The Role of Energy in The US Macroeconomy”, **Energy Economics**, Vol. 22, No. 2, pp. 267-283.
- ŞEN, E. (2018) “Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Uygulaması (1970-2014)”, Yüksek Lisans Tezi, **İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, S.B.E.** İzmir.
- ŞENPINAR, A.; M. T. GENÇOĞLU (2006) “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri Açısından Karşılaştırılması”, **Fırat Üniversitesi, S.B.E.** Elâzığ.
- ŞİMŞEK, N. (2011) “Türkiye’nin Çevresel Enerji Etkinliği ve Toplam Faktör Verimliliği: Karşılaştırmalı Bir Analiz”, **Ege Akademik Bakış**, Cilt 11, Sayı 3, ss. 379-396.
- ŞOLTAN, T. (2009) “Enerji Tüketimi İle Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Granger, Todayamamoto Ve Ardl Testleri İle İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi. **Marmara Üniversitesi, S.B.E.** İstanbul.
- TAYLOR, M. P.; L. SARNO (1998) “The behavior of real exchange rates during the post-Bretton Woods period”, **Journal Of International Economics**, vol. 46, Issue 2, pp.281-312.
- TEVEM ve ENVERDER (2010) “Türkiye Enerji ve Enerji Verimliliği Çalışmaları Raporu: “Yeşil Ekonomiye Geçiş”, **Temmuz – 2010, Enerji Verimliliği Derneği (ENVERDER), Türkiye Enerji Verimliliği Meclisi (TEVEM),** Iconomy Vezir Consultancy.
- TEZEKİCİ, S. (2005) “Türkiye’de Enerji Sektörü ve Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu (Kaynaklar ve Politika)”, Doktora Tezi, **İstanbul Üniversitesi, S.B.E.** İstanbul.
- TOPCU, M. (2014) “Türkiye’de Finansal Gelişmenin Enerji Tüketimi Üzerindeki Rolü: Sektörel Bir Uygulama”, Doktora Tezi, **Afyon Kocatepe Üniversitesi. S.B.E.** Afyon.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2017), “Çevrimiçi”, <http://tuik.gov.tr/Start.do> Erişim 01/02/2019. Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı, “Çevrimiçi”, <https://www.tuseb.gov.tr/enstitu/tacese/-statistiksel-b-lge-birimleri-nomenklatur-nuts> Erişim 10/03/2019.
- ÜNSAL, E. (2007) **İktisadi Büyüme**, Ankara, İmaj Yayınevi.
- WEI, Y.; H. LIAO, Y. FAN (2007) “An Empirical Analysis of Energy Efficiency in China's Iron and Steel Sector”, **Energy**, Vol. 32, No. 12, pp. 2262-2270.

- WESSEH, P.K.; B. ZOUMARA (2012) “Causal Independence Between Energy Consumption And Economic Growth In Liberia: Evidence From A Non-Parametric Bootstrapped Causality Test”, **Energy Policy**, Vol 50, pp. 518-527.
- YAĞIZ, A. (2016) “Türkiye’de Doğal Gaz Piyasası ve Doğal Gaz Fiyatları Üzerinde Petrol Fiyatları Etkisinin İncelenmesine Yönelik Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, **Akdeniz Üniversitesi. S.B.E.** Antalya.
- YAMAGUCHİ, M. (2005) “Factors That Affect İnnovation, 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.
- YAPRAKLI, S. (2013)” **Enerjiye Dayalı Büyüme: Türk Sanayi Sektörü Üzerinde Uygulamalar**”, İstanbul, Beta Yayınevi.
- YAPRAKLI, S.; Z. Ç. YURTTANÇIKMAZ (2012) “Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik: Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz”, **C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 13 Sayı 2, ss.195-215.
- YARDIMCI, P. (2006) “İçsel Büyüme Modelleri ve Türkiye Ekonomisinde İçsel Büyümenin Dinamikleri”, **Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi**, Sayı 1, ss. 96-114.
- YAŞAR, N. (2011) “Kentsel Enerji Politikaları Bağlamında Konutlarda Enerji Verimliliği Algısı: Isparta Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, **Süleyman Demirel Üniversitesi, S.B.E.** Isparta.
- YILDIRIM, C. (2018) “Türkiye’de Ekonomik Büyüme ve Elektrik Tüketimi İlişkisi”, Doktora Tezi, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, S.B.E.** Eskişehir.
- YILDIZ, M. (2006) “Dünya’da ve Türkiye’de Alternatif ve Fosil Enerji Kaynaklarının Geleceğe Yönelik Etüdü”, Yüksek Lisans Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi, S.B.E.** Trabzon.
- YILMAZ, Z. (2006) “Akıllı Binalar Ve Yenilenebilir Enerji”, **Tesisat Mühendisliği Dergisi**, Sayı 91, ss. 7-15.

EKLER

EK 1: İBBS'ye Göre Düzey 2 Bölgeleri

KOD	DÜZEY 2 (26 ALT BÖLGE)	81 İL
TR10	İstanbul alt bölgesi	İstanbul
TR21	Tekirdağ alt bölgesi	Tekirdağ, Edirne, Kırklareli
TR22	Balıkesir alt bölgesi	Balıkesir, Çanakkale
TR31	İzmir alt bölgesi	İzmir
TR32	Aydın alt bölgesi	Aydın, Denizli, Muğla
TR33	Manisa alt bölgesi	Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak
TR41	Bursa alt bölgesi	Bursa, Eskişehir, Bilecik
TR42	Kocaeli alt bölgesi	Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Yalova
TR51	Ankara alt bölgesi	Ankara
TR52	Konya alt bölgesi	Konya, Karaman
TR61	Antalya alt bölgesi	Antalya, Isparta, Burdur
TR62	Adana alt bölgesi	Adana, Mersin
TR63	Hatay alt bölgesi	Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye
TR71	Kırıkkale alt bölgesi	Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir
TR72	Kayseri alt bölgesi	Kayseri, Sivas, Yozgat
TR81	Zonguldak alt bölgesi	Zonguldak, Karabük, Bartın
TR82	Kastamonu alt bölgesi	Kastamonu, Çankırı, Sinop
TR83	Samsun alt bölgesi	Samsun, Tokat, Çorum, Amasya
TR90	Trabzon alt bölgesi	Trabzon, Ordu, Giresun, Rize, Artvin, Gümüşhane
TRA1	Erzurum alt bölgesi	Erzurum, Erzincan, Bayburt
TRA2	Ağrı alt bölgesi	Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan
TRB1	Malatya alt bölgesi	Malatya, Elazığ, Bingöl, Tunceli
TRB2	Van alt bölgesi	Van, Muş, Bitlis, Hakkâri
TRC1	Gaziantep alt bölgesi	Gaziantep, Adıyaman, Kilis
TRC2	Şanlıurfa alt bölgesi	Şanlıurfa, Diyarbakır
TRC3	Mardin alt bölgesi	Mardin, Batman, Şırnak, Siirt

Kaynak: <https://www.tuseb.gov.tr/>

ÖZGEÇMİŞ

Burcu TEKKOL, 1994 yılında Yenimahalle/Ankara’da doğdu. İlköğretim ve Lise eğitimini Ankara’da tamamladı. Ardından Konya Selçuk Üniversitesi’nde İktisat lisans eğitimi aldı. Daha sonra Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi İktisat Ana Bilim Dalı; İktisat Tezli Yüksek Lisans Programını tamamlamıştır.

