EKONOMİK BÜYÜME VE
YENİLENEBİLİR ENERJİ
TÜKETİMİ – ÜRETİMİ İLİŞKİSİ;
TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Özgür AKÇİÇEK

(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir, 2015

EKONOMİK BÜYÜME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ – ÜRETİMİ İLİŞKİSİ; TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Özgür AKÇİÇEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İktisat Anabilim Dalı
Danışman: Yard. Doç. Dr. Burhan DOĞAN

Eskişehir
Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
Mart, 2015

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Özgür AKÇİÇEK'in "Ekonomik Büyüme ve Yenilebilir Enerji Tüketimi-Üretimi İlişkisi: Türkiye Örneği" başlıklı tezi **31 Mart 2015** tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca toplanan **İktisat** Anabilim Dalında, **yüksek lisans tezi** olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

		İmza
Üye (Tez Danışmanı)	**: Yrd.Doç.Dr.Burhan DOĞAN**	.....
Üye	**: Doç.Dr.B.Kağan ÖZDEMİR**	.....
Üye	**: Doç.Dr.Mustafa Kemal BEŞER**	.....

Prof.Dr.Kemal YILDIRIM
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

Yüksek Lisans Tez Özü

EKONOMİK BÜYÜME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ – ÜRETİMİ İLİŞKİSİ; TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Özgür AKÇİÇEK
İktisat Anabilim Dalı
Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eylül 2014
Danışman: Yard. Doç. Dr. Burhan DOĞAN

Gelişmiş ekonomiler, büyümeye devam ederken doğaya verilen zararı en aza indirmeye çalışmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı da bu çabanın temelini oluşturmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti devletinin de hedefi istikrarlı büyümedir. Literatürde özellikle CO_2 salınımının tehlikeli boyutlara ulaştığı 21.yy'ın başlarından sonra bu konuda yapılmış olan çalışmalar hız kazanmıştır. Konu üzerinde yapılan çalışmalara göre dört ana hipotez mevcuttur. Bunlardan birincisi ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında ilişki yoktur. İkinci hipotez ise yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin bulunmasıdır. Üçüncü hipotez, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisinin bulunmasıdır. Dördüncü ve son hipotez ise feedback (geribildirim) hipotezi olarak adlandırılır. Feedback hipotezi; yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik bulunmasını ifade eder.

Bu çalışmanın amacı Türkiye nezdinde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arsındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesidir. Granger Nedensellik Testi; 1980 – 2013 yılları arasındaki 2005 yılı sabit dolar ile ölçülmüş GSYH verileri ve 1980 – 2013 yılları arasındaki yakılabilir yenilenebilir enerji kaynakları ve atık enerjisi tüketimi verileri ile yapılmıştır. Test sonucunda teorik beklentilerden

birisi olan ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında, yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Yenilenebilir enerji, Ekonomik büyüme, Granger Nedensellik Testi, Yeşil ekonomi, Çevre.

Abstract

ON THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH AND RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION

Özgür Akçiçek

Department of Economics

Anadolu University, Graduate School of Social Sciences, March 2015

Adviser: Ass.Prof. Burhan DOĞAN

Energy is one of the major factor for the economic growth. Countries have to produce more in order to achieve sustainable growth target. Thus, they have to consume more energy. Developed economies are trying to minimize the ecological damage as they are achieving their target economic growth rate. Efficient usage of renewable energy sources is the corner stone of this effort. Turkey has planned to have high, sustainable economic growth rate. . 21st century is the time that CO_2 emission has peaked. Hence, scientists has become more and more curious about high, sustainable and eco-friendly economic growth since the early days of 21st century There are four hypothesizes regarding this matter. First hypothesis states that there are no causal relationship between economic growth and renewable energy consumption. Second hypothesis indicates that there is a unidirectional causality between economic growth and renewable energy consumption and causality runs from renewable energy consumption and economic growth. Third hypothesis stands for this; there is a unidirectional causality between economic growth and renewable energy consumption and it runs from economic growth and renewable energy consumption. Last hypothesis is called feedback hypothesis. It means that there is a bi-directional causal relationship between two variables.

The current study investigates the causal relationship between economic growth and renewable energy consumption in Turkey between 1980 and 2013. Granger causality test is used to examine the causal relationships between economic growth and renewable energy consumption. Empirical evidence shows that, based on the Granger Causality Test, there is bi-directional Granger causality exists between economic growth and renewable energy consumption, results indicate that the renewable energy consumption cause real GDP, which can explain the role of renewable energy in stimulating economic growth in Turkey.

Keywords: Renewable energy, Economic growth, Granger Causality, Green economy, Environment

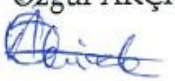
31/05/2015

Etik İlke Ve Kurallara Uygunluk Beyannamesi

Bu tez çalışmasının bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumunda bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve hiçbir şekilde intihal içermediğini beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Özgür AKÇİÇEK



Özgeçmiş

Özgür AKÇİÇEK

İktisat Anabilim Dalı

Yüksek Lisans

Eğitim

Lisans: 2011 Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü

Lise: 2006 Tarsus Mustafa Kemal Anadolu Lisesi

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri ve yılı: Tarsus/1988 **Cinsiyet:** Bay **Yabancı Dil:** İngilizce

İçindekiler

Jüri ve Enstitü Onayı ..... **ii**

Öz ..... **iii**

Abstract ..... **v**

Özgeçmiş ..... **viii**

Tablolar Listesi ..... **xi**

Şekiller Listesi ..... **xii**

Grafikler Listesi ..... **xiii**

Giriş **1**

Birinci Bölüm

Enerji, Enerji Tüketimi ve Dünyada Enerji Kaynaklarının Değişimi

1. Enerji **3**

1.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları **6**

1.2. Nükleer Enerji **9**

1.3. Yenilenebilir Enerji **10**

1.4.Dünyada Enerji Kaynaklarında Yaşanan Değişmeler……**16**

İkinci Bölüm

Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi İlişkisi

1. Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi İlişkisi **24**

2. Enerji Bağımlılığı **25**

2.1. Türkiye'nin Enerji Bağımlılığı Analizi……..…**26**

2.2. Türkiye'nin Enerji Potansiyeli…….……**30**

Üçüncü Bölüm

Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Tahmin Edilmesi

1. Literatür Taraması 37

2. Türkiye İçin Uygulama 46

2.1. Ekonometrik Model 46

2.1.1. Birim kök testleri 47

2.1.2. Eşbütünleşme testi 48

2.1.3. Nedensellik testi 50

2.2. Tahmin Sonuçları 51

2.2.1. Birim kök testi 52

2.2.2.Eşbütünleşme testi 55

2.2.3. Özdeğer sınaması 56

2.2.4.Granger nedensellik testi 57

2.2.5. Etki-Tepki fonksiyonları 58

3. Sonuç 61

Kaynakça 64

Tablolar Listesi

Sayfa

Tablo 1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması 4

Tablo 2. Dünyanın En Büyük 10 Ekonomisi 5

Tablo 3. En Fazla Enerji Harcayan 10 Ülke 5

Tablo 4. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Tüketimi/Birincil Enerji Tüketimi Oranları 14

Tablo 5. Türkiye'nin Hedeflenen Kişi Başına Yıllık Enerji Tüketimi 28

Tablo 6. Türkiye'nin Ulusal ve Yenilenebilir Enerji Potansiyeli 33

Tablo 7. Enerji Türkiye'deki Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi İçin Yapılan Çalışmalar 42

Tablo 8. Düzey Değerleri için ADF Test Sonuçları 53

Tablo 9. Birinci Fark Değerleri İçin ADF Test Sonuçları 54

Tablo 10. Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi Amacıyla Oluşturulan İstatistik Tablosu 55

Tablo 11. Eşbütünleşme Testi Sonuçları 56

Tablo 12. Özdeğer Sınaması 57

Tablo 13. Granger Nedensellik Testi Tablosu 58

Tablo 14. Etki-Tepki Fonksiyonları Tablosu 60

Şekiller Listesi

Sayfa

Şekil 1. Türkiye'nin 2000 ve 2013 Yılları Arasındaki Kömür Tüketimi Dağılımı 7

Şekil 2. Dünya Nükleer Güç Santral Dağılım Oranları 10

Şekil 3. Türkiye'nin 2000 ve 2013 Yılları Arasındaki Birincil Enerji Tüketimindeki Yenilenebilir Enerjilerin Payı 15

Şekil 4. Enerji Kaynaklarının Evrimi 16

Şekil 5. 1850-2005 Yılları Arasında Ülkelerin Karbon Salınımları 19

Şekil 6. Türkiye'nin Yıllara Göre Net Enerji İthalatının Nihai Tüketime Oranı 31

Şekil 7. 1990-2012 Yılları Arasında Türkiye Toplam Enerji Ticareti 32

Şekil 8. Türkiye'nin Enerji Üretim ve Tüketim Dengesi (TEP) ve Türkiye'nin Kişi Başına Düşen GSYH'sı (2005 $US) 35

Grafikler Listesi

Sayfa

Grafik 1. Özdeğer Grafiği 57

Grafik 2. Etki-Tepki Fonksiyonları Grafikleri 59

Giriş

Enerji ekonomik büyümenin ve hayatın yapıtaşlarından biridir. Enerjinin yaratılabilmesi için kullanılan kaynaklar çalışmada tanıtılmıştır. Temiz kaynaklardan elde edilen enerjinin ihtiyaçları karşılayamamasından ötürü yeni enerji kaynakları arayışı başlamıştır. Bu arayışın sonucunda fosil ve nükleer enerji kaynakları bulunmuştur. Elde edilen yeni kaynaklar ile eskisine kıyasla çok daha fazla enerji üretilmiştir. Üretimin artarak artmasına paralel olarak teknolojik gelişmelerde de hızlı değişimler yaşanmıştır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte temiz enerji kaynaklarından elde edilebilecek enerji miktarı artmıştır. Ancak bu artış artan nüfus ve artan yaşam kalitesi dolayısıyla artan enerji talebini karşılamamaktadır. Talebin karşılanması için fosil ve nükleer enerjinin etkin kullanımına devam edilmiştir ancak elde edilen faydanın yanında doğaya verilen zarar göz ardı edilmiştir. Bilim insanları, ülkeleri ekolojik dengenin bozulmasının yaratmış olduğu ve yaratacağı sorunlara karşı uyarmıştır. İklim değişikliğinin hali hazırda yaratmış olduğu sorunlar ve de potansiyel tehlikenin farkına varılması sonucunda iklim değişikliği dünyanın önemli sorunlarından bir tanesi haline gelmiştir.

Ekolojik sorunların azaltılması için pek çok bilimsel çalışma yapılmış, farkındalık yaratılmaya çalışılmıştır. Ekolojik sorunları önlemenin en etkin yöntemlerinden bir tanesi zararlı gazların doğaya salınımını engellemek olarak belirlenmiştir. Ülkeler çeşitli yasalar ve ortaklıklar ile sorunun azaltılmasına destek olmaktadır. Zararlı gazların doğaya salınımlarındaki en etkin faktör enerji üretimidir. Enerji üretimi esnasında doğaya verilen zararın en aza indirilmesi için fosil ve nükleer enerji kaynaklarının kullanımın azaltılması ve üretim esnasında yeni yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması etkili bir çözüm yöntemi olmuştur. Bu yüzden ülkeler kademeli olarak fosil kaynakların tüketimini azaltıp yenilenebilir enerji tüketimin arttırmayı planlamaktadırlar. Yenilenebilir enerji kaynaklarının

etkin kullanımı yeni iş kolları ortaya çıkaracaktır ve teknolojinin gelişmesine bir ivme kazandıracaktır.

Literatürde yapılmış olan bilimsel araştırmalar çalışmada yer almaktadır. Bilim insanları ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji arasındaki nedensellik ilişkisini araştırırken dört ana hipotezden yararlanırlar. Bunlar feedback (geribildirim) hipotezi, büyüme hipotezi, doğal kaynakların korunması hipotezi ve tarafsızlık hipotezidir. Detayları çalışmanın literatür taraması kısmında belirtilmiştir.

Çalışmada enerji türleri, enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkisi hakkında bilgiler verilecektir. Aynı zamanda istikrarlı ve yüksek büyüme hedefine sahip olan Türkiye özelinde yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi incelenecektir. İncelemenin yapılabilmesi için Dünya Bankasından 1980 – 2013 yılları arasındaki yakılabilir enerji kaynakları ve atık enerjisi verisi ile 1980 – 2013 yılları arasındaki 2005 yılı sabit dolar ile ölçülmüş GSYH verileri kullanılmıştır.

Birinci Bölüm

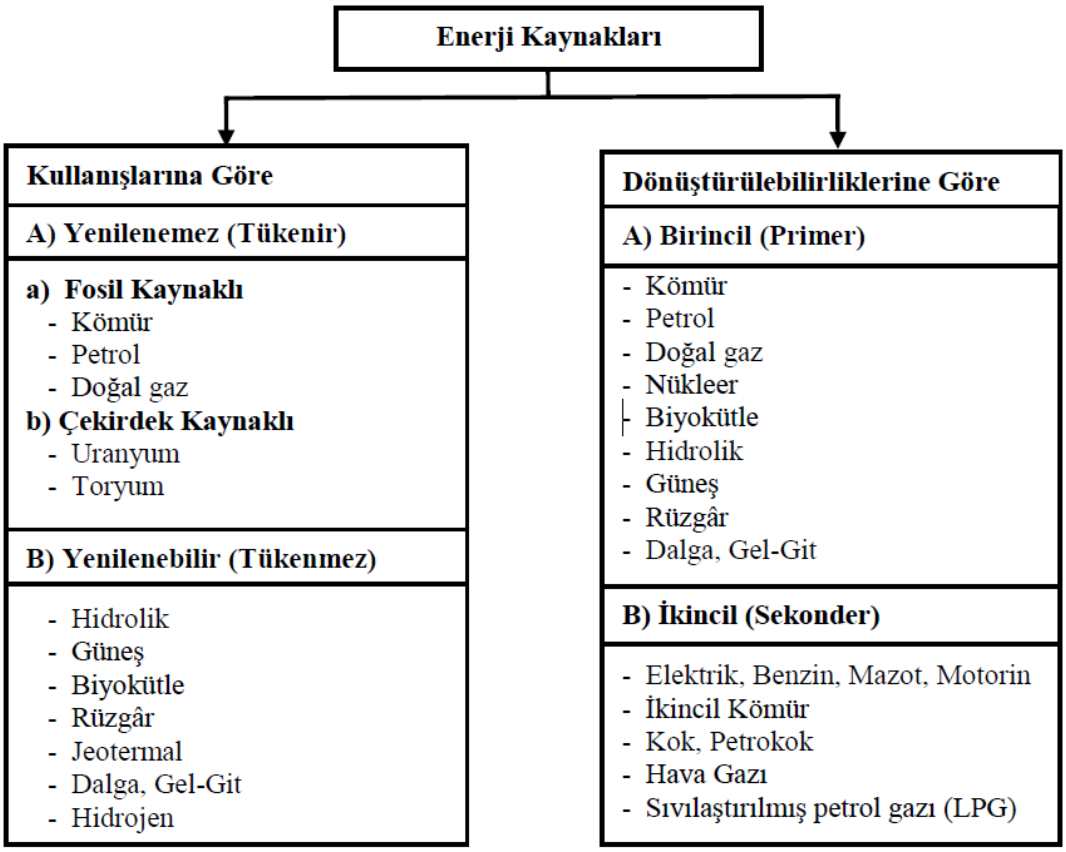
Enerji, Enerji Tüketimi ve Dünyada Enerji Kaynaklarının Değişimi

Bilimsel bir çalışma yapılırken; çalışmada hangi konunun ele alındığının, konu özelinde hangi probleme değinildiğinin ve mevcut probleme dair çözüm önerilerinin ortaya konması gerekmektedir. Bu nedenle birinci bölümünde; incelenen konuya bir çerçeve çizmek, neden ve sonuçlarının daha iyi kavranmasını sağlamak üzere enerji üzerine bazı temel kavramlar ve değişkenler üzerinde durulacaktır.

1. Enerji

Enerjinin günlük yaşamda her aşamada kullanım alanı bulunmaktadır. Enerji kimyasal, nükleer, mekanik (potansiyel ve kinetik), termal (ısıl), jeotermal, hidrolik, güneş, rüzgar, elektrik enerjisi gibi değişik şekillerde doğada bulunmakta ve uygun yöntemlerle birbirine dönüştürülebilmektedir (Koç ve Şenel, 2013: 1). Ekonomik anlamda değişik yöntemlerle enerji elde edilen kaynaklar, enerji kaynakları olarak isimlendirilmekte ve değişik şekillerde sınıflandırılmaktadır. Enerji kaynakları, kullanılabilirliklerine göre yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak ikiye ayrılırken; dönüştürülebilirliklerine göre enerji kaynakları birincil ve ikincil enerji kaynakları şeklinde incelenmektedir (Koç ve Şenel, 2013: 1)

Tablo 1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması



Kaynak: Koç ve Şenel, 2013: 1

Enerji, Tablo 1'de de gösterildiği üzere üretim kaynağına göre üç ana başlıkta sınıflandırmaktadır. Şu ana kadar elde edilebilen enerji çeşitleri kaynaklarına göre; yenilenemez (Fosil) enerji kaynakları (kömür, petrol, doğal gaz), nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynakları şeklinde sıralanmaktadır:

Dünyada tüketilen enerji miktarlarının uluslararası kıyaslaması Tablo 3'te gösterilmiştir. HSBC'nin yapmış olduğu bu çalışma sonunda 2050 yılında gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelerin birçoğundan daha fazla enerji harcayacağını göstermiştir[1]. PwC ve HSBC'nin yapmış olduğu projeksiyonların ve enerji ile

[1] http://evworld.com/library/hsbc_powering2050.pdf Erişim tarihi (11.10.2014)

ekonomik büyüme arasındaki doğrusal ilişkinin bilgileri ışığında, geleceğin ekonomik liderlerinin batı uygarlıkları tarafından ezilen ülkeler olacağı görülmektedir

Tablo 2. Dünyanın En Büyük 10 Ekonomisi

	2014		2030		2050
1	ABD		**Çin**		**Çin**
2	**Çin**		ABD		ABD
3	Japonya		**Hindistan**		**Hindistan**
4	Almanya		Japonya		**Brezilya**
5	Fransa		**Rusya**		Japonya
6	İngiltere		**Brezilya**		**Rusya**
7	**Brezilya**		Almanya		**Meksika**
8	**Rusya**		**Meksika**		**Endonezya**
9	İtalya		İngiltere		Almanya
10	**Hindistan**		Fransa		Fransa

Kaynak: PwC; World in 2050. BRICs and Beyond, 2014

Tablo 3: En Fazla Enerji Harcayan 10 Ülke

	2014		2050
1	**Çin**		**Çin**
2	ABD		ABD
3	Hindistan		**Hindistan**
4	Rusya		**Rusya**
5	Japonya		**Endonezya**
6	Almanya		**Brezilya**
7	**Brezilya**		Kanada
8	**Güney Kore**		**S. Arabistan**
9	Kanada		Japonya
10	**Fransa**		**Meksika**

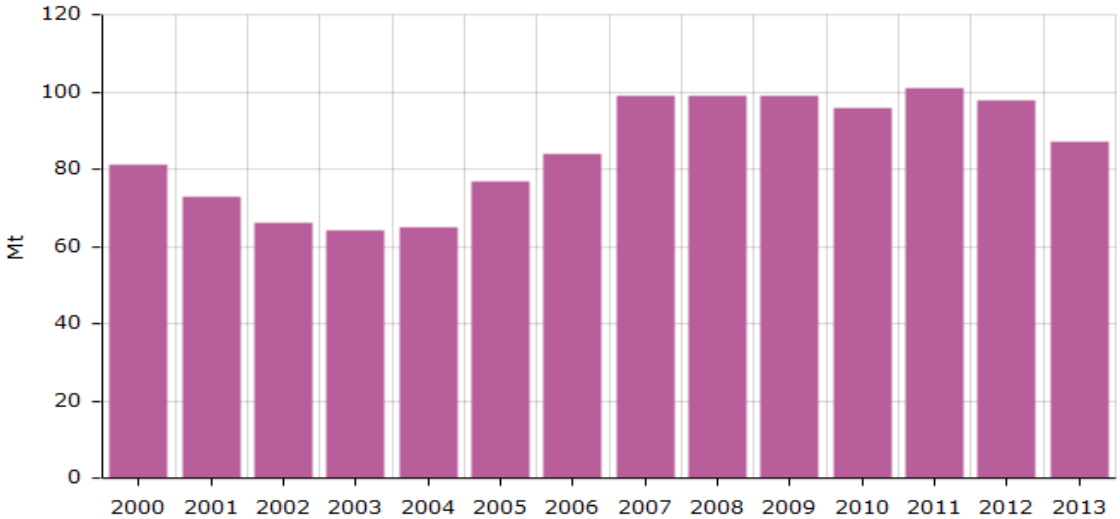
Kaynak: HSBC, Powering 2050, 2014

1.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Literatürde, sonlu kaynaklardan elde edildiklerinden dolayı doğada petrol, gaz ve kömür yenilenemeyen kaynaklar olarak ifade edilir. Bunun anlamı ne kadar az tüketilirse gelecekte o kadar fazla olabilecek olmasıdır. Yenilenemeyen enerjilerin bu özelliği kullanım kararında zamanlar arası bir boyutu işaret etmektedir (Aydın, 2014: 393)

Kömür, bataklıklarda uygun nem ve sıcaklığın oluşması, ortamın asit miktarının artması, gerekli organik maddelerin aynı ortamda bulunmasıyla, bozunmuş, çürüyen bitkilerin su altına inmesi ve bataklığın zamanla üstünün örtülmesi gibi olaylar sonucu oluşur.

2012 yılında Türkiye'nin nihai birincil enerji tüketiminde kömürün payı %31'dir. Bu oran 121 Milyon Ton Eşdeğer Petrol (MTEP)'e tekabül etmektedir. Türkiye'nin 2000 ve 2013 yılları arasındaki kömür tüketiminin dağılımı aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'nin 2000 ve 2013 Yılları Arasındaki Kömür Tüketimi Dağılımı
Kaynak: Enerdata 2014

Bu veriler ışığında, Türkiye'nin kömür tüketiminin kısa bir analizi yapılacak olursa; 21.yy'ın başlarında düşüş yaşadığı, 2005 yılında artmaya başladığı ve 2008 – 2012 yılları arasında yıllık ortalama yaklaşık 100mt'a ulaştığı görülmektedir.

Petrol bileşimi, içerisinde hidrojen ve karbondan oluşan ve içerisinde az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulundurmaktadır. Normal şartlarda gaz, sıvı ve katı halde bulunabilir.

Doğal gaz, gaz halindeki petrol, imal edilmiş gazdan ayırt etmek için genelde doğal gaz olarak adlandırılır.

Ham petrol ve doğal gaz üretim durumu incelendiğinde; 1990 – 2013 yılları arasında ortalama olarak 3 milyon ton ham petrol üretildiği görülmektedir. Doğal gaz üretim miktarı ise 1 milyar metreküptür. Ham petrol ve doğal gaz üretiminin düşüş eğilimi göstermesi ve de ham petrol tüketimi düşmesine rağmen doğal gaz tüketiminde yaşanan artış, Türkiye'nin enerji bağımlılığının en önemli sebeplerindendir. 2003 yılında doğal gaz tüketimi 21 milyon m^3 iken 2103 yılındaki tüketimi iki katından daha fazla artarak 45 milyon m^3 seviyesine gelmiştir. (Enerdata Yearbook, 2014)

Petrol tüketiminin sektörlere göre dağılımı incelendiğinde şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Sanayi sektörünün tükettiği petrolün nihai petrol tüketimine oranı yaklaşık %7, taşımacılık sektörününki yaklaşık %70, hane halkınınki yaklaşık %3, tarım sektörününki yaklaşık %15, kamu ve ticari sektörünki yaklaşık %1 ve enerji

dışı sektörlerin tükettiği petrolün nihai petrol tüketimine oranı ise %4 olarak görülmektedir[2]. Doğal gaz tüketiminin sektörlere göre dağılımı incelendiğinde; sanayi sektörünün doğal gaz tüketiminin nihai tüketime oranı yaklaşık %44, taşımacılık sektörününki yaklaşık %1, hane halklarınınki yaklaşık %40, ticari ve kamu sektörününki ise yaklaşık %12, tarım, balıkçılık, kimya/petrokimya sektörlerinin doğal gaz tüketimlerinin nihai tüketime oranı yaklaşık %2 olduğu görülmektedir[3].

Kısaca özetlemek gerekirse; petrol tüketimi 1990 yılında %45 seviyesindeyken 2012 yılına gelindiğinde, tüketim oranı %25'e kadar düşmüştür. Ancak geçen yirmi iki yılda miktar bakımından 1990 yılı temel alındığında, 6713 bin tep[4] artarak 2012 yılında 30,614 bin tep olmuştur. 2012 yılındaki artış, bir önceki yıla kıyasla %0,4 civarında, 2000 yılına göreyse %5 civarında bir azalma olmuştur.

Doğal gaz tüketimi ise 1990 yılında %6 iken 22 yıl sonra doğal gaz tüketim oranı 5 kattan fazla artara %32 seviyesine kadar ulaşmıştır. Bu artışı tüketim miktarına yansıması şu şekilde olmuştur; 1990 yılına göre 12 kat artarak 34,263 bin tep seviyesine ulaşmıştır. 2012 yılındaki bu artışı önceki yıllara göre yorumlandığında ortaya şu çıkmaktadır; bir önceki yıla göre (2011) %1,3 olurken, 2000 yılına göre 2,7 kat olmuştur.

[2]http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?year=2012&country=TURKEY&product=Oil Erişim tarihi (11.10.2014)

[3]http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?year=2012&country=TURKEY&product=NaturalGas Erişim tarihi (11.10.2014)

[4] TEP = Ton Eşdeğer Petrol

1.2. Nükleer Enerji

Nükleer enerjiye çekirdek kaynaklı enerji de denilmektedir. Bunun sebebi atomun çekirdeğinden elde edilen bir enerji türü olmasıdır. Kütlenin enerjiye dönüşümünü ifade eder. Nükleer enerji, Füzyon (atomik parçacıkların birleşme reaksiyonu), fisyon (atom çekirdeğinin zorlanmış olarak parçalanması) ve yarılanma (çekirdeğin parçalanarak daha kararlı hale geçmesi) ile oluşur.

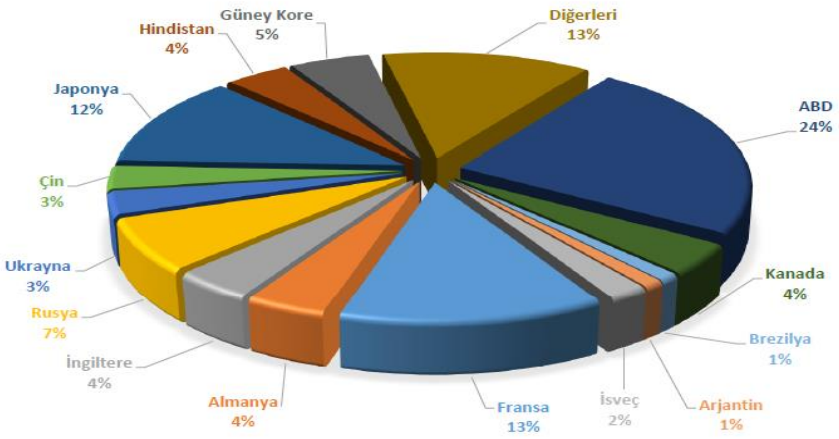
Nükleer reaktörler nükleer enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Bu sebeple nükleer enerjiden yararlanabilmek için nükleer reaktörlere sahip olmak bir zorunluluktur. Temel olarak fisyon sonucu açığa çıkan nükleer enerji nükleer yakıt ve diğer malzemeler içerisinde ısı enerjisine dönüşür. Bu ısı enerjisi -bir soğutucu vasıtasıyla çekilerek, bazı sistemlerde doğrudan, bazı sistemlerde ise ısı enerjisini başka bir taşıyıcı ortama aktararak- türbin sisteminde kinetik enerjiye ve daha sonra da jeneratör sisteminde elektrik enerjisine dönüştürülür. Malzemelerin çok çeşitli fiziksel, kimyasal ve nükleer özellikleri sebebiyle pek çok değişik nükleer reaktör tasarımı mevcuttur. Ancak bu reaktörlerin çalışabilmesi için gereken ana madde zenginleştirilmiş uranyumdur[5].

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı 2013 yılı verilerine göre nükleer enerji dünyanın elektrik enerjisi üretiminin %13,5'ini karşılamaktadır. Dünyadaki 434 aktif nükleer reaktörün yarısı Fransa, ABD ve Japonya'da yer almaktadır. 70 tanesi ise halen inşa halindedir. 2030 yılına kadar 164 nükleer enerji santrali inşa edilmesi planlanmakta ve 317 nükleer enerji santrali ise ülkelerin nükleer programlarında yer almaktadır. ABD elektrik üretiminin yüzde 19'unu, Fransa yüzde 74'ünü, Almanya yüzde

[5] http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/169-nukleer-enerji/455-nukleer-enerjiden-elektrik-uretimi.html Erişim tarihi (11.11.2014)

[b)] Zenginleştirilmiş uranyum, içeriğindeki Uranyum-235 *(kim. sembol ^{235}U)* oranı belirli yöntemlerle doğal seviyelerin üzerine çıkartılmış uranyum karışımıdır

16'sını, Japonya ise yüzde 21'ini nükleer enerjiden karşılamaktadır (ETKB, 2013: 20). Dünya Nükleer Güç Santral Dağılım Oranları Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Dünya Nükleer Güç Santral Dağılım Oranları
Kaynak: *EPDK*

Yaşanan Çernobil ve Fukuşima felaketleri, insanlar arasında nükleer enerjiye karşı bir güvensizlik ortamı yaratmıştır. Bu felaketlerden sonra Avrupa Birliğinin yayınlamış olduğu 2050 için yol haritası adlı raporda 2050 yılında aktif nükleer enerji santralinin olmayacağı belirtilmektedir. Bu bağlamda, Almanya sahip olduğu 17 santralden ömrü bitmiş olan 8 tanesini kapatmış, kalan 9 tanesini de 2022 yılında kapatacağını belirtmiştir (ETKB,2013: 21).

1.3. Yenilenebilir Enerji

Son yıllarda ham petrol fiyatlarında sert dalgalanmalar gözlenmektedir. Petrol fiyatlarındaki bu oynaklıkların, petrol ithal eden ülkelerin makroekonomik politikaları açısından istikrarsızlık ve belirsizliklere yol açması bu gözlenen durumun son derece önemli bir role sahip olmasına neden olmuştur. Ayrıca fosil yakıtlar, atmosferde bulunan yoğun CO_2 ve diğer sera gazlarının temel kaynağıdır.

Gelişmekte olan ülkelerdeki endüstriyel sektörlerin giderek büyümesi sera gazlarının salınımındaki artışın başlıca sebeplerindendir. Çevre kirliliğindeki hızlı artış ve ham petrol fiyatlarındaki oynaklık ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmaya zorlamaktadır. Yenilenebilir enerjinin iki ana avantajı vardır. Kıt olmayan doğal kaynaklara bağlı olduğundan dolayı, yenilenemeyen enerji kaynaklarına kıyasla daha ucuzdur. Bir diğer avantajı da en temiz enerji kaynağı olmasıdır (Demirbaş, 2008: 1114 - 1119). Dünyanın birçok yerinde yenilenebilir enerji projeleri hayata geçirilmektedir. 2011 yılındaki nihai enerji tüketiminin %19'unu yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılanmıştır (REN21, 2013: 19). Dünyada yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik enerji, jeotermal enerji, biokütle enerjisi, güneş enerjisi ve rüzgar enerjisidir. Bu enerji türlerini kısaca tanımlamak gerekirse:

Hidrolik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile oluşur. En yaygın kullanım şekli, nehirler üzerinde barajlar inşa edilerek suyun büyük rezervuarlarda biriktirilmesi ve suyun potansiyel enerjisinden yararlanıp elektrik enerjisi üretilmesidir. Bunun için hidroelektrik santrallerden faydalanılır.

Jeotermal enerji, yerin derinliklerindeki kayaçlar içinde birikmiş olan ısının akışkanlarca taşınarak rezervuarlarda depolanması ile oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal kaynaklar yoğun olarak aktif kırık sistemleri ile volkanik ve magmatik birimlerin etrafında oluşmaktadır.[6]

[6] http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal Erişim tarihi (15.01.2015)

Biokütle enerji kaynakları, içerisinde karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddelerdir. Biokütle enerji kaynakları kullanılarak, biyoetanol, biyodizel ve biyogaz olmak üzere üç temel yakıt elde edilebilmektedir (Koç ve Şenel, 2013: 38).

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde gerçekleşen füzyon -hidrojen gazının helyuma dönüşmesi süreci- sonucu ortaya çıkan ışınım enerjisinin uzayda yol alarak Dünya'ya ve diğer gezegenlere ulaşması ile ortaya çıkmaktadır. Bu ışınım enerjisini bizler güneş enerjisi olarak tanımlamaktayız. Pek çok farklı teknik kullanarak güneş ışınları kullanılabilir bir enerji biçimine dönüştürülebilir. Güneş pilleri (Fotovoltaik piller)[7] ve Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi(CSP)[8] olarak tanımlanan teknolojilerle güneş enerjisinin kullanılabilir enerjiye dönüştürülebilmektedir.

Rüzgar enerjisi; güneşin denizleri, karaları ve atmosferi her yerde aynı seviyede ısıtmamasından kaynaklı sıcaklık ve basınç farklarından dolayı meydana gelmektedir. Yer yüzeyi Güneş'ten 1017 watt gücünde enerji almaktadır. Güneş'ten gelen enerjinin yaklaşık % 1 – 2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Bir anlamda rüzgâr enerjisini, kinetik enerjiye dönüştürülmüş güneş enerjisi olarak da tanımlayabiliriz (Karadeli, 2001: 1).

[7] Güneş pilleri: Fotovoltaik güneş elektriği sistemleri de denilen yarı iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler.

[8] CSP: Güneş enerjisinden elde ettiği ısıyı doğrudan kullanılabileceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilen bir sistemdir. Güneş enerjisi ve ısı pompası kombinasyonu ısıtma ve de soğutma sistemi olarak kullanılabilmektedir.

Rüzgar enerjisi uygulamalarının ilk yatırım maliyetinin yüksek, kapasite faktörlerinin düşük oluşu ve değişken enerji üretimi gibi dezavantajları yanında üstünlükleri genel olarak şöyle sıralanabilir;

1. Atmosferde bol ve serbest olarak bulunur.

2. Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır, çevre dostudur.

3. Kaynağı güvenilirdir, tükenme ve zamanla fiyatının artma riski yoktur.

4. Maliyeti günümüz güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeye gelmiştir.

5. Bakım ve işletme maliyetleri düşüktür.

6. İstihdam yaratır.

7. Hammaddesi tamamıyla yerlidir, dışa bağımlılık yaratmaz.

8. Teknolojisinin tesisi ve işletilmesi göreceli olarak basittir.

9. İşletmeye alınması kısa bir sürede gerçekleşebilir. [9]

Karbon emisyonu[10] (Karbondioksit salınımı) -CO_2 salınımı- karbon içerikli yakıtların (fosil yakıtlar: petrol, doğal gaz, kömür vb.) yanması sonucu karbondioksitin oluşarak atmosfere karışmasıdır. Karbon emisyonu küresel ısınmanın başlıca sorumlusu olarak gösterilir ve sera etkisine yol açan gazların oluşumuna neden olur.

[9] http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar Erişim tarihi (11.11.2014)

[10] CO_2 salınımı karbon içerikli yakıtların (fosil yakıtlar: petrol, doğal gaz, kömür vb) yanması sonucu karbondioksitin oluşarak atmosfere karışmasıdır. CO_2 salınımı küresel ısınmanın başlıca sorumlusu olarak gösterilmektedir ve sera etkisine yol açan gazların oluşumuna neden olmaktadır.

2013 yılı itibarı ile yenilenebilir enerji tüketiminin, birincil enerji tüketimine oranı en fazla olan ülkeler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Tüketimi/Birincil Enerji Tüketimi Oranları

Ülkeler	***Yenilenebilir Enerji Tüketimi /Birincil Enerji Tüketimi***	***Ülkeler***	***Yenilenebilir Enerji Tüketimi /Birincil Enerji Tüketimi***
Norveç	%43	Hindistan	%25,1
Brezilya	%40.2	Şili	%24,8
İsveç	%34.2	Endonezya	%23,8
Finlandiya	%27,5	Kolombiya	%22,5
Portekiz	%26,7	Y. Zelanda	%21,1

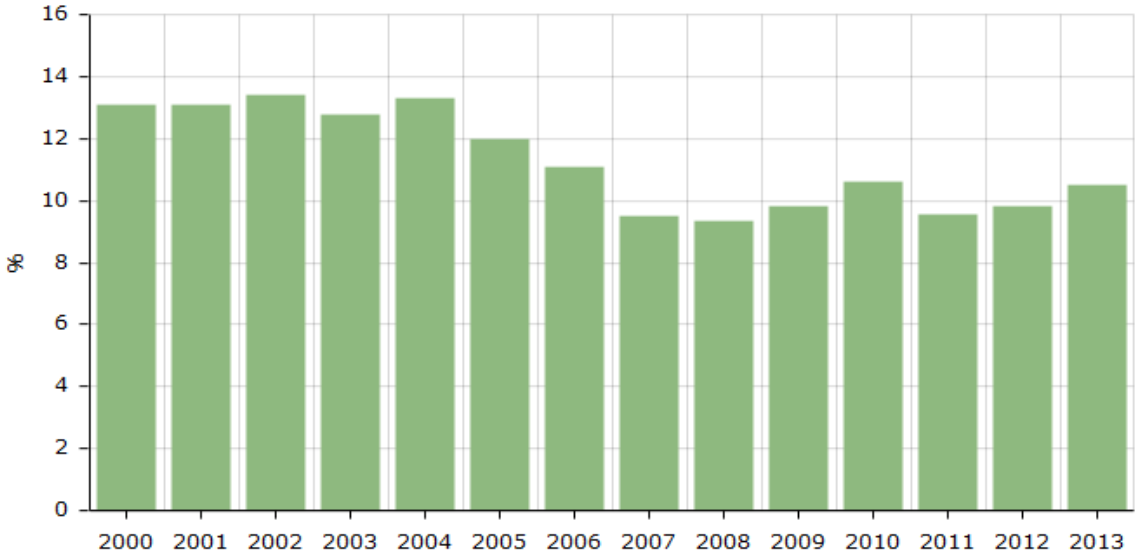
Kaynak*:* Enerdata[11]

Avrupa Birliği ülkelerinin elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir kaynakların kullanılma oranı %28'dir. Elektrik enerjisi üretimindeki yenilenebilir enerjinin payı en fazla olan ülke %97,9 ile Norveç, en az olan ülke ise %9,3 ile Endonezya'dır. Avrupa Birliği ülkelerinin birincil enerji tüketiminde yenilenebilir kaynakların kullanılma oranı %13'tür. Birincil enerji tüketiminde yenilenebilir enerjiden en fazla faydalanan ülke %43 ile Norveç, en az faydalanan ülke ise %3,3 ile Rusya'dır.

Türkiye'nin 2000 ve 2013 yılları arasındaki birincil enerji tüketimindeki yenilenebilir enerjilerin payı Şekil 3'te gösterilmiştir. Bu verilere göre Türkiye'nin enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma oranı 2000 ve 2004 yılları arasındaki süreçte yaklaşık olarak %13 civarında seyretmiştir. 2004 yılından 2013 yılına kadar ise bu oran azalmaya başlayarak %9 – 10 civarında dalgalanmıştır. 2000 – 2013 yılları arasındaki enerji tüketiminin giderek arttığı bilgisi

[11]http://yearbook.enerdata.net/#renewable-data-in-world-primary-consumption-shares-by-region.html Erişim tarihi (13.10.2014)

ile beraber yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji miktarının arttığını ancak bunun nihai tüketime olan katkısının ise 2000'li yılların başındaki kadar etkin olmadığını göstermektedir.



Şekil 3. *Türkiye'nin 2000 Ve 2013 Yılları Arasındaki Birincil Enerji Tüketimindeki Yenilenebilir Enerjilerin Payı*
Kaynak: Enerdata, 2014

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına göre enerji analizi şu şekilde özetlenmiştir:

Hidrolik: Hidrolik enerjinin 1990 ve 2012 yıllarındaki enerji üretimdeki payı % 4 seviyesindedir. Bu durum miktar olarak incelendiğinde 2012 yılında 1990 yılına göre, 2,5 katlık bir artış yaşanmıştır. 2012 yılındaki bu artış, 2011 yılına göre %11 olurken 2000 yılına göre 1,9 kat olmuştur (TMMOB, 2014: 5).

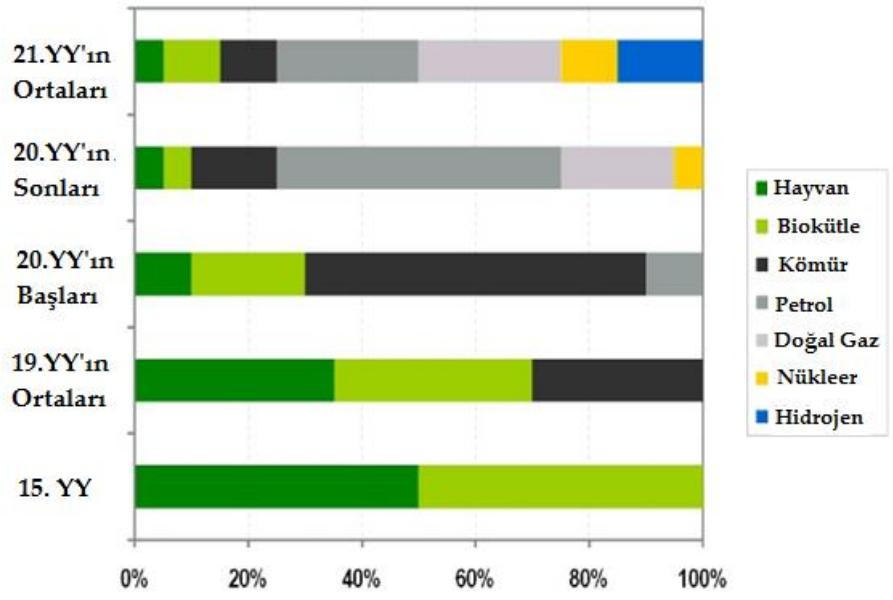
Odun, çöp, hayvan atığı ve diğerleri: Biokütle enerjisinin enerji üretimindeki payı 1990'da %14 iken 2012'de %3'e kadar gerilemiştir. Bu durum miktar bakımından incelendiğinde ise 2012 yılında 1990 yılına göre 2,1 kat azalmıştır. 2012 yılındaki

bu azalış, 2011 yılına göre -%2 olurken 2000 yılına göre 1,9 kat olmuştur (TMMOB, 2014: 5).

Rüzgâr, jeotermal, güneş gibi yenilenebilir enerjinin toplamı: 1990'da %1'den 2012 yılında, %3'e yükselerek miktar olarak 1990 yılına göre 7,6 kat artmıştır. 2012 yılındaki bu artış, 2000 yılının 2,4 katı olurken, 2011 yılına göre %13 olmuştur (TMMOB, 2014: 5).

1.4. Dünyada Enerji Kaynaklarında Yaşanan Değişmeler

Dünya çapında kullanılan enerjinin kaynağa göre değişimi Şekil 4'te gösterilmiştir. Sanayi devriminden sonra temiz kaynaklardan elde edilen enerji, insanlara yetmemeye başlamıştır.



Şekil 4. Enerji Kaynaklarının Evrimi
Kaynak: *http://www.people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch8en/conc8en/evolenergy.html (Erişim tarihi 16.08.2014)*

Antropolog Leslie White'ın 1943 yılında da belirttiği gibi; diğer şartlar sabitken, kültürel gelişim kişi başına düşen enerji tüketim miktarıyla doğru orantılıdır.

Başka bir deyişle 'Enerji Tüketimi = Uygarlık'dır (Smil, 1994: 2). Ekonomik ve teknolojik gelişmeler enerji kaynaklarında yaşanan değişmelerle ilişkilidir. Bu ilişki daha fazla enerji kapsamına sahip kaynakların yoğun kullanılmasından görülmektedir. İnsanlar katı yakıttan (kömür), sıvı yakıta (petrol) ve gaz yakıtlara (doğal gaz) doğru bir geçiş yaşamaktadır. Bu geçişin sebepleri şunlardır:

- Tarihin başlangıcından sanayi devrimine kadar (18.yy) insan ırkının enerji kullanımı kas gücüne ve biokütleye dayanmaktadır. Bu dönemde pek çok iş hayvanlar ve insanlar tarafından yapılmaktaydı. Biokütle enerjisi ise (yakıt olarak kullanılan odun) ısıtma amacıyla kullanılmıştır. Rüzgar değirmenleri ve su değirmenleri de kullanılmaktaydı ancak onların katkısı kayda değer bir katkı yaratmamıştır.

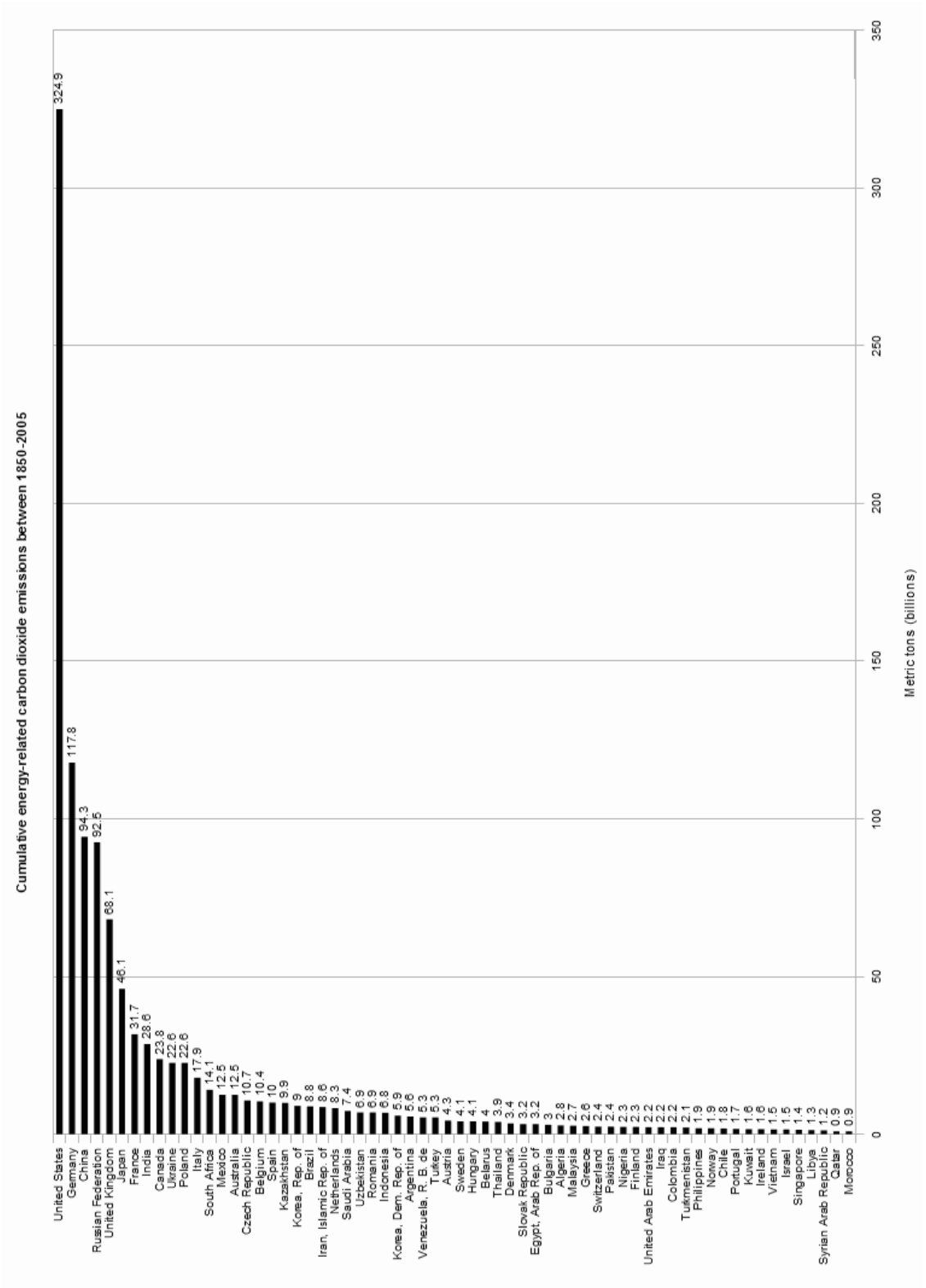
- 19.yy'ın ortalarında sanayi devrimi ile kömürün buharlı makineler için etkin olarak kullanılması ve elektrik santrallerindeki kullanımının artması enerji kaynaklarında büyük bir değişim yaratmıştır.

- 20.yy'ın başlarında kömür en çok kullanılan enerji kaynağı olsa da daha fazla enerji potansiyeline sahip olan petrol, etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır. İçten yanmalı motorun icadı ve petrolle çalışan gemilerin kullanılmaya başlanması, enerji tüketiminde yaşanacak olan yeni bir yapısal değişimi işaret etmekteydi.

- 20.yy'ın sonlarına doğru petrol ürünleri enerji sektörünün temel girdilerinden bir tanesi olmuştur. Dünya ekonomisi, içten yanmalı motor ve onu destekleyen endüstrilere bağımlı hale gelmiştir. İnsanların teknik uzmanlıkları arttıkça, fosil yakıtları daha verimli olarak kullanmaya başlamışlardır. Yeni enerji kaynakları

aramanın sonucunda doğal gaz ve nükleer enerji ortaya çıkmıştır.

- 21.yy'a gelindiğinde insanlar için kömür ve petrol gibi fosil yakıtlar önemini yitirmeye başlamış, doğal gaz gibi daha verimli kaynaklara önem kazanmıştır. Çevreye daha duyarlı, görece daha temiz kömür teknolojisi potansiyelinde ise azımsanmayacak bir gelişme yaşanmaktadır. Bilim insanları biyoteknolojide yaşanan gelişmeler biyoyakıtların tüketiminin artmasına yol açacağını öngörmektedir. Nükleer enerji, nükleer füzyonun yaygın olarak kullanılabilmesi durumunda enerji tüketiminde önemli bir rol oynayacaktır. Enerji kaynaklarının değişiminde en önemli rollerden birini hidrojenin yaygın olarak kullanılması oynayacaktır. Hidrojen; araçların yakıt hücrelerini beslemesinde, yakıt pillerinde, küçük enerji santrallerinde ve birçok taşınabilir alette kullanılabilmesi, hidrojenin potansiyelini ve önemini anlatmaktadır.



Şekil 5. *1850- 2005 Yılları Arasında Ülkelerin Karbon Salınımları*
Kaynak: World Bank, 2010.

Dünya enerji politikasının en önemli belirleyici ve şekillendirici unsuru, iklim değişikliğini tersine çevirmek üzere CO_2 emisyonunun azaltılmasıdır. Son yıllarda dünyanın hemen hemen tüm bölgelerinde enerji verimliliğindeki iyileşmeler sonucunda önemli boyutta enerji ve CO_2 tasarrufu sağlanmıştır. Şekil 5'teki grafik 1850 – 2005 yılları arasında ülkelerin karbon salınımlarını göstermektedir. Görüldüğü gibi batı ülkeleri karbon salınımında ilk sıralardadırlar. Yapılan enerji sempozyumları ve belirlenen yol haritalarında, karbondioksit salınımlarının düşürülmesi yönünde karar verilmiştir[12]. CO_2 salınımı sıralamasında ilk iki sırada yer alan ABD ve Almanya, yoğun kömür tüketimi sayesinde sanayileşmesini tamamlamıştır. Tükettikleri yüksek miktardaki kömür, iklim değişikliklerine ve doğanın dengesinde bozulmalara yol açmıştır. Kanada nüfusunun az olmasına karşılık 9. sıradadır. Kişi başına tüketim olarak sıralama yapılacak olursa Kanada ilk sıralarda yer almaktadır. Çin şu anda dünyanın en çok karbon salınımı yapan ülkesidir. Ancak Çin ve diğer gelişmekte olan ülkeler karbon salınımı yapmaya daha yakın zamanda başladığı için bu grafiklerde görece daha alt sıralarda yer almaktadır (World Bank, 2010). Bu veriler ışığında, gelişmiş ülkelerin ekonomileri büyürken karbon salınımlarını azalttığı görülmektedir. Öte yandan gelişmiş ülkeler enerji verimliliklerini arttırarak, enerji tüketimlerini azaltıp çıktı miktarlarını arttırmışlardır. Uygarlıkların dönüm noktaları ve enerji kullanımındaki CO_2 yoğunluğu incelendiğinde bunlar arasında doğrusal bir ilişki olduğu Şekil 5'ten açıkça görülmektedir. Enerji kaynaklarında yaşanan bu geçiş sonucunda doğaya salınan emisyon gazları artarak artmıştır. Bilim insanlarının ve çevre örgütlerinin bu salınıma dikkat çekmesi, azalan yenilenemez enerji kaynaklarının da etkisiyle, enerji üreticileri daha az salınım ile daha çok enerji elde etmeye çalışmışlardır. Bunun sonucu olarak da gelişmiş ülkelerde kullanılan

[12] http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/3145.php Erişim tarihi (15.09.14)

enerji miktarı artarken doğaya salınan CO_2 vb. gazlarının miktarı geçmiş dönemlere göre azalmıştır.

Sanayi devriminden önce insanlar daha az enerji harcayarak küçük toplulukların hayatını sürdürmesini sağlamaktaydı ve o dönemdeki insan nüfusu yaklaşık 800 milyondur. Sanayi devriminden sonra, fosil kaynaklı teknolojiler sayesinde yaratıcı enerji kaynakları bulunmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler nüfusun hızlı bir şekilde artmasını ve sanayi bölgelerinde yaşayan insanların hayat standartlarını arttırmasına olanak sağlamıştır. Ancak, doğanın bozulması, eşitsizlik ve güçlü sanayi bölgelerinin görece güçsüz bölgeler üzerinde hakimiyet kurması gibi olumsuz sonuçlar da ortaya çıkmıştır.

19.yy modern fosil ekonomisinin miladı olarak kabul edilirse, 20.yy'da insanlık bu gelişme eğilimini sürdürmüştür ve enerji tüketiminde yüksek artışlar ve tüm alanlardaki teknolojilerde hızlı gelişmeler yaşanmıştır. Yıllık kömür tüketimi 1910'da yaklaşık 1 milyon ton iken, 1990 yılında yaklaşık 5 milyon ton seviyesine gelmiştir. 1880'lerin sonlarında petrol tüketimi 10 milyon ton etrafında dalgalanırken 1990 yılında tüketimi 3 milyar ton seviyesine kadar gelmiştir. II. Dünya Savaşı'ndan sonra sadece enerji üretim amaçlı kullanılan doğal gaz, 1910 yılında 2 milyar kübik feet iken 1990 yılında 2 trilyon kübik feete kadar gelmiştir. (Smil, 1994: 187)

Sanayi devriminden önce en fazla kullanılan enerji kaynağı olan biokütle enerjisinden elde edilen birincil enerji miktarı ile kömürden elde edilen birincil enerji miktarı 1890'lı yıllarda eşitlenmiştir. 1950 yılına gelindiğinde kömürden elde edilen birincil enerji miktarı biokütlenin 5 katı kadar, 1990 yılında ise yirmi katından

daha fazla artmıştır. (Smil, 1994: 187) Bu süreç içinde biokütlenin kullanımı azalmamış, aksine üç kat artmıştır. [13]

İnsanoğlunun üretebileceği mal ve hizmet miktarı artmıştır. Bu artışın bir diğer anlamı da insanların besleyebileceği kişi sayısı artmıştır. İnsanlar tüketebilecekleri mal ve hizmet sayısını üretebilmek için enerji tüketmek durumunda kalmışlardır. Enerji, mal ve hizmetlerin tüketimindeki ve üretimindeki bu artış nüfusun sürekli olarak artmasının da sebepleri arasındadır. 1750 yılında 800 milyon civarında olan dünya nüfusu 150 yıl sonra 1900 yılında ikiye katlanıp 1,6 milyon civarına gelmiştir. (Grig, 1980: 1) 63 yıl sonra, 2005 yılında tekrar ikiye katlanmıştır. 2014 yılı itibarı ile insan nüfusu yedi milyarın üzerine çıkmıştır.

20.yy'ın sonlarına doğru sanayileşmesini tamamlayan ülkeler fosil yakıtlara tamamen uyum sağlamış durumdaydılar (Smil, 1994: 187). Enerji üretiminde en fazla kullanılan kaynaklar kömür ve doğal gazdır. Petrol ve türevleri ise ulaştırma, plastik vb. birçok sektörde kullanılmıştır. Nükleer enerji, biokütle ve hidroelektrik enerjisi fosil enerjinin dünya ekonomisini hükmetmesine yol açmıştır. Ancak diğer yenilenebilir kaynaklar ile birlikte incelenirlerse nükleer enerjinin dünya enerji arzının dörtte birinden daha azını karşıladığı gözlemlenmektedir.[14]

20.yy'da sanayileşme çoğunlukla Avrupa, ABD, Kanada, Avustralya ve Japonya merkezliydi. 20.yy'ın sonlarına yaklaşıldığında dünyadaki tüm bölgelerde ve ülkelerde yaygınlaşıp ve gelişmeye başladı. Sanayileşmenin tüm dünya geneline

[13] BP Statistical Review of World Energy June 2013
http://www.bp.com/statisticalreview Erişim tarihi (18.06.2014)
[14] BP Statistical Review of World Energy June 2013
http://www.bp.com/statisticalreview Erişim tarihi (18.06.2014)

yayılması ve gelişmesi ile enerji kaynaklarının giderek azalmasına rağmen dünyanın tükettiği enerji miktarı sürekli olarak artmaktadır.[15] 14 Ağustos 2014 günü, dünya genelinde tüketilen enerji dünyanın kapasitesinin üzerine çıkmıştır. 14 Ağustos 2014'ten 1 Ocak 2015'e kadar dünyada ekolojik bir açık yaşanmıştır.[16]

[15] http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.KT.OE/countries?display=default Erişim tarihi (15.09.2014)

[16] http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/earth_overshoot_day/ Erişim tarihi (15.09.2014)

İkinci Bölüm

Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi İlişkisi

İkinci bölümde ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiye ve bu ilişkinin sonucunda ortaya çıkan enerji bağımlılığı ve çözüm önerilerine yer verilecektir.

1. Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi İlişkisi

Enerji, ekonomik büyümenin ham maddelerinden bir tanesidir. Sürdürülebilir, istikrarlı ve yüksek büyüme hedefine ulaşılabilmesi için üretimin ve dolayısı ile enerji tüketiminin artması gerekmektedir. Gelişmiş ekonomiler, büyümeye devam ederken doğaya verilen zararı en aza indirmeye çalışmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı da bu çabanın temelini oluşturmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Devletinin de hedefi sürdürülebilir ve yüksek büyümedir. Literatürde özellikle CO_2 salınımının tehlikeli boyutlara ulaştığı 21.yy'ın başlarından sonra bu konuda yapılmış olan çalışmalar hız kazanmıştır. Konu üzerinde yapılan çalışmalara göre dört ana hipotez mevcuttur. Bunlardan birincisi ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında ilişki yoktur. İkinci hipotez ise yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin bulunmasıdır. Üçüncü hipotez, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisinin bulunmasıdır. Dördüncü ve son hipotez ise feedback (geribildirim) hipotezi olarak adlandırılır. Feedback hipotezi; ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik bulunmasını ifade eder. Nedensellik ilişkisinin detayları üçüncü bölümde literatür taraması kısmında ele alınmıştır.

2. Enerji Bağımlılığı

Enerji kaynaklarının eşit şekilde dünya genelinde dağılmamış olması bir çok ülkenin enerji anlamında bağımlı olmasıyla sonuçlanmıştır. Türkiye de pek çok gelişmekte olan ülkeler gibi enerji açısından bağımlısı bir ülkedir. Türkiye'nin ithalatının en önemli kalemi enerji ithalatıdır. ETKB (2011) verilerine göre Türkiye'deki toplam enerji tüketiminin yaklaşık olarak %26'sı ulusal kaynaklardan elde edilmektedir. Enerji talebindeki artışa karşılık, ulusal enerji kaynaklarının talebi karşılayamamasından dolayı Türkiye enerji ithalatını sürekli olarak arttırmaktadır. Sürdürülebilir ve yüksek büyüme hedefine sahip olan Türkiye, hedefine ulaşabilmek için enerji tüketimini arttırmak durumundadır. Mevcut düzende, gerçekleşecek enerji tüketimindeki artış enerji ithalatını da arttırarak Türkiye'nin enerji bağımlılığını daha da arttıracaktır. Enerji bağımlılığı, sürdürülebilir ve yüksek büyüme hedefine sahip olan Türkiye'nin en önemli sorunlarından bir tanesidir.

Türkiye'nin dünya enerji piyasalarındaki önemi giderek artmaktadır. Bunun sebebi hem bölgesel bir bağlantı noktası olması hem de giderek büyüyen bir alıcı pozisyonunda olmasıdır. Türkiye'nin enerji talebi giderek artmaktadır ve bu talep artışının ilerleyen yıllarda da artacağı öngörülmektedir[17].

Ekonomik büyüme ve enerji arasındaki ilişki bağımlılık probleminin temel noktalarından biridir. Ekonomik büyüme, bir ekonomideki belirli zaman içinde mal ve hizmet üretimindeki artış olarak tanımlanır (Sullivan, Arthur ve Sheffrin, 2003: 310). Toplam ekonomik aktivitenin ölçülmesindeki en önemli gösterge

[17] http://www.eia.gov/countries/analysisbriefs/Turkey/turkey.pdf Erişim tarihi (14.09.2014)

Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (*Real Gross Domestic Product, RGDP*) olarak adlandırılır. Daha gerçekçi bir analiz için kişi başına düşen reel gelir (*per capita real income*) kullanılır. Analizlerde kişi başına düşen reel gelir, reel gayri safi yurtiçi hasıla olarak modellere dahil edilir. Özellikle teknolojinin ilerlemesi, küreselleşen dünya, kaynakların doğanın kendini yenileyebileceği hızdan daha hızlı bir şekilde tüketimi bilim insanlarını ekonomiyi görece daha geniş çerçevede incelemesine neden olmuştur.

Ekonomiler büyüdükçe enerjiye olan ihtiyaçları artar. Bunun en temel nedeni ise enerjinin üretimin temel faktörü olmasıdır (Stern, 1997: 198). Enerji kaynaklarının heterojen olarak dağılmasından ve bu dağılımın bereketli hilal[18] çevresinde yoğunlaşmasından dolayı dünyanın hakimiyeti Anglo Saxon'ların himayesinde olmuştur. Dolayısı ile onların kullandıkları ekonomik ve siyasal sistemler dünyanın çehresini oluşturmuştur. İlkel dönemlerdeki yaygın felsefenin de zamanının gerisinde olması, insanların düşünsel anlamda gelişmemesi, yeniliğe kapalı tutumları, ellerinde tuttukları tüm kaynakların verimsiz kullanılması ve çevresel sorunlara eğilmemeleri, mevcut kaynakların bir anlamda yok olmasına sebep olmuştur. İlerleyen zamanlarda oluşan arz ve talep dengesizliği ülkeler için sorun oluşturmaya başlamıştır. Eşit olmayan kaynak dağılımdan ve de küreselleşen dünyada uluslararası ticaretin yaygınlaşıp kolaylaşması sebebiyle ülkeler komşularına ve diğer ülkelere ihtiyaç duymasına, bağımlı hale gelmesine sebep olmuştur. Özellikle Soğuk Savaş döneminden sonra çift kutuplu dünyadan tek ku-

[18] Bereketli hilal: Akdeniz ikliminin hakim olduğu, tarımın ve yerleşik hayatın başladığı yer olarak tanımlanır. Bereketli hilal (*Fertile Crescent*) kavramı ilk olarak arkeolog James Henry Breasted'in 1914 yılında yayınladığı kitabı `Outlines of European History` ve 1916 yılında yayınlanan kitabı `Ancinet Times, A History of the Early World` adlı kitabında ortaya koyulmuştur. Daha detaylı bilgi için bu kaynağa başvurunuz.

tuplu dünya düzenine geçilmesi, kapitalizmin yaygınlaşması ve artan talebi karşılama gerekliliği insanların ve ülkelerin hırslarını en yüksek seviyeye çıkartmış, tüm kaynakları yüksek oranda kullanmasına neden olmuştur. Bu sömürü sırasında doğaya verilen zarar ikinci plana atılmıştır. Ülkelerin odak merkezleri doğa olmamıştır, diğer her ülke gibi ekonomisini geliştirerek, yani daha fazla üreterek halklarına hizmet sunmayı ve refah düzeyini arttırmak olmuştur. Bunu yapabilmek için yani üretimlerini arttırmak için enerjiye ihtiyaç duymuşlardır. Üretimde yaratılmak istenen artış enerjinin daha yoğun kullanılmasına sebep olmuştur. İktisadi büyümenin ham maddelerinden bir tanesi enerjidir. Bunu gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerinin yani üretim yapan ülkelerin ithalat ve ihracatındaki enerjinin oranına bakarak yapılan basit bir analizle görmek de mümkündür[19].

Enerji iktisatçılarına göre; enerji üretimim en önemli girdilerinden bir tanesidir. Enerji olmadan diğer üretim faktörleri olan girdilerinin işlevlerini yerine getirememesi enerji iktisatçılarının temel argümanlarından birisidir. Buna göre enerji hem ekonomik büyüme için sınırlayıcı bir faktördür hem de sosyal ve ekonomik gelişme için bir ihtiyaçtır (Ghali ve El-Sakka, 2004: 226). Ekoloji ekonomistleri ise, enerji kaynaklarının (petrol rezervleri gibi) kalitesinin düştükçe enerji maliyetlerinin artacağını savunurlar. Onlara göre düşen kalitenin girdi üretiminde daha fazla enerji kullanılmasına yol açacaktır (Cleveland ve Stern: 1999).

2.1. Türkiye'nin Enerji Bağımlılığı Analizi

Türkiye, diğer pek çok ülke gibi enerji bağımlısı bir ülkedir. TÜİK'den elde edilen sürdürülebilir kalkınma verileri de bağımlılığın derecesini ortaya koymaktadır.

[19] http://data.worldbank.org/indicator/EG.IMP.CONS.ZS/countries/1W?display=default Erişim Tarihi (15.09.2014)

Türkiye'nin kaynak verimliliğinin 2000 ve 2010 yıllarını kapsayan dönemde ortalama olarak %55 civarında olduğu görülmektedir. Bu da ulusal kaynakların neredeyse yarısının israf edildiğini göstermektedir. 2000 yılında tüm ürünlerde enerji bağımlılığı %67,6 iken 2012 yılı itibarı ile %74,3 olmuştur. 2000 ve 2012 yılları arasındaki dönemde enerji bağımlılığı ortalama olarak %72 civarındadır. Yine aynı dönemde taş kömürü ve türevlerinde bağımlılık oranı %90, petrol ürünlerinde %93, doğal gazda ise %98 civarındadır.

2013 yılı sonu itibarı ile Türkiye'nin kişi başına yıllık enerji tüketimi 3210 kWh olarak görülmektedir (TMMOB, 2014: 6). Türkiye'nin kişi başına düşen enerji tüketimi hedefleri ise Tablo 5'te gösterilmiştir. Türkiye'nin istikrarlı büyüme hedefi ile hedeflediği enerji tüketimi birlikte incelendiğinde, tutarlı bir görüntü ortaya çıkmaktadır.

Tablo 5. Türkiye'nin Hedeflenen Kişi Başına Yıllık Enerji Tüketimi

Yıl	Hedeflenen Kişi Başına Yıllık Enerji Tüketimi
2015	3600 – 3800 kWh
2020	4800 – 5000 kWh
2023	5500 – 6000 kWh
2030	>7000 kWh
2040	>8000 kWh

Kaynak: TMMOB, 2014

Bağımlılığın en büyük etkisi ekonomiye olacaktır. Enerji ithalatı 2011'de toplam 54 milyar dolara ulaşırken, 2012'de 60 milyar dolara ulaşmıştır. 2013'de bir gerileme yaşamıştır ve ithalat 55,915 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Bu rakam

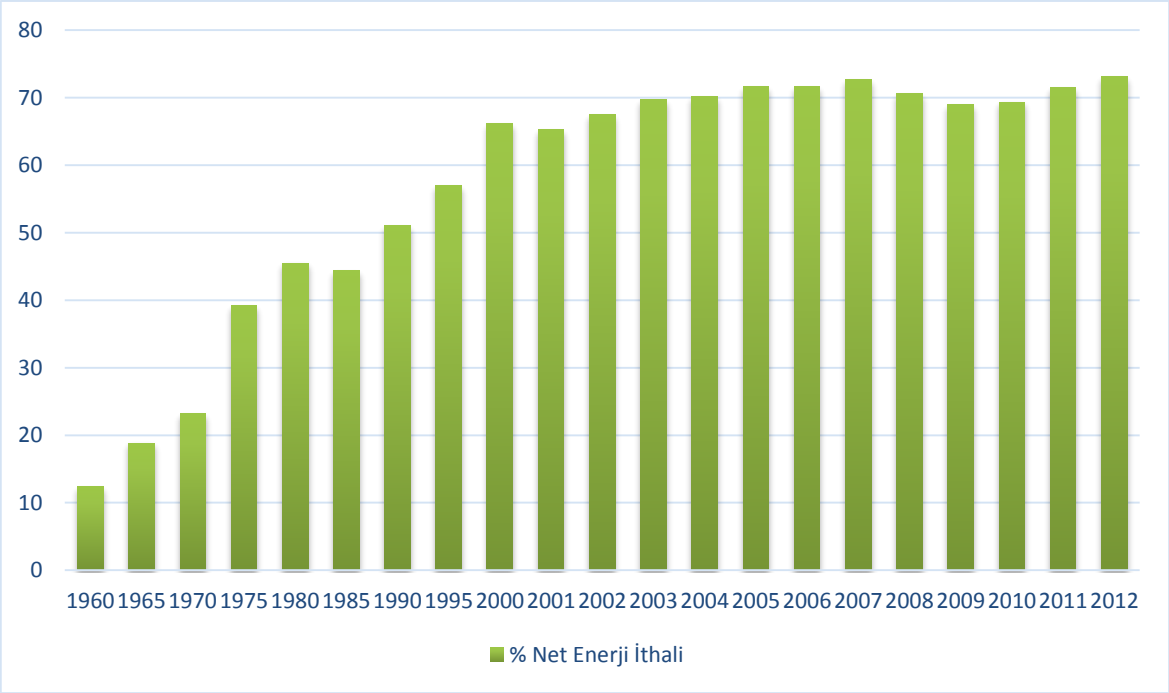
ihracat gelirlerinin üçte birinden fazladır. İthal kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yoğun kullanımı, gelecekte karbon salınımlarına yönelik olası cezai ekonomik yaptırımlara da yol açabilecektir. Siyasi iktidar, dış ticaret açığının en büyük sorumlusu olarak enerji girdilerini işaret etse dahi iktidarın izlemiş olduğu politikalarla açığı arttıracak yöntemler izlemektedir. Buna ek olarak enerji girdileri fiyatlarındaki artışların da olumsuz etkisi, enerji girdileri ithalatının daha da artmasına neden olabilecektir. (TMMOB, 2014: 26)

Dünya Bankası 2014 Türkiye verilerine göre enerji tüketimi ayrıca incelenecek olursa; yakıt tipine göre yurt içi enerji tüketimi 2000 yılında 80500 bin tep iken 2012 yılında 120000 tep'in üzerine çıkmıştır. Bu dönemde katı yakıtların bu tüketimin içindeki payı %35 civarında, petrol ürünlerinin yurt içi tüketimdeki payı yaklaşık %33, doğal gazın payı %27, yenilenebilir enerjilerin payı ise %5'tir.

Yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik oranı 2000'li yılların başında %24 iken 2012 yılı sonunda ise %27 civarına ancak çıkabilmiştir. Ulaştırmada tüketilen yakıt içinde yenilenebilir enerji payı 2006 yılında %0,01 iken 2012 yılında 0,11 seviyesine gelmiştir. Yenilenebilir enerji özelinde bir gelişme olduğu görülmektedir ancak bu gelişmenin yeterli olmadığı da ortadadır. Hane halkı elektrik tüketimi, sanayi, tarım, ulaştırma ve hizmet sektörlerine göre enerji tüketimi kısmi dalgalanmalar yaşasa da artmıştır. Türkiye'de fosil yakıtların yoğun olarak kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının göz ardı edilmesi sera gazı salınımlarının giderek artmasına yol açmıştır. Teknolojinin de gelişmesiyle kullanılan fosil yakıtların doğaya verdiği zarar azaltıldı gibi bir algı yaratılmasına karşılık elde edilen veriler 2011 yılındaki toplam emisyonun ve 2000 yılındaki toplam emisyonun yaklaşık 1,4 katından daha fazla olduğunu göstermektedir. Enerji tüketiminin sera gazı emisyonunun yoğunluğu oldukça fazladır. 2000 yılı

baz yıl olarak alındığında, 2001 – 2011 döneminde, enerji tüketiminin sera gazı emisyonu yoğunluğu ortalama olarak %99,1 olarak bulunur.

Türkiye, enerji tüketiminde yüksek oranda dışa bağımlı bir ülkedir. Enerji ve Tabi Kaynakları Bakanlığı (ETKB) 2011 verilerine göre, enerji ihtiyacının yaklaşık %26'sını ulusal kaynaklarından üretebilen bir ülkedir. Türkiye'deki enerji ihtiyacının büyük bir kısmı fosil yakıtlardan elde edilmektedir. PETFORM'un ETKB verilerine göre hazırladığı tabloda, yirmi yıllık dönemde (1990 – 2010), toplam enerji talebinin %106, enerji girdileri ithalatının % 182 arttığını, yerli üretimdeki artışın ise % 26 ile sınırlı kaldığı, yerli üretimin enerji talebini karşılama oranının ise % 40 azaldığı ortaya konulmaktadır (TMMOB, 2012: 23). Türkiye'nin yerli kaynaklarla enerji talebini karşılama oranı yıllar bazında incelendiğinde şunlar ortaya çıkmaktadır: 2007'ye kadar azalmış, ithal enerji girdi fiyatlarının hızla yükseldiği 2008'de ise artmıştır. 2009 yılına kadar bu artış devam etmiş, ancak 2010 yılında ise oran tekrar düşüşe geçmiştir. 2005 yılında Türkiye'nin petrol ve petrol ürünleri ithalatının toplam ihracatına oranı % 25'e ulaşmıştır.

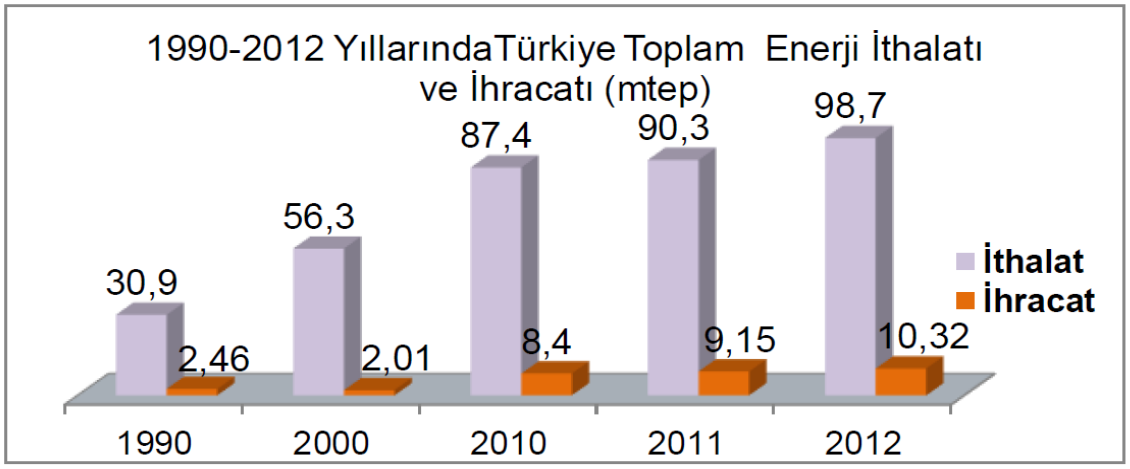


Şekil 6. Türkiye'nin Yıllara Göre Net Enerji İthalatının Nihai Tüketime Oranı

Kaynak: http://data.worldbank.org/indicator?display=graph#topic-3 Erişim Tarihi (20.08.2014)

Türkiye'nin net enerji ithalatı oranının %70'in üzerinde olduğu Dünya Bankası verilerinden yola çıkarak hazırlanan Şekil 6'da gösterilmiştir. 2011 verilerine göre sadece yakıt için yapılan ithalat tüm ithalata oranı %18,9'dur.[20] Türkiye'nin enerji ihracatı 1990 yılında 2,46 mtep seviyesindeyken 2012 yılında 4 kattan fazla artarak 10,32 mtep seviyesine ulaşmıştır. 2010 yılındaki toplam enerji ihracatı 8,4 mtep, 2011'de ise, 9,15 mtep seviyesine gelmiştir. Türkiye enerji ithalatı 1990 yılında 31 mtep iken 2012 yılında 3,2 kat artarak 98,7 mtep'e ulaşmıştır. 2011 yılındaki toplam enerji ithalatı ise, 90,2 mtep olmuştur.

[20] http://www.irena.org/REmaps/countryprofiles/Europe/Turkey.pdf#zoom=75 Erişim tarihi (21.08.2014)



Şekil 7. 1990-2012 Yılları Arasında Türkiye Toplam Enerji Ticareti
Kaynak: Genel Enerji Denge Tabloları EİGM/ETKB 2013

Türkiye'nin enerji ithalatı 1990- 2012 yılları arasındaki dönemde giderek artmıştır. Bu artışın kaynaklar bazında gelişimi incelendiğinde, doğal gazın bu dönem de 12,6 kat artarak 38 mtep'e yükseldiği görülmektedir. Petrol ve doğal gazın son iki yıldaki ithalatları tep olarak bir birine yakın değerdedir. 2012 yılında petrolün ithalatı, 1990 yılına kıyasla %62 oranında artarak 38 mtep olmuştur. Taşkömürü ithalatı ise 1990'da 4,2 mtep iken 2012 yılına gelindiğinde 1990 dönemine kıyasla 4,6 kat artarak 19,5 mtep düzeyine yükselmiştir. Petrokokun ithalatı bu yıllar arasında 8,4 kat artmıştır. Petrokok ithalatı 1990'da 350 bin tep iken 2012 yılında 2.936 bin tep seviyesine yükselmiştir.

2.2. Türkiye'nin Enerji Politikası

Türkiye'nin bir enerji sorunu olduğu ortadadır ve Türkiye'nin enerji politikalarına bakılacak olursa: 2013-2015 dönemini içeren *Orta Vadeli Program*'da hükümet bu enerji sorunun çözümü için:

- Özelleştirmenin tamamlanması,
- Nükleer güç santrallerinin kurulması yönündeki çalışmaların hızlandırılması,

- Enerji üretiminde yerli ve yenilenebilir kaynakların payının arttırılması, elektrik üretiminde doğal gazın ve ithal kömürün payının azaltılması,
- Türkiye'nin petrol, doğal gaz, elektrik kaynakların uluslararası pazarlara ulaştırılmasında transit güzergah ve terminal ülke olması,

hedeflerini koymuştur.[21]

Strateji Belgesi'nde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesiyle ilgili olarak;

- Bütün linyit ve taşkömürü kaynaklarının 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretimi amacıyla değerlendirilmesi,
- 2023 yılına kadar teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek hidroelektrik potansiyelin tamamının elektrik enerjisi üretiminde kullanımının sağlanması,
- Rüzgar enerjisi kurulu gücünün 2023 yılına kadar 20.000 MW'ye çıkarılması,
- Güneş enerjisinin elektrik üretimi için de kullanılmasının yaygınlaştırılması,

hedefleri yer almaktadır (ETKB, 2013: 63 – 65).

Tablo 6. Türkiye'nin Ulusal ve Yenilenebilir Enerji Potansiyeli

Hidroelektrik		80-100 Milyar kWs
Rüzgar		90-100 Milyar kWs
Jeotermal		5-16 Milyar kWs
Güneş		380 Milyar kWs
Yerli Linyit		110-125 Milyar kWs
Biyogaz		35 Milyar kWs
TOPLAM		700-756 Milyar kWs

Kaynak: TMMOB, 2014.

Türkiye'nin 2014 yılı enerji potansiyeli Tablo 6'da gösterilmiştir. Bütün bu potansiyele enerji verimliliğinden sağlanacak %25 oranındaki ek kapasite eklendiğinde

[21] http://www.bumko.gov.tr/Eklenti/7730,20142016ortavadeliprogramdocx.docx?0 Erişim tarihi (22.09.2014)

enerji açığının azalacağı ortadadır. TMMOB'ye göre Türkiye'de enerji dengesinin sağlanabilmesi için aşağıdaki hamleler birer gereklilik halini almıştır:

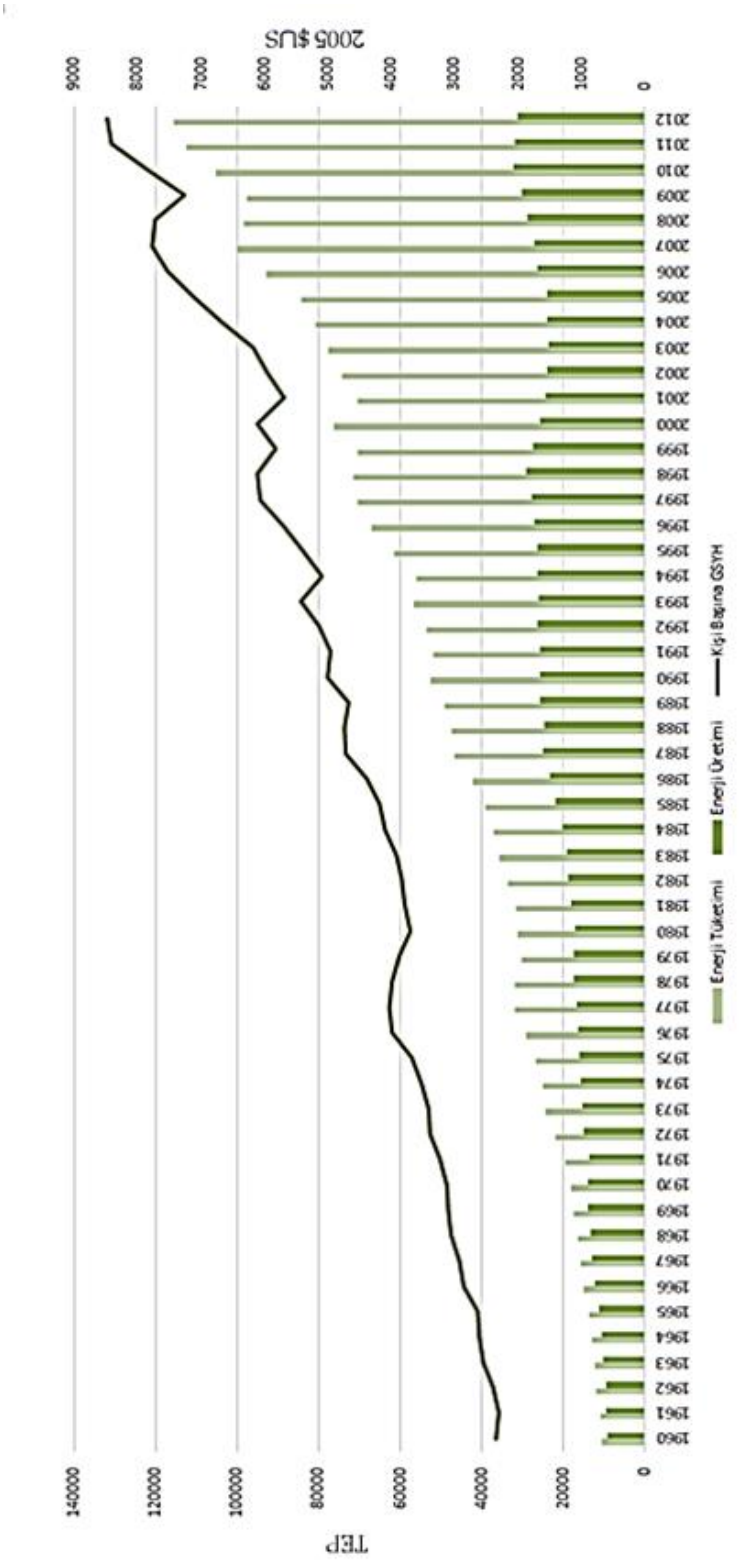
Temel enerji politikası enerjinin tüm tüketicilere kaliteli, yeterli, düşük maliyetli, sürekli ve güvenilir bir şekilde sunulması olmalıdır.

Enerji üretiminde yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilmelidir.

Enerji planlamaları, ulusal ve kamusal çıkarların korunmasını, toplumsal yararın arttırılmasını, halkın ucuz, sürekli ve güvenilir enerjiye kolaylıkla erişebilmesini çevreye verilen zararın asgari düzeyde olmasını hedeflenmelidir.

Enerji sektöründe bütünleşik kaynak planlaması zorunludur. Bu planlama; enerji üretiminin dayanacağı kaynakların seçimi, enerji tüketim eğilimlerinin incelenmesi, talep tarafı yönetim uygulamalarının üzerinde yoğunlaşma, enerjinin daha verimli kullanımı, çevreye verilen zararın asgari düzeyde olması, yatırımın yapılacağı yerde yaşayan insanların hak ve çıkarlarının korunması vb. ölçütleri gözeterek yapılmalıdır.

Türkiye'nin enerji arzı artmaktadır ancak bu artış oldukça azdır ve talebi karşılayacak durumda değildir. Türkiye ekonomisinin gelişmesi ile beraber enerji tüketimi de artmıştır. 1960 yılında Türkiye'nin enerji tüketim miktarı 10700 TEP civarında iken enerji üretimi 9370 TEP civarındadır. 2012 verileri göz önüne alındığında ise Türkiye'nin enerji tüketimi 115700 TEP, üretimi ise 31110 TEP olarak kayda geçmiştir. Türkiye'nin ekonomisindeki büyümenin grafiksel gösterimi de enerji üretimi ve tüketimi arasında oluşan farkın grafiksel gösterimiyle beraber Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Türkiye'nin Enerji Üretim ve Tüketim Dengesi (TEP) ve Türkiye'nin Kişi Başına Düşen GSYH'sı (2005 $US)

Kaynak: *http://data.worldbank.org/indicator?display=graph#topic-3 Erişim Tarihi (20.08.2014)*

Türkiye dünya birincil enerji tüketimi sıralamasında 21. sırada, elektrik üretimi sıralamasında 20. sırada, doğal gaz tüketiminde 24. sırada, doğal gaz ithalatı sıralamasında 8. sırada, hidroelektrik enerji tüketimi sıralamasında 12. sırada, kömür üretimi sıralamasında 11. sırada, kömür tüketimi sıralamasında 15. sırada, yenilenebilir enerji potansiyeli sıralamasında 14. sırada, güneş enerjisi kapasitesinde 29. sırada, rüzgar enerjisi kapasitesinde 16. sırada yer almaktadır.[22]

[22] http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Dunyada_ve_Turkiyede_Enerji_Gorunumu.pdf Erişim Tarihi (07.07.2014)

Üçüncü Bölüm

Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Tahmin Edilmesi

Bu bölümde ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar belirtilecek ve de bu çalışmalar hakkında bilgiler verilecektir. Türkiye özelinde yapılmış olan çalışmalar ise bir tablo şeklinde sunulacaktır. Türkiye özelinde yapılan çalışmanın sonucuna yer verilecektir.

1. Literatür Taraması

Literatürde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki karşılıklı ilişkiyi inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar aşağıda yer almaktadır. Kraft ve Kraft (1978) ABD'nin 1947 – 1974 yılları arasındaki verileri kullanarak yapmış olduğu çalışma sonucunda enerji tüketiminden gayri safi milli gelire doğru tek yönlü nedensellik bulmuştur. Bu çalışmadan sonra enerji ve ekonomi konusu son derece popüler olmuştur. Son zamanlarda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen bilim insanları şunlardır; Adjaye (2000), Lee (2005), Yoo (2006), Chen vd. (2007), Jinke vd. (2008), Lee ve Chang (2008), Narayan ve Smyth (2008), Chontanawat vd. (2008), Apergis ve Payne (2009), Akinlo (2009), Öztürk ve Acaravcı (2010), Menegaki (2011). Enerji ve gelir arasındaki ilişki pek çok bilim insanı tarafından çalışmaya değer bir konu olarak kabul edilmiştir. Örnek olarak Apergis ve Payne, (2009), Lee (2005), Lee ve Chang (2008), Lee vd. (2008), Mahadevan ve Asafu-Adjaye, (2007), Al-Iriani (2006), Narayan ve Smyth (2007, 2008, 2009), Narayan vd. (2007), Sadorsky (2009) verilebilir. Enerji politikalarının ve çevresel önlemleri ülke ekonomik politikalarına üzerine etkisi bilim insanlarını bu konuyu araştırmaya itmiştir (Bobinaite vd., 2011:

1). Ancak bilim dünyasında nedenselliğin yönü hakkında fikir birliği yoktur. Bazı bilim insanları (Narayan ve Smyth, 2008; Akinlo, 2009) nedenselliğin enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğu fikri üzerinden anlaşmıştır. Ekonomik büyüme enerji tüketimine bağlıdır. Bu bilim insanları enerji politikalarından kaynaklanan enerji tüketimindeki azalma, ekonomik büyümeyi yavaşlatacağı argümanını savunmaktadır. Bu argüman gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler için geçerlidir. Diğerleri (Yoo, 2006; Chen vd., 2007, Jinke vd., 2008) ise tersi bir argümanı savunmaktadır. Onlara göre ekonomik büyüme enerji tüketiminden kaynaklanmaktadır. Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik de bulunmuştur. (Mahadevan ve Adjaye, 2007; Paul ve Bhattacharya, 2004). Bu görüş ise enerji tüketimindeki artış direkt olarak ekonomik büyümeyi olumlu olarak etkiler. Daha sonra ekonomik büyümedeki artışın etkisi olarak da gelecekteki enerji tüketimini arttırdığını savunmaktadır. Bu hipotez daha sonra diğer bilim insanlarınca da doğrulanmıştır. Bir diğer hipotez olan tarafsızlık hipotezi ise enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını belirtir. (Öztürk ve Acaravcı, 2010).

Yenilenebilir enerji tüketiminin makroekonomik etkileri son dönemlerde araştırılmaya başlanmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi yapılan çalışmaların iskeletini oluşturmaktadır. Konu hakkında yapılan bilimsel çalışmalar farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Literatürde bu nedensellik ilişkisiyle alakalı dört hipotez vardır.

Birincisi feedback (geribildirim) hipotezidir. Bu hipotez ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olması durumunda geçerlidir. Dolayısıyla tamamlayıcılardır. Bu hipotez Apegris ve Payne (2012), Tuğcu vd. (2012) ve Sebri ve Ben Salha (2013) tarafından doğrulanmıştır.

Hwang ve Gum, 1991 yılında, Tayvan'ın 1961-1990 yılları arasındaki enerji tüketimi ve GSYH verilerini kullanarak yapmış oldukları çalışmada çift yönlü nedensellik ilişkisini tespit etmişlerdir. Çalışmasında hata düzeltme modelini kullanmıştır.

Glasuer 2002 yılında yayınladığı çalışmasında, Kore'nin 1961-1990 yılları arasındaki verilerini kullanarak ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmasında hata düzeltme modeli ve varyans ayrıştırma yöntemini kullanmıştır

Hondroyiannis vd. 2002 yılında Yunanistan için yaptığı çalışmasında hata düzeltme modelini kullanmış ve ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisini tespit etmişlerdir.

Ghali ve Al-Sakka (2004) 1961-1997 yılları arasındaki verilerle Granger Nedensellik Testi ve vektör hata düzeltme modelini kullandığı çalışmasında, Kanada için ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuştur

İkincisi büyüme hipotezidir. Bu hipotezde nedensellik yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğrudur. Bu yenilenebilir enerji tüketimini kısıtlayan politikaların ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etki yaratacağı anlamına gelir. Bildirici (2013), Yıldırım vd. (2013) Ben Aïssa vd (2013) bu hipotezi destekleyecek sonuçlara ulaşmıştır.

Stern (1993) ABD için yapmış olduğu çalışmasında VAR modeli kullanarak 1974 – 1990 yılları arasındaki verileri kullanmış ve enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. 2000 yılında yapmış olduğu çalışmasında ise 1948 – 1994 yılları arasındaki verileri ve Granger nedensellik testini kullanarak aynı yönlü ilişkiyi tespit etmiştir.

Soytaş vd. (2001) yılında Türkiye için 1960 – 1996 yılları arasındaki verileri ve Granger nedensellik testini kullanarak enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olan bir nedensellik ilişkisini ortaya koymuşlardır.

Üçüncü hipotez ise doğal kaynakların korunması hipotezidir. Bu hipotez ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini arttırdığını, tersinin ise geçerli olmadığını belirtir. Bundan dolayı ekonomik büyümedeki artış yenilenebilir enerji tüketiminde de bir artışa yol açar. Bu hipotez Menyah ve Wolde-Rufael (2010), Sadorsky (2009a) ve Sadorsky (2009b)'nin de aralarında bulunduğu birçok çalışma ile desteklenir.

Kraft ve Kraft (1978) 1947 – 1974 dönemindeki ABD verilerini kullanarak Granger nedensellik testi sonucunda ekonomik büyümenin enerji tüketimini arttırdığını kanıtlamıştır.

Abosedra ve Baghestani (1989) 1947 – 1987 yılları arasındaki ABD verilerini kullanmışlardır ve uyguladıkları Granger nedensellik testi sonucunda ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisini tespit etmişlerdir.

Cheng ve Lali (1997) Tayvan için yapmış oldukları çalışmasında 1954 – 1993 yılları arasındaki verilerden yararlanmışlardır. Granger nedensellik testi sonucunda ise ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Son olarak tarafsızlık hipotezi ise Menegaki (2011) ve Bowden ve Payne (2010)'inde arasında bulunduğu birçok çalışmanın da belirttiği gibi, bir ya da iki değişkendeki değişimin diğer değişkenleri etkilemediğini belirtir.

Akarca ve Long (1980) ABD için yapmış oldukları çalışmada 1950 – 1970 dönemi verilerinden yararlanmışlardır. Sim's tekniğini kullanan Akarca ve Long, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Yu ve Hwang (1984) 1947 – 1979 yılları arasındaki ABD verilerini kullanarak, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığını ortaya koymuşlardır. Çalışmalarında Sim's tekniğini kullanmışlardır.

Tablo 7'de Türkiye'deki ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi için yapılan çalışmalar gösterilmektedir.

Tablo 7. Türkiye'deki Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi İçin Yapılan Çalışmalar

ET → EB	EB→ ET	ET ↔ EB	ET x EB
Murray ve Nan (1996)	Lise ve Van Monfort (2007),	Erdal vd. (2008)	Altınay ve Karagöl (2004)
Soytaş vd (2001)	Karanfil (2008)		Jobert ve Karanfil (2007)
Soytaş ve Sarı (2003)			Karanfil (2008)
			Soytaş ve Sarı (2009)
			Halıcıoğlu (2009)
Not: EB: Ekonomik Büyüme ET: Enerji Tüketimi			
EB → ET = Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru bir nedensellik vardır.			
ET → EB = Enerji Tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik vardır.			
ET ↔ EB = Çift yönlü nedensellik vardır.			
ET x EB = Enerji Tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunamamıştır			

Her ne kadar çalışmaların çoğu hasıla ve elektrik tüketimi arasındaki ilişkiyi ya da petrol tüketimi ve gelir arasındaki ilişkiyi incelese de yenilenebilir enerji ve

gelir arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışma sayısı nispeten daha azdır. Chien ve Hu (2007, 2008) gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerde yaptığı çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ve teknik verimliliği araştırılmıştır. Sonuç olarak da yenilenebilir enerji tüketiminin teknik verimliliği arttırdığı sonucuna vardı. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) 2007 yılı raporuna göre yenilenebilir enerji yıllık ortalama %6,7 büyüyerek 2005 – 2030 yılları arasında en hızlı gelişen enerji bileşeni olma yolunda ilerliyor.

Bowden ve Payne'e (2009) göre yenilenebilir enerjinin teşviki ve enerji portföyünde uygulanabilir bir unsur olarak kabul edilmesi için ülkelerin yapması gerektiğine inandığı politikalar şunlardır; yenilenebilir enerji üretimi için vergi indirimleri, yenilenebilir enerji sistemleri kurulumu için yapılacak indirimler, yenilenebilir enerji portföyü standartlarının oluşturulması ve piyasadaki şirketlerin yenilenebilir enerji sertifikaları almasıdır. Kaygusuz vd. (2007) ve de Kaygusuz(2007)'un da belirttiği gibi, yenilenebilir enerji modelleri, sadece şu andaki enerji tüketiminde bir kısıtlamaya gidilmesini tavsiye eden modeli değil çevreye daha duyarlı bir enerji sektörü vaat eden modeli işaret ediyor. Bunlara ek olarak çevre dostu enerji sektörünün sürdürülebilir kalkınmayı da teşvik ettiğini ortaya koymaktadırlar.

Son zamanlarda, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini de inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Sarı ve Soytaş'ın(2004) yaptıkları çalışmanın amacı milli hasıla artışındaki değişimin Türkiye'deki farklı enerji kaynaklarının tüketimi ve istihdam ile ne derece açıklanabileceğini inceleyerek bu hususların enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisine yaptığı etkiyi literatüre eklemektir. 1969 – 1999 yılları arasında Türkiye'deki farklı enerji tüketimi önlemlerinin incelendiği çalışmada, genel tahmin hata varyansı çözümleme analizi uygulanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları göz

önüne alınarak, atık kullanımının reel GDP'deki hata varyansının %17,3'ünü, hidrolik güç tüketiminin %10,6'ını ve odun tüketiminin kabaca %3,5'ini açıkladığını ortaya koymuşlardır.

Takip eden çalışmalarda ABD üzerine inceleme yapan Ewing vd. (2007), Sarı vd. (2008) 2001:1 2005:6'ya kadar olan dönemdeki aylık verilerle, sanayi üretimi, istihdam, toplam enerji tüketimi, fosil yakıtlar, kömür, geleneksel hidroelektrik gücü, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, doğal gaz, odun, alkol, jeotermal ve atık tüketimleri verileriyle bir ARDL modeli tahmin etmişlerdir. Buldukları sonuçlar şunlardır; sanayi üretiminin istihdam üzerinde pozitif bir etki yarattığını, sırasıyla hidroelektrik, atık ve de rüzgar enerjisi tüketimi üzerinde ise olumsuz bir etkisi yarattığını gösteriyor. Öte yandan, güneş enerjisi tüketimi sanayi üretimi üzerinde olumsuz, istihdam üzerinde ise olumlu bir etkiye sahipken, biokütle enerjisi ne sanayi üretimi ne de istihdam üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki yaratmamıştır.

Sadorsky (2009b) iki değişkenli panel hata düzeltme modeli ile 1994 – 2003 yılları arasındaki yıllık verilerle 18 gelişmekte olan ülkeyi kapsayan çalışmasında yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisini ortaya koymuştur. Modele değişken olarak yenilenebilir enerji tüketimi, reel kişi başına düşen GDP'yi eklemiştir.

ABD'nin 1949 – 2006 arasındaki döneme odaklanan Payne (2009a) Toda-Yamamoto nedensellik testini çok değişkenli bir çerçevede, sermaye ve istihdamı da dahil ederek, yenilenebilir enerji ve reel çıktı arasındaki bulunamayan nedensellik ilişkisini araştırdı. ABD'de 1949 – 2006 yılları arasındaki yenilenebilir enerjinin sektörel tüketimi ve reel çıktı arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesi sonucunda Bowden ve Payne (2009) hane halkı yenilenebilir enerji tüketiminden

reel çıktıya doğru tek yönlü nedenselliği ortaya çıkarmakla beraber, sırasıyla ticaret ve sanayideki yenilenebilir enerji tüketimi ile çıktıyla ilgili bir nedensellik ilişkisi bulamamıştır. Değişken olarak şunları kullanmışlardır; enerji tüketimi, reel GDP, istihdam, birincil ticari enerji tüketimi ve birincil taşımacılık enerji tüketimi. Sonuç olarak elde ettikleri tahmini ayarlanma hızı ile tüm enerji sektörleri için kısa dönemli dalgalanmaların davranışlarını da kapsayan talep yönetimine ilişkin bilgileri, enerji piyasasında rol alan üreticilere ve kanun yapıcılara direkt olarak sağlar.

Apergis ve Panye (2010) 1980 – 2006 yılları arasında 6 Orta Amerika ülkesinin verilerini kullanarak, yenilenebilir enerji ve büyüme üzerine yaptıkları çalışmada, kısa ve uzun dönemde büyüme ile yenilenebilir enerji arasında çift yönlü nedensellik olduğunu tespit ettiler. Modellerinde panel eşbütünleşme testi kullandılar. Değişken olarak da reel GDP, yenilenebilir enerji tüketimi, istihdam ve reel gayri safi sabit sermaye oluşumu kullanmışlardır. Sonuç olarak uzun dönemde, yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artışın reel GDP'yi %0,244 arttırdığını, reel gayri safi sermaye oluşumundaki %1'lik artışın reel GDP'yi %0,194 arttırdığını ve de istihdamdaki %1'lik artışın reel GDP'yi %0,783 arttırdığını buldular. Çalışmanın bir diğer çıkarımı da yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik olduğudur. Bu da Kaygusuz (2007) ve Kaygusuz vd (2007)'un belirttiği gibi yenilenebilir enerjinin katalizör görevi gördüğünü, sadece tüketimi azaltmayı değil aynı zamanda doğaya duyarlı, sürdürülebilir kalkınmaya yardımcı bir enerji sektörü vaat ettiğini kanıtlamaktadır.

2. Türkiye İçin Uygulama

Bu başlık altında araştırmanın konusu olan yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin teorik altyapısı anlatılacaktır.

2.1. Ekonometrik Model

Bu çalışmada Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmektir. Soytaş vd. (2001) çalışmalarında enerji tüketiminin ülke sınırları içerisinde üretilen mal ve hizmetler ile bağlantılı olması sebebiyle ekonomik büyüme göstergesi olarak GSMH yerine GSYH değerini kullanmanın daha uygun olduğunu ifade etmektedir. Bu çalışmada Dünya Bankası veri setinden elde edilen (World Bank, 2014) 2005 yılı sabit dolar ile ölçülmüş GSYH değerleri kullanılmıştır. Yakılabilir yenilenebilir enerji kaynakları ve atık enerjisi değerleri de Dünya Bankası veri setinden (World Bank, 2014) elde edilmiştir. Elde edilen veriler 1980 ve 2013 yılları arasında ve yıllıktır.

Çalışmada Türkiye 'de ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki nedensellik ilişkisini incelemek için "Granger Nedensellik Testi" kullanılmıştır (Granger, 1969). Bilimsel çalışmalarda Granger Nedensellik Testi uygulanabilirliğindeki kolaylık sebebiyle en çok tercih edilen yöntemlerden biridir.

Bu çalışmada yapılan analizlerin ilk aşamasında durağanlık testleri yapılarak incelenen değişkenler üzerinde zaman etkisi bulunup bulunmadığına karar verilmiştir.

2.2.1. Birim kök testleri

Zaman serisi kullanılan analizlerde, direkt olarak serinin çözümüne geçmek doğru değildir. Öncesinde, kullanılan serinin durağan olup olmadığının sınanması gerekir. Bir zaman serisi, ortalamasıyla varyansı zaman içinde değişmiyor ve iki dönem arasındaki ortak varyansı, bu ortak varyansın hesaplandığı döneme değil de; yalnızca bu iki dönem arasındaki uzaklığa bağlı ise durağandır (Gujarati, 1999, s.713). Granger ve Newbold (1974) uzun dönem ortalamasından sürekli sapma gösteren durağan olmayan zaman serilerinin sapmalı standart hatalar ürettiğini ve sonlu olmayan bir varyansa sahip olduklarını öne sürdükleri çalışmalarında, nedensellik incelemesine konu olan değişkenlerin durağan yapıya sahip olmalarının (zamanın etkisinden arınmış olma) gerekliliği üzerinde durmuştur. (Granger ve Newbold, 1974, s.111-120). Bu durumda regresyon analiziyle elde edilen sonuç, gerçek ilişkiyi yansıtmaz. Durağan olmayan zaman serileriyle yapılan çalışmalar, ancak bu seriler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi olduğu durumda gerçek ilişkiyi yansıtır (Gujarati, 1999, s.726). Bir değişkenin durağan olup olmadığını veya durağanlık derecesini belirlemede kullanılan en geçerli yöntem birim kök testidir (Gujarati, 2001). Uygulamada en fazla kullanılan birim kök testleri Dickey Fuller (DF), Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) ve Phillips – Perron (PP) testleridir. Araştırmada, değişkenlerin durağanlığının belirlenmesi için, 1981 yılında Dickey ve Fuller'in geliştirdiği 'Genişletilmiş Dickey-Fuller Testi (ADF) ve Phillips – Perron (PP) testlerinden yararlanılmıştır. GDF yöntemindeki optimal gecikme sayısının belirlenmesinde Akaike Bilgi Kriteri, PP testinde ise Newey – West Bandwith kullanılmıştır.

ADF testi için, aşağıdaki eşitliğin tahmin edilmesi gerekir:

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + a_i \sum_{i=1}^{m} \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \qquad (1)$$

Burada Δ birinci fark işlemcisini, t zaman trendini, $\boldsymbol{\varepsilon_t}$ arındırılmış hata terimini, $\boldsymbol{Y_t}$ ise kullanılan serileri göstermektedir. m ise hata teriminin ardışık bağımlılığını gidermek için Akaike bilgi kriteri tarafından belirlenen bağımlı değişkenin gecikme sayısıdır. Burada sıfır hipotezi $\boldsymbol{\delta = 0}$ şeklinde kurulur: Yani birim kök mevcut ve zaman serisi durağan değildir. Sıfır hipotezi, $\boldsymbol{\delta}$ istatistiki olarak anlamlı bir şekilde sıfırdan farklıysa reddedilir (M. Mucuk ve V. Alptekin,2008: 164).

$\boldsymbol{\delta}$ katsayısının anlamlılığı t katsayıları aracılığı ile test edilir. Ancak burada elde edilen t değerleri geleneksel normal dağılıma sahip değerler değildir. Bu amaçla MacKinnon tarafından üretilen kritik değerler kullanılabilir. Elde edilen t değerleri mutlak değer olarak MacKinnon kritik değerlerinin mutlak değerinden küçük ise sıfır hipotezi reddedilemez, diğer bir deyişle serinin birim kök taşıdığı dolayısıyla durağan olmadığı anlamına gelir. Böyle bir durum bize serinin düzeylerinde istikrar olmadığını gösterir ve aynı test serilerin birinci farkına ya da gerekirse daha yüksek derecelerdeki farkına uygulanır. Eğer elde ettiğimiz sonuçlar bu kritik değerlerin mutlak değerinden büyük ise sıfır hipotezi reddedilir bu da bize serinin durağan olduğunu ifade eder.

2.2.2. Eşbütünleşme testi

Zaman serisi analizlerinde sıklıkla karşılaşılan ikinci aşama incelenen değişkenler arasında uzun dönem ilişkinin varlığının sorgulandığı eşbütünleşme testidir.

Eşbütünleşme kavramı, uzun dönemde ekonomik değişkenler arasındaki ortak harekettir. Teknik olarak Engle – Granger'e (1987) göre değişkenlerin birim köke sahip, yani I(1) olduğu görülebilir. Her ne kadar seriler, seviye itibariyle durağan olmasa da, serilerin doğrusal bileşimleri durağan olabilir. Böylelikle iki serinin lineer bileşiminin, serilerde yer alan stokastik süreci ortadan kaldırdığı görülür.

Bu durumunda, elde edilen regresyon sahte regresyon değil, anlamlı bir regresyondur (Çetintaş, 2004, s.26).

Eşbütünleşme ilişkisinin oluşturulabilmesi için her bir değişkenin aynı dereceden bütünleşmeye (integrated) tabii olması gerekmektedir. Bir zaman serisinin ortalaması, varyansı ve otokovaryansı, zamandan bağımsız ve sonlu ise bu zaman serisine kovaryans durağan denir. Bir değişken d kez fark alındıktan sonra durağan hale geliyorsa, bu değişken d. dereceden bütünleşiktir. Eşbütünleşme analizinde en az bir eşbütünleşme ilişkisi elde edildiğinde, bu eşbütünleşme ilişkisinden tahmin edilen katsayıların istikrarlılığı, bu ilişkilerin her zaman geçerli olup olmadığını göstermesi açısından önemlidir (Doğan, 2005: 113).

Eşitliklerde verilen sistemde n-1 adet eşbütünleşik vektör tespit etmek mümkün olduğundan doğal olarak ortaya bir soru çıkmaktadır: Çok sayıda mı, yoksa az sayıda mı eşbütünleşik vektöre sahip olmak iyidir? Bu soruya genel bir cevap bulmak kolay değildir. Eşbütünleşik vektörler "sistemde bulunan değişkenlerin uzun dönemdeki hareketlerine ekonomik sistem tarafından getirilen kısıtları temsil ederler" şeklinde değerlendirilebilir. Bundan dolayı ne kadar çok eşbütünleşik vektör söz konusu olursa sistem o kadar istikrarlı demektir (Şıklar, 2000, s.29).

Çalışmada GSYİH ve yenilenebilir enerji tüketimi serileri arasında eşbütünleşme ilişkisi olup olmadığını test etmek için Johansen (1988) ve Johansen ve Juselius (1990) tarafından geliştirilen Johansen Eşbütünleşme Testi kullanılmıştır.

2.2.3. Nedensellik testi

Seriler arasında eşbütünleşme olması durumunda, bu değişkenler arasında en azından bir yönde nedensellik bulunur (Granger,1988). Bu çalışmada seriler arasındaki ilişkinin yönünü analiz etmek amacıyla Granger (1986) ve Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilen Granger Nedensellik Testi kullanılmıştır.

Bilimsel çalışmalarda Granger Nedensellik Testi uygulanabilirliğindeki kolaylık sebebiyle en çok tercih edilen yöntemlerden biridir. Granger Nedenselliği, aralarında bir ilişki olup olmadığı sorgulanan değişkenler arasındaki ilişkinin varlığını ortaya koyma ve bir ilişki varsa bu ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla kullanılmaktadır ve aşağıdaki eşitlikler yardımıyla test edilmektedir.

$$\boldsymbol{Y_t = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{m} \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_{1t}} \qquad \textbf{(2)}$$

$$\boldsymbol{X_t = \sum_{i=1}^{m} \theta_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^{m} \gamma_i Y_{t-i} + \varepsilon_{2t}} \qquad \textbf{(3)}$$

Burada $\boldsymbol{\alpha_i}$, $\boldsymbol{\beta_i}$, $\boldsymbol{\theta_i}$ ve $\boldsymbol{\gamma_i}$ gecikme katsayılarını $\boldsymbol{m}$ bütün sayılar için ortak gecikme derecesini $\boldsymbol{\varepsilon_{1t}}$ ile $\boldsymbol{\varepsilon_{2t}}$ korelasyonsuz beyaz süreçlerini[23] göstermektedir.

Granger Nedensellik Analizi eşitlik (2) ve (3)'de hata terimlerinden önce yer alan bağımsız değişkenin gecikmeli değerlerinin katsayılarının sıfıra eşit olup olmadığı test edilerek yapılır. Hipotez çift taraflı kurularak nedenselliğin karşılıklı mı yoksa tek taraflı mı olduğu belirlenmektedir (Uzunöz ve Akçay, 2011: 8 – 9). Burada, $\boldsymbol{\beta_i}$ değerlerinin belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmaları durumunda $\boldsymbol{X_t}$'nin $\boldsymbol{Y_t}$'ye neden olduğu söylenir ve bu durum, "$\boldsymbol{X_t}$ $\boldsymbol{Y_t}$'nin Granger nedenidir" şeklinde ifade edilir. Bu durum "$\boldsymbol{X_t'}$ den $\boldsymbol{Y_t}$'ye doğru tek yönlü nedensellik" olarak tanımlanır. $\boldsymbol{\gamma_i}$ değerinin belirli bir anlamlılık düzeyinde sıfırdan farklı olmaları durumu "$\boldsymbol{Y_t'}$nin $\boldsymbol{X_t}$'ye neden olduğu" şeklinde değerlendirilir.

[23] Beyaz süreç (white noise): Bu sürecin özelliği sıfır ortalamalı, $\boldsymbol{\delta^2}$ sabit varyanslı ve otokorelasyonsuz olmasıdır.

Bu durum "$\boldsymbol{Y_t}$ $\boldsymbol{X_t}$'nin Granger nedenidir" şeklinde açıklanır ve "$\boldsymbol{Y_t}'$ den $\boldsymbol{X_t}$'ye doğru tek yönlü nedensellik" olarak tanımlanır. Eğer bu iki koşul da geçerli ise hem $\boldsymbol{\beta_i}$ hem de $\boldsymbol{\gamma_i}$ belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı durumda olmaları durumunda "$\boldsymbol{X_t}$ $\boldsymbol{Y_t}$'nin; "$\boldsymbol{Y_t}$ de $\boldsymbol{X_t}$'nin Granger nedenidir" denir. Bu tanımlama "çift yönlü nedensellik" olarak ifade edilir. İki koşulun geçerli olmaması, hem $\boldsymbol{\beta_i}$ hem de $\boldsymbol{\gamma_i}$ belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı durumda olmamaları durumu iki değişkenin birbirinin nedeni olmadığı anlamını taşır. Bu durum "$\boldsymbol{X_t}$ ve $\boldsymbol{Y_t}$ birbirinden bağımsızdır" şeklinde açıklanır.

2.3. Tahmin Sonuçları

Çalışmada kullanılan veriler Dünya Bankasından elde edilmiştir. Granger Nedensellik Testi; 1980 – 2013 yılları arasındaki 2005 yılı sabit dolar ile ölçülmüş GSYH verileri ve 1980 – 2013 yılları arasındaki yakılabilir yenilenebilir enerji kaynakları ve atık enerjisi tüketimi verileri ile yapılmıştır

Çalışmada Granger Nedensellik Testi için gecikme uzunluğunun belirlenmesinde minimum Akaike Bilgi Kriteri (AIC) dikkate alınmıştır. Analizler E-views 7.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

2.3.1. Birim kök testi

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın logaritması alınmıştır. Aynı şekilde yenilenebilir enerji tüketimi yerine kullanılan yakılabilen yenilenebilir enerji ve atık enerjisi verisinin de logaritması alınmıştır. Kullanılan iki değişken için elde edilen veriler yıllık veri olduğundan mevsimsellik sorunu oluşmamıştır. Her iki değişken de düzeyinde durağan değildir. İki serinin de birinci farkları alınmıştır. Gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriteri kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 8. Düzey Değerleri için ADF Test Sonuçları

DEĞİŞKENLER	KRİTİK DEĞERLER			ADF(t) ADF(prob)	GECİKME UZUNLUĞU
	%1 Anlam Düzeyi	%5 Anlam Düzeyi	%10 Anlam Düzeyi		
loggdp (intercept)	-3.646.342	-2.954.021	-2.615.817	-0.683234 0.8374	0
loggdp (trend and intercept)	-3.048.514	-3.552.973	-3.209.642	-4.262.735 0.1351	0
loggdp (intercept)	-3.653.730	-2.957.110	-2.617.434	-6.307.423 0.0000	1
loggdp (trend and intercept)	-4.273.277	-3.557.759	-3.212.361	-6.230.929 0.0001	1
logren (intercept)	3.417.722	-3.661.661	-2.960.411	-2.619.160 1	0
logren (trend and intercept)	-4.284.580	-3.562.882	-3.215.267	0.445626 0.9986	0
logren (intercept)	-3.661.661	-2.960.411	-2.619.160	-5.328.278 0.0001	1
logren (trend and intercept)	-4.284.580	-3.562.882	-3.215.267	-7.324.457 0.0000	1

Tablo 9. Birinci Fark Değerleri için ADF Test Sonuçları

DEĞİŞKENLER	KRİTİK DEĞERLER			ADF(t) ADF(prob)	GECİKME UZUNLUĞU
	%1 Anlam Düzeyi	%5 Anlam Düzeyi	%10 Anlam Düzeyi		
Δloggdp (intercept)	-3.653.730	-2.957.110	-2.617.434	-6.307.423 0.0000	0
Δloggdp (trend and intercept)	-4.273.277	-3.557.759	-3.212.361	-6.230.929 0.0001	0
Δloggdp (intercept)	-3.661.661	-2.960.411	-2.619.160	-9.644.502 0.0000	1
Δloggdp (trend and intercept)	-4.273.277	-3.557.759	-3.212.361	-6.230.929 0.0001	1
Δlogren (intercept)	-3.661.661	-2.960.411	-2.619.160	-5.328.278 0.0001	0
Δlogren (trend and intercept)	-4.284.580	-3.562.882	-3.215.267	-7.324.457 0.0000	0
Δlogren (intercept)	-3.679.322	-2.967.767	-2.622.989	-6.808.111 0.0000	1
Δlogren (trend and intercept)	-4.309.824	-3.574.244	-3.221.728	-6.727.033 0.0000	1

Çalışmanın bundan sonraki kısmında daha yalın olması sebebiyle Δloggdp serisi Gdp olarak; Δlogren serisi de Ren olarak adlandırılacaktır.

Tablo 10'da gösterildiği üzere, yapılan kriter testleri de göz önünde bulundurularak, uygun gecikme uzunluğu 0 olarak belirlenmiştir.

Tablo 10. Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi Amacıyla Oluşturulan İstatistik Tablosu

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	80.69187	NA*	4.87e-06*	-6.557656*	-6.459484*	-6.531611*
1	81.44610	1.319907	6.39e-06	-6.287175	-5.992662	-6.209041
2	84.76937	5.261838	6.83e-06	-6.230781	-5.739925	-6.100556
3	86.84646	2.942556	8.20e-06	-6.070539	-5.383341	-5.888225
4	89.90404	3.821968	9.25e-06	-5.992003	-5.108463	-5.757600
5	94.28572	4.746826	9.62e-06	-6.023810	-4.943928	-5.737317
6	98.37832	3.751545	1.07e-05	-6.031527	-4.755302	-5.692944
7	101.1594	2.085817	1.40e-05	-5.929951	-4.457383	-5.539278
8	111.6276	6.106422	1.07e-05	-6.468963	-4.800054	-6.026201

*Kriterler tarafından seçilen gecikme uzunluğu

LR: LR test istatistiği

FPE: Final Prediction Error

AIC: Akaike Information Criterion

SC: Schwarz Information Criterion

2.3.2. Eşbütünleşme testi

Uygun gecikme uzunluğu sayısı belirlendikten sonra, serilerin uzun dönemli ilişkilerini incelemek amacıyla Johansen Eşbütünleşme Testi uygulanır. Tablo 11, test sonuçlarını göstermektedir.

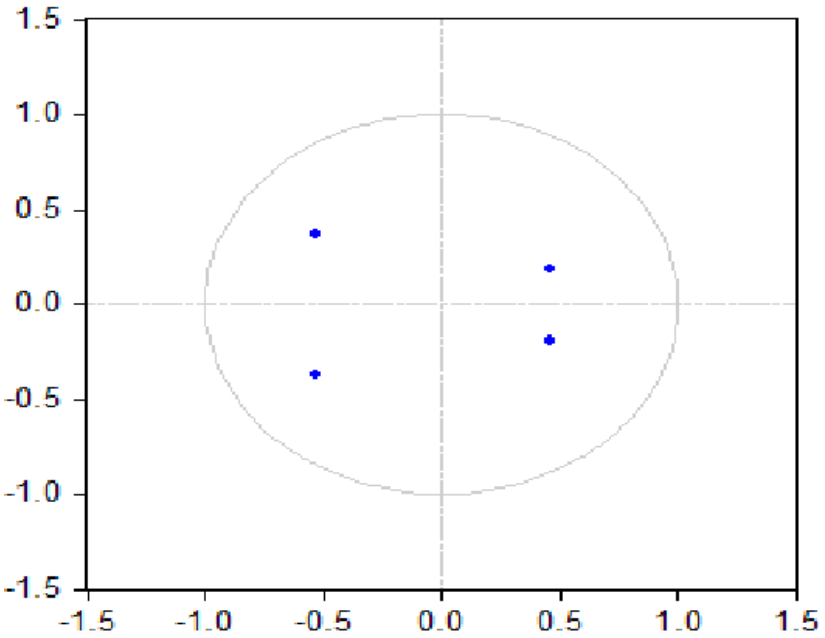
Tablo 11 üst panelde İz istatistiği (Trace İstatistiği) ve alt panelde Max-Eigen istatistiğine göre, bu iki seri arasında iki adet eşbütünleşik ilişki tespit edilmiştir. Buna göre gdp ve ren serileri arasında iki adet eşbütünleşme vektörü bulunmaktadır; yani seriler uzun dönemde iki denge değerine birlikte hareket etmektedir.

Tablo 11. Eşbütünleşme Testi Sonuçları

HİPOTEZLER	ÖZDEĞER	İZ İSTATİSTİĞİ	0,05 KRİTİK DEĞER	PROB DEĞERİ**
YOK*	0.661630	5.990.132	1.839.771	0.0000
EN FAZLA 1	0.572022	2.630.920	3.841.466	0.0000
İz istatistiği 0,05 düzeyinde 2 adet koentegrasyon tespit etti * 0,05 düzeyinde hipotezin red edildiğini belirtir **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p değeri				
HİPOTEZLER	ÖZDEĞER	İZ İSTATİSTİĞİ	0,05 KRİTİK DEĞER	PROB DEĞERİ**
YOK*	0.661630	3.359.212	1.714.769	0.0001
EN FAZLA 1	0.572022	2.630.920	3.841.466	0.0000
Max-eigenvalue istatistiği 2 adet koentegrasyon tespit etti. * 0,05 düzeyinde hipotezin red edildiğini belirtir **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p değeri				

2.3.3. Özdeğer sınaması

Modelin tahmin edilmesinin ardından hata terimlerine ait testlerin yapılması ve tahmin edilen modelin stabil bir yapı gösterip göstermediğinin test edilmesi gerekmektedir (Uzunöz ve Akçay, 2011: 8 – 10). Modelin istikrarlı olup olmadığı ise, katsayı matrisinin özdeğerlerine (Eigenvalue) bağlıdır. Eğer katsayı matrisinin özdeğerlerinin tamamı birim çemberin içindeyse, sistem istikrarlıdır (Hendry ve Juselius, 2000: 10). Grafik 1, özdeğerleri ve birim çemberi göstermekte, bütün özdeğerlerin birim çemberin içinde olduğu gözlenmektedir. Buna göre kurulan sistem, istikrarlıdır.



Grafik 1. Özdeğer Grafiği

Tablo 12. Özdeğer Sınaması

Root	Modulus
-0.531028 - 0.369352i	0.646847
-0.531028 + 0.369352i	0.646847
0.458387 - 0.190395i	0.496356
0.458387 + 0.190395i	0.496356

No root lies outside the unit circle.
VAR satisfies the stability condition.

2.3.4. Granger nedensellik testi

Tablo 13'deki Nedensellik Testi sonuçları, GDP ve REN arasında tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir. Olasılık değerleri dikkate alındığında REN'in GDP'nin Granger nedeni olmama olasılığı kritik değer olan %5'ten bü-

yüktür, sıfır hipotezi kabul edilir. GDP'nin REN'in Granger nedeni olmama olasılığı, kritik değer olan %5'ten küçük olduğu için sıfır hipotezi kabul edilmez. Bu sonuca göre, gayri safi yurtiçi hasıladaki bir artış yenilenebilir enerji tüketimini arttırmaktadır.

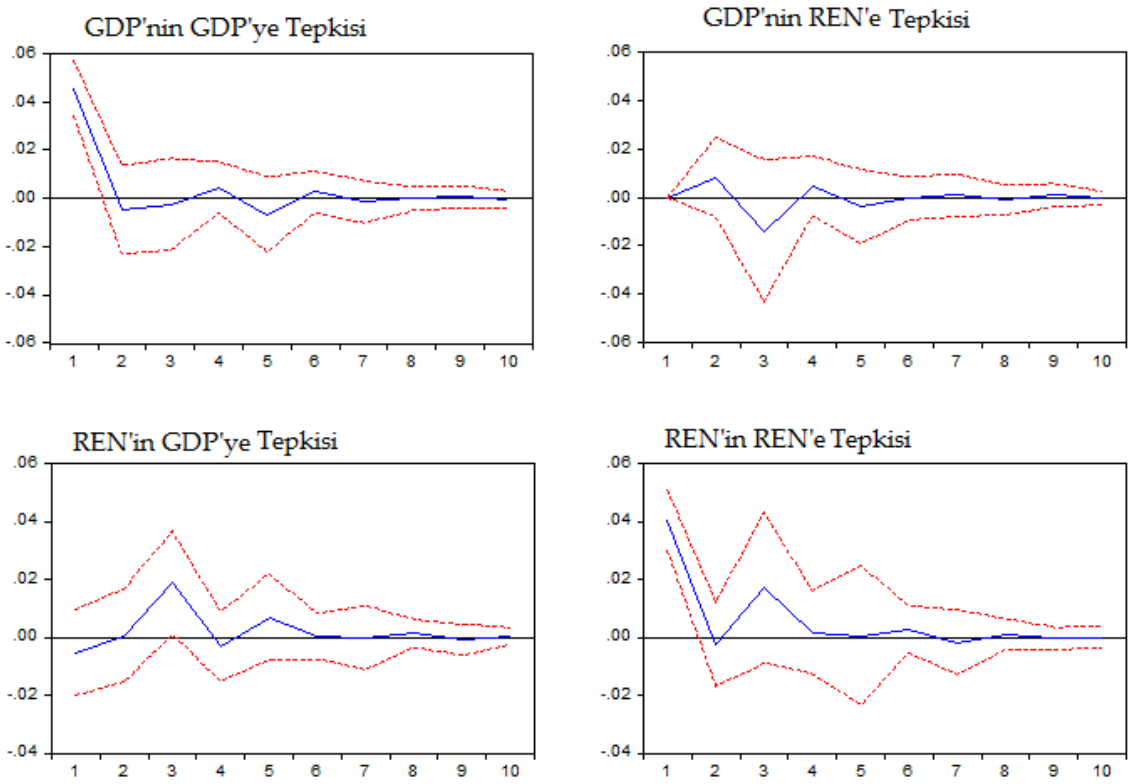
Tablo 13. Granger Nedensellik Testi Tablosu

Sıfır Hipotezi (H_0)	Gözlem Sayısı 30	F-İstatistiği Değeri	Olasılık Değeri
REN GDP'nin Granger Nedeni Değildir		0.71201	0.5003
GDP REN'in Granger Nedeni Değildir		3.52774	0.0447

2.3.5. Etki-Tepki fonksiyonları

Etki-Tepki fonksiyonları, VAR modeline dahil edilen ve her biri model açısından içsel kabul edilen değişkenlerin her birinde meydana gelecek bir standart sapmalık şokun diğer değişkenler üzerindeki etkilerini belirlememize olanak tanır. Kullanılan her bir değişken için tanımlanan etki-tepki fonksiyon grafikleri şekil 10'daki gibidir. Modellerin tahmininde kullanılan Cholesky sıralaması ise şekillerin başlarında yer almaktadır. Her bir şokun yaratacağı değişikliğe ilişkin gösterimlere ±2 standart hatalık bantlar da ilave edilmiştir.

Grafik 2'de, GDP'nin Tepkileri bölümünde GDP'deki bir standart sapmalık şok karşısında GDP'nin ve REN'in göstereceği tepki gösterilmiştir. Aynı şekilde REN'in Tepkileri bölümünde ise REN'deki bir standart sapmalık şok karşısında GDP'nin ve REN'in göstereceği tepki gösterilmiştir.



Grafik 2. Etki-Tepki Fonksiyonları Grafikleri

Tablo 14. Etki-Tepki Fonksiyonları Tabloları

GDP'nin Tepkileri		
Periyot	GDP'nin GDP'ye Tepkisi	GDP'nin REN'e Tepkisi
1	0.045531	0.000000
	(0.00588)	(0.00000)
2	-0.004907	0.008221
	(0.00918)	(0.00821)
3	-0.002573	-0.013928
	(0.00951)	(0.01473)
4	0.004410	0.004563
	(0.00529)	(0.00622)
5	-0.006727	-0.003963
	(0.00774)	(0.00765)
6	0.002532	-0.000561
	(0.00432)	(0.00449)
7	-0.001643	0.000850
	(0.00436)	(0.00444)
8	-0.000254	-0.001250
	(0.00250)	(0.00309)
9	0.000532	0.000784
	(0.00235)	(0.00242)
10	-0.000617	-0.000339
	(0.00168)	(0.00141)
REN'in Tepkileri		
Periyot	REN'in GDP'ye tepkisi	REN'in REN'e tepkisi
1	-0.005245	0.040206
	(0.00737)	(0.00519)
2	0.000549	-0.002455
	(0.00806)	(0.00725)
3	0.018846	0.016979
	(0.00893)	(0.01303)
4	-0.003208	0.001677
	(0.00606)	(0.00726)
5	0.006895	0.000557
	(0.00745)	(0.01199)
6	0.000249	0.002761
	(0.00397)	(0.00407)
7	-0.000240	-0.001775
	(0.00553)	(0.00562)
8	0.001283	0.001006
	(0.00239)	(0.00270)
9	-0.000941	-0.000415
	(0.00267)	(0.00189)
10	0.000478	-0.000130
	(0.00142)	(0.00192)
Cholesky Sıralaması: DLOGGDP DLOGREN		
Standard Hatalar: Analitik		

3. Sonuç

Ekonomik büyüme üretim ile gerçekleşir. Üretim yapabilmek için gereken en önemli ham madde ise enerjidir. Enerji kaynakları dünya üzerinde eşit oranda bulunmaz. Bu durum, bazı ülkeleri coğrafik konumları nedeniyle avantajlı bir duruma sokar. Dünyada en çok kullanılan enerji kaynağı fosil enerji kaynaklarıdır. Fosil enerji kaynakları sonlu, yenilenemez ve doğaya zararlı enerji kaynaklarıdır. Ülkeler, fosil enerji kaynaklarının aşırı kullanımı nedeniyle diğer ülkelere bağımlı hale gelmiştir. Ülkeler istikrarlı ekonomik büyüme hedeflerine ulaşabilmek için enerji kaynaklarını çeşitlendirmelidir. Öte yandan, fosil enerji kaynaklarının aşırı kullanımından ortaya çıkan ekolojik sorunlar ülkeleri yeni, yerel ve temiz kaynak arayışlarına ve kullanılmakta olan enerji kaynaklarından yüksek verim almaya yöneltmiştir.

Türkiye enerji açısından dışa bağımlı bir ülkedir. Bu bağımlılığın en büyük nedeni ise enerjidir. Türkiye'deki toplam enerji tüketiminin yaklaşık olarak sadece %26'sı yerel kaynaklardan elde edilmektedir. Son yıllarda atılan adımlar yerel kaynakların kullanım oranını arttırsa da oluşan artış kayda değer bir artış değildir. Dışa bağımlı olan Türkiye'nin her geçen yıl artan enerji ihtiyacı, enerji ithalini zorunlu kılmaktadır. Elektrik üretiminde doğal gazın payı %47'den fazladır. Doğal gazda dışarıya bağımlılık oranı %98 civarındadır. İthal edilen doğal gazın bir kısmı halkın kullanımına sunulmaktadır. Enerji talebinin artmasına karşılık yerel enerji talebinin artmaması makroekonomik ve mikro ekonomik anlamda sorunlar oluşturmaktadır. Ayrıca fosil kaynakların yoğun kullanımı, gelecek yıllarda karbon salınımlarına yönelik gündeme gelebilecek cezai ekonomik yaptırımlara da yol açabilecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanılma-

sıyla beraber yeni iş kolları yaratılacak, bağımlılığı azaltılacak ve karbon salınımlarına yönelik gündeme gelebilecek cezai ekonomik yaptırımların önüne geçilecektir ve fosil kaynaklara karşı yenilenebilir enerji kaynaklarının alternatif olarak sunulmasına zemin hazırlayacaktır.

Bu çalışma, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji arasındaki nedensellik ilişkisini ampirik olarak araştırmaya yöneliktir. Bu çalışmada Dünya Bankası veri setinden elde edilen (World Bank, 2013) 2005 yılı sabit dolar ile ölçülmüş GSYH değerleri kullanılmıştır. Yakılabilir yenilenebilir enerji kaynakları ve atık enerjisi değerleri de Dünya Bankası veri setinden (World Bank, 2013) elde edilmiştir. Elde edilen veriler 1980 ve 2013 yılları arasında ve yıllıktır. Çalışmanın sonucunda elde edilen sonuç yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisini ortaya koymaktadır. Bu ilişki büyüme hipotezi olarak kabul edilir. Bu hipoteze göre yenilenebilir enerji tüketimini kısıtlayan politikaların ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etki yaratacağı anlamına gelir. Bildirici (2013), Yıldırım vd (2013) Ben Aïssa vd (2013) bu hipotezi destekleyecek sonuçlara ulaşmıştır.

Türkiye için yenilenebilir enerji tüketiminin arttırılmasının ekonomik büyümeye de pozitif bir etki yaratacağı görülmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının arttırılması yoluyla enerji bağımlılığının azaltılması, ulusal kaynaklardan yararlanılması ve yeni oluşacak iş kollarının da etkisiyle işsizlik oranı azaltılabilmesi sağlanacaktır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli TMMOB tarafından 700-756 Milyar kWs olarak ölçülmüştür. Giderek artan enerji ihtiyacı ve dışa bağımlılık Türkiye'nin istikrarlı ve yüksek büyüme hedefine ulaşmasına engel olmaktadır. Fosil yakıtların yoğun kullanımından dolayı oluşabilecek cezai yaptırımlar ve nükleer enerji santrallerinin taşıdıkları yüksek risk, yenilenebilir enerji

kaynaklarının kullanımının desteklenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Türkiye'nin temiz ve ulusal enerji kaynaklarını verimli kullanabilmesi ekonomik büyümeye katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

Asafu-Adjaye, J. (2000). The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries. *Energy economics*, 22(6), s. 615-625.

Akarca, A. T., ve Long, T. V. (1980). Relationship between energy and GNP: a reexamination. *J. Energy Dev.;(United States), 5*(2), s. 326-331

Akinlo, A. E. (2009). Electricity consumption and economic growth in Nigeria: evidence from cointegration and co-feature analysis. *Journal of Policy Modeling*, *31*(5), 681-693.

Apergis, N., ve Payne, J. E. (2009). CO_2 emissions, energy usage, and output in Central America. *Energy Policy*, *37*(8), s. 3282-3286.

Aydın, L. (2014). *Enerji ekonomisi ve politikaları*. Ankara: Seçkin Yayınları, s. 37

Atlama, S. ve Özsoy, C. (2009). Eğitimde Toplumsal Cinsiyet Eşitsizliği: Türkiye'nin Karşılaştırmalı Bir Analizi. 7. *Uluslararası Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi*, s. 63-77.

Belloumi, M. (2009). Energy consumption and GDP in Tunisia: cointegration and causality analysis. *Energy policy*, *37*(7), s. 2745-2753.

Bobinaite, V.; Juozapaviciene, A. ve Konstantinaviciute, I. (2011). Assessment of causality relationship between renewable energy consumption and economic growth in Lithuania. *Engineering Economics, 22*(5), s. 510-518.

Boyle, G. (2004). *Renewable energy*. OXFORD University Press. s. 1 – 40

Bowden, N. ve Payne, J. E. (2009). The causal relationship between US energy consumption and real output: a disaggregated analysis. *Journal of Policy Modeling*, 31(2), s. 180-188.

BP.(2013), BP Statistical Review of World Energy, June 2013, http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review/statistical_review_of_world_energy_2013.pdf (Erişim Tarihi 15.08.2014)

Broadberry, S. ve Harrison, M. (2005). The economics of World War I: A comparative quantitative analysis, *Paper to the annual meeting of the Economic History Association, Toronto* (Vol.16). s. 1 – 22

Chen, S. T.; Kuo, H. I. ve Chen, C. C. (2007). The relationship between GDP and electricity consumption in 10 Asian countries. *Energy Policy*, 35(4), s. 2611-2621.

Chontanawat, J.; Hunt, L. C. ve Pierse, R. (2008). Does energy consumption cause economic growth?: Evidence from a systematic study of over 100 countries. *Journal of Policy Modeling*, *30*(2), s. 209-220.

Cleveland C. J.; Kaufmann, R.K. ve Stern D. I. (2000). Aggregation and the role of energy in the economy, *Ecological Economics* 32, s. 301-318.

Çanka Kılıç, F. (2011). Türkiye'deki Yenilenebilir Enerjilerde Mevcut Durum ve Teşviklerindeki Son Gelişmeler. *Current renewable energy situation and renewable subsidies in Turkey*, s. 103-115.

Çetin, M. ve Eğrican, N. (2011). Employment impacts of solar energy in Turkey. *Energy Policy*, 39(11), 7184-7190.

Daly, H. E. (1991). Towards an environmental macroeconomics. *Land Economics*, s. 255-259.

Daly, H. ve Farley, J. (1991). *Ecological Economies: Principals And Applications* (2. baskı). Washington DC: Island Press. s. 259-353

Doğan, B. (2005). Türkiye'de Para Politikalarının Etkinliği Açısından Likidite Etkisinin Ölçülmesi. *Doktora Tezi. Anadolu Üni. Sosyal Bilimler Ens.*

Ferguson, N. (2008). *Empire: The rise and demise of the British world order and the lessons for global power*. Basic books.

Goldberg, G. S. ve Rosenthal, M. G. (Eds.). (2002). *Diminishing welfare: a cross-national study of social provision*. Greenwood Publishing Group.

Ghali, K. H. ve El-Sakka, M. I. (2004). Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis. *Energy Economics, 26*(2), s. 225-238.

Glasure, Y.U. (2002). Energy and national income in Korea: further evidence on the role of omitted variables. *Energy Economics* 24, s. 355–365.

Granger, C. W. J. ve Newbold, P. (1974). Spurious regressions in economics. *Journal of Econometrics. 2* (2) July.

Grigg, D. (1980). Population growth and agrarian change: An historical perspective. *Cambridge University Press*, s. 1

Gujarati, D. N. (1999). *Temel Ekonometri* (Çeviri: Ü. Şenesen, G. G. Şenesen). İstanbul: Literatür Yayınları

Hendry, D. F. ve Juselius, K. (2001). Explaining cointegration analysis: Part II. *The Energy Journal*, s. 75-120

Hondroyiannis, G.; Lolos, S. ve Papapetrou, E. (2002). Energy consumption and economic growth: assessing the evidence from Greece. *Energy Economics* 24, s. 319–336.

Hwang, D. ve Gum B. (1991). The causal relationship between energy and GNP: the case of Taiwan. *Journal of Energy Development* 16, s. 219–226.

Harris, J. M. ve Roach B. (2013). *Environmental and natural resource economics: A contemporary approach*. ME Sharpe.

International Energy Agency, (2013). *World Energy Outlook*, s. 1 http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2013/ Erişim Tarihi (18.08.2014)

Jinke, L.; Hualing, S. ve Dianming, G. (2008). Causality relationship between coal consumption and GDP: Difference of major OECD and non-OECD countries. *Applied Energy, 85*(6), 421-429.

Kaygusuz, K. ve Sarı, A. (2003). Renewable energy potential and utilization in Turkey. *Energy Conversion and Management, 44*(3), 459-478.

Kaygusuz, K. (2007). Energy use and air pollution ıssues in Turkey. *WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. (6.baskı): Weinheim* s. 539 – 547

Kaygusuz, K. ve Türker, M.F. (1998). Use of wood as an energy source in Turkey. *Energy Sources,*20: s. 605–614

Kaygusuz, K. (1997). Rural energy resources: Applications and consumption in Turkey. *Energy Sources*. s. 549–558

Kilkis, İ.B. ve Eltez M. (1996). Advances in geothermal energy use. *ASHRAE Journal*;38: s. 1–7.

Kilkis¸ İ.B. (1994). Efficient and effective utilization of geothermal energy in Denizli and the vicinity (in Turkish) Technical Report, No. 2, *Springfield, Missouri: Heatway*, s. 1 – 5

Lee, C. C. (2005). Energy consumption and GDP in developing countries: a cointegrated panel analysis. *Energy Economics*, *27*(3), s. 415-427

Lee, C.; Wei, X.; Kysar, J. W. ve Hone, J. (2008). Measurement of the elastic properties and intrinsic strength of monolayer graphene. *Science*, 321(5887), s. 385-388.

Lee, C. C. ve Chang, C. P. (2008). Energy consumption and economic growth in Asian economies: a more comprehensive analysis using panel data. *Resource and energy Economics*, *30*(1), s. 50-65.

Liverman, D. M. (2009). Conventions of climate change: constructions of danger and the dispossession of the atmosphere. *Journal of Historical Geography*, 35(2), 279-296.

Mahadevan, R. ve Asafu-Adjaye, J. (2007). Energy consumption, economic growth and prices: A reassessment using panel VECM for developed and developing countries. *Energy Policy*, 35(4), s. 2481-2490.

Menegaki, A. N. (2011). Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics, 33*(2), s. 257-263.

Narayan, P. K. ve Smyth, R. (2008). Energy consumption and real GDP in G7 countries: new evidence from panel cointegration with structural breaks. *Energy Economics, 30*(5), s. 2331-2341.

NTV Tarih dergisi - Şubat 2009, Sayı 1, s.21

O'sullivan A.; Sheffrin, S. M. ve Perez, S. J. (2010). *Survey of Economics*. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson Prentice Hall.

Önal, E. ve Yarbay, R. Z. (2010). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli Ve Geleceği. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen bilimleri Dergisi* (18) s. 16-20

Özturk, I. ve Acaravcı A. (2010). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14*(9), s. 3220-3225.

Paul, S. ve Bhattacharya R. N. (2004). Causality between energy consumption and economic growth in India: a note on conflicting results. *Energy economics*, 26(6), 977-983.

Perman, R. ve Stern, D. I. (2003). Evidence from panel unit root and cointegration tests that the environmental Kuznets curve does not exist. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics 47*, s. 325-347

Pigou, A.C. (1962). *The economics of welfare*, London: Macmillan, s. 224

Pilisuk, M. ve Rountree, J. A.(2008). Who Benefits From Global Violence And War: Uncovering A Destructive System. *Greenwood Publishing Group*. s.13

Renewable Energy Policy Network For 21st Century, (2013). *Renewables 2013: Global Status Report.* s. 19 http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2014/GSR2014_full%20report_low%20res.pdf Erişim Tarihi (15.09.2014)

Saatci, M. ve Dumrul, Y. (2012). The relationship between energy consumption and economic growth: Evidence from a structural break analysis for Turkey. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *3*(1), s. 20-29

Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy policy*, *37*(10), s. 4021-4028.

Sarı, R. ve Soytaş U. (2007). The growth of income and energy consumption in six developing countries. *Energy Policy*, *35*(2), s. 889-898.

Schipper L. ve Martinot E. (1994). Energy efficiency in former Soviet republics: opportunities for the West. *International Journal of Global Energy Issues*, *6*(3), s. 216-227

Stern, D.I. (1993). Energy and economic growth in the USA. A multivariate approach. *Energy Economics 15*, s. 137–150.

Stern, D. I. (1997). Interpreting ecological economics in the neoclassical paradigm: limits to substitution and irreversibility in production and consumption, *Ecological Economics 21,* s. 197-215.

Stern, D.I.,(2000). A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy. *Energy Economics 22*, s. 267–283.Stern D. I. (1999). Is energy cost an accurate indicator of natural resource quality? *Ecological Economics 31*, s. 381-394.

Smil, V. (1994). *Energy in world history*. s. 2

Soytaş, U.; Sarı, R. ve Özdemir, O.,(2001). Energy consumption and GDP relationin Turkey: A cointegration and vector error correction analysis. *Economies and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings. Global Business and Technology Association*, s. 838–844.

Şıklar, E. (2000). Eşbütünleşme Analizi ve Türkiye'de Para Talebi. *Anadolu Üni. Yayınları*. No: 1206.

TEİAŞ *2013 Yılı Türkiye Elektrik İletimi Sektör Raporu*, (2014), s 2

TMMOB, *Türkiye'nin Enerji Görünümü*, (2014) s. 1 – 27

TMMOB, *Türkiye'de Termik Santraller Oda Raporu*, (2010) s. 13 – 17

Topal, M. ve Arslan, E. I. (2008). Biyokütle enerjisi ve Türkiye. *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, s. 17-19.

Tuğcu, C.T.; Öztürk, I. ve Aslan, A. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: evidence from G7 countries. *Energy economics, 34*(6), s.1942-1950.

Türker, M.F. ve Kaygusuz, K. (1995). Socio-economic analysis of fuelwood use in a rural area of Turkey. *Bioresource Technology,*54: ss. 285–290.

Yergin, D. (2011). *The prize: The epic quest for oil, money & power*. Simon and Schuster.

Yu, E.S.H. ve Hwang, B.K. (1984). The relationship between energy and GNP: Further Results. *Energy Economics 6*, s. 186–190.

Yücel, B. (1994). *Enerji Ekonomisi*, İstanbul: Febel Ltd. Şti. s. 1 – 201

Yoo, S. H. (2005). Electricity consumption and economic growth: evidence from Korea. *Energy Policy*, *33*(12), 1627-1632.