

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TÜRKİYE İÇİN CO₂ EMİSYONU, İKTİSADİ
BÜYÜME VE ENERJİ TALEBİ ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN ANALİZİ: ÇEVRESEL
KUZNETS EĞRİSİ YAKLAŞIMI**

HAZAL ŞENDOĞAN

2501151290

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. BURCU KIRAN BAYGIN

İSTANBUL, 2019



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS
TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN;

Adı ve Soyadı : HAZAL ŞENDOĞAN Numarası : 2501151290
Anabilim Dalı / Anasanat Dalı / Programı : EKONOMETRİ Danışmanı : DOÇ. DR. BURCU KIRAN BAYGIN
Tez Savunma Tarihi : 08.04.2019 Saati : 11.30
Tez Başlığı : TÜRKİYE İÇİN CO₂ EMİSYONU, İKTİSADİ BÜYÜME VE ENERJİ TALEBİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ANALİZİ: ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ YAKLAŞIMI

TEZ SAVUNMA SINAVI, İÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 36. Maddesi uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABULÜNE OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATI (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- PROF. DR. NURCAN METİN		Kabul
2- PROF. DR. BURAK GÜRİŞ		Kabul
3- DOÇ. DR. BURCU KIRAN BAYGIN		Kabul

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATI (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- PROF. DR. NİLGÜN ÇİL		
2- DOÇ. DR. VELİ YILANCI		

ÖZ

**TÜRKİYE İÇİN CO₂ EMİSYONU, İKTİSADİ BÜYÜME VE ENERJİ
TALEBİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ANALİZİ: ÇEVRESEL
KUZNETS EĞRİSİ YAKLAŞIMI**

HAZAL ŞENDOĞAN

Bu çalışmada, Türkiye için Karbondioksit Emisyonu, İktisadi Büyüme ve Enerji Talebi ilişkisinin analizi Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi Yaklaşımına göre yapılmıştır. 1970-2013 dönemini kapsayan bu çalışmada, veriler yıllık seriler olup Dünya Bankası'ndan elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan değişkenler, Karbondioksit Emisyonu, Kişi Başına Düşen Milli Gelir ve Enerji Tüketimi değişkenleridir. İlk olarak serilere ADF, PP Birim Kök Testleri, KPSS Durağanlık Testi ve Lee – Strazicich Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri uygulanmıştır. Bu serilerin, ortalamalarında ve trendlerinde iki kırılma ile durağan oldukları tespit edilmiştir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığını tespit etmek amacıyla Sınır Testi uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, Türkiye için Çevresel Kuznets Hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Kuznets Eğrisi, Enerji, CO₂ Emisyonu, İktisadi Büyüme

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN CO₂ EMISSION, ECONOMIC GROWTH AND ENERGY DEMAND FOR TURKEY: ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE APPROACH

HAZAL ŞENDOĞAN

In this thesis, the relationship between Carbon dioxide emission, Economic Growth and Energy demand for Turkey is analysed based on Environmental Kuznets Curve Hypothesis approach. The analysis covers the period 1970-2013 and uses annual data obtained from World Bank for Carbon dioxide emission, GDP per capita and Energy consumption variables. As a first step, the ADF unit root test, PP unit root test, KPSS stationarity test and Lee – Strazicich unit root test with two structural breaks are applied in the analysis. It is concluded that the variables are stationary with two structural breaks in their constant and trend. For cointegration relationship between the variables, the Bounds test is applied. The results show that Environmental Kuznets Curve Hypothesis is not valid for Turkey.

Key Words: Environmental Kuznets Curve, Energy, CO₂ Emission, Economic Growth

ÖNSÖZ

Son yıllarda, insanlar enerji ve çevre konularına karşı daha bilinçli olmaya başlamışlardır. Devletler ve sivil toplum kuruluşları, artan çevresel sorunlara karşı çözüm üretmeye çalışmışlardır. Ayrıca, enerji ve çevre ilişkisine yönelik birçok akademik araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırma konularından biri de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezidir. Bu çalışmada, Türkiye için CO₂ emisyonu, iktisadi büyüme ve enerji talebi arasındaki ilişkinin analizi Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezine göre yapılacak olup, geleneksel zaman serisi tekniklerinin kullanılması amaçlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca her konuda destek veren tez danışmanım Doç. Dr. Burcu KIRAN BAYGIN'a ve bu çalışma sırasında verdiği bilgiler için Prof. Dr. Burak GÜRİŞ'e ve tez süresince bana verdikleri desteklerden dolayı aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZ

ABSTRACT

ÖNSÖZ

TABLolar LİSTESİ

GRAFİKLER LİSTESİ

KISALTMALAR LİSTESİ

GİRİŞ

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ VE ENERJİ KAYNAKLARI

1.1. Enerji Kavramı

1.2. Enerji Kaynakları

1.2.1. Yenilemez Enerji Kaynakları

1.2.1.1. Kömür

1.2.1.2. Petrol

1.2.1.3. Doğalgaz

1.2.1.4. Nükleer Enerji

1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

1.2.2.1. Güneş Enerjisi

1.2.2.2. Jeotermal Enerji

1.2.2.3. Rüzgar Enerjisi

1.2.2.4. Hidroelektrik Enerjisi

1.2.2.5. Biyokütle Enerjisi

İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİ, ÇEVRE VE İKTİSADİ BÜYÜME

2.1. İktisadi Büyüme Kavramı

2.1.1. İktisadi Büyümenin Hesaplanması

2.1.1.1. Gayrisafi Milli Hasıla (GSMH)

2.1.1.2. Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)

2.1.2. Büyümenin Temel Kaynakları

2.1.2.1. İşgücü

2.1.2.2. Sermaye

2.1.2.3. Doğal Kaynaklar

2.1.2.4. Teknolojik Gelişme

2.2. Enerji, İktisadi Büyüme ve Çevre İlişkisi

2.3. Çevresel Sorunlar

2.3.1. İklim Değişikliği

2.3.2. Çevre Kirliliği

2.3.2.1. Hava Kirliliği

2.3.2.2. Su Kirliliği

2.3.2.3. Toprak Kirliliği

2.4. Çevreye Yönelik Uluslararası Çalışmalar

2.4.1. Roma Kulübü

2.4.2. Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı

2.4.3. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı

2.4.4. Kyoto Protokolü

2.5. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİNİN TÜRKİYE İÇİN TEST EDİLMESİ

3.1. Analizde Kullanılan Yöntemler

3.1.1. Genişletilmiş Dickey Fuller ve Philips Perron Birim Kök Testleri

3.1.2. KPSS Durağanlık Testi

3.1.3. İki Kırılmalı Lee-Strazicich Birim Kök Testi

3.1.4. Sınır (Bounds) Testi

3.2. Ampirik Sonuçlar

3.2.1. Birim Kök Testi Sonuçları

3.2.2. Sınır (Bounds) Testi Sonuçları

SONUÇ

EKLER

KAYNAKÇA

TABLÖLAR LİSTESİ

TABLO 3.1: ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR

TABLO 3.2: DEĞİŞKENLER VE VERİ KAYNAKLARI

TABLO 3.3: ADF, PP VE KPSS TESTİ SONUÇLARI

TABLO 3.4: İKİ KIRILMALI LEE STRAZİCİCH TESTİ SONUÇLARI

TABLO 3.5: ARDL(1,0,0,1) MODELİNE AİT TAHMİN SONUÇLARI

TABLO 3.6: SINIR TESTİ SONUÇLARI

TABLO 3.7: UZUN VE KISA DÖNEM KATSAYILARI

GRAFİK LİSTESİ

GRAFİK 1.1: Kömürün Elektrik Enerjisi Üretimindeki Payı

GRAFİK 1.2: Sıvı Yakıtların Elektrik Üretimindeki Payı

GRAFİK 1.3: Doğalgazın elektrik üretimindeki Payı

GRAFİK 1.4: Yıllara Göre Yenilenebilir Enerji Tüketimi

GRAFİK 1.5: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Enerji Oranı

GRAFİK 2.1: Çevresel Kuznets Eğrisi Grafiği

GRAFİK 2.2: Çevresel Kuznets Eğrisi: Gelir Esnekliği Yaklaşımı

KISALTMALAR LİSTESİ

CO₂ :	Karbondioksit
SO_x :	Kükürtoksit
NO_x :	Azotoksit
MW:	Miliwatt
CO:	Karbonmonoksit
GSYİH:	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
ÇKE:	Çevresel Kuznets Eğrisi
GDP:	Gross Domestic Product
EC:	Energy Consumption
ADF:	Augmented Dickey Fuller
KPSS:	Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, Shin
LS:	Lee - Strazicich

GİRİŞ

Dünyada enerji kullanımının gittikçe artıyor olması, atmosferdeki CO₂ emisyonunun artmasına neden olmaktadır. CO₂ emisyonundaki bu artış iklim değişikliği ve çevre kirliliği gibi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu gibi çevresel sorunların artışı ülkelerin önem verdiği konulardan biri olmuştur ve bu çevresel sorunların giderilmesi için birtakım uluslararası anlaşmalar imzalanmıştır.

1968 yılında kurulan Roma Kulübü'nün yayımladığı rapor, çevre kirliliği ve büyüme arasındaki ilişkiyi tartışan ilk çalışmadır. İlk olması sebebiyle birçok çalışmaya öncülük etmiştir. 5 – 16 Haziran 1972 tarihinde gerçekleştirilen Stockholm Konferansı, farklı gelişmişlik düzeyine sahip olan ülkelerin çevre konusunda ilk defa bir araya geldiği konferanstır. 3-14 Haziran 1992 tarihinde gerçekleştirilen Rio Konferansı'nda ise çevresel sorunlar ve sürdürülebilir kalkınma üzerinde durulmuştur. Aralık 1997 yılında kabul edilen Kyoto Protokolü, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile ilgili çalışmalar yapmayı amaçlamıştır. Bu protokol, çevre ile ilgili çalışmalar yapan ilk protokoldür.

Türkiye verileri için CO₂ emisyonu ve enerji tüketiminin iktisadi büyüme üzerindeki etkilerinin Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımına göre araştırıldığı bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır.

İlk bölümde, öncelikle enerji kavramı hakkında bilgi verilmiştir. Sonrasında ise kullanılan enerji kaynakları hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde, ilk olarak iktisadi büyüme kavramı hakkında bilgi verilmiştir. Bu kavram açıklandıktan sonra, enerji, çevre ve iktisadi büyüme ilişkisi açıklanmıştır. Ayrıca, çevresel sorunlara ve bu sorunları yönelik yapılan uluslararası çalışmalara değinilmiştir. Sonrasında ise, Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin teorik çerçevesi anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, Türkiye için Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin geçerliliği test edilmiştir. Ayrıca bu bölümde, Çevresel Kuznets Eğrisi ile ilgili yapılmış akademik çalışmalara yer verilmiştir.

1. BÖLÜM

ENERJİ VE ENERJİ KAYNAKLARI

Bu bölümde öncelikle enerji kavramı açıklanarak, yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi verilecektir. Yenilenemez enerji kaynakları olarak kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji, yenilenebilir enerji kaynakları olarak ise güneş enerjisi, jeotermal enerji, rüzgar enerjisi, hidroelektrik enerjisi ve biyokütle enerjisi ele alınacaktır.

1.1. Enerji Kavramı

Enerji maddede var olan, ısı ve ışık şeklinde ortaya çıkan güçtür. Enerjiyi kısaca “iş yapabilme yeteneği” olarak tanımlayabiliriz. Enerji, ölçülebilen bir büyüklüktür. Enerji kinetik ve potansiyel enerji olarak ikiye ayrılmaktadır.

Enerji, insan hayatında önemli bir yer kaplamaktadır. İnsanlar günlük hayatındaki eylemleri gerçekleştirebilmesi için enerjiye ihtiyacı duyar. İnsanlar, yemek ve barınma gibi temel ihtiyaçlarının yanında, ulaşım, iletişim, elektrik ve su üretimi gibi ihtiyaçlarını karşılarlarken fosil ve nükleer enerji tüketirler.¹

1.2. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları, iş yapabilme yeteneği olan enerjinin alındığı kaynaklardır. Enerji kaynakları; yenilenemez enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

1.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Kullanıldıkça rezervleri tükenen enerji kaynaklarına “Yenilenemez enerji kaynakları” adı verilir. Yenilenemez enerji kaynakları tükenbilirdir ve tükendiğinde geri döndürülmesi zordur. Yenilenemez enerji kaynakları kullanıldığında doğaya zararlı gaz

¹ James A. Fay, Dan S. Golomb, “Energy and the Environment”, New York, Oxford University Press, 2002, p.1.

ve atıklar yayar. Yenilenemez enerji kaynakları, çekirdek kaynaklılar ve fosil kaynaklılar olarak iki gruba ayrılmaktadırlar.

Yenilenemeyen enerji kaynakları aşağıdaki gibidir.

1.2.1.1. Kömür

Kömür, bitkisel kökenli organik maddeler ve inorganik bileşenlerden oluşan tortul bir kayadır. Bataklıklardaki bitki ve ağaç kalıntılarının yığılması ve milyonlarca yıl içinde kimyasal ve fiziksel değişime uğraması sonucu oluşmuştur.²

Kömür en eski yakıtlardan biri olup, 18. yüzyılın ikinci yarısında yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sanayileşmenin hızlanmasıyla birlikte kömürün kullanımı da artmıştır. Kömür, demir – çelik sanayisinde hammadde olarak kullanılmıştır. Günümüzde kömür daha çok elektrik üretimi ve diğer alanlarda kullanılmaktadır.

Turba, linyit, taşkömürü, antrasit ve grafit olmak üzere beş tane kömür çeşidi bulunmaktadır. Turba, karbonlaşma safhasını tamamlamamış kömürlere aittir ve 3000 kalori ve altında ısı verir. Bu kömür türü genellikle bataklık alanlarda bulunur. Bu kömür türünün içindeki su miktarı yüksektir.

Linyit, daha oluşumunu tamamlamamış kömür türüdür ve 3000 – 6000 kalori arasında ısı verir. Bu kömür türünün karbon yüzdesi 70 – 80 civarındadır. Linyit, ısı değerinin düşük ve içeriğindeki nem ve kül miktarının fazla olması dolayısıyla çoğunlukla termik santrallerde kullanılır. Yer kabuğunda bol miktarda olduğu için sıklıkla kullanılan kömür türlerindendir.

Taşkömürünün kalorisi yüksektir ve 6000 – 9000 kalori arasında ısı verir. Bu kömür türü, kömürleşme derecesi açısından antrasit ve linyit arasında yerini almaktadır. Bu kömür türünün karbon yüzdesi 70 – 80 civarındadır.

Antrasit, kömür türlerinin en değerlisidir ve %95'i karbondan oluşmaktadır. En sert kömür türü olmasından dolayı yandığı takdirde diğer türlerden daha fazla ısı vermektedir.

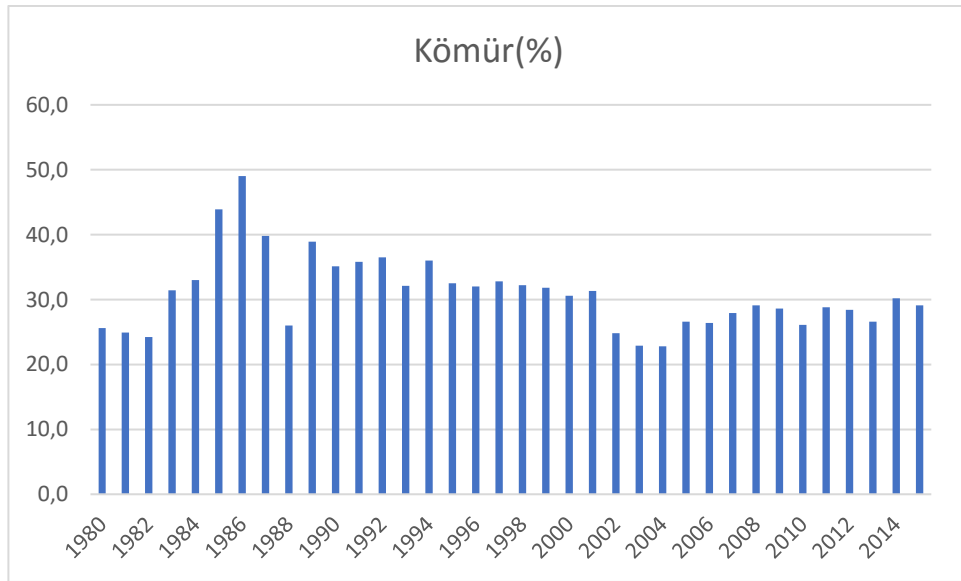
² Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü İnternet Sitesi, <http://www.mta.gov.tr/v3.0/>

Grafit, doğadaki en saf karbondur. Elmaştan farkı amorf yapıda bulunmasıdır. Grafitin kullanım alanı; ark lambası kömürlerinin yapımı ve yağlama makineleridir.³

Dünyada kömür rezervlerinin 326,6 milyar tonu (%31.3'ü) Avrupa – Avrasya ülkelerinde, 424,4 milyar tonu (%41'i) Asya – Pasifik ülkelerinde, 14.4 milyar tonu (%1.4'ü) Orta ve Güney Afrika ülkelerinde bulunmaktadır.

Dünyada ispatlanmış işletilebilir kömür rezervinin toplamda 892 milyar ton olduğu söylenebilmektedir. Bu rezerv miktarının 403 milyar tonunu antrasit ve bitümlü kömür oluştururken, 287 milyar tonunu alt bitümlü kömür ve 201 milyar tonunu ise linyit oluşturmaktadır.

Ülkemiz rezerv ve üretim bakımından linyit ve taş kömüründe orta düzeyde sayılabilir. Ülkemizdeki rezervlerin %46'sı Afşin-Elbistanda yer alırken, en önemli taşkömürü havzası Zonguldak'ta yer almaktadır.⁴



GRAFİK 1.1: Kömürün Elektrik Enerjisi Üretimindeki Payı

³ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü İnternet Sitesi, <http://www.mta.gov.tr/v3.0/>

⁴ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İnternet Sitesi, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Anasayfa>

Grafik 1’de Kömürün elektrik enerjisi üretimi içindeki payı görülmektedir. Bu grafik, 1980-2015 dönemindeki verilerden oluşmaktadır. Grafiğe baktığımızda, verilerin %30 civarında dalgalanma yaptığını görüyoruz. 1986 yılında ise en yüksek orana ulaşıldığı görülmektedir.

1.2.1.2. Petrol

Petrol; hidrojen ve karbon ile az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürtten oluşan çok karmaşık bir bileşimdir. Petrol katı, sıvı ve gaz halde görülebilir. Gaz halindeki petrol, imal edilmiş diğer gazlardan ayırt edilebilmesi için “doğal gaz” olarak adlandırılmıştır. Ham petrol ve doğal gazın bileşenleri hidrojen ve karbon olduğundan “hidrokarbon” olarak da bilinmektedir.

Petrolün her zaman sabit bir kimyasal bileşimi olmamakla birlikte, bulunduğu ülkelere göre bileşimleri değişiklik göstermektedir. Değişik kimyasal bileşime sahip çok sayıda petrol bulunmaktadır. Petrolün yapısı karmaşık olduğundan, basitleştirilmiş sınıflama tekniklerinin kullanılması zorunlu hale gelmiştir.

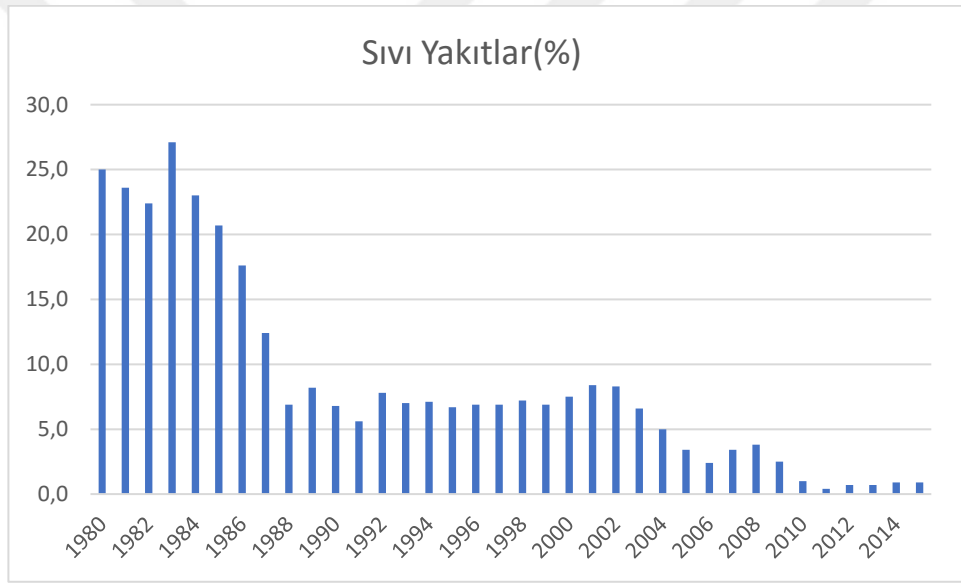
Petrolün sınıflandırılmasında en çok kullanılan yöntem, parafin bazlı petrol ve asfalt bazlı petrol olarak iki sınıfa ayırmaktır. Parafin bazlı petroller damıtıldığında, parafin adlı katı bir madde ayrışır. Asfalt bazlı petroller damıtıldığında, artık olarak koyu renkli bir katı faz oluştururlar.⁵

2017 yılında dünyada kanıtlanmış petrol rezervi 1696,6 milyar varildir. Petrol rezervinin 807,7 milyar varili (%47,6’sı) Orta Doğu ülkelerinde, 330,1 milyar varili (%19,5’i) Güney ve Orta Amerika ülkelerinde, 226,1 milyar varili (%13,3’ü) ise Kuzey Amerika ülkelerindedir. 2017’de dünya petrol üretimi 97,4 milyon varil/gün değerine ulaşmıştır. Birincil enerji kaynakları arasında stratejik bir konumda bulunan ham petrol 2017 yılı itibarıyla dünya enerji talebinin %33,7’sini karşılamaktadır.

⁵ Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) İnternet Sitesi, “Petrole Dair Merak Edilenler”, <http://www.tpa.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/petrolmerak.pdf>

Dünyada üretilebilir durumda olan petrol rezervlerinin yaklaşık %70'i ülkemizin yakınlarında bulunmaktadır. Türkiye, petrol rezervlerinin yaklaşık dörtte üçüne sahip olan bu ülkelerle komşu durumundadır.⁶

Türkiye'nin sahip olduğu en eski hat Kuzey Irak'ta bulunan Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattıdır. Sahip olduğumuz bir diğer boru hattı ise Bakü- Tiflis- Ceyhan (BTC) Ham Petrol Boru Hattıdır.⁷



GRAFİK 1.2: Sıvı Yakıtların Elektrik Üretimindeki Payı

Grafik 1.2’de Sıvı yakıtların (petrol vb.) elektrik üretimindeki payı gösterilmektedir. Bu grafik 1980-2015 dönemi verilerinden oluşmaktadır. Grafiğe baktığımızda ise sıvı yakıtların elektrik üretiminde kullanımının giderek azaldığı görülmektedir. 1987 yılına kadar sıvı yakıtların elektrik üretimindeki payı yüksek olduğu görülmektedir. Bu

⁶ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İnternet Sitesi, “Petrol”, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol>

⁷ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İnternet Sitesi, “Doğalgaz”, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz>

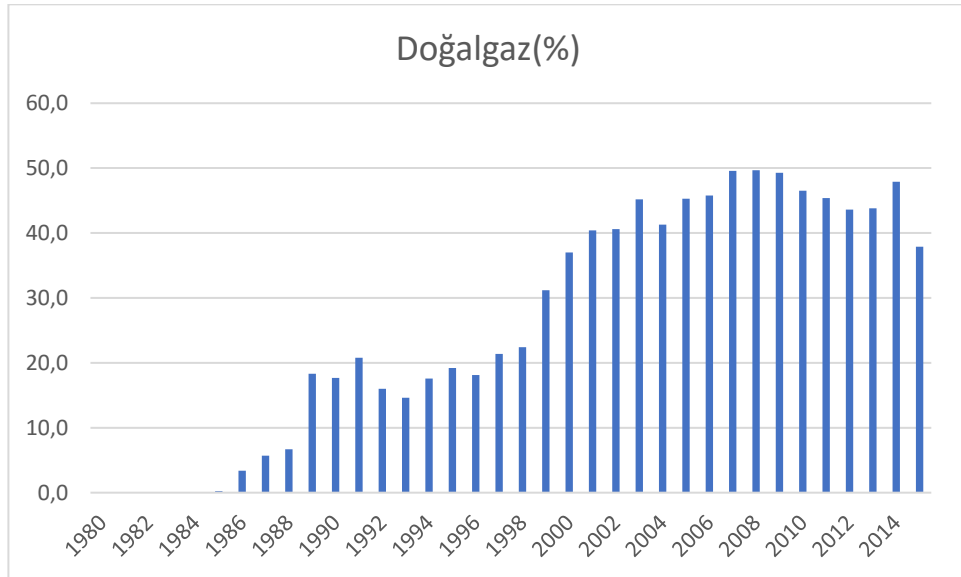
yıldan,sonra bu oran giderek azalmış olup 2004 yılından itibaren bu oran sıfıra yakın bir değer aldığı görülmektedir.

1.2.1.3. Doğalgaz

Bir petrol türevi olan doğalgaz; havadan hafiftir ve rengi, kokusu bulunmayan bir gazdır. Doğalgaz metan (CH_4), etan (C_2H_6) ve çeşitli karbonlardan oluşur. Yer altında genellikle petrol veya gaz rezervuarlarında bulunur.

Doğalgazın temiz bir yakıt olması ve çevreyi kirletmemesi en önemli özellikleri arasında yer alır. Gaz halinde olduğundan, doğal gazın daha hassas bir şekilde kontrol edilebilmektedir.⁸

Doğalgaz rezervlerinin 79,1 trilyon m^3 'ü (%40,9'u) Orta Doğu ülkelerinde, 62,2 trilyon m^3 'ü (%32,1'i) Avrupa ve Avrasya ülkelerinde, 33,1 trilyon m^3 'ü (%17,1'i) Afrika/Asya Pasifik ülkelerinde bulunmaktadır.



GRAFİK 1.3: Doğalgazın elektrik üretimindeki payı

⁸ TMMOB Enerji Raporu, Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, 2006, https://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/90f2aca5c640289_ek.pdf

Grafik 1.3'te doğalgazın elektrik üretimindeki payı görülmektedir. Grafik, 1980-2015 dönemi verilerinden oluşmaktadır. Grafiğe baktığımızda ise, doğalgazın elektrik üretiminde kullanımının 1986 yılından sonra giderek arttığını görmekteyiz. Son yıllarda doğalgaz elektrik üretimindeki payının da artmış olduğunu söyleyebiliriz.

1.2.1.4. Nükleer Enerji

Nükleer enerji; atom çekirdeğinden elde edilen bir enerji türü olup, oldukça yüksek bir verime sahiptir. Bir ton uranyumdan oluşan enerji, 20000 ton kömürden elde edilen enerjiden daha fazladır.

Nükleer enerji, petrol krizinin yaşanması ile yaygınlaşmaya başlamıştır. Petrol kaynaklarına sahip olmayan ülkeler, bu kaynaklara olan bağımlılığın azaltılması amacıyla nükleer enerjiye yönelmişlerdir. 1979 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelen Three Mile Island ve 1986 yılında SSCB'nin Çernobil kentinde (şu an Ukrayna sınırları içinde yer almaktadır) gerçekleşen nükleer santral kazaları sonrasında nükleer enerji kullanımı azalmıştır.

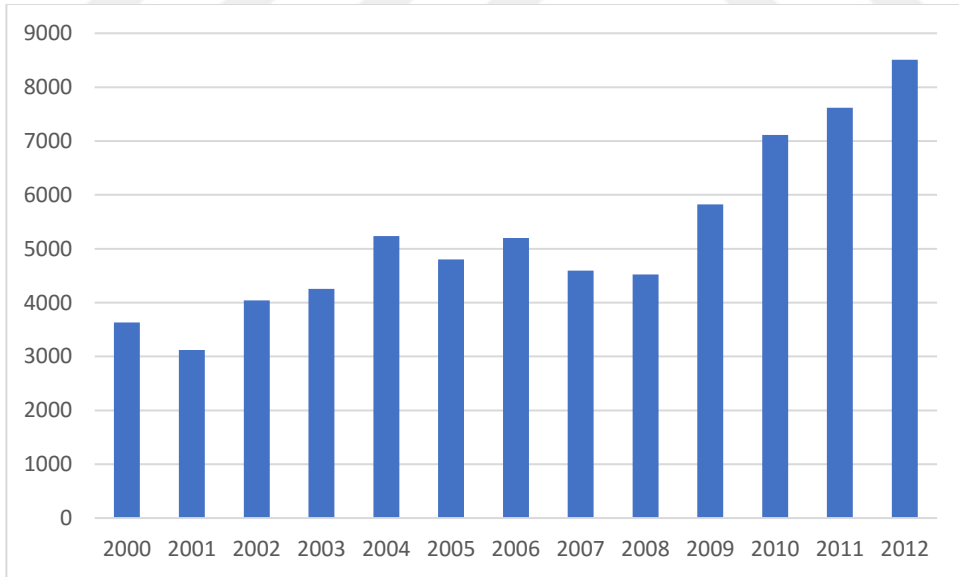
Nükleer enerji, diğer yenilenemez enerji kaynaklarından daha verimli olması iyi bir özellik gibi gözükmesine rağmen, birtakım kötü yanları vardır. Bunlardan en önemli olanı, radyoaktif olmasıdır. Nükleer santrallerde yaşanacak kazalardan sonra etrafa yayılan radyoaktif sızıntı çok büyük ve kalıcı hasarlara neden olmaktadır ve bu durumun etkileri uzun yıllar boyunca sürmektedir.

Yenilenemez enerji kaynaklarının birtakım dezavantajları vardır. Bu dezavantajlardan biri, bu kaynakların kısa bir süre içerisinde tükenecek olmasıdır. Diğer dezavantajı ise, bu kaynakların çevreye yaydığı gazlar nedeniyle çevresel sorunların meydana geliyor olmasıdır. Bu gibi dezavantajlarının olması nedeniyle, birçok yönden daha avantajlı olan yenilenebilir enerji kaynakları daha cazip hale gelmeye başlamıştır ve bu kaynaklara olan talep giderek artmaya başlamıştır.

1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Dünyadaki kaynaklardan elde edilebilen ve sürekli kendini yenileyebilme özelliğine sahip olan enerji kaynaklarına “Yenilenebilir Enerji Kaynakları” denir. Yenilenebilir enerji kaynakları, sürekli kendini yenileyebilme özelliğinden dolayı tükenmesi söz konusu değildir. Bu enerji kaynaklarının en önemli özelliklerinden biri, çevreye olan olumsuz etkilerinin minimum düzeyde olmasıdır.

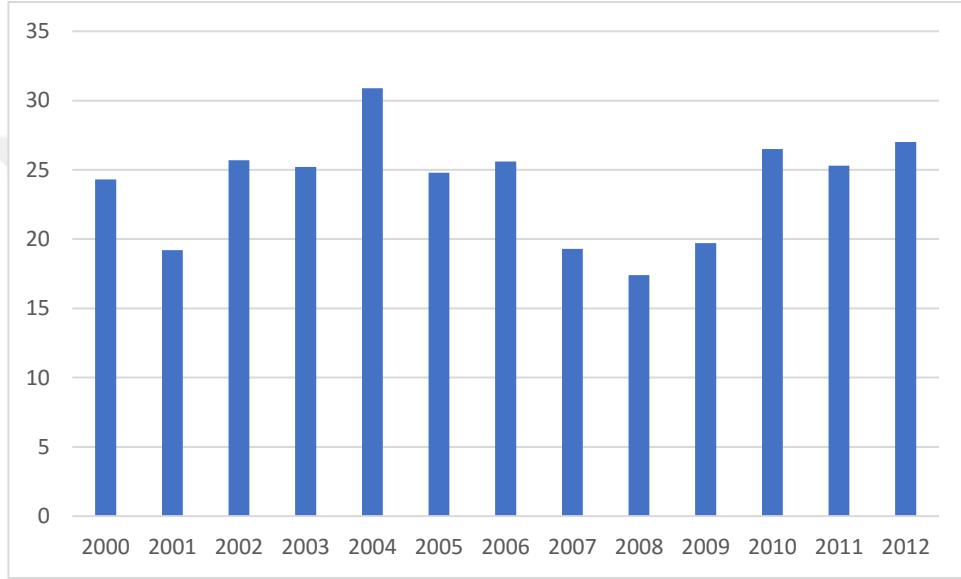
İngiliz danışmanlık şirketi Ernst&Young’un hazırladığı dünya genelindeki en iyi 40 yenilenebilir enerji piyasası listesinin birinci sırasında Çin, ikinci sırasında Hindistan, üçüncü sırasında ABD, dördüncü sırasında Almanya, sekizinci sırasında Fransa, onuncu sırasında İngiltere ve on yedinci sırasında ise Türkiye yer almaktadır.



GRAFİK 1.4 : Yıllara Göre Yenilenebilir Enerji Tüketimi

Grafik 1.4’te 2000-2012 yılları arasındaki yenilenebilir enerji tüketim miktarları verilmiştir. Grafiğe baktığımızda, yenilenebilir enerji tüketiminin giderek arttığını

görebilmekteyiz. Yenilenebilir enerji tüketiminin en düşük değeri 2000 yılında gözlenmiş olup en yüksek değer ise 2012 yılında gözlenmiştir.



GRAFİK 1.5: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektrik Oranı (%)

Grafik 1.5’de 2000-2012 yılları arasındaki yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik oranları verilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik oranı 2004 yılında en yüksek değerine ulaşmış olup, bu değer %30,9 olarak gözlenmiştir.

Güneş enerjisi, jeotermal enerji, rüzgar enerjisi, hidroelektrik enerjisi ve biyokütle enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır.

1.2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon sürecinde (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) ortaya çıkan bir ışıma enerjisidir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddetinin yaklaşık 1370 W/m² değerinde olduğu söylenmektedir. Buna rağmen yeryüzüne ulaşan miktar, atmosferden dolayı 0-1100 W/m² değerleri arasında değişmektedir. Bu enerjinin dünyaya ulaşan ufak bir kısmı dahi, insanlığın mevcut enerji

tüketiminden kat ve kat fazladır. Güneş enerjisinden faydalanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'li yıllardan sonra hızlanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşmüş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir.⁹

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın hazırladığı Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'na (GEPA) göre, yıllık toplam güneşlenme süresinin 2741 saat ve yıllık toplam ulaşan güneş enerjisinin 1527 kWh/m² yıl olduğu tespit edilmiştir.

Güneş enerjisi teknolojileri Güneş Hücreleri ve Isıl Güneş Teknoloji Enerjileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (CSP) olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Güneş Hücreleri, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çevirirler. Güneş Hücreleri, Fotovoltatik Güneş Elektrik Sistemi olarak da adlandırılmaktadır ve yarı iletken malzemelerden elde edilirler.¹⁰

Güneş Enerjisinin birçok avantajı vardır. Bunlardan ilki, bol ve tükenmeyen bir yenilenebilir enerji kaynağı olmasıdır. Diğer bir avantajı ise, temiz olmasıdır. Bunların dışında yerel uygulamalar için elverişli olması, dışa bağımlı olmadığı için ekonomik bunalımlardan bağımsız olması ve işletme giderlerinin düşük olması gibi avantajları da vardır.¹¹

1.2.2.2. Jeotermal Enerji

Jeotermal Enerji, “Jeolojik yapıya bağlı olarak oluşan, doğrudan ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek yararlanılabilen, yeryüzüne su, buhar ve gaz ile de taşınabilen yerkabuğunun ulaşılabilir derinliklerdeki doğal kaynağın ısı enerjisi” şeklinde tanımlanmaktadır.¹² Jeotermal enerji, temiz ve doğa dostu bir yenilenebilir enerji kaynağıdır.

⁹ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (KAMPÜS) Resmi İnternet Sitesi, “Güneş Enerjisi ve Teknolojileri”, http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

¹⁰ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, “Güneş Enerjisi”, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>

¹¹ Mehmet Oktay Eldem, “Güneş Enerjisi”, TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni, 2017/5, s. 7-8

¹² İbrahim Akkuş, Hüseyin Alan, “Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler Raporu”, Ankara, Şubat 2016, s.3.

Jeotermal kaynaklar üç bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler; ısı kaynağı, ısıyı yeraltından yüzeye taşıyan akışkan ve suyun dolaşımını sağlamaya yeterli kayaç geçirgenliğidir.¹³

Jeotermal enerjinin kullanım alanları doğrudan kullanım alanları ve dolaylı kullanım alanları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Sera ısıtması, bölge ısıtması, endüstriyel kullanım, tarımsal ürün kurutma, soğuk ve kar çözme, banyo ve yüzme (termal turizm) gibi alanlar, jeotermal enerjinin doğrudan kullanım alanları arasında yer almaktadır. Elektrik üretimi, jeotermal enerjinin dolaylı kullanım alanları arasında yer almaktadır.¹⁴

Türkiye'nin jeotermal potansiyeli yüksektir. Türkiye'de potansiyel oluşturan alanların %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu Bölgesi'nde, %7'si Marmara Bölgesi'nde, %5'i Doğu Anadolu Bölgesi'nde ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır.

2017 yılı verilerine göre dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 14,1 GWe'dir. ABD, Filipinler, Endonezya, Türkiye ve Yeni Zelanda jeotermal enerjiden elektrik üretimi alanındaki ilk beş ülkedir. ABD, Çin, İsveç, Belarus ve Norveç ise, jeotermal enerjinin doğrudan kullanım alanlarındaki ilk beş ülkedir.

Ülkemizde 2017 yılında jeotermal enerjiden elde edilen enerji miktarı 6,1 milyar kWh değerindedir. Ülkemizin jeotermal kaynaklı kurulu gücü 2018 yılının Haziran ayı sonunda 1.144 MW olmuştur.¹⁵

1.2.2.3. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi, güneş ışınlarının yer yüzünde farklı sıcaklık, basınç ve nem oluşturmaları sonucu ortaya çıkan enerji türüdür. Rüzgar enerjisi, doğal ve temiz bir yenilenebilir enerji türüdür.

Güneşin dünyaya bir saatte gönderdiği enerji miktarı 10^{18} Watt'tır. Güneşten dünyaya ulaşan enerjinin yaklaşık % 1 – 2'si rüzgar enerjisine dönüşmektedir.¹⁶

¹³ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi, "Jeotermal Enerji Nedir?", http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/jeo_enerji_nedir.aspx

¹⁴ Özlem Candan Külekçi, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi", Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, Ankara, 2009

¹⁵ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, "Jeotermal Enerji Nedir?", <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>

Rüzgar enerjisi birçok avantaja sahiptir. Rüzgar enerjisinin avantajları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:¹⁷

- Temiz ve doğa dostu olan bir enerji kaynağıdır. Bu enerji kaynağı kullanıldığında, çevreyi kirlletici atıklar ortaya çıkmaz. Rüzgar enerjisi, küresel ısınma sürecini yavaşlatılmasına yardımcı olmaktadır.
- Rüzgar enerjisinin yakıt maliyeti yoktur. Ayrıca, bakım maliyeti de düşüktür.
- Dışa bağımlı olmayan bir enerji türü olup, çevre şartlarının uygun olduğu durumda sürekli enerji oluşturmaktadır.
- Rüzgar türbinleri, karmaşık yapıya sahip olmayan makinalardır. Bu makinaların bakımı periyodik olarak yapıldığında, kullanım ömürleri boyunca sorunsuz bir şekilde çalışmaktadırlar.
- İşletmeye alınması ve kullanılması kısa sürede gerçekleştirilmektedir.

Rüzgar enerjisinin yukarıda bahsedilen avantajlarının yanı sıra, dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajları; rüzgar kesildiğinde ya da azaldığında enerji kaybının oluşması, türbin maliyetlerinin yüksek olması, rüzgar türbinlerinin çıkardığı ses şiddeti fazla olmasının gürültü kirliliğine neden olması, türbinlerin dönel makineler olmasının kuş ölümlerine neden olması ve türbinlerin elektromanyetik dalgayı etkilemesi şeklinde sıralanabilir.¹⁸

Rüzgar türbinleri, rüzgar enerji santrallerinin ana yapı elemanıdır ve bu makineler hareket halinde bulunan havadaki kinetik enerjiyi öncelikle mekanik enerjiye dönüştürürler ve daha sonra bu enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler. Rüzgar türbinleri, dönüş eksenleri doğrultusuna göre yatay ve düşey eksenli olmak üzere iki şekilde imal edilirler. Yatay eksenli rüzgar türbinleri, en çok kullanılan rüzgar türbini

¹⁶ Olcay Kincay, Zehra Yumurtacı, Nur Bekiroğlu, “Rüzgar Enerjisi Ders Notları Bölüm 1”, <http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/RuzgBol1.pdf>

¹⁷ Olcay Kincay, Zehra Yumurtacı, Nur Bekiroğlu, a.e.

¹⁸ Olcay Kincay, Zeynep Yumurtacı, Nur Bekiroğlu, a.e.

türüdür ve bu türbinlerin dönme eksenı rüzgara paralel ve kanatları rüzgar yönüne paralel olarak çalışmaktadır.¹⁹

Rüzgar türbinlerinin elektrik üretimine başlayabilmeleri için belirli bir rüzgar hızının olması gereklidir. Bir rüzgar türbini elektrik üretimini cut-in ve cut-out hızları arasında gerçekleştirmektedir. Rüzgar türbinlerinin her biri için belirlenmiş bir rüzgar hızında, sistemden elde edilen güç en büyük değere ulaşmakta olup, bu en büyük güce “nominal güç” ve bu rüzgar hızına ise “nominal hız” denir. Sistemin hasar görmemesi adına, belirli bir rüzgar hızından sonra rüzgar türbinleri otomatik olarak durma konumuna geçer. Bu maksimum hıza ise “cut-out hızı” denir.²⁰

Yel değirmenlerinin milinin döndürülmesi, yelkenlilerin yüzdürülmesi, su pompalama sistemlerinin çalışması, aydınlatma sistemlerinde elektrik üretilmesi, denizlerdeki gemilerde kullanılan elektriğin üretilmesi, rüzgar santralleri ile yüksek kapasitede elektrik üretilmesi gibi alanlarda rüzgar enerjisinden faydalanılmaktadır.²¹

Türkiye’de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte, 7,5 m/s üzeri rüzgâr hızına sahip alanlarda kilometrekareye 5 MW gücünde rüzgâr santralı kurulabileceği kabul edilmiş, orta-ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro-ölçekli rüzgâr akış modeli kullanılarak üretilen rüzgâr kaynak bilgilerine yer veren Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) hazırlanmıştır. Türkiye’nin potansiyel olarak rüzgar enerjisi 48.000 MW değerinde belirlenmiş olup, bu değere karşılık gelen toplamsal alan Türkiye yüzölçümünün %1,30’udur.

Türkiye’de 2017 yılında rüzgar enerjisinden üretilen elektrik miktarı 17,9 milyar kWh’tır ve 2018 Haziran sonunda işletmede olan rüzgar enerjisi santrallerinin gücü 6.671 MW olmaktadır.²²

¹⁹ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (Kampüs) Resmi İnternet Sitesi, “Rüzgar Enerjisi Nedir?”, <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-enerjisi.aspx>

²⁰ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, “Rüzgar Enerjisi”.

²¹ Enerji Beş Temiz Enerji Portalı İnternet Sitesi, “Rüzgar Enerjisi Nedir? Rüzgar Türbini Çeşitleri Nelerdir?”, <https://www.enerjibes.com/ruzgar-enerjisi-nedir-ruzgar-turbini-cesitleri-nelerdir/>

²² T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, “Rüzgar Enerjisi”, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>

1.2.2.4. Hidroelektrik Enerjisi

Hidroelektrik enerji; belirli bir yükseklikten akan suyun kinetik ve potansiyel enerjisinin bir türbin üzerinde önce mekanik enerjiye dönüştürülmesi ve türbin miline bağlı bulunan jeneratörün döndürülmesiyle elde edilen yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Hidroelektrik Santrallerin kullanım alanları; elektrik üretimi, içme suyu temini, tarımsal alanların sulanması, sel riskinin önlenmesi ve su ürünlerinin yetiştirilmesi şeklinde sıralanabilir.²³

Hidroelektrik santraller yenilenebilir enerji kaynağı olan sudan enerji elde ederler ve sera gazı emisyonu oluşturmazlar. Hidroelektrik santrallerin inşaatlarını yerli imkanlar kullanarak yapmak mümkündür. Bu santrallerin teknik ömrü uzundur ve yakıt gideri bulunmamaktadır. Hidroelektrik santrallerin işletme bakım giderleri azdır. Ayrıca, hidroelektrik santraller istihdam imkanları sağlarlar ve kırsal kesimde iktisadi ve sosyal yapıyı canlı kılarlar. Hidroelektrik santrallerin sahip olduğu bu özellikler nedeniyle en önemli yenilenebilir kaynağı olarak kabul edilirler.²⁴

Hidroelektrik santraller, depolama yapıları açısından, düşülerine ve kurulum güçlerine göre, ulusal elektrik sisteminin yükünü çekme durumuna, baraj gövdesinin tipine göre ve santral binasının bulunduğu yere göre altı şekilde sınıflanırlar.²⁵

Depolama yapıları açısından hidroelektrik santraller; Depolamalı (Rezervuarlı) HES'ler ve Nehir Tipi (Regülatör) HES'ler şeklinde ikiye ayrılırlar.

Düşülerine göre hidroelektrik santraller; Alçak Düşülü HES'ler ($H < 10$ m), Orta Düşülü HES'ler ($H = 10 - 50$ m arası), Yüksek Düşülü HES'ler ($H > 50$ m) şeklinde üçe ayrılırlar.

²³ Ayten Onurbaş Avcıoğlu, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Teknolojileri Dersi”, Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, 2017, s.3

²⁴ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (Kampüs) Resmi İnternet Sitesi, “Hidroelektrik Enerjisi Nedir?”, http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx

²⁵ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (Kampüs) Resmi İnternet Sitesi, “Hidroelektrik Enerjisi Nedir?”, http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx

Kurulu güçlerine göre hidroelektrik santraller; Çok Küçük (mikro) Kapasiteli (< 100 kW), Küçük (Mini) Kapasiteli ($100 - 1000$ kW), Orta Kapasiteli ($1000 - 10000$ kW) ve Büyük Kapasiteli (> 10000 kW) şeklinde dörde ayrılır.

Ulusal elektrik sisteminin yükünü çekme durumuna göre hidroelektrik santraller; Baz Yük HES, Puant (Pik) Yük HES, hem Baz hem de Puant (Pik) Yük HES olmak üzere üçe ayrılırlar.

Baraj gövdesine göre hidroelektrik santraller; Ağırlıklı Beton Gövdeli Barajlı HES, Beton Kemer Gövdeli Barajlı HES, Kaya Dolgu Gövdeli Barajlı HES, Toprak Dolgulu Gövdeli HES şeklinde dörde ayrılır.

Santral binasının bulunduğu yere göre hidroelektrik santraller ise, Yer altı HES, Yer üstü HES ve Yarı Gömülü veya Batık HES şeklinde üçe ayrılırlar.

Dünya'nın en büyük beş hidroelektrik santrali; Three Gorges Dam Hidroelektrik Santrali (Çin), Itaipu Dam Hidroelektrik Santrali (Brezilya-Paraguay) Xiluodu Dam Hidroelektrik Santrali (Çin), Guri Dam Hidroelektrik Santrali (Venezuela) ve Tucuruí Dam Hidroelektrik Santrali (Brezilya)'dir.

Türkiye'nin en büyük beş hidroelektrik enerji santrali; Atatürk Barajı Hidroelektrik Santrali (Şanlıurfa), Karakaya Barajı Hidroelektrik Santrali (Diyarbakır), Keban Barajı (Elazığ), Altınkaya Barajı Hidroelektrik Santrali (Samsun), Birecik Barajı Hidroelektrik Santrali (Şanlıurfa)'dir.²⁶

Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli teorik olarak dünya potansiyelinin %1'idir ve ekonomik potansiyeli ise Avrupa ekonomik potansiyelinin %16'sı olmaktadır.

Ülkemizin hidrolik kaynaklarının teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh ve teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel ise 216 milyar kWh'tır. Ülkemizin ekonomik hidroelektrik enerji potansiyeli ise, 140 milyar / yıldır.

Ülkemizde 2017 yılında hidroelektrik kaynaklı üretilen elektrik miktarı 58,2 milyar kWh'tır. 2018 Haziran sonunda işletmede 636 adet HES bulunmaktadır. Bu HES'lerin

²⁶ Enerji Beş Temiz Enerji Portalı İnternet Sitesi, "Hidroelektrik Santrali Nedir? Nasıl Çalışır?", <https://www.enerjibes.com/hidroelektrik-santrali-nedir-nasil-calisir/>

kurulu gücü 27.912 MW olup, Türkiye toplam kurulu gücünün %32'sine denk gelmektedir.²⁷

1.2.1.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, “bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle” şeklinde tanımlanmaktadır.²⁸

Biyokütle enerjisi, ana bileşenlerinin karbonhidrat bileşikler olduğu bitkisel ve hayvansal kökenli doğal maddelerden elde edilen bir enerji türüdür.²⁹

Biyokütle enerjisinin birçok avantajı bulunmaktadır. Bu avantajlar şunlardır;³⁰

- Hemen hemen her yerde yetiştirilebilirler.
- Üretim ve çevrim teknolojileri iyi bilinmektedir.
- Düşük ısı şiddeti yeterlidir
- Depolanabilir bir enerji kaynağıdır.
- 5 – 35° C arasındaki sıcaklıklar yeterlidir.
- Sosyoekonomik gelişmelerde önemli rol oynar.
- Diğer enerji kaynaklarından daha az sera etkisi oluşturur.
- Çevre kirliliği oluşturmaz.
- Asit yağmuruna yol açmaz.

Biyokütle enerjisi için kullanılan kaynaklar şunlardır:³¹

- Yağlı tohumlu bitkiler (kanola, ayçiçek, soya vb.)
- Şeker ve nişasta bitkileri (patates, buğday, mısır, şekerpancarı vb.)
- Elyaf bitkileri (keten, kenevir, sorgum, miskantus vb.)

²⁷ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, “Hidroelektrik Enerji”, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik>

²⁸ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, “Biyokütle Enerjisi”, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>

²⁹ Erol Kapluhan, “Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu”, Marmara Coğrafya Dergisi, Temmuz 2014, Sayı 30, s. 97 – 105.

³⁰ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (Kampüs) Resmi İnternet Sitesi, “Biyokütle Enerjisinin Avantajları”, http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi_adv.aspx

³¹ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, “Biyokütle Enerjisi”, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>

- Protein bitkileri (bezelye, fasulye v.b.)
- Bitkisel ve tarımsal artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, v.b.)
- Odun ve orman atıkları(enerji ormanları ve enerji bitkileri, çeşitli ağaçlar)
- Sığır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların dışkıları, mezbahane atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar.
- Kanalizasyon ve dip çamurları, kağıt, sanayi ve gıda sanayi atıkları, endüstriyel ve evsel atık sular, belediye ve büyük sanayi tesisleri atıkları

Ülkemizde işletmede bulunan biyokütle kaynaklı elektrik üretimi santrallerinin toplam kurulu gücü 695 MW'tır. 2018 Haziran ayı sonunda bu elektrik santrallerinde üretilen enerji miktarı 1.610 GWh'a ulaşmıştır.³²

³² T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, “Biyokütle Enerjisi”, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>

2. BÖLÜM

ENERJİ, ÇEVRE VE İKTİSADİ BÜYÜME

Bu bölümde öncelikle iktisadi büyüme, iktisadi büyümenin hesaplanması ve büyümenin temel kaynakları ile ilgili bilgi verilecektir. Daha sonra enerji, iktisadi büyüme ve çevre ilişkisine değinilerek başlıca çevresel sorunlar anlatılacaktır. Çevreye yönelik olarak yapılmış uluslararası çalışmalar sonrasında Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi ana hatlarıyla açıklanacaktır.

2.1. İktisadi Büyüme Kavramı

İktisadi büyüme, “bir ülkenin bir yıl içerisinde üretim kapasitesinde veya reel gayrisafi yurtiçi hasılasında (GSYİH) görülen ve sayısal olarak ölçülebilen reel artışlar” şeklinde tanımlanmaktadır. Kişi başına düşen milli gelir açısından bakarsak iktisadi büyüme terimi, hem bir toplumun ekonomik faaliyetlerindeki artışı hem de kişi başına düşen gelirdeki artışı ifade etmektedir. Kişi başına düşen reel gelir veya hasılda meydana gelen artış geçici değil ise, diğer bir deyişle sürekli ise, büyüme olarak değerlendirilmektedir.

İktisadi büyüme veya kişi başına düşen gelirdeki yıllık artış, bir ülkenin üretim olanaklarında ne kadarlık artış olduğunu ve bu nedenle üretim olanakları eğrisinin bir önceki yıla göre ne kadar sağa kaydığını göstermektedir. Belli bir zaman diliminde toplumların sahip olduğu kaynakların miktarında artış meydana gelmesi, bu zaman diliminde kaynakların niteliklerinde iyileşmeler olması ve teknolojinin gelişmesi gibi unsurlar üretim olanakları eğrisinin sağa kaymasına neden olmaktadır.³³

İktisadi büyüme iki şekilde meydana gelmektedir. İlki, tam istihdamın altında kullanılan kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmaya başlanması ile büyümenin

³³Sami Taban, Bülent Günsoy, Gülen Günsoy, Zeynep Erdiñç, M. Tuba Aktaş, “İktisadi Büyüme”, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No:2898, Açıköğretim Fakültesi Yayını No:1855, Eskişehir, 2013

gerçekleştirilmesi; ikincisi ise, tam istihdamda kullanılan kaynak miktarına yenilerinin ilave edilmesi ile üretimin artırılmasıdır.³⁴

2.1.1. İktisadi Büyümenin Hesaplanması

İktisadi büyüme hesaplanırken, Gayrisafi Milli Hasıla (GSMH) ve Gayrisafi Yurtiçi Hasıla yöntemleri kullanılmaktadır.

2.1.1.1. Gayrisafi Milli Hasıla (GSMH)

Gayrisafi Milli Hasıla (GSMH), bir ülke vatandaşlarının belirli bir dönemde yurtiçinde veya yurtdışında ürettikleri mal ve hizmet miktarının parasal değeridir. GSMH, aşağıdaki formülle gösterilmektedir:

$$GSMH = GSYİH + \text{Dış Alem Net Faktör Geliri} \quad (2.1)$$

Yukarıdaki formülde yer alan “Dış Alem Net Faktör Geliri”, Dış Alem Faktör Gelir ve Dış Alem Faktör Gideri arasındaki farktır. Dış Alem Faktör Geliri, yurtdışında yaşayan Türk vatandaşlarının diğer ülke milli gelirlerinden aldıkları payların Türkiye’ye gelen kısmıdır. Dış Alem Faktör Gideri ise Türkiye’de yaşayan yabancıların, Türkiye’nin milli gelirinden aldıkları paylardan kendi ülkelerine gönderdikleri gelir toplamıdır.

2.1.1.2. Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)

Gayrisafi Yurtiçi Hasıla, “bir ülkede belirli bir zaman diliminde üretilen nihai malların ve hizmetlerin piyasa değerlerinin toplamı” şeklinde tanımlanmaktadır. İktisadi büyümenin hesaplanmasında en çok kullanılan yöntem Gayrisafi Yurtiçi Hasıla’dır.

$$GSYİH = GSMH - \text{Net Dış Faktör Geliri} \quad (2.2)$$

³⁴ Miray Özden, “İktisadi Büyüme ve Kalkınma Olgusunda Dış Ticaretin Yeri ve Önemi: Türkiye Örneği”, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 2014

Gayrisafi Yurtiçi Hasıla, Nominal Gayrisafi Yurtiçi Hasıla ve Reel Gayrisafi Yurtiçi Hasıla olmak üzere iki şekilde hesaplanmaktadır. Nominal GSYİH, bir ekonomide belirli bir zaman diliminde üretilmiş olan nihai mal ve hizmetlerin üretildiği dönemdeki fiyatları ile, değerlendirilmesidir. Reel GSYİH ise, bir ekonomide herhangi bir zaman diliminde üretilmiş olan nihai mal ve hizmetlerin, temel bir yılın fiyatlarıyla değerlendirilmesidir.³⁵

Nominal ve Reel GSYİH aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

$$Nominal\ GSYİH_t = \sum_{i=1}^n P_{it} \times Q_{it} \quad (2.3)$$

$$Reel\ GSYİH_t = \sum_i^n P_{ib} \times Q_{it} \quad (2.4)$$

2.1.2. Büyümenin Temel Kaynakları

Bir ekonomide uzun dönemde iktisadi büyümeyi belirleyen birçok faktör vardır. Büyümenin işgücü, sermaye, doğal kaynaklar ve teknolojik gelişme olmak üzere dört tane temel kaynağı bulunmaktadır.

2.1.2.1. İşgücü

İşgücü, “bir ülkede, üretime ya da herhangi bir işe katılan insanların veya iş görenlerin bir işte ortaya koydukları bedensel veya zihinsel çabalar” şeklinde tanımlanmaktadır. İşgücü, iktisadi büyüme üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.³⁶

İşgücü arzı, bir ülkenin çalışabilir yaştaki nüfusuna bağlıdır. Nüfusta meydana gelen artışlar, üretim için gerekli olan işgücü miktarında artışa neden olmaktadır. İşgücündeki

³⁵ Sinem Toptaş, “İktisadi Büyüme Sürecinde Kadın İstihdamının Rolü ve Türkiye’de Kadın İstihdamı”, Bülent Ecevit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak, 2015

³⁶ “İktisadi Büyüme”, Murat Yayınları, s.15, (Çevrimiçi)
<https://muratyayinlari.com/storage/catalogs/0761325001520842884.pdf>

bu artış, emeğin marjinal verimliliğini, ortalama verimlilikten fazla arttırdığı sürece iktisadi büyümeyi olumlu yönde etkileyecektir.³⁷

2.1.2.2. Sermaye

Sermaye, “doğada serbest biçimde bulunmayan fakat insan tarafından üretilmiş üretim araçları” şeklinde tanımlanmaktadır. Üretimin arttırılmasına katkıda bulunan alet, makina, ulaşım sistem ve araçları, sanayi gereçleri, fabrika ve donanımlar fiziki sermayenin bir çeşididir.³⁸

Sermaye, iktisadi büyümenin en önemli unsurlarından biridir. Ülkelerin sahip oldukları sermaye birikimlerinin yetersiz olması, iktisadi büyümeleri üzerinde olumsuz etkiye neden olmaktadır. Bu nedenle bazı ülkelerin ekonomi açısından diğer ülkelerden daha geri durumdadır.

2.1.2.3. Doğal Kaynaklar

Doğal kaynaklar, “doğada bulunan ve insan gereksinimlerini karşılayacak şekilde kullanılabilen veya kullanılmaya hazır olan varlıkların bütünü” şeklinde tanımlanmaktadır.³⁹

Bir ülkenin bulunduğu coğrafya, sahip olduğu doğal kaynakların da belirleyicisidir. Ülkelerin coğrafyalarındaki farklılıklar ise, sahip oldukları doğal kaynak rezervlerinde farklılıklara neden olmaktadır. Bu yüzden, ülkelerin sahip oldukları doğal kaynaklar, iktisadi büyüme üzerinde farklı etkiler yaratmaktadır.

³⁷ “İktisadi Büyüme”, Murat Yayınları, s.15, (Çevrimiçi)
<https://muratyayinlari.com/storage/catalogs/0761325001520842884.pdf>

³⁸ “İktisadi Büyüme”, Murat Yayınları, s.16, (Çevrimiçi)
<https://muratyayinlari.com/storage/catalogs/0761325001520842884.pdf>

³⁹ “İktisadi Büyüme”, Murat Yayınları, s.16, (Çevrimiçi)
<https://muratyayinlari.com/storage/catalogs/0761325001520842884.pdf>

2.1.2.4. Teknolojik Gelişme

Bir ekonominin en önemli faktörü olarak görülen teknolojik gelişme, “daha büyük miktarlarda çıktı elde edilmesine veya belirli bir kaynaktan daha üstün kaliteli mal veya hizmet üretilmesine olanak sağlayan çeşitli bilgilerin ortaya atılması” şeklinde tanımlanmaktadır.⁴⁰

Teknolojik gelişmelerin hız kazanmasıyla birlikte, birçok iktisatçı bu konuyla ilgili çalışma yapmaya başlamışlardır. İktisat kuramında teknolojik gelişmelerin içselleştirilmesi yönündeki çalışmaların çıkış noktası Schumpeter’dir.

Teknolojik gelişme, nötr teknolojik gelişme, işgücü yoğun teknolojik gelişme ve sermaye yoğun teknolojik gelişme şeklinde üçe ayrılmaktadır.⁴¹

Teknolojik gelişmeler, bir ülkenin iktisadi büyümesi üzerinde büyük öneme sahiptir. Ülkelerin büyüme hızını arttırmaları için teknolojik gelişme hızları için önlemler almaları gerekmektedir. Bunun için büyük miktarlarda yatırım yapabilecek firmalara ve zamana ihtiyaç vardır. Bazı gelişmekte olan ülkelerde ise birikmiş sermaye düzeyi bu amacı gerçekleştirebilmek için yetersizdir.⁴²

Gelişmiş ülkelerin teknolojik gelişme düzeyi yüksek seviyelerdedir ve bu durum verimlilik artışına ve buna paralel olarak büyüme oranlarında hızlı bir artışa neden olmuştur.

Teknolojik gelişme için araştırma-geliştirme ve eğitim alanlarına yatırım yapılması gerekmektedir. Bu alanlara yapılacak yatırımlar, yeni teknolojilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yeni teknolojiler, hem üretim ve istihdam düzeyinde hem de talep düzeyinde artışa neden olmaktadır. Bu artışlar, katma değer sağlamakta ve etkinliği arttırmaktadır.⁴³ Bu sayede ülkelerin büyüme oranlarında artışlar meydana gelecektir.

⁴⁰ Sami Taban, Bülent Günsoy, Gülen Günsoy, Zeynep Erdiñ, M. Tuba Aktaş, a.g.e, s.31

⁴¹ Metin Berber, İktisadi Büyüme ve Kalkınma, Derya Kitabevi, Trabzon, 2011

⁴² Dündar Murat Demiröz, “Büyüme, Teknolojik Gelişme ve Teknoloji Politikası”, Yenibirlik Gazetesi, 19 Mayıs 2017

⁴³ Erdal M. Ünsal, Makro İktisat, İmaj Yayıncılık, Ankara, 2007

2.2. Enerji, İktisadi Büyüme ve Çevre İlişkisi

Enerji, üretim sürecindeki temel girdilerden biri olarak düşünülmektedir. Enerji, ülkelerin üretim seviyelerini arttırmaları ve hayat standartlarını geliştirmeleri için gereklidir⁴⁴.

Bütün ülkelerin temel hedefi, büyüme oranlarını arttırmaktır. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, iktisadi büyüme kavramı ülkelerin en önem verdiği konu haline gelmiştir. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonraki dönemde ülkelerin üretim seviyelerinde hızlı bir artış meydana gelmiş ve üretimdeki hızlı artışlar ise enerji tüketiminde artışa neden olmuştur. Üretim sürecinde kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların kullanımı giderek artmıştır. Fosil yakıtların aşırı tüketimi, CO₂ emisyonunun artmasına neden olmaktadır. CO₂ emisyonundaki artış, atmosferde sera gazı yaratmaktadır. Sera gazı etkisi, küresel ısınma ve iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri, buzulların erimesine, deniz suyu seviyesinde yükselmelere, yağış miktarında değişmelere, deniz suyu ve hava sıcaklıklarının yükselmesine, tarımsal faaliyetlerin kötüleşmesine ve işgücü verimliliğinin azalmasına neden olmaktadır.⁴⁵

1960'lı yıllarda küresel ısınma, iklim değişikliği ve kirlilik gibi çevresel sorunlar giderek artmıştır. Bu dönemde, toplumlarda çevre bilinci oluşmaya başlamış ve çevresel sorunlara çözüm üretilmeye başlanmıştır.

1972 yılında yapılan Stockholm Konferansında “sürdürülebilir kalkınma” kavramı ortaya konmuştur. Çevreyi gözardı eden geleneksel büyüme ve kalkınma kavramı yerini “sürdürülebilir kalkınma” kavramına bırakmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma, insanlar ve doğa arasında bir denge sağlayarak, doğal kaynakları bozmadan ve bilinçli bir şekilde kullanarak, gelecekteki nesillerin de ihtiyaçlarını karşılamasına ve kalkınmasına olanak tanıyarak, bugün ve geleceğin planlamasının yapılmasıdır.

⁴⁴ Mahmudul Alam, Wahid Murad, Abu Hanifa Noman, Ilhan Ozturk, “Relationships among carbon emissions, economic growth, energy consumption and population growth: Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis for Brazil, China, India and Indonesia”, Ecological Indicators, Sayı 70, Yıl 2016, s.466-479.

⁴⁵ Mahmudul Alam, Wahid Murad, Abu Hanifa Noman, Ilhan Ozturk, a.e.

Büyümenin hangi noktadan sonra çevresel zarara yol açacağı bilinmemektedir. Bu nedenle, çevre ve insan arasına denge kurmadan yapılan kalkınma stratejileri, gelecek yıllarda çevresel zararlara yol açmaktadır ve bu zararlar geri döndürülemezdir.

Ülkeler, sürdürülebilir kalkınmaya ne kadar çok önem verirse, büyüme sürecini o kadar az zararla atlattıkları.

Türkiye’de 1980 sonrasında ihracata dayalı açık birikim modelinin uygulanmaya başlanmış ve bunun sonucunda tarım sektöründen sanayi ve hizmet sektörüne doğru bir kayma gerçekleşmiştir. Ekonomik yapıda meydana gelen bu tür değişikliğin olması, sanayileşmenin hızlanmasına ve nüfus artışına neden olmuştur. Buna bağlı olarak, Türkiye’de enerji tüketiminde bir artış meydana gelmiştir. Artan enerji talebini karşılamak için, petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlar kullanılmıştır.⁴⁶

2.3. Çevresel Sorunlar

Çevresel sorunlar, “doğanın insanlar tarafından bozulması” şeklinde tanımlanmaktadır.⁴⁷ Sanayileşmenin, nüfusun ve kentleşmenin giderek artması enerjiye olan talebi arttırmıştır. Enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla fosil yakıtlar kullanılmıştır. Fosil yakıtların kullanımı sonucunda çevreye CO₂ gazı yayılmaktadır. Bu yakıtların kullanımının artması, atmosferdeki CO₂ miktarını arttırmıştır. Atmosferde artan CO₂ miktarı ise iklim değişikliği ve çevre kirliliği gibi çevresel sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

2.3.1. İklim Değişikliği

Farklı zaman dilimlerinde gözlemlenen iklim değişikliğinin yanında, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin yapısını bozan insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak oluşan değişikliğe “iklim değişikliği” adı verilir.

⁴⁶ Mehmet Mucuk, Doğan Uysal, “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, Maliye Dergisi, 157, Temmuz – Aralık 2009, s. 105 – 115.

⁴⁷ Emrah Koçak, “Türkiye’nin Enerji Tüketimi ile Karbondioksit Emisyonu Arasındaki İlişkinin Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı Çerçevesinde Değerlendirilmesi”, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı İktisat Teorisi ve İktisat Tarihi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 2012.

İklim değışikliği; fosil yakıtların kullanılması, arazi kullanım değışiklikleri, ormansızlaştırma ve sanayi süreçleri gibi insan etkinlikleri ile atmosfere salınan sera gazı birikimlerindeki hızlı şekilde artışın doğal sera etkisini kuvvetlendirmesiyle, yer kürenin ortalama sıcaklıklığındaki artışı ve iklimsel değışiklikleri ifade etmektedir.

Küresel ısınma üzerinde en büyük etkiyi sera etkisi yapmaktadır. Küresel ısınmayı etkileyen en önemli sera gazı karbondioksittir. Karbondioksit, güneşten doğrudan gelen kısa dalgalı ışınları doğrudan geçirdiğı için atmosferin alt kısımlarının ısınmasına neden olur. Fosil yakıtların kullanımı arttıkça atmosferdeki karbondioksit miktarı artmaktadır. Bunun dışında ormansızlaşma da bu etkiye katkıda bulunur.

İklim değışikliklerinin etkileri olarak; tatlı su kaynaklarının azalması, gıda üretimi koşullarında yaşanacak değışiklikler, sel, fırtına, sıcaklık artışı ve kuraklık dolayısıyla ölümler sayılabilmektedir. Bunun dışında, iklim değışikliği nedeniyle birçok bitki ve hayvan türü yok olma tehlikesiyle karşılaşacaktır. Ayrıca, sıtma ve yetersiz beslenme gibi nedenlerden dolayı birçok insan ölüm tehdidi altında olacaktır.

İklim değışikliklerinin Türkiye üzerinde de etkileri olacaktır. İklim kuşaklarının kuzeye kaymasıyla Türkiye, daha sıcak ve kurak bir iklimin etkisi altında kalabilir. İçme ve kullanma suyunda kıtlıklar yaşanabilir. Tarımsal üretim potansiyeli düşebilir. Sıcaklık artışı, insanlar ve hayvanlar üzerinde olumsuz etki yaratarak insan ve hayvan ölümlerine yol açabilir. Deniz seviyesindeki yükselmeden dolayı, ülkemizdeki yerleşim yerleri, tarım ve turizm alanları su altında kalabilir. Deniz akıntılarındaki değışmelerden dolayı deniz ürünlerinde değışmeler olabilir.

2.3.2. Çevre Kirliliği

Çevre kirliliği, çevrenin doğal olmayan şekilde, insanlar tarafından bozulmasıdır. Bu şekilde ekosistemi bozmaya yönelik eylemler “kirlilik” olarak adlandırılmaktadır. Çevre kirliliği, fosil yakıtların aşırı kullanımı sonucu ortaya çıkan CO, NOX ve HC gazları nedeniyle meydana gelmektedir. Çevre kirliliği insan sağlığı açısından birçok olumsuz etkiye sahiptir .

2.3.2.1. Hava Kirliliği

Hava kirliliği, atmosferde biriken gaz, toz, duman vb. şekillerde biriken kirleticilerin, insanları ve diğer canlıları etkileyebilecek derecede yükselmesidir. İnsanların çeşitli faaliyetlerinden meydana gelen üretim ve tüketimleri sonrasında ortaya çıkan atıklar havayı kirleterek, yeryüzündeki canlıların hayatını kötü şekilde etkilemektedir.

Hava Kirliliğinin kaynakları, doğal kaynaklar ve antropojenik kaynaklar olmak üzere iki çeşittir. Hava kirliliğinin doğal kaynakları; volkanik faaliyetler, orman yangınları, toz fırtınaları, okyanuslar, denizler ve bitkilerdir. Hava kirliliğinin antropojenik kaynakları, ulaşım, sanayi ve ısınmadır.⁴⁸

Hava kirliliği insanlarda, solunum yolu hastalıkları, kalp hastalıkları ve akciğer kanseri gibi ciddi hastalıklara neden olur.

2.3.2.2. Su Kirliliği

Su kirliliği, konutlar, sanayi kuruluşları, termik santraller, nükleer enerji santrallerinden sızan sıcak sular, kimyasal ilaçlar ve tarımda kullanılan kimyasallar gibi nedenlerle suya istenmeyen maddelerin sızması sonucu oluşan bir kirliliktir.

Sanayileşme, hızlı nüfus artışı, çarpık kentleşme, tarımsal ilaçlar ve kimyasal gübreler gibi unsurlar su kirliliğine neden olmaktadır. Sanayileşme, su kirliliğinin en önemli nedeni olarak görülmektedir. Sanayi kuruluşlarının sıvı atıkları su kirliliğine neden olmaktadır.⁴⁹

2.3.2.3. Toprak Kirliliği

Toprak kirliliği, “toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde meydana gelen ve arzu edilmeyen değişimler” olarak tanımlanmaktadır. Toprak kirliliği için yapılan bir

⁴⁸ Hava Kirliliği ve Isınma Raporu, Sakarya Üniversitesi Sakarya Hava Kalitesi Koruma ve İyileştirme Projesi Web Sitesi, http://www.sahakk.sakarya.edu.tr/documents/hava_kirliligi_ve_kirleticiler_rapor1.pdf

⁴⁹ <http://cevreonline.com/su-kirliligi/>

diğer tanım şu şekildedir: “Toprak kirliliği, toprağın verim gücünü düşürecek, optimum toprak özelliklerini bozacak her türlü teknik ve ekolojik baskılar ve süreçlerdir”

Teknolojinin ilerlemesi ve yaşam düzeyinin iyileşmesi gibi nedenlerle ortaya çıkan zararlı faktör ve süreçler, canlıların yaşam koşullarını ve ekolojik sistemlerdeki doğal dengeleri zarara uğratmışlardır. Bu zararlardan biri ise toprak kirliliğidir. Bu nedenle toprak kirliliği, en önemli çevresel sorunlardan biri olarak görülmektedir.

Toprak kirliliğinin kaynakları iki grupta toplanmaktadır. Birinci gruptaki kirleticiler, toprak dışındaki ekosistemlerden kaynaklanan süreçlerdir. İkinci gruptaki kirleticiler ise, insan eliyle toprağa verilen zararlı maddelerdir. Havanın ve suyun kirlenmesine sebep olan maddeler ile radyoaktif kirleticiler birinci grupta yer almaktadır. Gübreler, biyosidler, hormonlar, tarımsal endüstriyel atık maddeleri, endüstriyel faaliyetler sonucunda toprağa karıştırılan petrol, benzin, evsel ve endüstriyel katı atık maddeler ise ikinci gruba girmektedir.⁵⁰

2.4. Çevreye Yönelik Uluslararası Çalışmalar

1960’lı yıllardan itibaren çevresel sorunlar ülkelerin önem verdiği konulardan biri haline gelmiştir. Çevresel sorunlara çözüm bulmak amacıyla birçok uluslararası çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır:

2.4.1. Roma Kulübü

Roma Kulübü, 1968 yılında İtalya’nın başkenti Roma’da akademi, sivil toplum, diplomasi ve sanayi alanlarındaki önemli isimler tarafından kurulmuştur. Roma Kulübünün kurucularından olan Meadows vd. 1972 yılında “Büyümenin Sınırları” adlı rapor yayınlamışlardır. Bu raporda, büyümenin bu hızda devam etmesi doğal kaynakların tükenmesine neden olacağı belirtilmiştir. Ayrıca bu raporda, büyümenin bu şekilde devam etmesi halinde 21. yüzyıl başlarında küresel bir iktisadi çöküş ve bu

⁵⁰ Necmettin Çepel, “Toprak Kirliliği, Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar”, TEMA Vakfı Yayınları, İstanbul 1997.

çöküşe bağlı olarak 2030'dan itibaren dünya nüfusunda azalma meydana geleceği belirtilmiştir.⁵¹

Bu kulüp tarafından 1976'da yayınlanan ikinci raporda, enerji verimliliğini arttırmanın gerekliliği belirtilmiştir. Bu sayede çevresel ve iktisadi olarak sürdürülebilir bir toplum mümkün olabilecektir.⁵²

2.4.2. Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı

Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı (Stockholm Konferansı), 5-16 Haziran 1972'de İsveç'in başkenti Stockholm'de gerçekleştirilmiştir. Bu konferansta, farklı sosyo-ekonomik yapılara ve gelişme düzeylerine sahip olan ülkeler, ilk defa “çevre” konusunda biraraya gelmişlerdir.⁵³

Stockholm Konferansı'nda ülkeler aralarında az gelişmiş ülkeler ve gelişmiş ülkeler olarak bir ayrım yapmışlardır. Az gelişmiş ülkeler, gelişmiş ülkeleri çevresel sorunların sorumlusu olarak göstermişler ve çevresel sorunların çözümünün onlar tarafından bulunması gerektiğini ifade etmişlerdir. Kendi içlerinde yaşadıkları ekonomik ve toplumsal az gelişmişliklerinin çevresel sorunlara neden olduğu konusunda hem fikir olmuşlardır.⁵⁴

Stockholm Konferansında “İnsani Çevre Bildirgesi” kabul edilmiştir. Bu bildirmede yer alan ilkeler, sürdürülebilirlik düşüncesinin temel dayanaklarını ortaya koymuştur. (IULA – EMME, 1997:3). Bu bildirmede, “şimdiki ve gelecek kuşaklar için insani çevrenin geliştirilmesi amacının gerçekleştirilmesi, bütün düzeylerdeki insanlar, topluluklar, girişimler ve kuruluşlara sorumluluk yüklenmesini gerektiği; ulusal hükümetlerin ve yerel yönetimlerin kendi yetki alanları ve sınırları içinde kapsamlı bir çevre politikası ve eylemi konusunda büyük sorumluluğa sahip olduğu; gelişmekte olan ülkelere kendi

⁵¹ Ahmet İnsel, “Büyümenin Sınırları”, Radikal.com.tr, 27 Mayıs 2012

⁵² Pelin Sencar, “Türkiye’de Çevre Koruma ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne,

⁵³ T.C. Dışişleri Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, <http://www.mfa.gov.tr/surdurulebilir-kalkinma.tr.mfa>

⁵⁴ Ceren Aksu, “Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre”, Güney Ege Kalkınma Ajansı, 2011

yükümlülüklerini yerine getirebilmeleri için gerekli yardımların yapılması ve çevre sorunlarının aşılması için uluslararası işbirliğinin önemi vurgulanmıştır”.⁵⁵

2.4.3. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı

Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio Konferansı), 3-14 Haziran 1992 tarihleri arasında Brezilya’nın Rio de Janeiro şehrinde 178 ülkenin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu konferansta, çevresel sorunlar ile mücadele ve sürdürülebilirlik olgusu arasındaki ilişkinin sağlamlaştırılması hedeflenmiştir.

Rio Konferansı’nda, iklim değişikliği, ormansızlaşma, biyolojik çeşitliliğin ve denizlerin korunması, yaşam kalitesinin iyileştirilmesi sorunlarının ve bu sorunların çözümünde kullanılacak politikaların tartışmaları yapılmıştır.⁵⁶

Rio Konferansı’nda “Rio Bildirgesi”, “Gündem 21”, “Orman Varlığının Korunmasına Dair Bildiri” kabul edilmiştir. Bunların dışında, “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi” ve “Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi” adlı sözleşmeler imzaya açılmıştır.

Rio Bildirgesi’nde Stockholm Konferansı’nda kabul edilen ilkelere bağlı kalmak için, küresel işbirliklerin oluşturulması, çevre ve kalkınma arasındaki entegrasyonun sağlanması ve tüm insanların ortak menfaatinin korunması gerektiği belirtilmiştir.

Gündem 21’de ise sürdürülebilir kalkınma kavramı üzerinde durulmuştur. Bu belgede, sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşabilmek için toplumsal uzlaşmanın sağlanmasının gerekli olduğu ve bunu sağlayabilmesi için yerel yönetimlerin, sivil toplum kuruluşlarının, özel sektörün ve uluslararası toplulukların birlikte hareket etmesi gerektiği belirtilmiştir.⁵⁷

Rio Konferansı’nda imzaya açılan sözleşmelerden biri olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi, atmosferdeki sera gazı birikiminin, iklim sistemi üzerindeki

⁵⁵ Recep Bozdoğan, “Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka planı”, <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/9155>

⁵⁶ Ceren Aksu, a.g.e., s.74

⁵⁷ Özcan Sezer, “Küresel Konferanslar ve Çevre Sorunları: Çevre Kalkınma ve Etik Açısından Eleştirel Bir Değerlendirme”

insan kaynaklı etkiyi önleyecek düzeyde tutulmasını amaçlamaktadır. Bu konferansta imzaya açılan bir diğer sözleşme olan Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, doğal kaynakların korunmasına ve bu kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına yönelik bir anlaşmadır.⁵⁸

2.4.4. Kyoto Protokolü

Kyoto Protokolü, Aralık 1997’de Japonya’nın Kyoto şehrinde düzenlenen BMİDÇS 3. Taraflar Konferansı’nda kabul edilmiştir. Protokol ile Sözleşme arasında birtakım ayrımlar bulunmaktadır. Sözleşme, gelişmiş ülkelerin seragazı emisyonlarının azaltması için bağlayıcı olmayan yükümlülükler tanımlamıştır. Protokol ise, gelişmiş ülkelere bağlayıcı seragazı emisyon sınırlama ve azaltım yükümlülükleri getirmiştir. 16 Şubat 2005’te yürürlüğe girmiş olup, Mayıs 2010 itibariyle 191 ülke ve Avrupa Birliği taraftır.⁵⁹

Protokolde, Ek-A ve Ek-B olmak üzere iki liste bulunmaktadır. Ek-A listesinde, emisyonlarının azaltılması gereken 6 temel seragazı ve bu seragazlarının ortaya çıkmasına neden olan sektörler yer almaktadır. Ek-B listesinde ise, Sözleşmenin Ek-1 listesinde yer alan ülkeler ve sayısal seragazı emisyon indirim hedefi yer almaktadır.⁶⁰ Protokolün Ek-B listesinde yer alan Ek-1 listesi, 38 gelişmiş ülke ve Avrupa Topluluğu’ndan oluşmaktadır.

Kyoto Protokolü, seragazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik çeşitli hedefler koymuştur. Protokolde, Ek-B listesinde yer alan gelişmiş ülkelerin 2008-2012 dönemini kapsayan ilk yükümlülük döneminde seragazı emisyonlarını 1990 yılı seviyelerine indirmelerini öngören bir hedef konmuştur. Ayrıca bu protokolde, ülkelerin seragazı emisyonunu azaltma veya sınırlama yükümlülüğünü yerine getirmek için

⁵⁸ T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Rio Sözleşmeleri Kapsamında Türkiye’nin Ulusal Kapasitesinin Değerlendirilmesi Projesi Resmi İnternet Sitesi, <http://www.ncsa-turkey.cevreorman.gov.tr/rio-sozlesmeleri.aspx>

⁵⁹ T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İklim Değişikliği Resmi İnternet Sitesi, <http://iklim.csb.gov.tr/kyoto-protokolu-i-4363>

⁶⁰ Melih Ulueren, “Küresel Isınma BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü”, T.C. Dışişleri Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, <http://www.mfa.gov.tr/kuresel-isinma-bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-ve-kyto-protokolu.tr.mfa>

kullanabilecekleri “esneklik mekanizmaları” geliştirilmiştir. Ülkeler, emisyon azaltımını gerçekleştirmek için uygulacakları ulusal politkaların dışında, bu esneklik mekanizmalarını kullanarak hedeflerine ulaşabilmektedir. Bu protokolde, “Ortak Yürütme Mekanizması”, “Temiz Kalkınma Mekanizması” ve “Emisyon Ticareti” olmak üzere üç tane esneklik mekanizması geliştirilmiştir.⁶¹

Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)’nde, gelişmiş ülkeler ile birlikte Ek – 1 ve Ek – 2 listelerinde yer almaktaydı. 2001 yılında Marakeş’te düzenlenen 7. Taraflar Konferansı’nda Türkiye’nin diğer Ek – 1 taraflarından farklı konumu tanınmış olup, adı Ek – 2 listesinden çıkartılmıştır. Ancak Türkiye Ek – 1 listesinde kalmaya devam etmiştir.⁶²

Türkiye Kyoto Protokolü’ne 26 Ağustos 2009 tarihinde katılmıştır. Türkiye, Ek – 1 yer almaya olup, Ek – B listesine dahil edilmemiştir. Bu nedenden ötürü, Türkiye’nin salım sınırlama veya azaltma gibi bir yükümlülüğü bulunmamaktadır.⁶³

Kyoto Protokolünde, birtakım politikaların ve önlemlerin uygulanması önerilmektedir. Bu politikaları ve önerileri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:⁶⁴

- Enerji verimliliğinin artırılması,
- Yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi,
- Sürdürülebilir tarımın desteklenmesi,
- Metan gazı emisyonlarının geri kazanılması,
- Karbondioksit vb. sera etkisi yaratan zararlı gazların emisyonlarının azaltılması,
- Orman ve bitki örtüsü gibi sera gazı yutaklarının korunması ve yaygınlaştırılması.

Yukarıda bahsedilen politikaların ve önlemlerin uygulandığında, ekonomik büyümenin çevre üzerinde yarattığı olumsuz etkiler yok olacaktır.

⁶¹ Etem Karakaya, Mustafa Özçağ, “Sürdürülebilir Kalkınma ve İklim Değişikliği: Uygulanabilecek İktisadi Araçların Analizi”,

⁶² T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi, “Kyoto Protokolü”, <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/Kyoto.aspx?sflang=tr>

⁶³ T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi, “Kyoto Protokolü”, <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/Kyoto.aspx?sflang=tr>

⁶⁴ M. Tamer Özmen, “Sera Gazı – Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü”, Türkiye Mühendislik Haberleri (TMH), TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Sayı: 453, Yıl: 54/2009 – 1.

2.5. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

Kuznets 1955 yılında ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği ile ilgili yaptığı çalışmada, ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Buna bağlı olarak, ekonomik gelişmenin ilk aşamalarında sanayileşme ile birlikte bu faaliyetten ilk olarak gelir artışına sahip olanların servet ve sermaye birikimlerinde artış olacaktır. Böylece gelir eşitsizliği oluşacaktır. Fakat, büyümenin faydaları zamana bağlı olarak yerini yüksek ücret ve gelir artışı olarak diğer kişilere yansıyacaktır. Böylece ekonomik gelişmenin ilk zamanlarında artmış olan gelir eşitsizliği, ekonomik gelişmenin devam etmesiyle azalacaktır.⁶⁵

Dünya genelinde çevre kalitesinde bozulmaların olması nedeniyle bu konuya olan ilgi artmıştır. 1990'lı yıllardan itibaren ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiye yönelik birçok akademik çalışma yapılmıştır.⁶⁶ Ekonomik büyüme ve çevre kirliliği ile ilgili ilk çalışma Grossmann ve Krueger tarafından 1991'de yapılmıştır.⁶⁷

Grossman ve Krueger (1991), yaptıkları çalışmada ekonomik büyüme ve çevresel kirlilik arasında ters U şeklinde bir ilişkinin olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu hipoteze, Kuznets Eğrisi'ne olan benzerliğinden dolayı “Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi” adını vermişlerdir.⁶⁸

Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) Hipotezi'ne göre, ekonomik gelişmenin ilk yıllarında çevresel kirlilik artmakta, ancak büyümenin ilerlemesiyle birlikte çevresel kirlilik azalmaktadır.⁶⁹

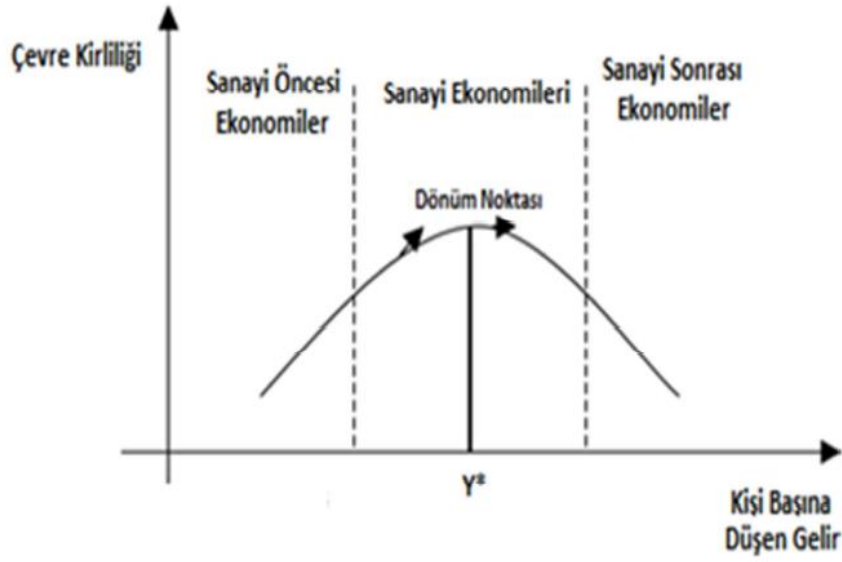
⁶⁵ Simon Kuznets, “Economic Growth and Income Inequality”, American Economic Review, Sayı: 45 (1), Yıl: 1955, pp. 128.

⁶⁶ Soumyananda Dinda, “Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey”, Ecological Economics, Sayı:49 Yıl: 2004, pp. 431 – 432.

⁶⁷ G. M. Grossman, A. Krueger, “Environmental Impacts of North American Free Trade Agreement”, Nber Research Working Paper, No:3194 , 1991, Cambridge

⁶⁸ G.M. Grossman, A. Krueger, “Economic Growth and the Environment”, Quarterly Journal of Econometrics, 110(2), 1995, pp. 353 – 377.

⁶⁹ Ayşe Arı, Fatma Zeren, “CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi”, Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 18(2), 2011, s 37 – 47.



Grafik 2.1: Çevresel Kuznets Eğrisi

Kaynak: Panayotou, 1993: “Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development”.

Grafik 2.1’de Çevresel Kuznets Eğrisine ait diyagram yer almaktadır. Burada, gelir düzeyi dönüm noktası olan Y^* düzeyine ulaşana kadar çevre kirliliği artmaktadır. Gelir seviyesi Y^* düzeyine ulaştıktan sonra, çevre kirliliği azalacaktır.

Ekonomik büyümenin ilk aşamalarında, çevresel sorunların farkındalığı düşüktür ya da bu durum gözardı edilmektedir.⁷⁰ Bu aşamada, insanlar çevresel sorunlar ile ilgilenmek yerine, iş bulmak gibi konularla ilgilenmektedirler.⁷¹

Ekonomik gelişme tarımın yoğunlaşması ve diğer kaynakların kullanılmasıyla birlikte hızlanırken, kalkış aşamasında, kaynakların kullanılma oranı kaynakların yenilenme oranını aşmaya başlayacaktır. Gelişmenin en üst seviyesinde, enerji yoğun endüstrilerden bilgi - yoğun endüstri ve hizmetler sektörüne doğru bir yapısal değişiklik olmakta, çevresel farkındalığın artmakta, çevreye yönelik yasa ve yönetmelikler uygulanmaya başlanmakta, daha iyi teknolojiler kullanılmaya başlanacak ve çevre

⁷⁰ Soumyananda Dinda, a.g.e, pp. 434.

⁷¹ S. Dasgupta, B. Laplante, H. Wang., D. Wheeler, “Confronting The Environmental Kuznets Curve”, Journal Of Economic Perspectives, Sayı: 16 (1), pp. 147 – 168.

vergileri ödenmeye başlanacaktır. Bu gibi nedenlerden dolayı, çevresel bozulma yavaş yavaş azalacaktır.⁷²

Çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasında neden ters U şeklinde bir ilişkinin olduğu açıklanırken birçok faktör kullanılmaktadır. Bu faktörlerden birisi ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknoloji etkisidir. Ölçek etkisi, Çevresel Kuznets Eğrisi'nin azalan kısmını açıklamaktadır. Kompozisyon ve teknoloji etkileri ise Çevresel Kuznets Eğrisi'nin artan kısmını açıklamaktadır.⁷³

Ölçek etkisi, ekonomilerin büyümesi nedeniyle üretim ölçeğinde meydana gelen artışlar ile kullanılan doğal kaynak miktarını ve ortaya çıkan atık ve emisyon miktarını ilişkilendirmektedir.⁷⁴ Üretimde meydana gelen artışlar nedeniyle üretimde daha çok girdi kullanılması gerekmekte ve bu durum üretim sürecinde daha fazla doğal kaynak kullanılmasına neden olmaktadır. Ayrıca, üretim arttıkça, çevre kalitesinin bozulmasına neden olan emisyon ve atık miktarları da artmaktadır. Böylelikle ekonomik büyüme, çevre üzerinde negatif bir etkiye neden olan ölçek etkisini ortaya koymaktadır.⁷⁵

Ancak ekonomik büyüme, ölçek etkisinin tersine, kompozisyon etkisi yoluyla çevre üzerinde pozitif etki yaratmaktadır. Kompozisyon etkisine göre gelir artarken, ekonomik yapı değişir ve daha az kirlilik üreten daha temiz teknolojilerin kullanımında artış gözlenir. Ekonominin yapısında tarımdan sanayiye doğru bir değişiklik gerçekleştiğinde çevresel bozulma bir artarken, ekonominin yapısında enerji-yoğun endüstriden hizmetler sektörü ve bilgi-yoğun endüstrilere doğru bir değişiklik gerçekleştiğinde ise çevresel bozulma azalmaktadır.⁷⁶

Teknoloji etkisine göre, zenginleşen ülkeler AR-GE çalışmalarına daha çok kaynak ayırabilmektedirler. Böylelikle, teknolojik ilerlemelerin yaşanmasıyla birlikte ekonomik

⁷² Soumyananda Dinda, a.g.e 434.

⁷³ G. M. Grossman, A. Krueger, "Environmental Impacts of North American Free Trade Agreement", Nber Research Working Paper, 1991, 110 (2), 353 – 377.

⁷⁴ Selim Başar, M. Sinan Temurlenk, "Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama", İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 21 (1), ss. 1 – 12, 2003.

⁷⁵ Soumyananda Dinda, a.g.e 435.

⁷⁶ Soumyananda Dinda, a.g.e 435.

gelişme meydana gelir ve kirli ve eski teknolojiler ise yerini çevre kalitesini arttıran daha temiz ve yeni teknolojilere bırakır.⁷⁷

Ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ters-U şeklindeki ilişkinin açıklanmasında kullanılan bir diğer faktör ise, kaliteli çevreye olan talebin gelir esnekliğidir. Gelir artışı ile birlikte insanların yaşam kalitelerinde bir artış meydana gelir. Yüksek gelire sahip kişiler yaşadıkları çevreye karşı duyarlıdırlar ve daha iyi bir çevrede yaşamak istemektedirler.⁷⁸ Ayrıca, yüksek gelirli kişiler çevre dostu ürünleri tercih etmekte ve çevrenin korunması konusunda hükümetlere baskı yapabilmektedirler. Üretildiğinde ya da tüketildiğinde kirliliğe neden olan bir mal, düşük gelir düzeyinde normal bir mal olarak değerlendirilir. Gelir belirli bir düzeyi aştıktan sonra, kirlilik yayan bu mal düşük mal olarak değerlendirilmekte ve bu mala olan talep azalmaktadır.⁷⁹ Belirli bir gelir düzeyinden sonra, kişilerin temiz çevreye olan talepleri gelir artışından daha hızlı bir oranda artmaktadır.⁸⁰

Grafik 2.2’de gelir düzeyi ile kirlilik yayan mallara olan talep arasındaki ilişkiyi gösteren diyagram yer almaktadır. Gelir düzeyi dönüm noktası olan Y^* düzeyine kadar artarken kirlilik yayan mala olan talep artmaktadır. Bu gelir düzeyinden sonra, kişilerin çevre bilinci artmakta ve bu tür mallara olan talep azalmaktadır.⁸¹

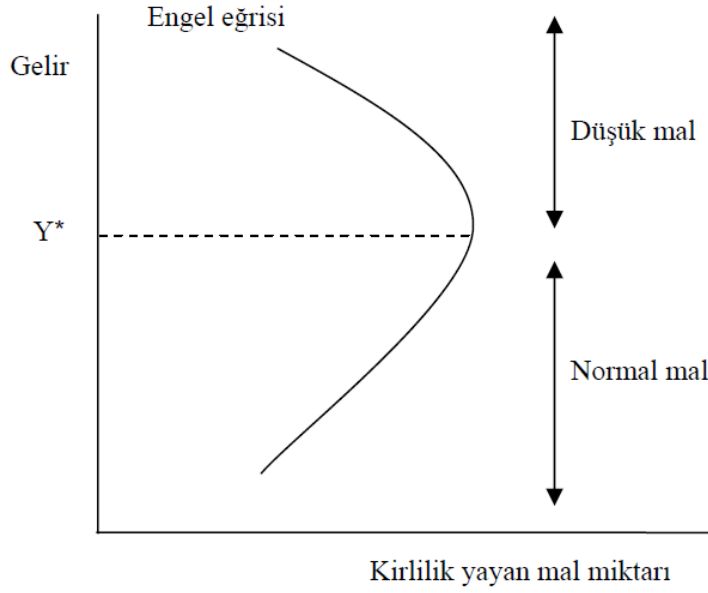
⁷⁷ Soumyananda Dinda, a.g.e pp.435.

⁷⁸ Soumyananda Dinda, a.g.e pp. 435.

⁷⁹ Selim Başar, M. Sinan Temurlenk, a.g.e. s.3.

⁸⁰ J. Roca, “Do individual preferences explain Environmental Kuznets Curve?”, Ecological Economics,45 (1), 2003, pp. 3 – 10

⁸¹ Selim Başar, M. Sinan Timurlenk, a.g.e s.4.



Grafik 2.2: Çevresel Kuznets Eğrisi: Gelir Esnekliği Yaklaşımı

Kaynak: Piontkivska, 2000.

Kaliteli bir çevreye olan talebin gelir esnekliği ile ilgili birçok akademik çalışma yapılmış ve bu çalışmalarda birçok görüş ortaya konmuştur. Boercherding ve Deacon (1972) yaptıkları çalışmada, kaliteli çevreye olan talebin gelir esnekliğinin 1, diğer bir deyişle lüks mal olduğu sonucuna ulaşmışlardır.⁸² Costa (1997), ABD için bir çalışma yapmış ve bu çalışmada kaliteli çevrenin lüks bir mal olduğu sonucuna ulaşmıştır.⁸³

Kristörm ve Riera (1996), Finlandiya, Fransa, İsveç, Norveç, İspanya ve Hollanda için bir çalışma yapmışlar ve kaliteli çevre talebinin gelir esnekliğini 1'den küçük olduğu, diğer bir deyişle düşük mal olduğu sonucuna ulaşmışlardır.⁸⁴ Ekins (1997), gelir esnekliği konusuna daha farklı bir yaklaşım ile yaklaşmıştır.

Ekins (1997) 'e göre, kişilerin gelir düzeyinin yüksek olması, çevreye karşı duyarlı olmanın ön koşulu olamaz. Fakir insanlar genellikle kırsal kesimlere yerleştiğinden,

⁸² T. Boercherding, R. T. Deacon, "The Demand for the Services of Nonfederal Governments", American Economic Review, 62, 2003, pp. 891-901

⁸³ D. Costa, "Less of a Luxury: The Rise of Recreation since 1888", NBER Working Paper, 6054, 1997.

⁸⁴ B. Kristörm, P. Riera, "Is the Income Elasticity of Environmental Improvements less than One?", Environment and Resource Economics, 7, 1996, pp. 45-55.

genellikle çevre ve doğal kaynaklara yakın yaşamaktadırlar ve çevre ile ilgili olumsuz durumlardan doğrudan etkilenmektedirler. Dolayısıyla geliri düşük olan kişilerin çevreye karşı daha duyarlı hale gelmeleri için gelirlerinin artması gibi bir zorunluluk yoktur.⁸⁵ Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ile ilgili yapılan akademik çalışmalarda, bu hipotezin geçerliliğinin araştırılmasında aşağıdaki model yapısı kullanılmakta ve bu modelde kirlilik ve kirliliğe neden olan faktörler arasında bir ilişki kurulmaktadır.⁸⁶

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1i}x_{it} + \beta_{2i}x_{it}^2 + \beta_{3i}x_{it}^3 + \beta_{4i}z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2.1)$$

Model 2.1’de i ülke indisini, t zaman indisini, y çevresel bozulmayı temsil eden bir göstergeyi, x geliri ve z ise çevresel bozulmaya neden olan diğer faktörleri ifade etmektedir.⁸⁷

Bu modelde yer alan β_i katsayısının anlamlı olup olmamasına göre, çevre ve gelir arasındaki ilişkinin türü değişmektedir. Çevre ve gelir arasındaki ilişki türleri ise yedi farklı şekilde sınıflanmaktadır.⁸⁸

- i. **$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$** : Bu durumda, x ile y arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır.
- ii. **$\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$** : Bu durumda, x ile y arasında monoton artan ya da lineer doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.
- iii. **$\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$** : Bu durumda, x ile y arasında monoton azalan bir ilişki bulunmaktadır.
- iv. **$\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$** : Bu durumda, x ile y arasında, Çevresel Kuznets Eğrisine benzer şekilde, ters-U şeklinde bir ilişki bulunmaktadır.

⁸⁵ P. Ekins, "The Kuznets Curve for the Environment and Economic Growth: Examining the Evidence", Environment and Planning A, 1997, 29, 805-30.

⁸⁶ Soumyananda Dinda, a.g.e, pp. 440 – 441.

⁸⁷ Soumyananda Dinda, a.g.e, pp. 440 – 441.

⁸⁸ Soumyananda Dinda, a.g.e, pp. 440 – 441.

- v. $\beta_1 < 0, \beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$: Bu durumda, x ile y arasında U şeklinde bir ilişki bulunmaktadır.
- vi. $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ ve $\beta_3 > 0$: Bu durumda, x ile y arasında kübik ya da N şeklinde bir ilişki bulunmaktadır.
- vii. $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ ve $\beta_3 < 0$: Bu durumda, x ile y arasında ters-N şeklinde bir ilişki bulunmaktadır.

3. BÖLÜM

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye İçin Test Edilmesi

Çalışmanın bu kısmında Türkiye için karbondioksit emisyonu (CO₂), iktisadi büyüme ve enerji talebi arasındaki ilişki Çevresel Kuznets Hipotezi Yaklaşımına göre test edilecektir. Bu amaç için kullanılacak model aşağıdaki gibi oluşturulabilmektedir:

$$\ln CO_2 = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP + \beta_2 \ln GDP^2 + \beta_3 \ln EC + u_t \quad (3.1)$$

Modelde yer alan CO₂ değişkeni karbondioksit emisyonunu, EC değişkeni enerji tüketimini, GDP değişkeni kişi başına düşen milli geliri ve GDP² değişkeni ise kişi başına düşen milli gelirin karesini ifade etmektedir. Bu modelde yer alan β_1 katsayısının pozitif ve β_2 katsayısının negatif olması ters U şeklinde bir ilişki olduğunu göstermektedir. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ile ilgili literatürde birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen Türkiye için yapılmış çalışmalar sınırlı sayıdadır. Literatürde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin test edildiği akademik çalışmalar özet olarak Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi İle İlgili Literatür

Yazar	Ülke(ler)	Dönem	Yöntem	Bulgu
Grossmann ve Kruger (1995)	42 OECD Ülkesi		Genelleştirilmiş Momentler Metodu	Bu çalışmada, İktisadi büyümenin çevresel bozulmaya neden olduğuna dair herhangi bir kanıt bulunamamıştır.
Hossain (2011)	Yeni Sanayileşmiş Ülkeler	1971-2007	Johansen-Fisher Panel Eşbütünleşme Testi	Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

Saidi ve Hammami (2015)	Avrupa ve Kuzey Asya, Latin Amerika ve Akdeniz ve Sahraaltı, Kuzey Afrika ve Ortadoğu Ülkeleri	1990-2012	Genelleştirilmiş Momentler Metodu	1990-2012 döneminde bu dört bölge için ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Alam, Murad, Noman ve Ozturk	Hindistan, Çin, Endonezya ve Brezilya	1970-2012	ARDL Sınır Testi	Bu araştırmada, CO ₂ emisyonu ve iktisadi büyüme arasındaki ilişki Hindistan ve Brezilya için istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve Çin ve Endonezya için hem kısa hem de uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
Ahmad ve Du (2017)	İran	1971-2011	ARDL Sınır Testi	Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.
Başar ve Temurlenk (2007)	Türkiye	1950-2000	Regresyon Analizi	1950-2000 dönemleri arasında ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
Arı ve Zeren (2011)	Akdeniz Ülkeleri	2000-2005		2000-2005 dönemleri arasında ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Saatçi ve Dumrul (2011)	Türkiye	1950-2007	Kejrimal Eşbütünleşme Testi	1950-2007 dönemleri arasında Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Karaca (2012)	37 ülke	1980-2007		1980-2007 döneminde bu ülkeler için ÇKE Hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Çil (2013)		1960-2007	Johansen Eşbütünleşme Testi, Gregory-Hansen Eşbütünleşme Testi	ÇKE Hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Dam, Karakaya ve Bulut (2013)	Türkiye	1960-2010	Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi	1960-2010 döneminde Türkiye’de ÇKE Hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Aytun (2014)	83 ülke	1980-2010		1980-2010 döneminde bu ülkeler için ÇKE Hipotezinin geçersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Erdoğan, Türköz ve Görüş (2015)	Türkiye	1975-2010	ARDL Sınır Testi	1975-2010 döneminde Türkiye’de ÇKE Hipotezinin geçersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Topallı (2016)	Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika Ülkeleri	1980-2010	Panel Eşbütünleşme Testi	Bu ülkeler için 1980-2010 döneminde ÇKE Hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Uygulamalı çalışmaların sonuçlarının kullandıkları ekonometrik yöntemle, ele alınan değişkenlere, seçilen veri periyotlarına göre farklılık göstermesi dolayısıyla konu üzerinde bir fikir birliğine varılamadığı görülmüştür.

Bu çalışmada, 1970-2013 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılmaktadır. İlgili verilerin elde edildiği kaynaklar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.2. Değişkenler ve Veri Kaynakları

Değişkenler	Veri Kaynağı
GDP(kişi başı, sabit fiyat)	Dünya Bankası Veri tabanı
CO ₂ emisyonu(kişi başı, metrik ton)	Dünya Bankası Veri tabanı
Enerji Tüketimi	Dünya Bankası Veri tabanı

Analize başlamadan kullanılacak tüm değişkenlerin logaritması alınmıştır.

3.1. Analizde Kullanılan Yöntemler

Analizin ilk aşamasında ele alınan tüm değişkenlere ait zaman serileri birim kök özellikleri açısından incelenmiştir. Bu amaçla zaman serileri analizinde birim kökün varlığının tespit edilmesinde en çok kullanılan yöntemler tercih edilmiştir. Bunlar; yapısal kırılmaları dikkate almayan Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF), Philips Perron(PP) birim kök testleri ile KPSS durağanlık testinin yanısıra iki yapısal kırılmayı dikkate alan Lee ve Strazicich birim kök testidir. Birim kök testi sonuçlarına bağlı olarak ikinci aşamada Sınır testi kullanılarak değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi araştırılmıştır. Analizde kullanılan testlerin ayrıntıları aşağıdaki gibidir.

3.1.1. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Philips Perron (PP) Birim Kök Testleri

Dickey-Fuller (DF) testinde, hata terimi ε_t 'nin otokorelasyonsuz olduğu ve y_t zaman serisinin AR(1) modeline uyduğu varsayılmıştır. Ancak zaman serileri AR(1)'in yanısıra, farklı mertebelerden otoregresif süreçlere de uygun olabilmektedir. Gerçekte AR(p) sürecine uygun olan bir y_t zaman serisi AR(1) modeli ile ifade edilirse, hata

terimleri otokorelasyonlu olacaktır. Otokorelasyonlu hata terimleri ise, Dickey Fuller dağılımlarını geçersiz kılacaktır.⁸⁹

Dickey ve Fuller(1981) yaptıkları çalışmada otokorelasyon sorununu ortadan kaldırmak için, DF testinde kullanılan denklemlerin sağ tarafında bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin eklenmesi gerektiğini önermişlerdir.

ADF testinde kullanılan denklemler aşağıdaki gibidir.

$$\Delta y_t = \theta y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

$$\Delta y_t = \mu + \theta y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

$$\Delta y_t = \mu + \theta y_{t-1} + \beta t + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

Yukarıda bulundan (3.2), (3.3) ve (3.4) numaralı denklemlerde $\theta = 0$ hipotezinin test edilmesi için τ , τ_μ ve τ_t test istatistikleri kullanılmaktadır.

ADF testi ile birim kök ve deterministik bileşenlerin birlikte test edilmesi mümkündür.

Dickey ve Fuller, ADF modellerindeki parametrelerin ortak hipotez testleri için, ϕ_1 , ϕ_2 ve ϕ_3 olarak adlandırılmış F istatistiklerinin kullanılması önermişlerdir.

Temel Hipotez	Kullanılan test istatistiği
$\theta = \mu = 0$	ϕ_1
$\theta = \mu = \beta = 0$	ϕ_2
$\mu = \beta = 0$	ϕ_3

⁸⁹ Nilgün Çil, Finansal Ekonometri, Der Yayınları, İstanbul, 2015

ϕ_i test istatistiği şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\phi_i = \frac{[RSS_{KSL}/RSS_{KSZ}]/r}{RSS_{KSZ}/(T - k)}$$

RSS_{KSL} : Kısıtlı modelin kalıntı kareler toplamı

RSS_{KSZ} : Kısıtsız modelin kalıntı kareler toplamı

r : kısıt sayısı

k : kısıtsız modelde tahmin edilen parametre sayısı

T : gözlem sayısı

$T - k$: kısıtsız modelin serbestlik derecesi

Hesaplanan ϕ_i değerinin Dickey-Fuller'deki uygun değerle karşılaştırılması, kısıtlamanın bağlı olduğu anlamlılık düzeyinin tespit edilmesini sağlar. Temel hipotez, verinin kısıtlanmış model tarafından üretildiğini ifade ederken, alternatif hipotez verinin kısıtlanmamış model tarafından üretildiğini esas almaktadır. Kısıtlama bağlayıcı değil ise, RSS_{KSL} , RSS_{KSZ} 'ye yakın ve ϕ_i olmalıdır. Dolayısıyla ϕ_i 'nin büyük değerleri temel hipotezin reddi anlamına gelir.

ADF testi uygulanırken (3.2), (3.3) ve (3.4) numaralı denklemlerin gecikme uzunluğunun (p) nasıl tespit edileceği konusunda bir güçlükle karşılaşılmaktadır. Bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri (Δy_{t-i}) modele dahil edildiğinden gecikme uzunluğu doğru belirlenmelidir. Gecikme uzunluğu gerektiğinden daha küçük olursa, tahmin edilen bu modelin hatalarındaki otokorelasyon sorunu giderilemeyecektir.

Gecikme uzunluğunun gerektiğinden fazla olması durumunda ise, bir yandan modelin tahmin edilecek parametre sayısını arttırarak serbestlik derecesinin azalmasına neden olurken, diğer yandan testin gücünü azaltmaktadır.

Gecikme uzunluğunun tespit edilmesinde kullanılan yöntemler şu şekildedir: Akaike Bilgi Kriteri(AIC), Schwarz Bayezian Bilgi Kriteri (BIC) gibi bilgi kriterleri, Hall(1994) tarafından önerilen genelden özele ve özelden genele yaklaşımlarıdır. Bu yöntemlerin dışında Swert(1989) tarafından önerilen $p = \text{int} \{12(T/100)^{1/4}\}$ formülünden yararlanılmaktadır.

DF testleri, hataların bağımsız ve sabit varyanslı olduğunu varsaymaktadır. Ancak, gerçek veri yaratan süreç hakkında kesin bilgiye sahip olunmadığından dolayı, ele alınan modelde kesim ve/veya zaman trendi varlığının ve gecikme uzunluğunun doğru tespit edilmesinin dışında başka bilinmeyenler de vardır.

DF testi AR(1) modeline dayanmaktadır ve AR(1) modelinin de bir tane karakteristik kökü olduğu için , test sadece tek bir birim kökün varlığını dikkate almaktadır. Ancak, p. dereceden otoregresif bir sürecin p tane karakteristik kökü vardır. Eğer modelin n tane birim kökü varsa durağanlığın sağlanması için serilerin n defa farkının alınması gerekmektedir. Ayrıca, gerçek veri yaratma süreci hem otoregresif hem de hareketli ortalama bileşenlerini içeriyor olabilir. Eğer böyle bir durum varsa, hareketli ortalama teriminin derecesinin doğru tespit edilip modellenmesi gerekmektedir.⁹⁰ ADF testinde, birim kök testinin dağılımı Dickey-Fuller dağılımı olup, karar aşamasında Dickey-Fuller veya MacKinnon Kritik değerleri kullanılır.

Phillips ve Perron tarafından önerilen Philips-Perron birim kök testinde ise test istatistiğinin hesaplanabilmesi için nonparametrik düzeltmeler uygulanmaktadır. Bu test için aşağıdaki denklem kullanılmaktadır.

$$\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + x_t' \delta + \varepsilon_t$$

⁹⁰ Nilgün ÇİL, a.e

Burada $\alpha = \rho - 1$ ve x_t ise “sabit” veya “sabit ve trendi” ifade eden deterministik bileşenlerdir. Philips Perron testinde test istatistiğinin asimptotik dağılımı ADF testi ile aynıdır. Bundan dolayı test istatistiği, MacKinnon kritik değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Testin temel hipotezi birim kökü ifade ederken, alternatif hipotez durağanlığı göstermektedir.

3.1.2. KPSS Durağanlık Testi

ADF ve PP birim kök testleri, y_t zaman serisinin durağan olmadığı I(1) temel hipotezine dayanmakta iken, durağanlık testleri y_t zaman serisinin durağan olduğu I(0) temel hipotezine dayanmaktadır. Kwiatkowski, Philips, Schmidt ve Shin(1992) tarafından ileri sürülen KPSS testinin başlangıç noktası aşağıdaki modellerdir:

$$y_t = \alpha + \mu_t + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

$$y_t = \alpha + \beta t + \mu_t + \varepsilon_t \quad (3.6)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + u_t \quad (3.7)$$

(3.5) numaralı modelde α sabit terimi yer almakta iken, (3.6) numaralı modelde hem α sabit terimi hem de deterministik trendi içermektedir. (3.5) ve (3.6) numaralı modellerde yer alan ε_t , durağan süreç olmakla birlikte, değişen varyanslı olabilir. (3.7)’deki u_t pür rassal yürüyüş modelidir.

KPSS testinde temel hipotez, y_t serisinin durağan olmasıdır ve bu durum aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$H_0: \sigma_u^2 = 0$$

Temel hipotez, μ ’nün sabit olduğunu göstermektedir. Bunun dışında, Δy_t ’nin ARMA gösteriminde hareketli ortalamalar birim köklü olduğunu ima etmektedir.

KPSS test istatistiği, bir Langrange Çarpanı(LM)'dır. $\sigma_u^2 > 0$ alternatif hipotezine karşı $\sigma_u^2 = 0$ temel hipotezinin testi için kullanılan KPSS test istatistiği şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$KPSS = \frac{T^{-2} \sum_{t=1}^T \hat{S}_t^2}{\hat{\lambda}^2} \quad (3.8)$$

(3.8)'de yer alan $\hat{S}_t$ aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$\hat{S}_t = \sum_{i=1}^t e_i \quad (3.9)$$

(3.9)'da yer alan e_i ise (3.5) ve (3.6) numaralı denklemlerin tahmin edilmesiyle elde edilen kalıntıları ifade etmektedir. $\hat{\lambda}^2$; ε_t 'nin uzun dönem varyansının tutarlı bir tahminidir.

KPSS testi deterministik terimlere (sabit, deterministik trend) bağlı, fakat deterministik terimlerin katsayılarının değerine bağlı olmayan, standart Brownian hareketi fonksiyonuna yakınsar.

KPSS test istatistiği standart dağılımlara uygun olmadığından kritik değerler, Kwiatowski, Phillips, Schmint ve Shin tarafından simulasyon yöntemleri ile elde edilmiş ve tablolştırılmıştır.

KPSS Durağanlık Testi, tek taraflı sağ kuyruk testidir. Eğer KPSS test istatistiği $100(1-\alpha)\%$ den büyük olursa, $100.\alpha\%$ anlamlılık düzeyinde y_t 'nin durağan bir süreç olduğu temel hipotez reddedilir.

3.1.3. İki Kırılmalı Lee- Strazicich Birim Kök Testi

Ekonomideki politika değişiklikleri, krizler vb. faktörler,ekonomik göstergeler ile ilgili verilerin yapısal özelliklerinde değişikliğe yok açabilmektedir. Son yirmi yıldır,yapılan teorik ve uygulamalı çalışmalar, sonuçların güvenilirliği açısından, yapısal değişimlerin zaman serilerinin ortalamasında, genel eğiliminde (trend fonksiyonunda) ya

da her ikisinde bir değişmeye yol açıp açmadığının araştırılması gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.⁹¹ Bu nedenle, geleneksel birim kök testleri zamanla yapısal kırılmalı birim kök testlerine bırakmıştır.

Lee – Strazicich Birim Kök Testi, iki yapısal kırılmalı birim kök testidir. Bu testin alternatif hipotezi “yapısal kırılmalı durağan” şeklinde olup, temel hipotezi ise “yapısal kırılmasız birim kök” şeklindedir. Ayrıca, temel hipotezin reddedilmesi birim kökün reddedilmesi anlamına gelmemektedir. Temel hipotezin reddedilmesi “yapısal kırılma olmayan birim kökün reddedilmesi”ni ifade etmektedir.⁹²

Temel hipotezin reddedilmesi, gerçekte kırılmalar ile fark durağan bir serinin yanlışlıkla yapısal kırılmalı trend durağan olduğunun kabul edilmesine neden olmaktadır.⁹³ Bu nedenle, bu test sonuçlarının yorumlanmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Dikkatli olunmadığında serinin durağanlığı hakkında yanlış karar verilmesine neden olmasının yanısıra, sonraki aşamalarda bulunacak sonuçları etkileyecektir.

Bu sorunu ortadan kaldırmak amacıyla Lee – Strazicich’in geliştirdiğı iki yapısal kırılmalı birim kök testi, Langrange Çarpanına (LM) dayanmaktadır. Bu yöntem řu şekildedir:

$$y_t = \delta'Z_t + \varepsilon_t \quad (3.10)$$

$$\varepsilon_t = \beta\varepsilon_{t-1} + u_0$$

$$\varepsilon_t \sim iid N(0, \sigma^2)$$

⁹¹ Nilgün ÇİL, a.e.

⁹² Nilgün ÇİL, a.e.

⁹³ Veli Yılancı, “Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye İçin İşsizlik Histerisinin Sınanması”, Doğuş Üniversitesi Dergisi, 10 (2), 2009, s.324-325

(3.10) numaralı denklemde yer alan Z_t veri yaratan süreciyle tanımlanmış dışsal değişkenler olup, aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

$$Z_t = [1, t, D_{it}, D_{it}]$$

$$i = 1, 2$$

D_{it} gölge değişkeni aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$D_{it} \begin{cases} 1 & t \geq TB_i + 1 \\ 0 & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

$$Z_t = [1, t, D_{it}, D_{it}, DT_{it}, DT_{it}]$$

$$i = 1, 2$$

DT_{it} gölge değişkeni aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$DT_{it} \begin{cases} t - TB_i & t \geq TB_i + 1 \\ 0 & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

TB kırılma zamanını ifade etmektedir.

Model A, düzeyde tek kırılmayı varsayan modeldir. Model AA ise düzeyde iki kırılmaya müsaade eden bir modeldir. Model C, hem ortalamada hem eğimde tek kırılmaya izin verirken, Model CC ise düzeyde ve trendde iki kırılmaya izin vermektedir.

Model CC için temel hipotez şu şekildedir:

$$y_t = \mu_0 + d_1 B_{1t} + d_2 B_{2t} + y_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (3.11)$$

Alternatif Hipotez ise şu şekildedir:

$$y_t = \mu_1 + \gamma t + d_1 D_{1t} + d_2 D_{2t} + \omega_1 DT_{1t} + \omega_2 DT_{2t} + \varepsilon_{2t} \quad (3.12)$$

LM Birim Kök İstatistiğini bulmak amacıyla şu regresyon kullanılmaktadır:

$$\Delta y_t = \delta' \Delta Z_t + \phi \tilde{S}_{t-1} + \sum \gamma_i \Delta \tilde{S}_{t-i} + u_t \quad (3.13)$$

(3.13) numaralı modelde yer alan $\tilde{S}_t$ trendden arındırılmış serilerdir ve aşağıdaki denklemden elde edilmektedir.

$$\tilde{S}_t = y_t - \tilde{\Psi} - Z_t \tilde{\delta} \quad (3.14)$$

(3.14) numaralı denklemde yer alan $\tilde{\delta}$, Δy_t 'nin ΔZ_t üzerine regresyonundan elde edilen katsayılarıdır. $\tilde{\Psi}$, $y_t - Z_t \tilde{\delta}$ eşitliğinden hesaplanmaktadır. $\Delta \tilde{S}_{t-i}$, otokorelasyonu düzeltmek amacıyla modele gerekli olduğunda eklenmektedir.

Birim kök temel hipotezi, $\phi = 0$ şeklinde tanımlanmaktadır ve LM test istatistiği $\tilde{\tau} = t$ istatistiği şeklinde tanımlanmaktadır.

Bu testte iki kırılmanın yeri içsel olarak belirlenmektedir. Kırılma tarihi t istatistik değerinin minimum olduğu noktada belirlenmekte olup şu formül kullanılmaktadır:

$$\lambda_i = TB_i / T$$

$$i = 1, 2$$

$$LM_{\tau} = \inf \tilde{\tau}(\lambda) \quad (3.15)$$

Hesaplanan test istatistiği kritik değerden küçük ise yapısal kırılmalı birim kökü ifade eden temel hipotez reddedilememektedir.

3.1.4. Sınır (Bounds) Testi

Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisinin varlığını araştırmak için birçok test kullanılmaktadır. Bu testlerden biri Pesaran, Shin ve Smith (2001) sınır testidir.

Dağıtılmış otoregresif gecikmeli modeller (ARDL), bağımsız değişkenlerin cari ve gecikmeli değerlerinin dışında, bağımlı değişkenin de gecikmeli değerlerinin yer aldığı modellerdir. ARDL model, bağımlı değişkenin daha önce belirlenen değerleri modelde etkileyici rol üstlenmiş olmasından ötürü dinamik bir modeldir. Ayrıca bu model, kısa ve uzun dönem analizlerinde kullanılmaya elverişli bir modeldir.

ARDL modelinin tahmini iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, AIC ve SC gibi bilgi kriterleri kullanılarak uygun gecikme uzunluğu tespit edilir. İkinci aşamada ise, tespit edilen uygun gecikme uzunluğuna göre model, En Küçük Kareler (EKK) Yöntemi ile tahmin edilir ve test edilir.

Pesaran ve Shin, 1995 yılında yaptıkları çalışmada ARDL modelinin eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilmesinde kullanılabileceğini öne sürmüşler ve Pesaran, Shin ve Smith, 2001 yılında Sınır Testini geliştirmişlerdir.

Sınır (Bounds) Testi, diğer eşbütünleşme testlerinden farklı olarak değişkenlerin bütününe özelliğini dikkate almamaktadır. Sınır (Bounds) Testi, Kısıtsız Hata Düzeltme Modelinin (UECM) dayanmaktadır ve bu testin uygulaması iki aşamada gerçekleşmektedir. Birinci aşamada, değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi kurulur. Eğer elimizde uzun dönemli ilişkinin yönü hakkında önsel bilgi varsa, ilişkiyi bu yönde kurarız. İkinci aşamada, öncelikle değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi tespit edilir. Eğer değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi varsa, tahmin edilen model aracılığıyla kısa ve uzun dönem katsayıları tahmin edilecektir.

Eşbütünleşme ilişkisinin araştırılmasında Sınır Testinin kullanılmasının avantajları şunlardır:⁹⁴

1. Bu yöntemde, değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı araştırılırken değişkenlerin durağanlık düzeyleri dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle, özellikle de değişkenlerin durağanlıkları hakkında kesin bilginin olmadığı durumlarda, Engle – Granger ve Johansen Testlerine göre daha cazip hale gelmektedir.
2. Sınır Testi küçük örnekler için Engle - Granger ve Johansen Testlerinden daha iyidir.
3. Modelde uzun ve kısa dönem parametreleri tahmin edilebilmektedir.

Sınır Testi ile uzun dönem ilişkisi aranan değişkenler x_t vektöründe gösterilmektedir. Bu x_t vektöründe yer alan y_t bağımlı değişken olup, z_t' ise uzun dönem ilişkisinin arandığı diğer değişkenlerin yer aldığı vektördür. x_t vektörü ise $x_t = (y_t, z_t')$ şeklinde gösterilmektedir.

$$\Delta y_t = c_0 + c_1 t + \pi_{yy} y_{t-1} + \pi_{yy.x} x_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \psi_1' \Delta z_{t-i} + \omega' \Delta x_t + \theta w_t + \varepsilon_t \quad (3.16)$$

c_0 = otonom parametre t =trend değişkeni ε_t = otokorelasyonsuz hata terimi

w_t = tam bağımsız değişkenler vektörü

π_{yy} ve $\pi_{yy.x}$ = uzun dönem çarpanları

Yukarıdaki modelde yer alan Δy_t 'nin gecikmeli değerleri ve Δx_t 'nin cari ve gecikmeli değerleri değişkenlerin kısa dönem dinamik yapısını göstermektedir. Bu model EKK ile tahmin edilmektedir.

⁹⁴ Nilgün ÇİL, a.g.e sf. 417-418

Sınır testi, Wald Testinin (F testi) uygulamasına dayanmaktadır. Temel hipotezi ise y_t ve x_t değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı şeklindedir. Temel hipotez ve alternatif hipotez aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

$$H_0: \pi_{yy} = 0, \pi_{yy.x} = 0'$$

$$H_1: \pi_{yy} \neq 0, \pi_{yy.x} \neq 0' \text{ veya } \pi_{yy} \neq 0, \pi_{yy.x} = 0' \text{ veya } \pi_{yy} = 0, \pi_{yy.x} \neq 0'$$

Pesaran vd.(2001); 2 farklı kritik değer sınırı hesaplamış olup, alt değer değişkenlerin $I(0)$ olduğunu, üst değer ise değişkenlerin $I(1)$ olduğunu varsaymaktadır.

Hesaplanan F istatistiği üst kritik değerden ($I(1)$) daha büyük ise, değişkenlerin durağanlık düzeyleri bilinmeksizin uzun dönemli ilişkinin olmadığı temel hipotezi reddedilmektedir. Hesaplanan F istatistiği alt kritik değerden ($I(0)$) daha küçük olduğu durumda ise, değişkenlerin durağanlık düzeyleri bilinmeksizin uzun dönemli ilişkinin olmadığı temel hipotezi kabul edilmektedir. Test istatistiğinin bu iki sınır arasında kalması durumunda ise, herhangi bir sonuca varılamamaktadır. Bu durumda değişkenlerin durağanlık düzeylerinin bilinmesi gerekmektedir.

F istatistiğinin değeri aşağıdaki üç koşula bağlıdır:

1. ARDL modelinde otonom parametre ve/veya trend değişkeninin bulunup bulunmaması.
2. x vektöründeki değişkenlerin sayısı.
3. ARDL modelindeki değişkenlerin $I(0)$ veya $I(1)$ olmasına

Sınır testinde F istatistiğinin yanısıra t istatistiği de kullanılabilmektedir ve bu iki test sonuçları birbirleri ile tutarlıdır. Sınır testi otokorelasyona duyarlı bir test olup, sınır testi uygulanmadan önce modelde otokorelasyonun varlığı test edilmelidir.

3.2. Ampirik Sonuçlar

Analizin ilk aşamasında öncelikle Genişletilmiş Dickey-Fuller ve Philips Perron birim kök testleri ile KPSS durağanlık testi uygulanarak serilerin birim köklü olup olmadığı araştırılmıştır. Daha sonra serilerin yapısında söz konusu olabilecek yapısal kırılmaları da dikkate alan iki kırılmalı Lee-Strazicich birim kök testi kullanılarak birim kök özellikleri sınanmıştır. Bu testlerden elde edilen sonuçlara göre Sınır testi uygun eşbütünleşme testi olarak seçilerek Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olup olmadığı Türkiye açısından analiz edilmiştir.

3.2.1. Birim Kök Testi Sonuçları

Logaritması alınmış serilere uygulanmış Genişletilmiş Dickey-Fuller ve Philips Perron birim kök testleri ile KPSS durağanlık testi sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 3.3: ADF, PP ve KPSS Testi Sonuçları

Seriler	ADF	PP	KPSS
Ln(CO ₂)	-3.253(0)	-3.324(1) ^c	0.123(4) ^b
ΔLn(CO ₂)	-5.974(0) ^a	-	-
Ln(EC)	-3.523(0)	-3.523(0) ^b	0.049(3) ^a
ΔLn(EC)	-6.034(0) ^a	-	-
Ln(GDP)	-2.060(0)	-2.218(1)	0.130(4) ^b
ΔLn(GDP)	-6.150(0) ^a	-6.151(2) ^a	-
Ln(GDP) ²	-1.859(0)	-1.859(0)	0.146(4) ^a
ΔLn(GDP) ²	-6.106(0) ^a	-6.116(2) ^a	-

Notlar: ^a, ^b ve ^c sırasıyla %1, %5 ve % 10 anlamlılık düzeylerinde durağanlığı ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler ADF testi için uygun gecikme uzunluğunu, PP ve KPSS testleri için ise Newey-West bant genişliğini göstermektedir.

Tabloda yer alan sonuçlara bakıldığında, $\ln(\text{CO}_2)$ serisinin ADF testine göre ilk farkı ile durağan olduğu görülürken, PP ve KPSS testi sonuçlarına göre ise düzeyde durağan olduğu görülmektedir. $\ln(\text{EC})$ serisi ile ilgili sonuçlara bakıldığında da benzer sonuçlarla karşılaşılmıştır. Seri ADF testi sonucuna göre ilk farkı ile durağanken, PP ve KPSS testi sonuçlarına göre ise düzeyde durağandır. Buna karşılık $\ln(\text{GDP})$ ve $\ln(\text{GDP})^2$ serilerine ait ADF ve PP birim kök testi sonuçları serilerin düzeyde birim köklü fakat ilk farklarıyla durağan olduklarını gösterirken, KPSS testi serilerin düzeyde durağan olduğunu ifade etmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde ADF, PP ve KPSS testi sonuçlarının birbiriyle çeliştiği görülmüştür. Bunun sebebi olarak, ele alınan bu testlerin serilerin yapısında söz konusu olabilecek yapısal kırılmaları göz ardı etmeleri dolayısıyla çelişkili sonuçlar verdikleri düşünülmüştür. Literatüre bakıldığında yapısal kırılmayı dikkate almadan yapılan uygulamalarda birim kök testi sonuçlarının hatalı olabildiği görülmüştür. Bu nedenle çalışmada yapısal kırılmalı birim kök testlerinin uygulanması da önem arz etmektedir. Bu amaçla serilere iki kırılmayı dikkate alan Lee ve Strazicich birim kök testi de uygulanmış ve sonuçları Tablo 3.4’de sunulmuştur.

Tablo 3.4: İki Kırılmalı Lee ve Strazicich Birim Kök Testi Sonuçları

Seriler	Test istatistiği	Kırılma Tarihleri
$\ln(\text{CO}_2)$	-6.4794 ^a	1999, 2008
$\ln(\text{EC})$	-5.2094 ^a	1999, 2008
$\ln(\text{GDP})$	-7.0797 ^a	1985, 1999
$\ln(\text{GDP})^2$	-7.1461 ^a	1985, 1999
Kritik Değerler		
%1	%5	%10
-4.84	-4.19	-3.89

Notlar: ^a, %1 anlamlılık düzeyine göre durağanlığı ifade etmektedir.

Tabloda yer alan sonuçlar incelendiğinde $\ln(\text{CO}_2)$ serisi için hesaplanan test istatistiğinin kritik değerlerden büyük olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre, serinin ortalama ve trendde iki yapısal kırılma ile birim köklü olduğunu ifade eden temel hipotez reddedilmektedir. Diğer bir ifadeyle, $\ln(\text{CO}_2)$ serisi ortalama ve trendde iki

kırılma birlikte durağandır. Kırılma tarihleri de 1999 ve 2008 yıllarına tekabül etmektedir. Ln(EC) serisine ait Lee ve Strazicich testi sonuçlarına bakıldığında da benzer sonuçlarla karşılaşılmıştır. Seri için tespit edilmiş yapısal kırılmalar yine 1999 ve 2008 yıllarına işaret etmektedir. Ln(EC) serisi de %1 anlamlılık düzeyine göre durağandır. Ln(GDP) ve Ln(GDP)² serileri için elde edilmiş sonuçlara bakıldığında da hesaplanan test istatistiklerinin tüm anlamlılık düzeylerinde kritik değerlerden büyük olduğu ve dolayısıyla serilerin iki yapısal kırılma ile birim köklü olduğunu ifade eden temel hipotezin reddedildiği görülmüştür. Bir bütün olarak bakıldığında ele alınan tüm serilerin iki kırılmayı dikkate alan Lee ve Strazicich testine göre düzeyden durağan olduğu görülmüştür. Bundan sonraki aşama ise seriler arasındaki uzun dönem ilişkisinin araştırılmasıdır. Bu amaçla çalışmada Peseran, Shin ve Smith(2001) tarafından geliştirilen Sınır Testi kullanılmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi bu yöntemde, değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı araştırılırken değişkenlerin durağanlık düzeyleri dikkate alınmamaktadır. Bu özelliği dolayısıyla test Engle-Granger ve Johansen testlerinin kullanılmadığı durumlarda daha avantajlı olmaktadır. Bu test uygulanırken yapısal kırılmadan arındırılmış seriler kullanılmıştır. Serileri yapısal kırılmadan arındırmak için aşağıdaki denklemden faydalanılmıştır:

$$y_t = \mu + \beta t + \theta_1 D_{1t} + \theta_2 D_{2t} + \gamma_1 DT_1 + \gamma_2 DT_{2t} + \tilde{y}_t \quad (3.17)$$

Denklemden $\tilde{y}_t$; yapısal kırılmadan arındırılmış seriyi ifade etmektedir.

3.2.2. Sınır Testi Sonuçları

Ln(CO₂), Ln(EC), Ln(GDP) ve Ln(GDP)² serileri arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı Peseran, Shin ve Smith(2001) tarafından geliştirilmiş Sınır testi ile araştırılmıştır. Analizde ilk yapılması gereken şey uygun ARDL modeline karar vermektir. Tüm durumlar için model tahminleri yapılmış olmasına rağmen deterministik unsurların anlamsızlığı göz önünde bulundurularak sabitsiz ve trendsiz model (1. durum) uygun model olarak tercih edilmiştir. Model türünün seçilmesinden sonraki aşama, uygun

gecikme sayısının belirlenmesidir. Bu gecikme sayısı belirlenirken Akaike Bilgi kriterinden yararlanılmıştır ve ARDL(1,0,0,1) modelinin AIC değerinin minimum olduğu tespit edilmiştir. Bundan sonraki aşamada ARDL(1,0,0,1) modeli tahmin edilmiştir. Bu modele ait sonuçlar Tablo 3.5’te yer almaktadır.

Tablo 3.5: ARDL(1,0,0,1) Modeline Ait Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: Ln(CO₂)		
Değişkenler	Katsayılar	Olasılık Değeri
Ln(CO₂)(-1)	0.37703	0.0168
Ln(GDP)	0.2102	0.9272
(Ln(GDP))²	-0.0073	0.9543
Ln(EC)	1.0669	0.0000
Ln(EC)(-1)	-0.5309	0.0039
R²=0.8783	DW-stat=2.1292	SC=-4.6909
Adj. R²= 0.8655	AIC=-4.8957	HQ=-4.8201

ARDL(1,0,0,1) modeli tahmin edildikten sonraki aşamada, F ve t test istatistikleri hesaplanmış ve bu test istatistikleri ile alt ve üst kritik değerler karşılaştırılmıştır. Elde edilen bu değerler, Tablo 3.6’da sunulmuştur.

Tablo 3.6: Sınır Testi Sonuçları

Kritik Değerler		%1		%5		%10	
k	F-ist.	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
3	5.489	3.42	4.84	2.45	3.63	2.01	3.1
k	t-ist.	%1		%5		%10	
		I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
3	-4.131	-2.58	-3.97	-1.95	-3.33	-1.62	-3

Tabloya baktığımızda, hesaplanan F istatistiğinin tüm anlamlılık düzeylerinde üst kritik değerden (I(1)) büyük olduğu görülmektedir. Değişkenlerin durağanlık düzeyleri bilinmeksizin uzun dönemli ilişkisinin olmadığı temel hipotezi reddedilmektedir. Hesaplanan t istatistiğinin de tüm anlamlılık düzeylerinde üst kritik değerden (I(1)) mutlak değer olarak büyük olduğu görülmektedir. Değişkenlerin durağanlık düzeyleri bilinmeksizin uzun dönemli ilişkisinin olmadığı temel hipotezi burada da reddedilmektedir. Bu iki test istatistiğine göre bulunan sonuçların tutarlı oldukları

görülmektedir. Bu değişkenler arasında uzun dönemli ilişki tespit edildikten sonra uzun ve kısa dönem analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.7’de sunulmuştur.

Tablo 3.7: ARDL Modeline Ait Kısa ve Uzun Dönem Katsayıları

BÖLÜM A: UZUN DÖNEM KATSAYILARI			
Bağımlı Değişken: $\Delta \text{Ln}(\text{CO}_2)$			
Değişkenler	Katsayılar	t-ist	Olasılık Değeri
$\text{Ln}(\text{CO}_2)(-1)$	-0.6230	-4.1312	0.0002
$\text{Ln}(\text{GDP})$	0.2102	0.0920	0.9272
$(\text{Ln}(\text{GDP}))^2$	-0.0073	-0.0577	0.9543
$\text{Ln}(\text{EC})(-1)$	0.5361	2.5350	0.0155
BÖLÜM B: KISA DÖNEM KATSAYILARI			
Değişkenler	Katsayılar	t-ist	Olasılık Değeri
$\Delta \text{Ln}(\text{EC})$	1.0669	16.5690	0.0000
Htd*	-0.6230	-4.8674	0.0000

Notlar: Htd. hata düzeltme terimini ifade etmektedir.

Tablo 3.7’nin Bölüm A’da ARDL modeline ait uzun dönem katsayıları yer almaktadır. Bölüm A’da yer alan sonuçlar incelendiğinde, $\text{Ln}(\text{GDP})$ ve $(\text{Ln}(\text{GDP}))^2$ değişkenlerinin ise istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir. Bulunan bu sonuçlar, 1970 – 2013 döneminde Türkiye için Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin geçerli olmadığını göstermektedir. Modelde yer alan $\text{Ln}(\text{CO}_2)$ ve $\text{Ln}(\text{EC})$ değişkenlerinin bir gecikmeli değerlerine ait katsayının istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 3.7’nin Bölüm B’de ise ARDL modeline ait kısa dönem katsayıları yer almaktadır. Bölüm B’de yer alan sonuçlar incelendiğinde, hata düzeltme katsayısı istatistiksel olarak anlamlı ve negatif olduğu görülmektedir. Burada hata düzeltme katsayısının negatif ve anlamlı olması hata düzeltme mekanizmasının çalıştığını gösterir ve kısa ve uzun dönem dengesizliğinin azalmakta olduğunu ifade etmektedir. Enerji Tüketimi ile Karbondioksit Emisyonu arasındaki uzun dönem farkın %62.30’u bir dönem içerisinde ortadan kalkmaktadır.

SONUÇ

Sanayileşme, bir ülkenin ekonomik gelişmişliğini gösteren en önemli göstergelerden biridir. Sanayileşmenin ilerlemesi, üretim miktarının artmasına neden olmaktadır. Üretim miktarındaki artışlar ise enerjiye olan talebi arttırmaktadır. Sanayileşmenin artmasına paralel olarak nüfusun ve kentleşmenin artış göstermesi, enerji tüketimini arttıran diğer bir unsurdur. Artan enerji talebini karşılamak amacıyla kömür, petrol ve doğalgaz gibi yenilenemez enerji kaynakları kullanılmıştır. Bu enerji kaynakları kullanıldığında, CO₂, CO, SO_x ve HC gibi gazlar atmosfere yayılmaktadır. Bu gazların atmosferdeki oranının artması iklim değişikliği ve çevre kirliliği gibi çevresel sorunlara yol açmıştır.

1960'lı yıllardan itibaren toplumlar, artan çevresel sorunlara yönelik çözüm üretmeye başlamışlardır. Ülkeler, çevre ile ilgili birçok uluslararası anlaşma imzalamışlardır. Akademisyenler ise enerji ve çevre arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla akademik çalışmalar yapmışlardır. Enerji ve çevre arasındaki ilişki ile ilgili ortaya koyulan çalışmalardan biri Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezidir.

Bu çalışmada, Türkiye için CO₂ emisyonu, iktisadi büyüme ve enerji talebi arasındaki ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi yaklaşımına göre araştırılmıştır. Bu çalışmada, kişi başına düşen CO₂ emisyonu, kişi başına düşen milli gelir ve enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. Bu seriler, yıllık seri olup, 1970-2013 dönemini kapsamaktadır. Bu çalışmada analiz yapılırken, serilerin logaritmik halleri kullanılmıştır. Tez çalışmasının ampirik analiz kısmı iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, Ln(CO₂), Ln(EC), Ln(GDP) ve (Ln(GDP))² serilerinin durağanlığı araştırılmıştır. İlk olarak ADF ve PP birim kök testleri uygulanmış ve seriler için test sonuçlarının birbiri ile çeliştiği görülmüştür. Serilerin durağanlığı araştırılırken kullanılan diğer bir yöntem ise KPSS durağanlık testidir. Bu testin sonucunda Ln(CO₂), Ln(EC), Ln(GDP) ve Ln(GDP)² serileri düzeyden durağan bulunmuştur. Daha sonra bu serilere Lee ve Strazicich iki yapısal kırılmalı birim kök testi uygulanmıştır. Bu testin sonucunda ise

serilerin hem ortalamalarında hem de trendlerinde iki kırılma ile durağan oldukları ortaya çıkmıştır.

İkinci aşamada ise, seriler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı araştırılmıştır. Bu ilişkinin varlığı araştırılırken Sınır Testi Yaklaşımı kullanılmıştır. Uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edildikten sonra, uzun ve kısa dönem analizleri yapılmıştır. $LN(EC)$ ve $LN(CO_2)$ değişkenlerinin bir gecikmeli değerlerine ait uzun dönem katsayılarının anlamlı olduğu ve $LN(GDP)^2$ ve $(LN(GDP))^2$ değişkenlerine ait uzun dönem katsayılarının anlamsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu sonuçlar, 1970 – 2013 döneminde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye için geçersiz olduğunu göstermektedir. Diğer bir deyişle, Türkiye’de ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişkinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu sonuçlar, Başar ve Temurlenk (2007), Aytun (2014), Erdoğan, Türköz ve Görüş (2015) tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile uyumludur.

EKLER

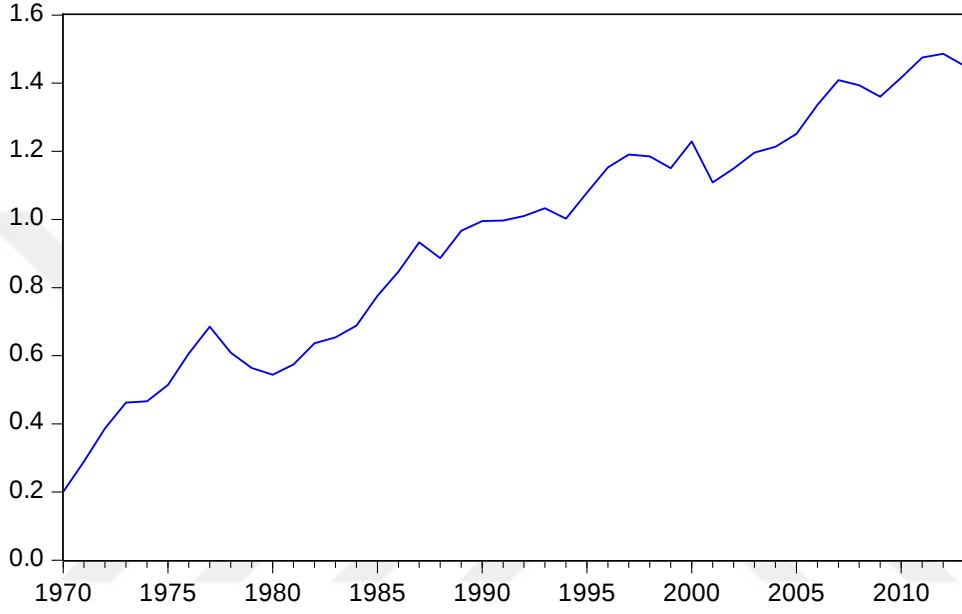
Ek 1.1: CO₂, EC ve GDP Serilerine Ait Veriler

	CO2	EC	GDP
1970	1.222604	522.1998	4221.023
1971	1.336298	547.1278	4350.671
1972	1.472023	603.2862	4563.034
1973	1.587468	649.9433	4600.603
1974	1.593324	656.8478	4744.296
1975	1.672674	681.2173	4967.244
1976	1.834343	724.487	5362.325
1977	1.984332	776.7657	5421.075
1978	1.83769	756.4634	5380.603
1979	1.757847	703.5491	5228.369
1980	1.722849	715.149	4986.526
1981	1.77545	704.7919	5111.036
1982	1.890014	732.2256	5173.893
1983	1.923419	757.9531	5310.171
1984	1.991032	771.3419	5544.025
1985	2.171964	800.2803	5659.219
1986	2.331647	844.9394	5935.886
1987	2.54217	919.197	6375.27
1988	2.426529	908.4106	6403.818
1989	2.628992	926.5935	6308.636
1990	2.705007	977.6642	6774.408
1991	2.710037	947.7563	6708.883
1992	2.746392	961.9322	6931.902
1993	2.808938	1004.137	7343.095
1994	2.724763	976.489	6889.595
1995	2.940428	1052.7	7315.178
1996	3.167199	1126.182	7731.177
1997	3.288501	1166.229	8186.243
1998	3.271084	1169.882	8244.498
1999	3.159089	1131.092	7842.595
2000	3.417946	1201.087	8237.344
2001	3.030818	1094.198	7631.405
2002	3.157446	1139.392	8003.481
2003	3.306669	1178.444	8331.76
2004	3.364105	1204.722	9009.596

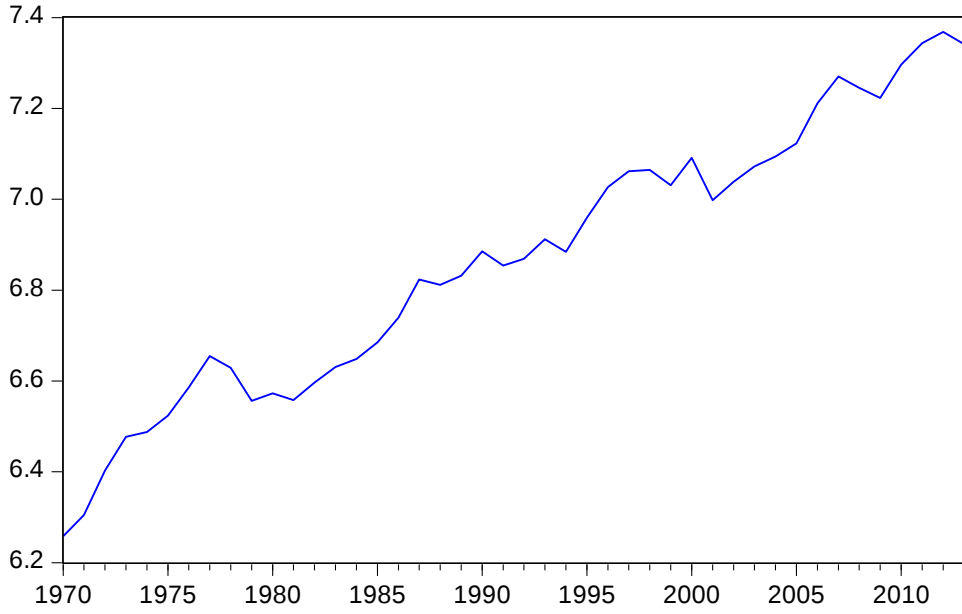
2005	3.496004	1240.166	9691.818
2006	3.804564	1354.677	10251.05
2007	4.090077	1436.845	10637.72
2008	4.031512	1401.349	10599.29
2009	3.894703	1370.788	9973.343
2010	4.120215	1474.67	10672.06
2011	4.370561	1546.203	11683.23
2012	4.419488	1585.4	12052.33
2013	4.267882	1542.968	12865.68

Ek 2: $\ln(\text{CO}_2)$, $\ln(\text{EC})$, $\ln(\text{GDP})$, $(\ln(\text{GDP}))^2$ Değişkenlerine Ait Grafikleri

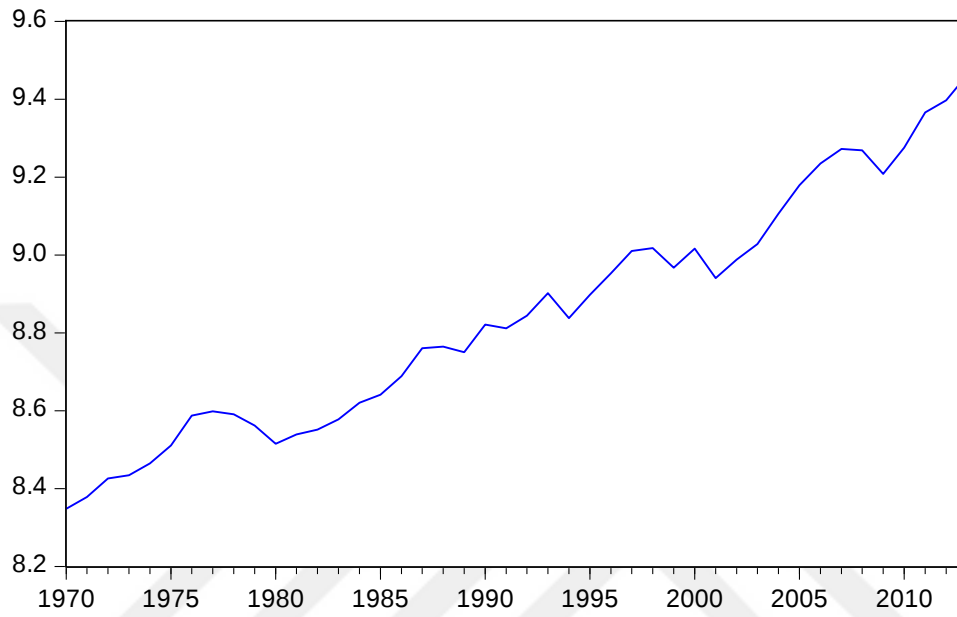
LCO2



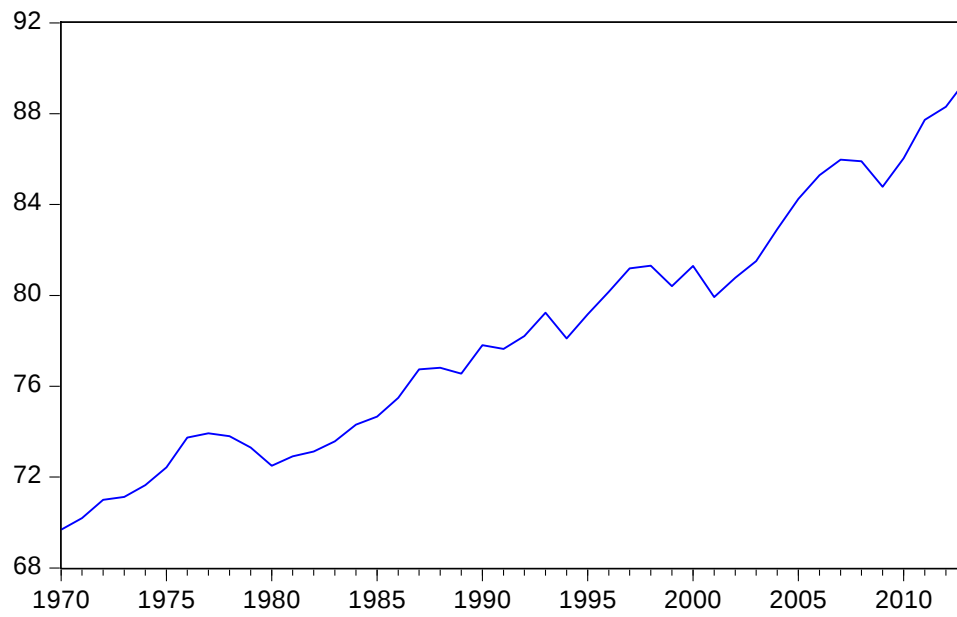
LEC



LGDP



LGDP2



KAYNAKÇA

AHMAD, Najid, DU, Liangsheng: “Effects of Energy Consumption and CO2 Emissions on Economic Growth in Iran: ARDL Approach”, **Energy** 123, 2017, p. 521-537.

AKKUŞ İbrahim , ALAN Hüseyin: “Türkiye’nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler Raporı” , Ankara, Şubat 2016, s.3

AKSU, Ceren: “Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre”, **Güney Ege Kalkınma Ajansı**, 2011.

ALAM Mahmudul, MURAD Wahid, NOMAN Abu Hanifa, OZTURK Ilhan: “Relationships among carbon emissions, economic growth, energy consumption and population growth: Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis for Brazil, China, India and Indonesia”, **Ecological Indicators**, Sayı 70, Yıl 2016, s.466-479.

ARI, Ayşe, ZEREN Fatma: “CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi”, **Yönetim ve Ekonomi**, 2011.

AYTUN, Cengiz: “Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Panel Veri Analizi”, **Akademik Bakış Dergisi**, Sayı:44, Temmuz – Ağustos 2014.

BAŞAR, Selim, TEMURLenk, M. Sinan: “Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama”, **İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 21(1), ss. 1-12, 2009

BERBER Metin: **İktisadi Büyüme ve Kalkınma**, Derya Kitabevi, Trabzon, 2011

“Biyokütle Enerjisi”, **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>, Erişim Tarihi: 26 Ocak 2019

“Biyokütle Enerjisinin Avantajları”, **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (Kampüs) Resmi İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi_adv.aspx, Erişim Tarihi: 26 Ocak 2019

BOECHERDİNG, T., DEACON, R. T.: “The Demand for the Services of Nonfederal Governments”, **American Economic Review**, 62, 2003, pp. 891-901

- BOZLOĞAN, Recep: “Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arkapları”, (Çevrimiçi) <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/9155>
- COSTA, D.: “Less of a Luxury: The Rise of Recreation since 1888”, **NBER Working Paper**, 6054, 1997.
- ÇEPEL Necmettin: “Toprak Kirliliği, Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar”, **TEMA Vakfı Yayınları**, İstanbul 1997.
- ÇİL, Nilgün: Finansal Ekonometri, **Der Yayınları**, İstanbul, 2015
- DAM, Mehmet Metin, KARAKAYA, Etem, BULUT, Şahin: “Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye: Ampirik Bir Analiz”, **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, EYİ 2013 Özel Sayısı.
- DASGUPTA, S., LAPLANTE B., WANG, H., WHEELER, D.: “Confronting The Environmental Kuznets Curve”, **Journal Of Economic Perspectives**, Sayı: 16 (1), pp. 147 – 168.
- DEMİRÖZ, Dündar Murat: “Büyüme, Teknolojik Gelişme ve Teknoloji Politikası”, **Yenibirlik Gazetesi**, 19 Mayıs 2017
- DEACON, Robert, NORMAN, Catherine S.: “Does the Environmental Kuznets Curve Describe How Individual Countries Behave?”, **UCSB Working Papers**, 2004
- DİNDA, Soumyananda: “Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey”, **Ecological Economics**, Sayı:49 Yıl: 2004, pp. 431 – 432.
- “Doğalgaz”, **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz>, Erişim Tarihi: 20 Ocak 2019
- EKINS, P.: "The Kuznets Curve for the Environment and Economic Growth: Examining the Evidence", **Environment and Planning A**, 1997, 29, 805-30.
- ELDEM, Mehmet Oktay: “Güneş Enerjisi”, **TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni**, 2017/5, s. 7-8
- FAY, James A., GOLOMB Dan S.: “Energy and the Environment”, **Oxford University Press**, 2002, New York, p.1.
- “Güneş Enerjisi”, **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>, Erişim Tarihi: 21 Ocak 2019

“Güneş Enerjisi ve Teknolojileri”, **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (KAMPÜS) İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx, Erişim Tarihi: 21 Ocak 2019

GROSSMAN, G. M., KRUEGER, A.: “Environmental Impacts of North American Free Trade Agreement”, **Nber Research Working Paper**, No:3194 , 1991, Cambridge

GROSSMAN, G.M., KRUEGER A.: “Economic Growth and the Environment”, **Quarterly Journal of Econometrics**, 110(2), 1995, pp. 353 – 377.

“Hava Kirliliği ve Isınma Raporu”, **Sakarya Üniversitesi SAHAKKI Projesi İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) http://www.sahakk.sakarya.edu.tr/documents/hava_kirliligi_ve_kirleticiler_rapor1.pdf. Erişim Tarihi: 13 Eylül 2018

“Hidroelektrik Enerjisi Nedir?”, **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (Kampüs) Resmi İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx

“Hidroelektrik Santrali Nedir? Nasıl Çalışır?”, **Enerji Beş Temiz Enerji Portalı İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) <https://www.enerjibes.com/hidroelektrik-santrali-nedir-nasil-calisir/>

“İktisadi Büyüme”, **Murat Yayınları**, s.16, (Çevrimiçi) <https://muratyayinlari.com/storage/catalogs/0761325001520842884.pdf> Erişim Tarihi: 25 Şubat 2019

İNSEL, Ahmet: “Büyümenin Sınırları”, **Radikal Gazetesi**, 27 Mayıs 2012, (Çevrimiçi) radikal.com.tr

“Jeotermal Enerji Nedir?”, **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/jeo_enerji_nedir.aspx Erişim Tarihi: 21 Ocak 2019

KAPLUHAN, Erol: “Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu”, **Marmara Coğrafya Dergisi**, Temmuz 2014, Sayı 30, s. 97 – 105.

KARACA, Coşkun: “Ekonomik Kalkınma ve Çevre İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Ampirik Bir Analiz”, **Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 21, Sayı 3, 2012, s. 139-156.

KARAKAYA, Etem, ÖZÇAĞ, Mustafa: “Sürdürülebilir Kalkınma ve İklim Değişikliği: Uygulanabilecek İktisadi Araçların Analizi”

KINCAY, Olcay, YUMURTACI, Zehra, BEKİROĞLU, Nur: “Rüzgar Enerjisi Ders Notları Bölüm 1”, (Çevrimiçi) <http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/RuzgBol1.pdf>

KOÇAK, Emrah: “Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği:ARDL Sınır Testi Yaklaşımı”, **İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi**, Cilt 2, Sayı 3, s.62-73.

KRİSTRÖM, B. RİERA, P.: “Is the Income Elasticity of Environmental Improvements less than One?”, **Environment and Resource Economics**, 7, 1996, pp. 45-55.

KUZNETS, Simon: “Economic Growth and Income Inequality”, **American Economic Review**, Sayı: 45 (1), Yıl: 1955, pp. 128.

KÜLEKÇİ, Özlem Candan: “Yenilebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi”, **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi**, Ankara, 2009

“Kyoto Protokolü”, **T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/Kyoto.aspx?sflang=tr> Erişim Tarihi: 15 Şubat 2019

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü İnternet Sitesi, <http://www.mta.gov.tr/v3.0/> Erişim Tarihi: 17 Ocak 2019

MİR, Goher-Ur-Rehman, STORM, Servaas: “Carbon Emissions and Economic Growth: Production-based versus Consumption-based Evidence on Decoupling”, **Institute for New Economic Thinking Working Papers**, Working Paper No:41, 2016.

MUCUK, Mehmet, UYSAL, Doğan: “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, **Maliye Dergisi**, 157, Temmuz – Aralık 2009, s. 105 – 115.

- ONURBAŞ AVCIOĞLU, Ayten: “Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Teknolojileri Dersi”, **Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri**, 2017, s.3
- ÖZDEN, Miray: “İktisadi Büyüme ve Kalkınma Olgusunda Dış Ticaretin Yeri ve Önemi: Türkiye Örneği”, **Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi**, Tekirdağ 2014
- ÖZMEN, M. Tamer, “Sera Gazı – Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü”, **Türkiye Mühendislik Haberleri (TMH)**, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Sayı: 453, Yıl: 54/2009 – 1.
- “Petrol”, **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol> Erişim Tarihi: 18 Ocak 2019
- “Petrole Dair Merak Edilenler”, **Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) <http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/petrolmerak.pdf> Erişim Tarihi: 18 Ocak 2019
- ROCA, J.: “Do individual preferences explain Environmental Kuznets Curve?”, **Ecological Economics**, 45 (1), 2003, pp. 3 – 10
- “Rüzgar Enerjisi”, **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>, Erişim Tarihi: 24 Ocak 2019
- “Rüzgar Enerjisi Nedir?”, **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (Kampüs) Resmi İnternet Sitesi**, (Çevrimiçi) http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx
- “Rüzgar Enerjisi Nedir? Rüzgar Türbini Çeşitleri Nelerdir?”, **Enerji Beş Temiz Enerji Portali İnternet Sitesi**, <https://www.enerjibes.com/ruzgar-enerjisi-nedir-ruzgar-turbini-cesitleri-nelerdir/>, Erişim Tarihi: 24 Ocak 2019
- SAİDİ, Kais, HAMMAMİ, Sami: “Impact of CO2 Emissions and Economic Growth on Energy Consumption in 58 Countries”, **Elsevier, Energy Reports** 1, 2015, s. 62-70.

SAATÇI, Mustafa, DUMRUL, Yasemin: “Çevre Kirliliği Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi İçin Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Yöntemiyle Tahmini”, **Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi**,2011.

ŞAHİNÖZ, Ahmet, FOTOURECHİ Zahra: “Çevresel Kuznets Eğrisi: İndirgenmiş ve Ayrıştırılmış Modellerle Ampirik Bir Analiz”, **H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 31, Sayı 1, 2013, s. 199-214.

SENCAR, Pelin: “Türkiye’de Çevre Koruma ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”, **Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Edirne.

SEZER, Özcan: “Küresel Konferanslar ve Çevre Sorunları: Çevre Kalkınma ve Etik Açısından Eleştirel Bir Değerlendirme

Sürdürülebilir Kalkınma Türkiye Web Sitesi, URL: www.surdurulebilir-kalkinma.gov.tr
Erişim Tarihi: 17 Mart 2018

TABAN, Sami, GÜNŞOY, Bülent, GÜNŞOY, Gülen, ERDİNÇ, Zeynep, AKTAŞ, M. Tuba: İktisadi Büyüme, **T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No:2898, Açıköğretim Fakültesi Yayını No:1855**, Eskişehir, 2013

TAY BAYRAMOĞLU, Arzu, KOÇ YURTKUR, Asuman: “Türkiye’de Karbon Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Analizi”, **AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 16, Sayı: 4, 2016, s. 31-45.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Rio Sözleşmeleri Kapsamında Türkiye’nin Ulusal Kapasitesinin Değerlendirilmesi Projesi Resmi İnternet Sitesi, <http://www.ncsa-turkey.cevreorman.gov.tr/rio-sozlesmeleri.aspx>. Erişim Tarihi: 10 Şubat 2018

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İklim Değişikliği Resmi İnternet Sitesi, <http://iklim.csb.gov.tr/kyoto-protokolu-i-4363>. Erişim Tarihi: 11 Şubat 2018

T.C. Dışişleri Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, <http://www.mfa.gov.tr/surdurulebilir-kalkinma.tr.mfa>. Erişim Tarihi: 17 Ocak 2019.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İnternet Sitesi, URL: www.enerji.gov.tr.

“TMMOB Enerji Raporu”, **Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği**, 2006, (Çevrimiçi) https://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/90f2aca5c640289_ek.pdf

Erişim Tarihi: 26 Ocak 2019

TOPALLI, Nurgün: “CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika için Panel Veri Analizi”, **Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi**, 2016.

TOPTAŞ, Sinem: “İktisadi Büyüme Sürecinde Kadın İstihdamının Rolü ve Türkiye’de Kadın İstihdamı”, **Bülent Ecevit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi**, Zonguldak 2015.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) İnternet Sitesi, URL: www.tuik.gov.tr. Erişim Tarihi: 10 Temmuz 2017

ULUEREN, Melih: “Küresel Isınma BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü”, T.C. **Dışişleri Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi**, <http://www.mfa.gov.tr/kuresel-isinma-bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-ve-kyoto-protokolu.tr.mfa> Erişim Tarihi: 17 Mart 2019

ÜNSAL, Erdal M.: Makro İktisat, **İmaj Yayıncılık**, Ankara, 2007.

YANAR, Rüstem, KERİMOĞLU, Güldem: Türkiye’de Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi , **Ekonomi Dergisi**, 2011.

YANDLE, Bruce, BHATTARAI, Mathusudan and VIJAYARAGHAVAN, Maya: “Environmental Kuznets Curves: A Review of Findings, Methods, and Policy Implications”, **PERC Research Study** 02-1, 2004, pp.1-38.

YILANCI, Veli: “Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye İçin İşsizlik Histerisinin Sınanması”, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, 10 (2), 2009, s.324-325