

EKONOMİK BÜYÜME, ÇEVRE İÇİN FIRSAT MALİYETİ Mİ? TÜRKİYE İÇİN NEDENSELLİK ANALİZİⁱ

Yazarlar: Arş. Gör. Burhan DURĞUNⁱⁱ

Öğr. Gör. Funda DURĞUNⁱⁱⁱ

Arş. Gör. Aziz DAYANIR^{iv}

ÖZET

Endüstriyel devrimle karbon ve sera gazı emisyonuna neden olan fosil yakıtlara artan talep, çevre ve sürdürülebilirlik açısından tehdit oluşturmaktadır. İklim değişikliklerine sebep olan bu zararlı emisyonlar ekolojik dengeyi bozarak toplum sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Türkiye, büyümede temel girdi olan enerjinin artan talebi ve bu talebin çoğunluğunu karbon emisyonu yaratan fosil yakıtların oluşturması nedeniyle sürdürülebilir ekonomi vizyonunda zorlu bir sürecin içerisinde. Zararlı emisyon yaratmayan, temiz, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yüksek potansiyele ve son yıllardaki girişimlere rağmen hala düşük seviyelerde kalması çevre konusundaki olumsuzluğu daha da derinleştirmektedir. Bu çalışmada Türkiye özelinde 1980-2012 yılları için ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerjinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Ekonomik büyüme değişkeni olarak kişi başına sabit fiyatlarla gayrisafi yurtiçi hasıla; yenilenebilir enerji değişkeni olarak kişi başına yenilenebilir enerji (hidroelektrik dahil) tüketimi ve sera gazı değişkeni olarak da kişi başına sera gazı emisyonu kullanılmıştır. Serilere öncelikle ADF ve iki kırılmalı Lumsdaine-Papell birim kök testleri uygulanmıştır. Düzey değerlerinde birim kök içeren serilerin birinci farklarında durağanlığa eriştikleri görülmüştür. Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ARDL sınır testi ile sınanmış ve seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu bulunmuştur. Modelde sera gazı emisyonu ve büyümenin uzun ve kısa dönem katsayıları istatistiksel olarak anlamlı; yenilenebilir enerji tüketiminin katsayısı ise istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Vektör hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik testi, sera gazı emisyonu ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü; aynı şekilde sera gazı emisyonu ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında da çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar Türkiye'deki büyüme paradigmasının yüksek oranda çevre kirletici olduğunu göstermektedir. Büyüme sera gazı emisyonu arasında bulunan geri besleme etkisi, ekonomide büyüme gerçekleştiğinde sera gazı emisyonunun yükseldiğini, aynı anda çoğunluğu karbon emisyonuna neden olan fosil yakıtlardan sağlanan enerjinin de büyümenin lokomotifini olduğunu ifade etmektedir. Çevre kirliliği telafi edilemez zararlara yol açmadan önce enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji teşvikleri konusunda kayda değer bir mesafe kat edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, ARDL Sınır Testi, Çevre Kirliliği, Sera Gazı Emisyonu

Jel Kodları: O13, O44, P18, P28, Q20, Q56, R11

ⁱ Bu makale 16-17 Kasım 2017 tarihinde İstanbul'da düzenlenen International Congress of Management, Economy and Policy isimli kongrede bildiri olarak sunulmuştur.

ⁱⁱ Dicle Üniversitesi, İİBF, İktisat, burhan.durgun@dicle.edu.tr

ⁱⁱⁱ Dicle Üniversitesi, İİBF, İktisat, funda.uncu@dicle.edu.tr

^{iv} İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat aziz.dayanir@istanbul.edu.tr

IS THERE A TRADE-OFF BETWEEN ECONOMIC GROWTH AND ENVIRONMENTAL QUALITY? CAUSALITY ANALYSIS FOR TURKEY

ABSTRACT

With the industrial revolution, the demand for fossil fuels that cause emissions of carbon and greenhouse gases has increased. This increase in demand is a threat to the environment and sustainability. These harmful emissions that cause climate change affects public health adversely by distorting the ecological balance. Energy is the main input to growth and the demand for energy is growing in Turkey. Turkey has difficulties in the vision of a sustainable economy because energy is mostly generated from fossil fuels that produce carbon emissions in Turkey. The use of renewable energy sources, which do not produce harmful emissions, remains low despite its big potential and recent initiatives in the renewable energy sector. This situation deepens the negative impact on the environment. In this study, the effects of economic growth and the use of renewable energy on environmental pollution in Turkey were investigated for the years 1980-2012. We take gdp per capita (at constant prices) as an economic growth variable, and renewable energy consumption (including hydropower) per capita as a renewable energy variable, and greenhouse gas emission per capita as a greenhouse gas variable. Firstly, ADF and Lumsdaine-Papell unit root tests for two structural breaks were applied to the series. Series contains unit root, but first differences of the series are stationary. The cointegration between the series was tested by the ARDL bound test and it is found that there is a cointegration between the series. In the model, the long and short term coefficients of greenhouse gas emission and growth are statistically significant; while the coefficient of renewable energy consumption is statistically insignificant. Granger causality test based on the vector error correction indicates the presence of bi-directional causality between greenhouse gas emissions and economic growth. Additionally, The Granger causality test also revealed that there is a bi-directional causality between greenhouse gas emissions and renewable energy consumption. These results indicate that the growth paradigm in Turkey is highly polluting the environment. The feedback between growth and greenhouse gas emissions shows that greenhouse gas emissions are rising when the economy grows and that the energy generated from fossil fuels is also the engine of the growth. Before environmental pollution can lead to irreparable damage, a significant precautions have to be taken in promoting energy efficiency and renewable energy.

Keywords: Renewable Energy, ARDL Bound Test, Environmental Pollution, Greenhouse Gas Emission

Jel Codes: O13, O44, P18, P28, Q20, Q56, R11

GİRİŞ

Endüstriyel devrimle karbon ve sera gazı emisyonuna sebep olan fosil yakıtlara artan talep çevre ve sürdürülebilirlik açısından tehdit oluşturmaktadır. İklim değişikliklerine sebep olan bu zararlı emisyonlar ekolojik dengeyi bozarak toplum sağlığını olumsuz etkilemektedir. İklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarını ortadan kaldırmaya yönelik çabaların, üretilen hasıla ve refahta düşüşe neden olmasını engellemek başta Avrupa Birliği olmak üzere dünyada odak noktası haline gelmiştir.

Türkiye, büyümede temel girdi olan enerjinin artan talebi ve bu talebin çoğunluğunu karbon emisyonu yaratan fosil yakıtların oluşturması nedeniyle sürdürülebilir ekonomi vizyonunda zorlu bir sürecin içerisinde. Zararlı emisyon yaratmayan, temiz, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yüksek potansiyele ve son yıllarda büyük girişimlere rağmen hala düşük seviyelerde kalması çevre konusundaki olumsuzluğu daha da derinleştirmektedir.

AB 2020 Stratejisi kapsamında EUROSTAT verilerine göre 1990 yılına göre %20 oranında düşürülmesi hedeflenen sera gazı emisyonu, Avrupa ülkelerinin çoğunda makul seviyelere çekilirken Türkiye’de tam tersi 2,2 katına çıkmıştır. Çevre konusundaki bu kaygı verici görüntü sürdürülebilir ekonomi vizyonunda Türkiye’nin önünde büyük bir engel teşkil etmektedir.

Ekonomik büyüme hedeflenirken çevre koruma sorumluluğunun da yerine getirilmesi gerekir. Büyüme ile çevre kirliliği arasındaki bağlantının doğru analiz edilebilmesi uygulanabilecek çevre koruma politikaları hakkında bilgi vermektedir. Çevre kirliliği, yenilenebilir enerji tüketimi ve sera gazı emisyonu arasındaki nedensellik ilişkisinin araştırıldığı bu çalışmada öncelikle Türkiye’nin sera gazı ve yenilenebilir enerji rakamlarına ve enerji verimliliği gibi yeşil ekonomi konularına değinilecektir. Konu ile ilgili literatür ortaya konulduktan sonra analizde kullanılacak veri ve ekonometrik yöntem tanıtılacaktır. Son bölümde analiz sonuçları yorumlanacak ve genel değerlendirme ve önerilere yer verilecektir.

1. TÜRKİYE’NİN YEŞİL EKONOMİ GÖSTERGELERİ

1.1. Türkiye’de Sera Gazı Emisyonu

İnsanların sebep olduğu toprak kullanımındaki değişiklikler ve fosil yakıtların kullanılmasıyla artan sera gazı emisyonunun iklimde değişme meydana getirdiği hakkında yaygın bir fikir birliği vardır. İklim değişikliği, olumsuz çevresel ve makroekonomik sonuçlara neden olur (Eyraud vd., 2013).

Günümüzde uygulanan petrole dayalı enerji paradigması dünyayı, petrol fiyatlarında istikrarsızlıklarla, jeopolitik ve enerji güvenliği sorunlarıyla, sera gazlarının artışından kaynaklı iklim değişiklikleriyle ve bioetanol kullanımından sistemden kaynaklanan gıda fiyatlarında yükselmelerle karşı karşıya bırakmıştır (Sevim, 2009).

Avrupa Birliği, iklim politika ve stratejilerinde sera gazı emisyonunu azaltma hedefleri koyarak dünya üzerinde bu konuda en istekli oluşum olduğunu göstermiştir (Boeters & Koornneef, 2011).

Petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkan zararlı emisyonlar atmosferdeki toplam sera gazının %77’sini oluşturmaktadır. Sera gazları içinde en yüksek orana sahip olan karbondioksitin atmosferdeki miktarı, doğal çevrenin kabul edebileceğinden daha hızlı artmaktadır. Bundan dolayı dünyanın ortalama sıcaklığı son yüzyılda 0,6 °C artış göstermiştir (Özcan, 2007). Emisyon azaltım maliyeti, emisyon miktarı hızlı büyüdükçe, fosil yakıt fiyatları düştükçe veya alternatif yakıtlardaki teknolojik ilerleme oranı öngörülenden düşük oldukça daha da artacaktır (Tol, 2012).

1990-2015 yılları arasında Türkiye’deki toplam sera gazı emisyon rakamları ve 1990 bazlı artış oranları Tablo 4’te verilmiştir. Toplam sera gazı emisyonu incelendiğinde 1994, 2001 ve 2008 gibi kriz yıllarında küçük azalışlar haricinde hep artış eğilimi görülmektedir. 2015 yılına

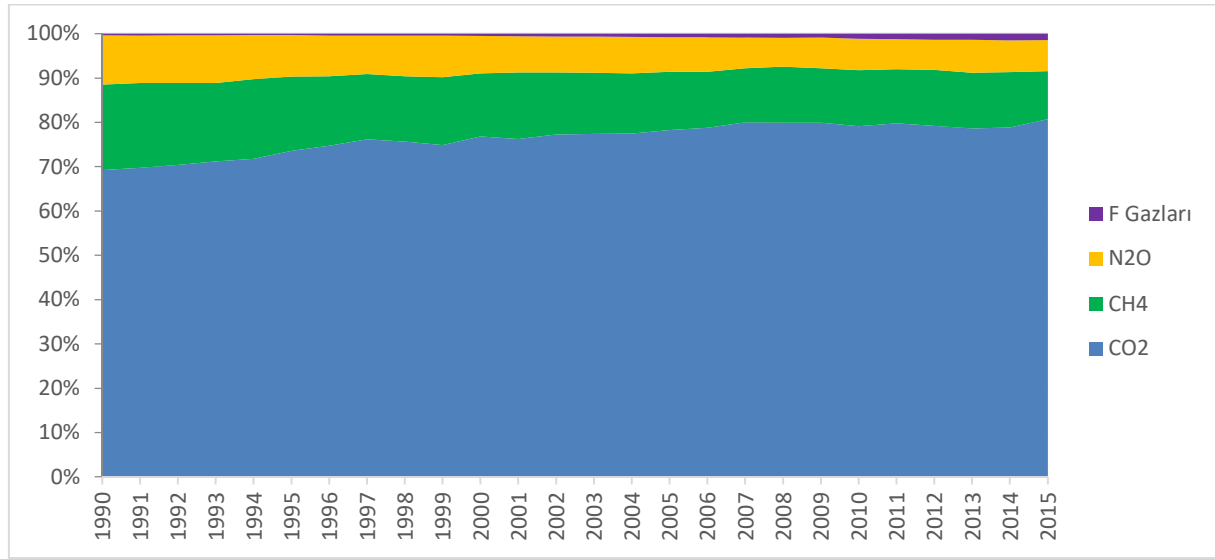
gelindiğinde Türkiye'nin sera gazı emisyonu %122'lik artış göstermiştir. Bir kıyaslama yapılması gerekirse Avrupa Birliği'nin 2020 Stratejisindeki gibi 1990 yılına göre, %20 azaltılması hedefi çok ütopyik görünmektedir. Türkiye'nin sera gazı salınımını azaltmadaki karnesi oldukça zayıftır. EUROSTAT verilerine göre, Avrupa Birliği'nde sera gazı salınımında en kötü profile sahip olan İspanya, Portekiz, Güney Kıbrıs ve -önceki yıllarda- Malta gibi Akdeniz ülkelerinden bile daha kötü olan bu performans, çevre konusunda acil ve katı önlemlere ihtiyaç duymaktadır. Karbon emisyonu çok fazla olan birincil enerji kaynaklarından çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş sağlanamadığı ve hasıla üretimde birincil enerji yoğunluğu azaltılmadığı takdirde ciddi çevre sorunları Türkiye'yi beklemektedir. Tablodaki verilerde 1990 yılından itibaren kişi başına sera gazı salınımı endeksinin toplam sera gazı salınımı endeksine oranla daha yavaş artması bu büyük olumsuzluğu az miktarda da olsa azaltıcı bir durum olarak algılanabilir.

Tablo 1: Türkiye Toplam Sera Gazı Emisyonları İstatistikleri

Yıllar	Toplam Sera Gazı Emisyonu (Milyon Ton CO ₂ Eşdeğeri)	1990 Yılına Göre Değişim (%) 1990=100	Kişi Başı Sera Gazı Emisyonu (Ton CO ₂ Eşdeğeri)	1990 Yılına Göre Değişim (%) 1990=100
1990	214.0	100	3.88	100
1991	221.1	103.3	3.94	101.5
1992	227.4	106.3	3.99	102.8
1993	236.7	110.6	4.09	105.4
1994	230.3	107.6	3.91	100.8
1995	246.6	115.2	4.13	106.4
1996	264.2	123.5	4.35	112.1
1997	275.6	128.8	4.48	115.5
1998	277.6	129.7	4.44	114.4
1999	276.4	129.2	4.36	112.4
2000	296.5	138.6	4.61	118.8
2001	277.7	129.8	4.26	109.8
2002	284.6	133.0	4.31	111.1
2003	304.1	142.1	4.55	117.3
2004	315.1	147.3	4.66	120.1
2005	337.2	157.6	4.93	127.1
2006	361.7	169.0	5.22	134.5
2007	395.0	184.6	5.63	145.1
2008	391.8	183.1	5.51	142.0
2009	400.9	187.4	5.57	143.6
2010	406.8	190.1	5.56	143.3
2011	436.4	203.9	5.88	151.5
2012	448.9	209.8	5.97	153.9
2013	442.2	206.6	5.81	149.7
2014	455.6	212.9	5.9	152.1
2015	475.1	222.0	6.07	156.4

Kaynak: TÜİK

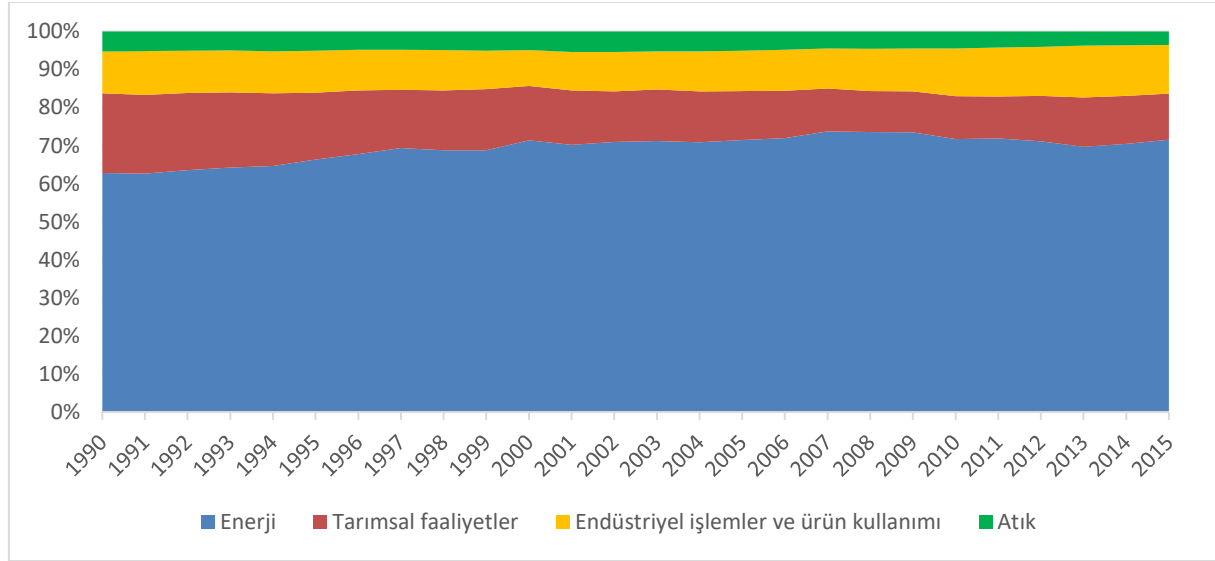
Türkiye’de toplam sera gazı emisyonunun oransal olarak hangi bileşiklerden oluştuğu 1990-2015 yılları arasındaki dönem için Şekil 1’de verilmiştir. Bu dönemde artan enerji ihtiyacı sera gazlarında karbondioksit (CO₂) bileşiklerinin payını arttırmıştır. Dünya genelinde de endüstriyel devrim ile başlayan sürecin gerektirdiği birincil enerji ihtiyacı, sera gazı emisyonunda CO₂ oranının yükselmesinde başat rol oynamıştır. Karbondioksite göre daha kalıcı olan ve hayvan yetiştiriciliği, fosil yakıt kullanımı veya atıkların yanmasından açığa çıkan metan (CH₄) gazının oranında azalma meydana gelmiştir. Ancak genel toplamda sera gazı emisyonundaki artış, metan oranındaki azalıştan daha fazla olduğu için bu zararlı gazın da atmosferdeki miktarında artma yaşandığı söylenebilir.



Şekil 1: Türkiye'nin Bileşiklerine Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları Dağılımı (%)

Kaynak: TÜİK

Sera gazı emisyonunun oransal olarak hangi sektörlerden yapıldığını gösteren Şekil 2’de bir önceki şekille paralel olarak aynı dönemde enerjinin payının arttığı ve göreceli olarak tarımsal faaliyetlerin oranında düşme meydana geldiği gözlemlenmektedir. Ekonomik büyümenin temel girdilerinden enerji talebinin çok büyük oranda fosil yakıtlara yönelik olması, bu yakıtların kullanımından kaynaklanan karbon emisyonunu da arttırmaktadır. Sanayi devriminden bu yana artan karbon emisyonunun azaltılması da enerji verimliliği ve temiz yenilenebilir kaynaklara yönelme ile sağlanacaktır. Dünyanın sağlıklı, yaşanabilir bir yer olmasının devamı için bu önlem ve politikaların ivedi bir şekilde ortaya konulup uygulanması gerekmektedir.



Şekil 2: Türkiye'nin Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları Dağılımı (%)

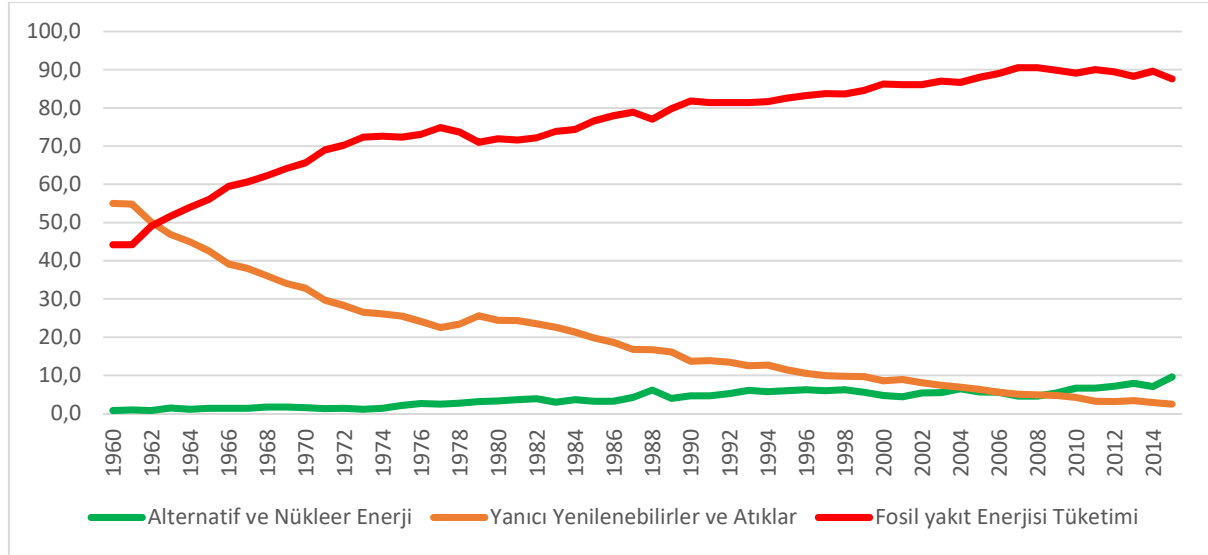
Kaynak: TÜİK

1.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji

Türkiye ithal ettiği enerjinin kullanımında etkinsizlik sorunu yaşamaktadır. Enerji tüketiminde fosil yakıtların büyük çoğunluğu oluşturması, atmosfere salınan karbon miktarını arttırmaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımı bu zararlı emisyonları azaltmada etkili bir politikadır.

Artan enerji talebi karşısında enerji arz güvenliğinin sağlanmasında ve karbondioksit emisyonunun azaltılmasında etkili olan yenilenebilir enerji, dünya çevre politikalarının dizayn edilmesinde başat rol oynamaktadır (Şimşek, 2011).

Türkiye'de 1960-2015 dönemine ait toplam enerji tüketiminin kullanılan kaynaklara göre dağılımı Şekil 3'te yer almaktadır. 1960 yılında toplam enerji tüketiminin yarısından azı fosil yakıtlardan sağlanırken 2015 yılında bu oran %87,5'e çıkmıştır. Bu seyir sera gazı emisyonunda metan gazının oranını azaltırken karbondioksit oranını arttırmıştır. 1960'ta enerji tüketiminde %1 olan yenilenebilir enerjinin payı son yıllardaki girişimlerle %10'a çıkmıştır. Fosil yakıtlarda bu artışlar görülürken 1960'ta yarıdan fazla olan biyogaz, sıvı biyokütle, belediye atıkları, katı biyokütle ve endüstriyel atıkların oranı, günümüzde yenilenebilir enerjilerin de altında kalarak %2,5'e düşmüştür.



Şekil 3: Türkiye’de Enerji Tüketiminde Kaynakların Dağılımı (%)

Kaynak: World Bank (World Development Indicators)

1.3. Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği kavramı aynı ürün veya hizmeti niteliksel açıdan taviz vermeden daha az enerji ile elde etme veya aynı birim enerji ile daha fazla ürün veya hizmet elde etme şeklinde tanımlanabilir. Enerji verimliliği genel anlamda çevre koruma, yerel ve küresel ekonomi, hanehalkı bütçesi ve istihdam gibi geniş bir alanı kapsar. Bir başka deyişle, enerji verimliliği ile enerjinin elde edilmesinden iletimi ve dağıtımına, sanayide üretiminden, ısıtma, soğutma ve aydınlatmaya, ev aletleri ve ofis cihazlarından ulaşımına kadar pek çok alanda karşılaşılmaktadır (TMMOB, 2012:27).

Enerji tasarrufu ise karar alıcıların uyguladığı önlemlerle harcanan enerji miktarında azalma sağlamalarıdır (Heinrich Böll Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği, 2008:8). Tasarruf edilen enerji, enerji talebini düşürerek santrallerde daha az enerji üretimine neden olacak ve dışa bağımlılık azalarak dış ticaret açığı azalacaktır (Şimşek, 2011).

Sürdürülebilir kalkınma verimli enerji tüketimine bağlıdır ve bu yüzden yerel ve ulusal bazda uygun enerji planlamaları yapmak zorunlu hale gelmektedir.

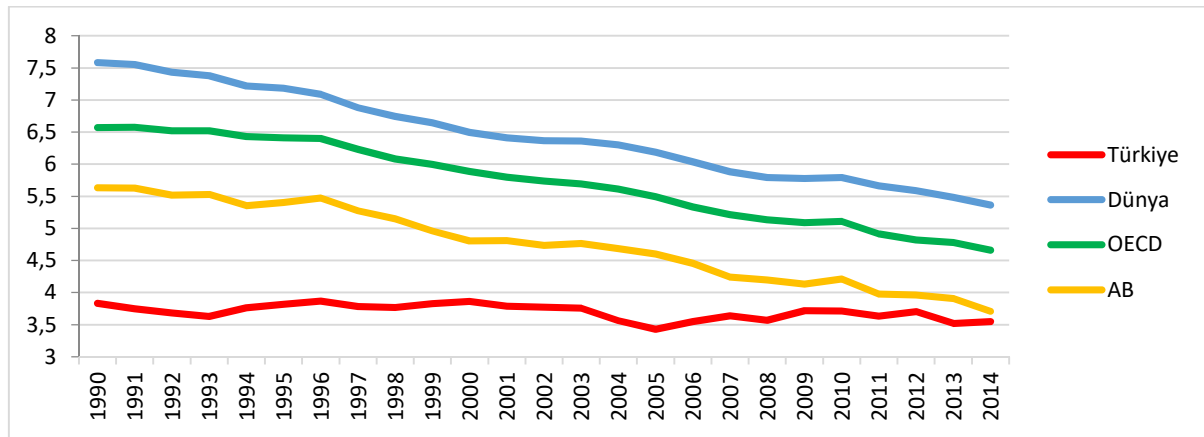
Enerji sorunları dünyada her geçen gün daha dikkat çekici durum olmaktadır. Enerji arz güvenliği, fiyat oynaklığı ve olumsuz çevresel etkiler için enerji verimliliği önemlidir. Birçok ülke enerji verimliliği politikalarına ve farklı alanlardaki birçok akademisyen de çalışmalarında enerji verimliliği üzerine odaklanmaktadır. Bu bağlamda birçok çalışmada gösterge olarak enerji yoğunluğu kullanılmaktadır (Nie & Kemp, 2013).

Enerji verimliliği ile ilgili bir diğer kavram olan enerji yoğunluğu, gayrisafi yurtiçi hasıla ile birlikte kullanılan bir kavramdır ve üretilen gayrisafi yurtiçi hasıla için kullanılan enerji miktarı şeklinde tanımlanır. Enerji yoğunluğu şu şekilde ölçülebilir:

$$\text{Enerji yoğunluğu} = e/y$$

Denklemdaki e enerji girdisi miktarını ifade ederken, y ekonomik çıktıyı (GSYİH) göstermektedir. Yüksek enerji yoğunluğu, hasılda düşük enerji kullanım verimliliği anlamına gelir. Aynı şekilde düşük enerji yoğunluğu, hasılda üretimde yüksek enerji verimliliğini ifade etmektedir (Chang, 2014).

Şekil 4'te 1990-2014 dönemine ait birincil enerji yoğunluğu verileri, 2011 fiyatlarıyla satın alma gücü paritesine göre üretilen her 1 ABD Doları için kullanılan Joule cinsinden birincil enerji miktarı olarak; Türkiye, Dünya ortalaması, OECD üyeleri ortalaması ve AB ülkeleri ortalaması özelinde sunulmuştur. Şekle göre hasıla üretimde karbon emisyonuna sebep olan birincil enerjilerin kullanımında Dünya ve OECD ülkeleri %29'luk verimlilik sağlarken AB ülkelerinde bu oran %34'tür. Türkiye'de ise söz konusu dönemde birincil enerji yoğunluğunda %7 oranında azalma yaşanmıştır. Bu durum Türkiye'nin enerji tasarrufunda kötü bir karneye sahip olduğunu göstermektedir. Enerji yoğunluğunun azaltılmasında, kamudaki israfın önüne geçilmesi etken faktör olabilecektir.



Şekil 4: Türkiye, AB, Dünya ve OECD Ülkelerinin Birincil Enerji Yoğunluğu (MJ/\$)

Kaynak: World Bank (World Development Indicators)

Türkiye'nin büyüme için ihtiyaç duyduğu enerji arzının güvenliğinin sağlanması, %75 olan enerjide dışa bağımlılık oranının ve bundan kaynaklanan risklerin azaltılması ve ayrıca iklim değişikliklerinin yaratacağı dezavantajlara karşı etkinliğin artırılmasında, enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve kullanımına kadar olan süreçte verimlilik artışı, tasarruf sağlama ve enerji yoğunluğunun azaltılması büyük önem arz etmektedir (ETBK, 2009:9-10). Enerji verimliliğini arttırmak, enerji bağımlılığını azaltmada ve CO2 salınımını azaltmada en etkili yöntemdir.

Hükümetler hedeflerini gerçekleştirmek için teşvik programları uygulamaya, uzun vadeli projeleri desteklemeye ve ekonomik engelleri kaldırmaya başlamışlardır.

Türkiye konutlarda %30, sanayide %20 ve ulaşımda ise %15 gibi yüksek enerji tasarruf potansiyeline sahiptir. Türkiye'nin bu potansiyelinin kinetiğe dönüştürülmesinin yanında ek enerji verimlilik politikalarına da ihtiyacı vardır (Duzgun & Komurgoz, 2014).

2. LİTERATÜR

Ekonomik büyüme ve ekonomik büyüme için temel girdi olan enerjinin kullanımının yarattığı çevre kirliliği üzerine çok fazla çalışma olmasına rağmen bu konu üzerinde henüz konsensüs oluşmamıştır. Bu fikir ayrılığının ortaya çıkmasında analiz yapılan ülke veya ülke grubu, kullanılan değişkenler, uygulanan yöntem vs. rol oynamaktadır. Çoğu çalışma sadece büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi analiz ederken, özellikle son yıllarda modellere dış ticaret, kentleşme, yenilenebilir enerji tüketimi, finansal gelişme gibi değişkenler de eklenmiştir. Ekonomik büyümenin temsilcisi kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla; çevre kirliliğinin temsilcisi karbondioksit emisyonu olarak literatürde geçmektedir. Çevreyi kirletici emisyonların yaklaşık dörtte birlik kısmını oluşturan metan, nitroz oksit, F gazları gibi emisyonlar araştırmalarda ihmal edilmektedir. Türkiye özelinde bu çalışmada kişi başına sera gazı emisyonu değişkeni kullanılarak bu eksiklik giderilmiştir. Ayrıca çalışmada zararlı emisyon yaratmayan yenilenebilir enerji tüketimi de modele eklenmiştir. Çevre kirliliği, ekonomik büyüme ve enerji tüketimini araştıran çalışmaların yer aldığı literatür özeti Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Çevre Kirliliği - Ekonomik Büyüme - Enerji Tüketimi İlişisini İnceleyen Ampirik Çalışmalar

YAZAR, YIL	ÇALIŞMA DÖNEMİ	ÇALIŞMA YAPILAN ÜLKELER	DEĞİŞKENLER	KULLANILAN YÖNTEM	SONUÇ
(Ang, 2007)	1960–2000	Fransa	Y, CO2, EC	Johansen Eşbütünlüşme, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	EC ⇔ Y; Y → CO2
(Soytas, Sari, & Ewing, 2007)	1960–2004	ABD	Y, CO2, EC, Nüfus, İşgücü	Granger Nedensellik Testi	EC → CO2; Y ≠ CO2
(Ang, 2008)	1971–1999	Malezya	Y, CO2, EC	Johansen Eşbütünlüşme, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	EC ⇔ Y; CO2 → Y
(Jalil & Mahmud, 2009)	1975–2005	Çin	Y, CO2, EC, TR	ARDL, Granger Nedensellik Testi	Y → CO2; EC → CO2
(Halicioglu, 2009)	1960-2005	Türkiye	Y, CO2, EC, TR	ARDL, Johansen Eşbütünlüşme, Geliştirilmiş Granger Nedensellik Testi	Y ⇔ CO2; EC ⇔ CO2
(Zhang & Cheng, 2009)	1960-2007	Çin	Y, CO2, EC, Sermaye Birikimi, Şehir Nüfusu	Toda Yamamoto Nedensellik	EC → CO2
(Pao & Tsai, 2010)	1971-2005	BRIC ülkeleri	Y, CO2, EC	Panel Eşbütünlüşme Testleri Panel Nedensellik Testi	EC ⇔ CO2; Y → CO2
(Lotfalipour, Falahi, & Ashena, 2010)	1967-2007	İran	Y, CO2, Fosil Yakıt Tüketimi	Toda-Yamamoto Nedensellik	EC → CO2; Y → CO2
(Chang, 2010)	1981-2006	Çin	Y, CO2, EC	Johansen Eşbütünlüşme, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	Y ⇔ CO2 CO2 → EC
(Acaravci & Ozturk, 2010)	1960, 1965, 1970-2005	19 AB Ülkesi	Y, CO2, EC	ARDL, Granger Nedensellik Testi	EC → CO2 (7 ülke) Y → CO2 (7 ülke)
(Apergis, Payne, Menyah, & Wolde-Rufael, 2010)	1984–2007	19 Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülke	Y, CO2, EC, Nükleer Enerji, REC	Panel VECM, Panel Granger Nedensellik Testi	REC ⇔ CO2; Y ⇔ CO2
(Ozturk & Acaravci, 2010)	1968-2005	Türkiye	Y, CO2, EC, İstihdam oranı	ARDL, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	EC ≠ CO2; Y ≠ CO2
(Pao & Tsai, 2011)	1980-2007	Brezilya	Y, CO2, EC	Johansen Eşbütünlüşme, Granger Nedensellik testi	Y ⇔ CO2; EC ⇔ CO2
(Pao, Yu, & Yang, 2011)	1990-2007	Rusya	Y, CO2, EC	Johansen Eşbütünlüşme, Granger Nedensellik testi	EC → CO2; Y → CO2
(Azlina & Mustapha, 2012)	1970-2010	Malezya	Y, CO2, EC	Johnson Eşbütünlüşme, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	CO2 → EC; CO2 → Y

Tablo 2: Çevre Kirliliği - Ekonomik Büyüme - Enerji Tüketimi İlişkinsini İnceleyen Ampirik Çalışmalar (Devamı I)

YAZAR, YIL	ÇALIŞMA DÖNEMİ	ÇALIŞMA YAPILAN ÜLKELER	DEĞİŞKENLER	KULLANILAN YÖNTEM	SONUÇ
(Arouri, Ben Youssef, M'Henni, & Rault, 2012)	1981-2005	12 Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkesi	Y, CO2, EC	Panel Eşbütünleşme Testleri, Panel ECM	EC → CO2; Y → CO2
(Jahangir Alam, Ara Begum, Buysse, & Van Huylenbroeck, 2012)	1972–2006	Bangladeş	Y, CO2, EC, Elektrik Tüketimi	Johansen Eşbütünleşme, ARDL, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	EC → Y; EC → CO2; CO2 → Y
(Salim & Rafiq, 2012)	1980–2006	6 Gelişmekte Olan Ülke	Y, CO2, REC, Petrol Fiyatları	Panel Eşbütünleşme, Panel ARDL, FMOLS, DOLS, Panel Granger Nedensellik Testi	REC ⇔ Y; REC ⇔ CO2
(Alkathlan & Javid, 2013)	1980–2011	Suudi Arabistan	Y, CO2, EC	ARDL, Granger Nedensellik Testi	EC ⇔ Y; CO2 ⇔ Y; CO2 ⇔ EC
(Kohler, 2013)	1960–2009	Güney Afrika	Y, CO2, EC, TR	ARDL, Granger Nedensellik Testi	EC → CO2; Y → CO2
(Saboori & Sulaiman, 2013a)	1971–2009	5 ASEAN Ülkesi	Y, CO2, EC	Panel ARDL, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	EC ⇔ CO2; CO2 ⇔ Y; EC ⇔ Y
(Saboori & Sulaiman, 2013b)	1980–2009	Malezya	EC, CO2, Y	Johansen Eşbütünleşme, ARDL, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	Y ⇔ CO2; EC → CO2; Y → CO2
(Shahbaz, Khan, & Tahir, 2013)	1975–2011	Endonezya	Y, CO2, EC, TR, Finansal Gelişme, Sermaye	Johansen Eşbütünleşme, ARDL, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	EC ⇔ CO2; Y ⇔ CO2
(Ozturk & Acaravci, 2013)	1960 –2007	Türkiye	Y, CO2, EC, TR, Finansal Gelişme	ARDL, Granger Nedensellik Testi	EC → CO2; Y → CO2
(Omri, 2013)	1990–2011	14 Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkesi	Y, CO2, EC, İşgücü, Kentleşme, Sermaye, TR, Finansal Gelişme	Panel GMM	EC → CO2; CO2 ⇔ Y
(Ozcan, 2013)	1990–2008	12 Ortadoğu Ülkesi	Y, CO2, EC	Panel FMOLS	EC → CO2; Y → CO2
(Sbia, Shahbaz, & Hamdi, 2014)	1975Q1–2011Q4	BAE	Y, CO2, EC, TR, FDI	ARDL, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	CO2 ⇔ Y; EC ⇔ CO2
(Farhani, Chaibi, & Rault, 2014)	1971–2008	Tunus	Y, CO2, EC, TR	Johansen Eşbütünleşme, ARDL, Granger Nedensellik Testi	Y → CO2; EC → CO2

Tablo 2: Çevre Kirliliği - Ekonomik Büyüme - Enerji Tüketimi İlişisini İnceleyen Ampirik Çalışmalar (Devamı II)

YAZAR, YIL	ÇALIŞMA DÖNEMİ	ÇALIŞMA YAPILAN ÜLKELER	DEĞİŞKENLER	KULLANILAN YÖNTEM	SONUÇ
(Yang & Zhao, 2014)	1970–2008	Hindistan	Y, CO ₂ , EC, TR, Sermaye	Yönlendirilmiş Döngüsel Olmayan Grafikler Granger Nedensellik Testi,	EC → CO ₂ ; CO ₂ ⇔ Y
(Azlina, Law, & Nik Mustapha, 2014)	1975 – 2011	Malezya	Y, CO ₂ , EC, REC, Sanayi katma değeri	Johansen Eşbütünleşme, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	CO ₂ → EC; CO ₂ → Y; CO ₂ → REC; Y → EC; Y → REC
(Apergis & Payne, 2014)	1980–2010	7 Orta Amerika Ülkesi	Y, CO ₂ , REC, Fosil Yakıt Fiyatları	Panel Eşbütünleşme, Panel Granger Nedensellik Testi	Y ⇔ CO ₂ ; Y ⇔ REC; CO ₂ ⇔ REC
(Kiviyro & Arminen, 2014)	1990–2009	9 Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkesi	Y, CO ₂ , EC, FDI	Panel ARDL, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	Y → CO ₂ , EC → CO ₂
(Saboori, Sapri, & bin Baba, 2014)	1960–2008	27 OECD Ülkesi	Y, CO ₂ , EC	Panel FMOLS	CO ₂ ⇔ Y; EC ⇔ Y; EC ⇔ CO ₂
(Salahuddin & Gow, 2014)	1980–2012	Körfez İşbirliği Teşkilatı Ülkeleri	Y, CO ₂ , EC	Panel Eşbütünleşme, Panel Granger Nedensellik Testi	Y ≠ CO ₂ ; EC ⇔ CO ₂ ; Y → EC
(Sebri & Ben-Salha, 2014)	1971–2010	BRICS Ülkeleri	Y, CO ₂ , REC, TR	Panel ARDL, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	Y ⇔ REC; CO ₂ → Y
(Begum, Sohag, Abdullah, & Jaafar, 2015)	1970-2009	Malezya	Y, CO ₂ , EC, Nüfus Artışı	ARDL	EC → CO ₂ ; Y → CO ₂
(Kasman & Duman, 2015)	1992-2010	AB'ye Yeni Üye ve Aday Ülkeler	Y, CO ₂ , EC, TR, Kentleşme	Panel Eşbütünleşme, Panel Granger Nedensellik Testi	CO ₂ ⇔ Y; EC ⇔ Y; EC ⇔ CO ₂
(Alshehry & Belloumi, 2015)	1971–2010	Suudi Arabistan	Y, CO ₂ , EC, Petrol Fiyatları	Johansen Eşbütünleşme, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	CO ₂ ⇔ Y; EC → CO ₂ EC → Y
(Chen, Chen, Hsu, & Chen, 2016)	1993-2010	188 Ülke	Y, CO ₂ , EC	Panel Eşbütünleşme, Panel Granger Nedensellik Testi	CO ₂ ⇔ Y
(Wang, Li, Fang, & Zhou, 2016)	1990-2012	Çin	Y, CO ₂ , EC	Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik Testi	EC → CO ₂ ; EC ⇔ Y; Y ≠ CO ₂
(Sugriawan & Managi, 2016)	1971-2010	Endonezya	Y, CO ₂ , REC	ARDL Sınır Testi	REC → CO ₂ ; Y → CO ₂

Tablo 2: Çevre Kirliliği - Ekonomik Büyüme - Enerji Tüketimi İlişisini İnceleyen Ampirik Çalışmalar (Devamı III)

YAZAR, YIL	ÇALIŞMA DÖNEMİ	ÇALIŞMA YAPILAN ÜLKELER	DEĞİŞKENLER	KULLANILAN YÖNTEM	SONUÇ
(Rafindadi, 2016)	1971-2011	Nijerya	Y, CO2, EC, TR, Finansal Gelişme	ARDL, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	CO2 ⇔ Y; EC ⇔ Y
(Mirza & Kanwal, 2017)	1971-2009	Pakistan	Y, CO2, EC	Johansen Eşbütünleşme, ARDL, Granger Nedensellik Testi	CO2 ⇔ Y; EC ⇔ Y; EC ⇔ CO2
(Bekhet, Matar, & Yasmin, 2017)	1980-2011	Körfez İşbirliği Teşkilatı Ülkeleri	Y, CO2, EC, Finansal Gelişme	ARDL, VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	EC ⇔ CO2; EC ⇔ Y; CO2 ⇔ Y
(Ahmad & Du, 2017)	1971-2011	İran	Y, CO2, EC, Yabancı Yatırım, Enflasyon, Nüfus Yoğunluğu, Tarımsal Arazi	ARDL, Varyans Ayrıştırması	Y → CO2
(Dong, Sun, & Hochman, 2017)	1985-2016	BRICS Ülkeleri	Y, CO2, REC, Doğalgaz Tüketimi	Panel Eşbütünleşme, Panel VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	REC ⇔ CO2
(Zoundi, 2017)	1980-2012	25 Afrika Ülkesi	Y, CO2, REC	Panel Eşbütünleşme, Panel FMOLS, Panel DOLS	REC → CO2
(Liu, Zhang, & Bae, 2017)	1992-2013	BRICS Ülkeleri	Y, CO2, REC, Fosil Yakıt Tüketimi, Tarımsal Katma Değer	Panel Eşbütünleşme, Panel FMOLS, Panel DOLS, Panel VECMe Dayalı Granger Nedensellik Testi	Y → CO2
(Antonakakis, Chatziantoniou, & Filis, 2017)	1971-2011	106 Ülke	Y, CO2, EC	Panel Granger Nedensellik Testi	EC ⇔ Y; Y → CO2 EC → CO2
(Wang, Li, & Fang, 2018)	1980-2011	170 Ülke	Y, CO2, EC, Kentleşme	Panel Eşbütünleşme, Panel Granger Nedensellik Testi	CO2 ⇔ Y; EC ⇔ Y; EC ⇔ CO2
(Appiah, 2018)	1960-2015	Gana	Y, CO2, EC	Johansen Eşbütünleşme, ARDL, Toda Yamamoto Nedensellik Testi	EC → Y; EC ⇔ CO2

Y: Büyüme, CO2: Karbondioksit Emisyonu, EC: Enerji Tüketimi. REC: Yenilenebilir Enerji Tüketimi, TR: Dış Ticaret, FDI: Doğrudan Yabancı Yatırımlar

→: Tek Yönlü İlişki, ⇔: Çift Yönlü İlişki, ≠: İlişki yok

Kaynak: Bu tablo tarafımızca oluşturulmuştur.

3. EKONOMETRİK METODOLOJİ

Çalışmanın bu kısmında Augmented Dickey Fuller (ADF) birim kök testi ile kırılma tarihlerini içsel olarak belirleyen ve iki yapısal kırılmaya izin veren Lumsdaine – Papell (LP) birim kök testleri anlatılacak ve daha sonra ARDL Eşbütünleşme testi ile vektör hata düzeltme modeline (VECM) dayalı Granger Nedensellik testi hakkında bilgi verilecektir.

3.1. ADF Birim Kök Testi

Dickey ve Fuller (1979) serilerin durağan olup olmadığını incelemek için yaptıkları çalışmada zaman serilerinin birinci mertebeden otoregresif sürece [AR(1)] tabi olduklarını ve hata terimlerinin de otokorelasyonlu olmadığını varsaymışlardır. Ancak bu durum her zaman korunamayabilmektedir. Dickey ve Fuller, hata terimlerinin farklı mertebeden otoregresif sürece tabi olduğu durumlar için genişletilmiş Dickey- Fuller testini geliştirmişlerdir. Genişletilmiş DF testi üç farklı araştırma hipotezi ile ifade edilmektedir (Gujarati & Porter, 2012:757).

- Sabit terimin ve trendin olmadığı modellerde
$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$
- Sabit terimin bulunduğu modellerde
$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$
- Sabit terimin ve trendin olduğu modellerde
$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

ADF testinin genel hipotezi ise

$$H_0 : \delta = 0 \text{ (} \rho = 1 \text{ seri birim köklüdür)}$$

$$H_1 : \delta < 0 \text{ (} \rho < 1 \text{ seri durağandır)}$$

şeklindedir.

Bu testte, hesaplanan test istatistiğinin mutlak değeri, ilgili kritik değer mutlak değerinden küçük ise serinin birim köklü olduğunu gösteren temel hipotez reddedilememektedir, aksi durumda ise hesaplanan test istatistiğinin mutlak değeri, ilgili kritik değer mutlak değerinden büyük ise serinin durağan olduğunu gösteren alternatif hipotez reddedilememektedir.

ADF testi, iktisadi zaman serilerinde pek çok nedenden dolayı meydana gelen yapısal kırılmaları dikkate alamamaktadır.

3.2. Lumsdaine – Papell Birim Kök Testi

İktisadi zaman serilerinde; ekonomik ve siyasi istikrarsızlıklar, finansal ve küresel krizler veya doğal afetler gibi pek çok nedenden dolayı yapısal kırılmalar meydana gelebilmektedir. Bu yapısal kırılmaların dikkate alınmaması durumunda ise hatalı sonuçlar elde edilebilmektedir. Hatta pek çok zaman serisinin durağanken birim köklü olarak ifade edildiği, yapısal kırılmaların

dikkate alınması durumunda ise bu sorunun giderilebileceği görülmüştür (Perron, 1989). Bundan dolayı Lumsadine ve Papell (1997) kırılma tarihlerini dışsal olarak belirleyen ve iki yapısal kırılmaya izin veren birim kök testlerini geliştirmişlerdir. Lumsadine ve Papell, tek kırılmaya izin veren ve kırılma tarihini içsel olarak belirleyen Zivot-Andrews (ZA) testinin modellerini genişleterek Model AA ve Model CC olmak üzere iki model geliştirmişlerdir.

- Model AA, sadece düzeyde (sabitte) iki kırılmaya izin verir ve

$$\Delta y_t = \mu + \alpha y_{t-1} + \beta t + \theta_1 DU1_t + \psi_1 DT1_t + \sum_{i=1}^k d_i \Delta y_{t-i} + e_t$$

şeklinde ifade edilir.

- Model CC ise hem düzeyde (sabitte) hem de eğimde iki kırılmaya izin verir ve

$$\Delta y_t = \mu + \alpha y_{t-1} + \beta t + \theta_1 DU1_t + \psi_1 DT1_t + \theta_2 DU2_t + \psi_2 DT2_t + \sum_{i=1}^k d_i \Delta y_{t-i} + e_t$$

şeklinde ifade edilir.

Burada birinci kırılma zamanı TB1 ve ikinci kırılma zamanı TB2 ile gösterilmek üzere DU ve DT kukla değişkenleri

$$DU1_t = \begin{cases} 1 & t > TB1 \text{ iken,} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad DU2_t = \begin{cases} 1 & t > TB2 \text{ iken,} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$DT1_t = \begin{cases} t - TB1 & t > TB1 \text{ iken,} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad DT2_t = \begin{cases} t - TB2 & t > TB2 \text{ iken,} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

şeklinde tanımlanır.

Burada (TB1, TB2) için tüm olası kırılma tarih çiftleri, α 'nın t istatistiği ile hesaplanır. Elde edilen bu tahminlerden α 'nın t istatistiğini en küçük yapan değer kırılma tarihi olarak belirlenir.

Lumsdaine - Papell testinin hipotezleri

$$H_0: \alpha = 0, \text{ seri birim köklüdür}$$

$$H_1: \alpha < 0, \text{ seri 2 yapısal kırılma ile durağandır}$$

şeklinde ifade edilir.

Bu testte, hesaplanan test istatistiğinin mutlak değeri, ilgili kritik değer mutlak değerinden küçük ise serinin birim köklü olduğunu gösteren temel hipotez reddedilememektedir, aksi durumda ise hesaplanan test istatistiğinin mutlak değeri, ilgili kritik değer mutlak değerinden

büyük ise serinin 2 yapısal kırılma ile durağan olduğunu gösteren alternatif hipotez reddedilememektedir.

3.3. ARDL Sınır Eşbütünleşme Testi

Durağan olmayan seriler arasındaki durağan bir doğrusal ilişkinin varlığı eşbütünleşme testleri ile incelenmektedir. Sıklıkla kullanılan Engle-Granger ve Johansen gibi eşbütünleşme testleri serilerin aynı mertebeden durağan olduğu varsayımına dayanmaktadır. Ancak Pesaran ve Pesaran (1997) ile Pesaran vd. (2001)'nin yapmış olduğu çalışmalarla bu şart ortadan kalkmış ve ARDL sınır testi literatüre kazandırılmıştır.

Bu testte, durağanlık seviyelerinin önceden belirlenmesine gerek yoktur. Ancak serilerin I(2) olması ihtimaline karşın durağanlığa bakılmaktadır. Sınır testi istatistikleri, kısıtsız hata düzeltme modeli kullandığından dolayı Engle-Granger ve Johansen'a göre küçük örneklerde daha güvenilir ve iyi sonuçlar vermektedir (Narayan ve Narayan, 2005:429).

Test, üç aşamadan meydana gelmektedir. Bunlar;

1. Aşama: Eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığının tespiti
2. Aşama: Eşbütünleşmenin varlığı altında uzun dönem katsayılarının belirlenmesi
3. Aşama: Kısa dönem katsayılarının elde edilmesi

şeklindedir.

Testin birinci aşamasında kullanılan kısıtsız hata düzeltme modeli çalışmamıza göre

$$\Delta LNGHG = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta LNGHG_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{2i} \Delta LNGDP_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{3i} \Delta LNRNW_{t-i} + \alpha_4 LNGHG_{t-1} + \alpha_5 LNGDP_{t-1} + \alpha_6 LNRNW_{t-1} + \varepsilon_t$$

şeklindedir.⁵

ARDL sınır testinde kullanılan F testi gecikme uzunluğuna karşı duyarlı olduğundan dolayı öncelikle farkı alınmış değişkenlerin gecikme uzunluğuna Akaike (AIC) ve Schwarz(SIC) gibi bilgi kriterleriyle karar verilmelidir (Bahmani-Oskooee & Goswami, 2003).

Çalışmamıza uyarlanmış temel hipotez ise

$$H_0: \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = 0 \quad (\text{Eşbütünleşme ilişkisi yoktur})$$

$$H_1: \alpha_4 \neq \alpha_5 \neq \alpha_6 \neq 0 \quad (\text{Eşbütünleşme ilişkisi vardır})$$

şeklindedir.

⁵ Δ (Delta), birinci dereceden farkları, m ise gecikme uzunluğunu göstermektedir

ARDL sınır testinin kritik değerleri Pesaran (2001) tarafından bir alt Sınır (I0) ve bir üst Sınır (I1) verilerek oluşturulmuştur.

Karar mekanizması,

- Hesaplanan F test istatistiği < Alt Sınır (I0) ise H_0 reddedilemez eşbütünleşme yoktur
- Alt Sınır (I0) < Hesaplanan F test istatistiği < Üst Sınır (I1) ise kararsız bölge
- Hesaplanan F test istatistiği > Üst Sınır (I1) ise H_0 reddedilir eşbütünleşme vardır

şeklinde işlemektedir.

3.4.Vektör Hata Düzeltme Modeline Dayalı Granger Nedensellik Testi

Durağan olmayan serilerde Granger nedensellik testinin yapılabilmesi için öncelikle seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığına bakılmaktadır. Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi yok ise serilerin farkı alınarak durağanlaştırılmakta ve VAR'a dayalı Granger nedensellik testi uygulanmaktadır. Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi var ise Engle ve Granger tarafından geliştirilen (1987) vektör hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik testi yapılmaktadır.

Testin modeli;

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k-1} \alpha_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k-1} \alpha_{2i} \Delta X_{t-i} + \delta_1 ECT_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$\Delta X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k-1} \beta_{1i} \Delta X_{t-i} + \sum_{i=1}^{k-1} \beta_{2i} \Delta Y_{t-i} + \delta_2 ECT_{t-1} + \varepsilon_{2t}$$

şeklindedir.

Burada, ECT uzun döneme ait eşbütünleşme ilişkisinin kalıntılarını ifade etmekteyken, ECT_{t-1} hata terimini göstermektedir.

4. VERİ SETİ VE UYGULAMA SONUÇLARI

Çalışmada 1980-2012 yılları için kişi başına sera gazı emisyon miktarı, 2011 fiyatlarıyla ABD Doları cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla ve kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi (hidroelektrik dahil) değişkenleri kullanılmıştır. Değişkenlerden LNGDP gayri safi yurt içi hasılayı; LNGHG sera gazı emisyonunu ve LNRNW ise yenilenebilir enerji tüketimini temsil etmektedir. LNGDP ve LNGHG değişkenleri için World Bank (World Development Indicators), LNRNW değişkeni için BP (Statistical Review of World Energy) verilerinden yararlanılmıştır. Tüm değişkenler doğal logaritması alınarak modele dahil edilmiştir.

4.1. Durağanlık Testi Sonuçları

Serilerin durağanlık seviyeleri ADF ve LP birim kök testleriyle sınanmıştır. Tablolarda özetlenen sonuçlara göre ADF test sonuçları ile LP test sonuçları tutarlı sonuç vermektedir. Bu

bağlamda LNGHG serisinin, LNGDP serisinin ve LNRNW serisinin 2 yapısal kırılma ile birlikte %1 anlamlılık seviyesinde birinci farklarında durağan oldukları kabul edilmektedir.

Tablo 3: ADF Birim Kök Testleri

	LNGHG için ADF Birim Kök Testi		Sonuç
	Düzye Değeri	Birinci Fark	
Test istatistiği	-3.213197	-6.491721	I(1) seri durağandır
1% kritik değeri	-4.273277	-4.284580	
5% kritik değeri	-3.557759	-3.562882	
10% kritik değeri	-3.212361	-3.215267	
	LNGDP için ADF Birim Kök Testi		Sonuç
	Düzye Değeri	Birinci Fark	
Test istatistiği	-3.123665	-6.151197	I(1) seri durağandır
1% kritik değeri	-4.273277	-4.284580	
5% kritik değeri	-3.557759	-3.562882	
10% kritik değeri	-3.212361	-3.215267	
	LNRNW için ADF Birim Kök Testi		Sonuç
	Düzye Değeri	Birinci Fark	
Test istatistiği	-2.862228	-6.678454	I(1) seri durağandır
1% kritik değeri	-4.273277	-4.284580	
5% kritik değeri	-3.557759	-3.562882	
10% kritik değeri	-3.212361	-3.215267	

Tablo 4: LP Birim Kök Testleri

LNGHG için LP Birim Kök Testi			DLNGHG için LP Birim Kök Testi			Sonuç
Test ist.	-6.3846		Test ist.	-7.5789		I(1) seri 2 yapısal kırılma ile durağandır
1%	-7.1900	Kırılma	1%	-6.7400	Kırılma	
5%	-6.7500	2000	5%	-6.1600	2004	
10%	-6.4800	2008	10%	-5.8900	2007	
Maksimum gecikme Schwarz bilgi kriterine göre 9 olup uygun gecikme uzunluğu 0'dır			Maksimum gecikme Schwarz bilgi kriterine göre 9 olup uygun gecikme uzunluğu 0'dır			
LNGDP için LP Birim Kök Testi			DLNGDP için LP Birim Kök Testi			Sonuç
Test ist.	-5.5929		Test ist.	-6.8898		I(1) seri 2 yapısal kırılma ile durağandır
1%	-7.1900	Kırılma	1%	-6.7400	Kırılma	
5%	-6.7500	2000	5%	-6.1600	2002	
10%	-6.4800	2008	10%	-5.8900	2007	
Maksimum gecikme Schwarz bilgi kriterine göre 9 olup uygun gecikme uzunluğu 0'dır			Maksimum gecikme Schwarz bilgi kriterine göre 9 olup uygun gecikme uzunluğu 0'dır			
LNRNW için LP Birim Kök Testi			DLNRNW için LP Birim Kök Testi			Sonuç
Test ist.	-5.3844		Test ist.	-7.5906		I(1) seri 2 yapısal kırılma ile durağandır
1%	-7.1900	Kırılma	1%	-6.7400	Kırılma	
5%	-6.7500	1999	5%	-6.1600	1986	
10%	-6.4800	2007	10%	-5.8900	2001	
Maksimum gecikme Schwarz bilgi kriterine göre 9 olup uygun gecikme uzunluğu 2'dir			Maksimum gecikme Schwarz bilgi kriterine göre 9 olup uygun gecikme uzunluğu 0'dır			

4.2. ARDL Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin tespitinde kullanılan ARDL sınır testinin 1. aşamasının uygulanabilmesi için maksimum gecikme uzunluğu 2 olarak seçilmiş ve Akaike Bilgi Kriteri'nden yararlanılarak uygun gecikme uzunluğunun 2 olduğu bulunmuştur.

Hesaplanan F test istatistiği, üst sınır değerinden daha büyük olduğu için temel hipotez reddedilerek değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 5: Sınır Testi Sonuçları

k	F test istatistiği	ARDL Sınır Testi Kritik Değerleri		
			Alt Sınır (I0)	Üst Sınır (I1)
2	9.930548	% 1	4.13	5
		% 5	3.1	3.87
		% 10	2.63	3.35
k, modeldeki bağımsız değişken sayısını ifade etmektedir.				

Testin ikinci aşamasında değişkenler arasındaki uzun dönem katsayılarının tahmini için maksimum gecikme uzunluğu 2 olarak seçilmiş ve Akaike Bilgi Kriterinden yararlanılarak uygun modelin ARDL(1,2,1) modeli olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6: ARDL (1,2,1) Modelinin Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	t-İstatistiği	Prob.
D(LNGDP)	0.556189	0.074330	7.482740	0.0000
D(LNGDP(-1))	-0.309586	0.071246	-4.345336	0.0002
D(LNRNW)	-0.023649	0.016380	-1.443775	0.1617
C	-3.585424	0.722276	-4.964060	0.0000
LNGDP(-1)	0.534646	0.102150	5.233955	0.0000
LNRNW(-1)	0.018034	0.014790	1.219349	0.2346
LNGHG(-1)	-0.739893	0.132391	-5.588684	0.0000

Tahmin edilen ARDL (1,2,1) modelinin tanısal test sonuçları da incelenmiştir. Bu sonuçlara göre modelin herhangi bir otokorelasyon ile değişen varyans sorunu içermediği ve model kurma hatasının bulunmadığı tespit edilerek normal dağılım sergilediği belirlenmiştir.

Tablo 7: ARDL (1,2,1) Modeli için Tanısal Testler

Tanısal Testler ⁶	LM	BPG	JB	RR
X ²	4.2336	5.3936	1.5161	0.0009
p değeri	0.1204	0.4944	0.4685	0.9759

Tahmin sonuçlarına göre uzun dönem katsayılarının LNGDP için istatistiksel olarak anlamlı olduğu LNRNW için ise istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Bağımsız değişken LNGDP’de meydana gelecek %1’lik bir değişimin bağımlı değişken LNGHG üzerinde % 0,72’lik bir artışa neden olacağı görülmektedir.

Tablo 8: Uzun Dönem Katsayıları

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	t-İstatistiği	Prob.
LNGDP	0.722599	0.030322	23.831001	0.0000
LNRNW	0.024373	0.020424	1.193375	0.2444
C	-4.845869	0.309434	-15.660403	0.0000

Kısa dönem ilişkisini gösteren ARDL modeli tahmin sonuçlarına göre kısa dönem katsayılarından LNGDP’nin istatistiksel olarak anlamlı olduğu LNRNW’nin ise istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Bağımsız değişken LNGDP’deki %1’lik bir değişimin bağımlı değişken LNGHG üzerinde %0,55’lik bir artışa neden olacağı görülmektedir.

Tahmin sonuçlarına göre hata düzeltme parametresinin (ECT(-1)) istatistiksel olarak anlamlı çıkması ve işaret ile büyüklüğünün beklenildiği yönde seyretmesi, hata düzeltme

⁶ LM; Breush Godfrey LM otokorelasyon testini, BPG; Breush Pagan Godfrey değişen varyans testini, JB; Jarque-Bera normallik testini, RR ise Ramsey Reset model kurma hatası testini göstermektedir.

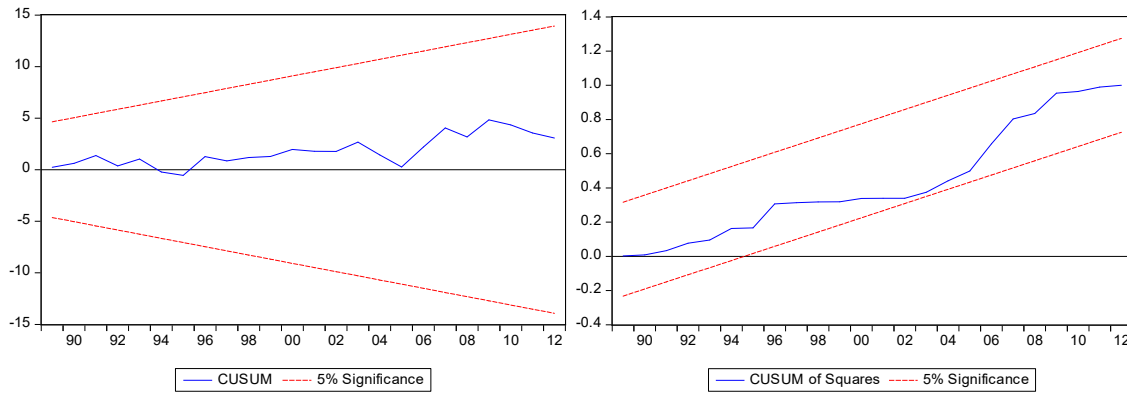
mekanizmasının çalıştığını göstermektedir. Dolayısıyla kısa dönemde meydana gelen sapmaların yaklaşık %74'ü ($= 0,739893$) bir sonraki dönemde düzelerek uzun dönem denge (ilişki) değerine yaklaşmaktadır. Uzun dönem denge değerine tamamen ulaşılabilmesi için yaklaşık 1,35 döneme ($\approx 1,35$ yıla = 16 aya) ihtiyaç vardır.

Tablo 9: Kısa Dönem ARDL Model Tahmini

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	t-İstatistiği	Prob.
D(LNGDP)	0.556189	0.061499	9.043932	0.0000
D(LNGDP(-1))	-0.309586	0.064248	-4.818612	0.0001
D(LNRNW)	-0.023649	0.013895	-1.702033	0.1017
ECT(-1)	-0.739893	0.110682	-6.684868	0.0000

ARDL modelinin kısa dönemine ait hata düzeltme mekanizmasının elde edilmesinde kullanılan uzun dönem katsayılarının kararlılığını (yapısal değişim olup olmadığını) ölçmek için Brown vd. (1975) tarafından önerilen CUSUM (katsayılardaki sistematik değişimlerin tespiti için) ve CUSUMQ (katsayılardaki ani ve tesadüfi değişimlerin tespiti için) testleri de yapılmıştır.

Testlere göre (Şekil 5), hata terimine yönelik elde edilen eğriler güven aralığı içerisinde kaldıklarından dolayı parametrelerin kararlı olduğu sonucuna varılıp, istikrarı korumak için yapay değişken eklemeye gerek olmadığına karar verilmiştir.



Şekil 5: CUSUM ve CUSUMQ Testi

4.3. Nedensellik Testi Sonuçları

Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olması aynı zamanda bu seriler arasında nedensellik ilişkisinin olduğunu da göstermektedir. Seriler arasındaki bu nedensellik ilişkisi vektör hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik testi ile incelenmiştir.

Hata düzeltmeye dayalı Granger nedensellik testi için uygun gecikme uzunluğu LNGHG ile LNGDP için 9 olarak belirlenmiştir ve LNGDP, LNGHG'nin; LNGHG de LNGDP'nin Granger nedeni olmak üzere değişkenler arasında çift yönlü Granger Nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Tablo 10: LNGHG ile LNGDP için Nedensellik Testi

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Dependent variable: D(LNGHG)			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LNGDP)	28.45196	8	0.0004
All	28.45196	8	0.0004
Dependent variable: D(LNGDP)			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LNGHG)	33.34771	8	0.0001
All	33.34771	8	0.0001

LNGHG İLE LNRNW içinde uygun gecikme uzunluğu 9 olarak belirlenmiştir ve LNRNW, LNGHG'nin; LNGHG de LNRNW'nin Granger nedeni olmak üzere değişkenler arasında çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Tablo 11: LNGHG ile LNRNW için Nedensellik Testi

VEC Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Dependent variable: D(LNGHG)			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LNRNW)	21.58284	8	0.0058
All	21.58284	8	0.0058
Dependent variable: D(LNRNW)			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LNGHG)	34.74801	8	0.0000
All	34.74801	8	0.0000

SONUÇ

Endüstriyel devrimden bu yana üretimde temel faktör olan enerjiden, ihtiyaca göre kıt olması nedeniyle etkin şekilde yararlanılması iktisadi büyüme ve kalkınma yolunda büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilir kalkınma için doğal çevrenin korunması ve zararlı emisyonların azaltılması gerekmektedir. Türkiye'nin hasıla üretimde kullandığı enerjinin büyük çoğunluğunun karbon emisyonu yaratan fosil yakıtlardan oluşması sürdürülebilir kalkınmada bir dezavantaj teşkil etmektedir. Ayrıca kullanılan enerjinin dörtte üçünün ithal olması, cari açık gibi bir fatura çıkarmaktadır. Hem çevreye hem de ekonomiye zararı olan fosil yakıtlara dayalı enerji tüketim profili, yenilenebilir enerjilere yönelim ve enerji verimliliği ile düzeltilebilir.

Çevre politikalarının dizayn edilmesinde büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişki ve bu ilişkinin yönü önemli bilgiler sunabilmektedir. Bu çalışmada çevre kirliliği (LNGHG), yenilenebilir enerji tüketimi (LNRNW) ve ekonomik büyüme (LNGDP) arasındaki ilişki zaman serisi analiziyle ele alınmıştır. İlk olarak serilerin durağanlıkları ADF ve LP birim kök testleri ile sınanmış olup tüm değişkenlerin 1. mertebeden durağan oldukları tespit edilmiştir.

Sonrasında seriler arasındaki uzun dönem ilişkisi ARDL sınır testi ile belirlenmiştir. Eşbütünleşme ilişkisi bulunan değişkenler için VECM'e dayalı Granger nedensellik testi uygulanmış ve hem LNGHG ile LNGDP arasında hem de LNGHG ile LNRNW arasında çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi gözlenmiştir.

Bu sonuçlar Türkiye'deki büyüme paradigmasının yüksek oranda çevre kirleticisi olduğunu göstermektedir. Büyüme sera gazı emisyonu arasında bulunan geri besleme etkisi, ekonomide büyüme gerçekleştiğinde sera gazı emisyonunun yükseldiğini, aynı anda çoğunluğu karbon emisyonuna neden olan fosil yakıtlardan sağlanan enerjinin de büyümenin lokomotifi olduğunu ifade etmektedir. Çevre kirliliği telafi edilemez zararlara yol açmadan önce enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji teşvikleri konusunda kayda değer bir mesafe kat edilmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle karbon emisyonunu azaltan bir ekonomiye dönüşümün yasal düzenlemelerle sağlanması gerekmektedir. Sera gazı emisyonunu azaltmada şu politika önerilerinde bulunulabilir:

Temel çevre politikası aracı olarak karbon vergisi uygulanmalıdır.

Fosil yakıtlara bağımlılık azaltılarak yenilenebilir enerji kullanımının önündeki bürokratik ve mali engellerin kaldırılması yoluyla enerji tüketiminde temiz kaynakların payı arttırılmalıdır.

Toplu taşımada kara taşıtlarından çok raylı sistemlere ağırlık verilmelidir.

Yenilenebilir enerji kurulumunda devlet teşviki, vergi muafiyeti ve sübvansiyonlar gibi özendirici araçların önü açılmalıdır.

Yeşil alan oranı arttırılmalı, ağaçlandırmaya ağırlık verilmeli ve sulak alanlar tahribata karşı korunmalıdır.

Emisyon miktarı düşük araçların vergi oranı azaltılıp, yüksek karbon emisyonuna sahip araçların vergi oranları yükseltilmelidir.

Elektrikli ve hibrit araç kullanım oranı teşviklerle arttırılmalıdır.

İnşaat sektöründe yeni inşa edilecek binalara verimlilik ve yenilenebilir enerjiye uygunluk şartı getirilmelidir.

Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğinde araştırma-geliştirme faaliyetlerine ayrılan bütçe arttırılmalıdır.

Sanayide enerji yoğunluğunun azaltılmasına yönelik teşvikler yürürlüğe konulmalıdır.

Özellikle ısıtma ve soğutmada verimlilik açısından düşük ev alet ve cihazlarının kullanımı takvime bağlanarak sonlandırılmalıdır.

Çevre koruma, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji konusunda toplum kitle iletişim araçları ve kampanyalarla toplum bilinçlendirilmeli ve katılımı sağlanmalıdır.

Aynı şekilde bu konular uygun bilim alanlarının lisans ve lisansüstü müfredatlarına ders olarak eklenmelidir.

Özellikle kamuda enerji israfının önüne geçilmeli ve kamu ekonomisinin çevre dostu, yeşil bir hüviyet kazanması sağlanmalıdır.

Cadde ve sokak aydınlatması güneş başta olmak üzere yenilenebilir enerjilerle sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Acaravci, A., & Ozturk, I. (2010). On the relationship between energy consumption, CO2 emissions and economic growth in Europe. *Energy*, 35(12), 5412-5420.
- Ahmad, N., & Du, L. (2017). Effects of energy production and CO2 emissions on economic growth in Iran: ARDL approach. *Energy*, 123(Supplement C), 521-537.
- Alkhathlan, K., & Javid, M. (2013). Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Saudi Arabia: An aggregate and disaggregate analysis. *Energy Policy*, 62(Supplement C), 1525-1532.
- Alshehry, A. S., & Belloumi, M. (2015). Energy consumption, carbon dioxide emissions and economic growth: The case of Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41(Supplement C), 237-247.
- Ang, J. B. (2007). CO2 emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.
- Ang, J. B. (2008). Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia. *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 271-278.
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Filis, G. (2017). Energy consumption, CO2 emissions, and economic growth: An ethical dilemma. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(Part 1), 808-824.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2014). Renewable energy, output, CO2 emissions, and fossil fuel prices in Central America: Evidence from a nonlinear panel smooth transition vector error correction model. *Energy Economics*, 42(Supplement C), 226-232.
- Apergis, N., Payne, J. E., Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). On the causal dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth. *Ecological Economics*, 69(11), 2255-2260.
- Appiah, M. O. (2018). Investigating the multivariate Granger causality between energy consumption, economic growth and CO2 emissions in Ghana. *Energy Policy*, 112(Supplement C), 198-208.
- Arouri, M. E. H., Ben Youssef, A., M'Henni, H., & Rault, C. (2012). Energy consumption, economic growth and CO2 emissions in Middle East and North African countries. *Energy Policy*, 45(Supplement C), 342-349.
- Azlina, A. A., & Mustapha, N. H. N. (2012). Energy, Economic Growth and Pollutant Emissions Nexus: The Case of Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65(Supplement C), 1-7.

- Azlina, A. A., Law, S. H., & Nik Mustapha, N. H. (2014). Dynamic linkages among transport energy consumption, income and CO2 emission in Malaysia. *Energy Policy*, 73(Supplement C), 598-606.
- Bahmani-Oskooee, M. M. & Goswami, G. G., (2003). "A disaggregated approach to test the J-Curve phenomenon: Japan versus her major trading partners", *Journal of Economics and Finance*, 27 (1), 102-113.
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M. S., & Jaafar, M. (2015). CO2 emissions, energy consumption, economic and population growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41(Supplement C), 594-601.
- Bekhet, H. A., Matar, A., & Yasmin, T. (2017). CO2 emissions, energy consumption, economic growth, and financial development in GCC countries: Dynamic simultaneous equation models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70(Supplement C), 117-132.
- Boeters, S. & Koornneef, J., (2011). Supply of renewable energy sources and the cost of EU climate policy, *Energy Economics*, 33, 1024–1034
- Brown, R. L., J. Durbin & Evans, J. M., (1975). "Techniques for Testing the Constancy of Regression Relations over Time", *Journal of Royal Statistical Society, Series B*, 37, ss.149-163.
- Chang, C.-C. (2010). A multivariate causality test of carbon dioxide emissions, energy consumption and economic growth in China. *Applied Energy*, 87(11), 3533-3537.
- Chang, M. C., (2014). Energy intensity, target level of energy intensity, and room for improvement in energy intensity: An application to the study of regions in the EU, *Energy Policy* 67, 648–655
- Chen, P.-Y., Chen, S.-T., Hsu, C.-S., & Chen, C.-C. (2016). Modeling the global relationships among economic growth, energy consumption and CO2 emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65(Supplement C), 420-431.
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A., (1979). "Distribution Of The Estimators For Autoregressive Time Series With A Unit Root", *Journal of American Statistical Association*, No. 74, 427-431.
- Dong, K., Sun, R., & Hochman, G. (2017). Do natural gas and renewable energy consumption lead to less CO2 emission? Empirical evidence from a panel of BRICS countries. *Energy*, 141(Supplement C), 1466-1478.
- Duzgun, B. & Komurgoz, G., (2014). Turkey's energy efficiency assessment: White Certificates Systems and their applicability in Turkey, *Energy Policy* 65, 465–474.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETBK), (2009). Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi, http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FBelge%2FArz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf (Erişim Tarihi: 29.10.2017).
- Engle, R. F. & Granger, C.W.J., (1987). "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing", *Econometrica*, 55, 251-276.
- Eyraud, L., Clements, B. & Wane, A., (2013). Green investment: Trends and determinants, *Energy Policy* 60, 852–865.
- Farhani, S., Chaibi, A., & Rault, C. (2014). CO2 emissions, output, energy consumption, and trade in Tunisia. *Economic Modelling*, 38(Supplement C), 426-434.
- Gujarati, D. N. & Porter, D. C. (2012). *Temel Ekonometri*, (Ü. Şenesen & G. G. Şenesen, Çev. 5 bs.). İstanbul: Literatür Yayıncılık.

- Halicioğlu, F. (2009). An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164.
- Heinrich Böll Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği, (2008). Enerji Verimliliği Teknik Kitapçık, Eylül 2008, İstanbul, https://tr.boell.org/sites/default/files/teknikkitapcik.13.10.08_beyaz.pdf (Erişim: 28.10.2017).
- Jahangir Alam, M., Ara Begum, I., Buysse, J., & Van Huylbroeck, G. (2012). Energy consumption, carbon emissions and economic growth nexus in Bangladesh: Cointegration and dynamic causality analysis. *Energy Policy*, 45(Supplement C), 217-225.
- Jalil, A., & Mahmud, S. F. (2009). Environment Kuznets curve for CO₂ emissions: A cointegration analysis for China. *Energy Policy*, 37(12), 5167-5172.
- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO₂ emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis. *Economic Modelling*, 44(Supplement C), 97-103.
- Kiviyiro, P., & Arminen, H. (2014). Carbon dioxide emissions, energy consumption, economic growth, and foreign direct investment: Causality analysis for Sub-Saharan Africa. *Energy*, 74(Supplement C), 595-606.
- Kohler, M. (2013). CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade: A South African perspective. *Energy Policy*, 63(Supplement C), 1042-1050.
- Liu, X., Zhang, S., & Bae, J. (2017). The nexus of renewable energy-agriculture-environment in BRICS. *Applied Energy*, 204(Supplement C), 489-496.
- Lotfalipour, M. R., Falahi, M. A., & Ashena, M. (2010). Economic growth, CO₂ emissions, and fossil fuels consumption in Iran. *Energy*, 35(12), 5115-5120.
- Lumsdaine, R.L. & Papell, D.H., (1997). Multiple Trend Breaks and The Unit Root Hypothesis. *The Review of Economics and Statistics*, vol. 79, no.2, pp.212- 218.
- Mirza, F. M., & Kanwal, A. (2017). Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Pakistan: Dynamic causality analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72(Supplement C), 1233-1240.
- Narayan, P. K. & Narayan, S., (2005). "Estimating income and price elasticities of imports for Fiji in a cointegration framework", *Economic Modelling*, 22 (3), 423-438.
- Nie, H. & Kemp, R., (2013). Why did energy intensity fluctuate during 2000–2009? A combination of index decomposition analysis and structural decomposition analysis, *Energy for Sustainable Development* 17, 482–488
- Omri, A. (2013). CO₂ emissions, energy consumption and economic growth nexus in MENA countries: Evidence from simultaneous equations models. *Energy Economics*, 40(Supplement C), 657-664.
- Ozcan, B. (2013). The nexus between carbon emissions, energy consumption and economic growth in Middle East countries: A panel data analysis. *Energy Policy*, 62(Supplement C), 1138-1147.
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2010). CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36(Supplement C), 262-267.

- Özcan, E., (2007). Küresel Isınma Önce Yoksulu Yakacak, <http://bianet.org/kurdi/cevre/89880-kuresel-isinma-once-yoksulu-yakacak> (Erişim Tarihi: 31.10.2017).
- Pao, H.-T., & Tsai, C.-M. (2010). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. *Energy Policy*, 38(12), 7850-7860.
- Pao, H.-T., & Tsai, C.-M. (2011). Modeling and forecasting the CO2 emissions, energy consumption, and economic growth in Brazil. *Energy*, 36(5), 2450-2458.
- Pao, H.-T., Yu, H.-C., & Yang, Y.-H. (2011). Modeling the CO2 emissions, energy use, and economic growth in Russia. *Energy*, 36(8), 5094-5100.
- Perron, P., (1989). The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis, *Econometrica*, vol. 57, no. 6, pp.1361-1401.
- Pesaran, M. H. & Pesaran B., (1997). Working with Microfit 4.0: Interactive Econometric Analysis, <http://www.oup.com/Oxford University Press>. Pesaran, M. H., Y. Shin ve R. J. Smith (2001), "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, 16 (3), 289-326.
- Pesaran, M.H., Shin, Y. & Smith, R.J., (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16 (3), 289-326.
- Rafindadi, A. A. (2016). Does the need for economic growth influence energy consumption and CO2 emissions in Nigeria? Evidence from the innovation accounting test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62(Supplement C), 1209-1225.
- Saboori, B., & Sulaiman, J. (2013a). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) countries: A cointegration approach. *Energy*, 55(Supplement C), 813-822.
- Saboori, B., & Sulaiman, J. (2013b). Environmental degradation, economic growth and energy consumption: Evidence of the environmental Kuznets curve in Malaysia. *Energy Policy*, 60(Supplement C), 892-905.
- Saboori, B., Sapri, M., & bin Baba, M. (2014). Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)'s transport sector: A fully modified bi-directional relationship approach. *Energy*, 66(Supplement C), 150-161.
- Salahuddin, M., & Gow, J. (2014). Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in Gulf Cooperation Council countries. *Energy*, 73(Supplement C), 44-58.
- Salim, R. A., & Rafiq, S. (2012). Why do some emerging economies proactively accelerate the adoption of renewable energy? *Energy Economics*, 34(4), 1051-1057.
- Sbia, R., Shahbaz, M., & Hamdi, H. (2014). A contribution of foreign direct investment, clean energy, trade openness, carbon emissions and economic growth to energy demand in UAE. *Economic Modelling*, 36(Supplement C), 191-197.
- Sebri, M., & Ben-Salha, O. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO2 emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39(Supplement C), 14-23.
- Sevim, C., (2009). Geçmişten Günümüze Enerji Güvenliği ve Paradigma Değişimleri, *Stratejik Araştırmalar Dergisi*, Mayıs 2009 Sayı 13, 93-105.

- Shahbaz, M., Khan, S., & Tahir, M. I. (2013). The dynamic links between energy consumption, economic growth, financial development and trade in China: Fresh evidence from multivariate framework analysis. *Energy Economics*, 40(Supplement C), 8-21.
- Soytas, U., Sari, R., & Ewing, B. T. (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States. *Ecological Economics*, 62(3), 482-489.
- Statistical Office of the European Communities. (2017). EUROSTAT: Europe 2020 Indicators, Luxembourg. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> (Erişim Tarihi: 03.11.2017).
- Sugiawan, Y., & Managi, S. (2016). The environmental Kuznets curve in Indonesia: Exploring the potential of renewable energy. *Energy Policy*, 98(Supplement C), 187-198.
- Şimşek, N., (2011). Türkiye'nin Çevresel Enerji Etkinliği ve Toplam Faktör Verimliliği: Karşılaştırmalı Bir Analiz, *EGE Akademik Bakış*, 11, (3), 379-386.
- TMMOB, (2012). Enerji Verimliliği Raporu, Ocak 2012, Ankara http://www.emo.org.tr/ekler/db99a0f7088b168_ek.pdf (Erişim Tarihi: 29.10.2017).
- Tol, R.. (2012). A cost-benefit analysis of the EU 20/20/2020 package, *Energy Policy* 49 288-295.
- Wang, S., Li, G., & Fang, C. (2018). Urbanization, economic growth, energy consumption, and CO2 emissions: Empirical evidence from countries with different income levels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(Part 2), 2144-2159.
- Wang, S., Li, Q., Fang, C., & Zhou, C. (2016). The relationship between economic growth, energy consumption, and CO2 emissions: Empirical evidence from China. *Science of The Total Environment*, 542(Part A), 360-371.
- Yang, Z., & Zhao, Y. (2014). Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in India: Evidence from directed acyclic graphs. *Economic Modelling*, 38(Supplement C), 533-540.
- Zhang, X.-P., & Cheng, X.-M. (2009). Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. *Ecological Economics*, 68(10), 2706-2712.
- Zoundi, Z. (2017). CO2 emissions, renewable energy and the Environmental Kuznets Curve, a panel cointegration approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72(Supplement C), 1067-1075.