

Araştırma Makalesi

Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Karbondioksit Emisyonunun Ekonomik Büyüme Üzerine Etkileri: Türkiye Örneği

Sibel ÖRK ÖZEL

*Sorumlu Yazar, Çukurova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
Ekonometri Bölümü*

sork@cu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7030-3512

Fatma Merve EKİZ

*İskenderun Teknik Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi,
Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Bölümü*

merve.ekiz@iste.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5558-3181

Öz

Dünya nüfusundaki hızlı artışa paralel olarak mevcut enerji kaynakları hızla azalmaktadır. Bununla birlikte artan enerji talebini karşılamak için yenilenemeyen enerji kaynaklarının yoğun kullanımı sonucunda karbondioksit emisyonundaki artış, sürdürülebilir çevre ve yenilenebilir enerji kavramlarını gündeme getirmiştir. Bu kavramların ekonomik önemlerinin gün geçtikçe artması nedeniyle ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin daha detaylı araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada; Türkiye için yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonunun ekonomik büyüme üzerine etkisi ve aralarındaki ilişki, 1998-2015 döneminde Johansen eşbütünlük ve Granger nedensellik testleri ile incelenmiştir. Ampirik analizler sonucunda, değişkenlerin uzun dönemde eşbütünlük olduğu ve Türkiye’de bahsedilen yıllarda karbondioksit emisyonundaki ve yenilenebilir enerji tüketimindeki %1 birimlik artışların ekonomik büyümeyi sırasıyla %0,93 ve %0,19 arttırdığı bulgusuna ulaşılmıştır. Granger nedensellik testi sonucuna göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile karbondioksit emisyonu beraber ele alındığında ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Sürdürülebilir Çevre, Ekonomik Büyüme, Johansen Eşbütünlük, Granger Nedensellik

Jel Sınıflandırma Kodları: A13, C32, O11, Q43

The Effects of Renewable Energy Consumption and Carbon Dioxide Emissions on Economic Growth: The Case of Turkey¹

Abstract

With rapid increase in world population, available energy resources are rapidly diminishing. However, the increase in carbon dioxide emissions as a result of intensive use of non-renewable energy sources to meet increasing energy demand has brought to the concepts of sustainable environment and renewable energy. As the economic importance has increased, this concepts impact on the economic growth needs more detailed. In this study, the effects of renewable energy consumption and carbon dioxide emissions on economic growth and the relationships between them for Turkey are examined by Johansen cointegration and Granger causality tests for 1998-2015 period. Empirical analyses reached that the variables are cointegrated in long-run, and 1% rises in carbon dioxide emissions and renewable energy consumption would increase the economic growth 0.93% and 0.19%, respectively in Turkey. According to Granger causality test, there is a unilateral causality running from renewable energy use and carbon dioxide emission toward economic growth.

Keywords: Renewable Energy, Sustainable Environment, Economic Growth, Johansen Cointegration, Granger Causality

Jel Classification Codes: A13, C32, O11, Q43

¹ Extended abstract is presented at the end of the article.

Geliş Tarihi (Received): 05.04.2021 – Kabul Edilme Tarihi (Accepted): 14.09.2021

Atıfta bulunmak için / Cite this paper:

Örk Özel, S. ve Ekiz, F. M. (2021). Yenilenebilir Enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonunun ekonomik büyüme üzerine etkileri: Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11 (2), 625-647. Doi: 10.18074/ckuiibfd.909782

1. Giriş

Enerji, “günlük hayatta her faaliyette kullanılan en önemli gereksinim” şeklinde tanımlanmaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008). Enerji kavramının insanlık için önemli bir unsur haline gelmesi ise ilk olarak Sanayi Devrimi ile gerçekleşmiştir. Buharlı makinelerin üretim sistemine dahil olması, kitlesel üretimin artması ve beraberinde şehir hayatının başlaması enerjiye duyulan ihtiyacı arttırmıştır. Sanayi devriminin ardından II. Dünya Savaşı sonrasında, ülkelerin ekonomilerini onarma çabaları enerji talebini arttıran bir diğer önemli unsur olmuştur. II. Dünya Savaşının ardından 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizleri ise enerji kavramının ülke ekonomileri üzerindeki etkisinin incelenmesi gerekliliğini beraberinde getirmiştir. 1970’li yıllar ve sonrasında artık ülkelerin sahip oldukları enerji miktarının gelişmişlik göstergesi olarak kabul edildiği, bol miktarda enerjiye sahip ülkelerin gelişmiş ülkeler olarak tanımlandığı bir dönem başlamıştır (Prug, Flavin ve Savin, 2005; Usta, 2016).

Enerji kavramı yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları şeklinde iki alt dala ayrılmaktadır. Nükleer enerji, doğalgaz, petrol ve kömür yenilenemeyen enerji kaynağı türleridir (Özşahin, Mucuk ve Gerçeker, 2016). Yenilenemeyen enerji kaynaklarının en belirgin özelliği kolaylıkla ulaşılabilmesi nedeniyle düşük maliyetli olmalarıdır. Bununla birlikte dünya nüfusuna paralel olarak hızla artan enerji talebini karşılamak için sıklıkla kullanılan yenilenemeyen enerji kaynaklarının birçok olumsuz etkisi vardır. Bu kaynaklar fosil yakıtlara dayalı olduğu için kullanımları sonucunda atmosfere yoğun bir şekilde karbondioksit emisyonu gerçekleşmektedir. Fosil yakıtların kullanımı sonucunda atmosfere karbon salınımının (ya da genel anlamda sera gazı salınımının) gerçekleşmesi olarak tanımlanan karbondioksit emisyonu; küresel ısınma, çevre kirliliği, iklim değişikliği, biyolojik türlerin azalması gibi birçok sorunu beraberinde getirmektedir (Çınar ve Yılmaz, 2015; Kılıç ve Aslan, 2017; Külünk, 2018).

Günümüzde enerji talebindeki artış, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için iki önemli sorun yaratmaktadır. Bu problemlerden ilki yenilenemeyen enerji kaynaklarının giderek tükenmesidir. İkinci sorun ise karbondioksit salınımının hızlı artışının neden olduğu küresel ısınma tehdididir (Apergis ve Danuletiu, 2014). Son yıllarda bu iki önemli sorun ülkeleri yenilenebilir enerji kavramına yönlendirmiştir. “Doğal kaynaklardan sağlanan ve sürekli olarak yenilenebilir durumu olan bir enerji kaynağı” şeklinde tanımlanan yenilenebilir enerji kaynakları ise güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal, biokütle ile dalga enerjisi şeklindedir (ARENA 2021; Özşahin vd., 2016). Doğal bir şekilde kendini yenileyebilen ve yok olmayan bir enerji türü olan yenilenebilir enerji, küreselleşme döneminde artan enerji talebini karşılayabilmek için birçok ülke tarafından tercih edilmektedir (Apaydın, Güngör ve Taşdoğan, 2019; Karagöl ve Kavaz, 2017). Bu kaynaklara yönelmenin başlıca sebepleri öncelikle karbondioksit salınımını azaltarak çevre kirliliğini önlemesi, yerli kaynaklar

olmaları dolayısıyla enerji ihtiyacını karşılamada dışa bağımlılığı azaltması, istihdam artışı sağlaması ve enerji güvenliğini arttırmasıdır (Bayraç ve Çildir, 2017; Karagöl ve Kavaz, 2017; Kılıç ve Aslan, 2017).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının sahip olduğu olumlu etkiler ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının yarattığı olumsuz etkiler beraberinde sürdürülebilir kalkınma kavramının oluşmasını sağlamıştır. Sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk defa 1987 yılında Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan Brundtland Raporunda ifade edilmiş ve “bu günün ihtiyaçlarını gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamalarından ödün vermeden karşılama süreci” biçiminde tanımlanmıştır (UN Documents, 1987). Son yıllarda küreselleşmenin ve hızlı nüfus artışının etkisiyle yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevre üzerinde yarattığı olumsuz etkiler sürdürülebilir kalkınma kavramının ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla birlikte ele alınması gerekliliğini beraberinde getirmiştir (Gürlük, 2010; Tıraş, 2012; Seydioğulları, 2013). Özellikle yenilenemeyen enerji kaynaklarının yarattığı olumsuz etkilerin hızla artması sürdürülebilir kalkınma anlayışı çerçevesinde sürdürülebilir çevre kavramını ve temiz bir çevre anlayışını ön plana çıkarmaktadır (Kaypak, 2011; Tıraş, 2012). Sürdürülebilir çevre, başka bir deyişle ‘çevresel sürdürülebilirlik’, doğal kaynakların devamlılığının sağlanmasını ifade etmektedir (Kaypak, 2011). Bu çerçevede yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir çevre için ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevre üzerinde yarattığı olumsuz etkilerin en aza indirilmesi hususu da sürdürülebilir çevre için önem taşımaktadır (Seydioğulları, 2013). Bu doğrultuda ülkeler gelecek nesillere sürdürülebilir bir çevre bırakmak ve atmosfere karbondioksit salınımlarının sonucu oluşan iklim değişiklikleri sorununa çözüm bulabilmek amacıyla 1994 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesini imzalamışlardır. Sözleşmenin yaptırım gücünün arttırılması amacıyla da 1997 yılında Kyoto Protokolü kabul edilmiş ve bundan sekiz yıl sonra 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Kyoto Protokolü ile yenilenemeyen enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına daha fazla önem verilmeye başlanmış ve karbondioksit emisyonlarının azaltılması için çeşitli hedefler belirlenmiştir (Külünk, 2018; United Nations Framework Convention on Climate Changes, 2021).

Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency: IEA)’nın 2020 “Küresel Enerji Görünümü” raporunda 2020 yılı itibariyle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik talebin artacağı; yenilenemeyen enerji kaynaklarına yönelik talebin ise Covid-19 pandemisi nedeniyle önemli derecede azalacağı vurgusu yapılmıştır. Bununla birlikte 2020 raporunda, dünya genelinde hala en çok tüketilen enerji kaynaklarının petrol, doğalgaz ve kömür olduğu; ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında da önemli artışların olduğu belirtilmiştir. Öyle ki dünya enerji kaynakları içinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı 2019 yılı için %2,1 iken, bu payın yıllık ortalama %6,6 artarak 2045 yılında %8,7 olması

beklenmektedir (IEA, 2020). Türkiye ise enerji tüketimi açısından dışa bağımlı bir yapıya sahiptir. Ekonomik büyüme ve nüfus artışıyla birlikte artan enerji talebi, bu bağımlılığı daha da arttırmakta ve bu durum dış ticaret ve ödemeler bilançosu üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır (Batı, 2014; Alper, 2018).

Sürdürülebilir kalkınma ve çevre kavramlarının ülkeler için önem arz etmeye başlaması, beraberinde bu kavramların ülke ekonomileri üzerindeki etkilerinin araştırılmasını gerekli kılmıştır. Özellikle 1990'lı yıllar sonrasında ülkelerin ekonomik büyümeleri ile sürdürülebilir çevre arasındaki pozitif ilişkiye vurgu yapılmış; enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri araştırılmaya başlanmıştır (Sever ve İğdeli, 2018). Bu doğrultuda bu çalışmada, Türkiye'de sürdürülebilir çevre kavramına vurgu yapmak amacıyla yenilenebilir enerji kaynakları ve karbondioksit emisyonunun ekonomik büyüme üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Öncelikle 1998-2015 dönemi için Johansen eşbütünleşme testi ile ilgili değişkenlerin ekonomik büyüme üzerinde ne kadar etkili oldukları; sonrasında ise Granger nedensellik testi ile değişkenler arasındaki ilişkinin ne yönde olduğu incelenmiştir.

Son yıllarda ülkelerin sürdürülebilir çevre kavramına atfettikleri önemin artması, konuya ilişkin geniş bir literatürün oluşmasını da sağlamıştır. Literatürde, bu çalışmada ele alınan değişkenlerin bir kısmını veya tamamını ele alan çalışmalar mevcuttur. Ayrıca literatürdeki çoğu çalışmada aynı değişkenlere ilişkin farklı ölçüm metotları kullanıldığı da gözlenmektedir. Özellikle yenilenebilir enerji tüketimi değişkenini kullanan çalışmaların, bu değişkeni genellikle kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi veya elektrik tüketimi olarak ifade ettiği görülmektedir. Bu çalışmada ise, verileri 2015 yılına kadar mevcut olan yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payının kullanılması, çalışmayı diğer çalışmalardan farklı kılmaktadır.

Çalışmanın bundan sonraki kısmında öncelikle konuya ilişkin literatürde öne çıkan çalışmalara değinilmiştir. Sonrasında ampirik analizde kullanılan metodoloji, model ve veri setine ilişkin bilgiler verilmiştir. Son olarak da elde edilen ampirik bulgular yorumlanarak, çeşitli politika önerileri sunulmuştur.

2. Literatür Araştırması

Sürdürülebilir çevre ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmaların üç farklı çerçevede ilerlediği gözlemlenmektedir. Bu doğrultuda konuya ilişkin literatürde sıklıkla yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisi ele alınmıştır. Ayrıca karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin varlığını araştıran çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmanın konusunu oluşturan yenilenebilir enerji, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisini ele alan çalışmaların ise son yıllarda hızla arttığı görülmektedir. Bu bölümde üç farklı çerçeveye ilişkin güncel çalışmalara yer verilmektedir.

Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini ele alan çalışmalarda farklı ülkeler ve dönemler için farklı ekonometrik yöntemlerin kullanıldığı gözlenmektedir. Uçak (2010), Çınar ve Yılmaz (2015), Özşahin vd. (2016), Kılıç ve Aslan (2017), Akdağ ve İskenderoğlu (2018), Apaydın vd. (2019) çalışmalarında yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi arttırdığını belirtmişlerdir. Bakırtaş ve Çetin (2016), Bayraç ve Çildir (2017), Alper (2018) ve Erdoğan, Dücan, Şentürk ve Şentürk (2018) ise ekonomik büyüme ve yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerji arasındaki nedensellik ve eşbütünleşme ilişkisine vurgu yapmışlardır.

Karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda yine farklı ülkeler ile dönemler için farklı ekonometrik yöntemler kullanılsa da ulaşılan sonuçların birbirine benzer olduğu görülmektedir. Bu çerçevede Mbarek, Ali ve Feki (2014), Tay Bayramoğlu ve Koç Yurtkur (2016), Alper ve Alper (2017), Ergün ve Atay Polat (2015, 2017), Meçik ve Karabacak (2017), Külünk (2018) ile Batmaz, Bayraç ve Güllü (2019)'nün çalışmaları karbondioksit emisyonu ve gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisine örnek verilebilecek çalışmalardır. Acaravcı ve Erdoğan (2018), çalışmalarında yenilenebilir enerji ile karbondioksit emisyonu arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Arı ve Zeren (2018) çalışmalarında ekonomik büyümenin yaşandığı dönemlerde, karbondioksit emisyonunun da büyüme ile birlikte artacağı ve kullanılan enerji miktarı ile ülke nüfusunda artış oldukça karbondioksit emisyonunda da artış olacağı sonucunu vurgulamışlardır. Aytun (2014) ise karbondioksit emisyonu, eğitim düzeyi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Çevresel Kuznets Eğrisi çerçevesinde incelemiş; uzun dönemde ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve eğitim düzeyinden karbondioksit emisyonuna doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Yenilenebilir enerji, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisini birlikte ele alan çalışmalarda ise değişkenlerin birbirleri üzerindeki etkisine ilişkin farklı sonuçlara ulaşıldığı gözlenmektedir.

Apergis, Payne, Menyah ve Wolde-Rufael (2010), panel hata düzeltme modeli kullanarak karbondioksit tüketimi, nükleer enerji ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Yazarlar, 19 adet gelişmiş ve gelişmekte olan ülke için 1984-2007 periyodunda nükleer enerji tüketimi ile karbondioksit emisyonu arasında uzun dönemli istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönde bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Aynı zamanda yenilenebilir enerji ile karbondioksit emisyonu arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu da belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada, panel Granger nedensellik testleri ile kısa dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin karbondioksit emisyonu üzerinde

hiçbir etkisi olmadığı; nükleer enerji tüketiminin ise karbondioksit emisyonu üzerinde negatif etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Menyah ve Wolde-Rufael (2011), 1960-2007 yılları arasında Amerika için ekonomik büyüme, yenilenebilir ve nükleer enerji tüketimi ile karbondioksit emisyonu arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmışlardır. Yazarlar, nükleer enerji tüketiminin karbondioksit emisyonunun bir nedeni olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bununla birlikte yazarlar, yenilenebilir enerji tüketimi ile karbondioksit emisyonu arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığını vurgulamışlardır. Çalışmada ulaşılan bir diğer sonuç ise yenilenebilir enerji tüketiminin karbondioksit emisyonunu azaltıcı hiçbir etkisi olmadığı şeklindedir.

Arouri, Youssef, M'Henni ve Rault (2012), Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerini ifade eden MENA bölgesinde bulunan 12 ülke için enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasında bir ilişki olup olmadığını 1981-2005 döneminde incelemiştir. Bootstrap panel birim kök testlerini ve koentegrasyon tekniklerini kullanan yazarlar, uzun dönemde enerji tüketiminin karbondioksit emisyonu üzerinde pozitif ve önemli bir etkisi olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonu arasında ikinci dereceden bir ilişki olduğu, çalışmada ulaşılan bir diğer sonuçtur.

Altıntaş (2013), 1970-2008 döneminde Türkiye’de birincil enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemiştir. Yazar ele aldığı değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bununla birlikte ekonomik büyüme ve birincil enerji tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru kısa dönemde tek yönlü bir ilişkinin varlığı; uzun dönemde ise enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve yatırımların karbondioksit emisyonunun Granger nedeni olduğu çalışmada ulaşılan diğer önemli sonuçlardır.

Farhani (2013), 1975-2012 yılları arasında 12 MENA ülkesini incelediği çalışmasında panel koentegrasyon tekniklerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmıştır. Yazar, yenilenebilir enerji tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensel bir ilişkinin varlığı dışında, ele alınan üç değişken arasında kısa dönemde nedensel bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Bununla birlikte uzun dönemde ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonundan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu, çalışmada ulaşılan bir diğer sonuçtur.

Apergis ve Payne (2014), 1980-2010 yılları arasında yedi Orta Amerika ülkesini panel eşbütünleşme analizi ile incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerinin araştırıldığı çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu, kömür ve petrol fiyatları arasında uzun dönemde anlamlı ve pozitif bir koentegrasyon ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bölük ve Mert (2014), 16 Avrupa Birliği ülkesini 1990-2008 dönemi için panel veri analizi ile incelemişlerdir. Fosil ve yenilenebilir enerji tüketimi, sera gazları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada ulaşılan sonuçlar, fosil kaynakların ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbondioksit emisyonu üzerinde pozitif etkisi olduğu; ekonomik büyümenin ise karbondioksit emisyonunu azalttığı şeklindedir.

Shafiei ve Salim (2014), ekonomik kalkınma ve işbirliği örgütü olan OECD ülkeleri için 1980-2014 yılları arasında karbondioksit emisyonunun belirleyicilerini STIRPAT (Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology) modeli kullanarak araştırdıkları çalışmalarında yenilenemeyen enerji tüketiminin karbondioksit emisyonunu arttırdığı; yenilenebilir enerji tüketiminin ise karbondioksit emisyonu üzerinde negatif etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Uçan, Arıcıoğlu ve Yücel (2014), Avrupa Birliği'ne üye 15 ülkeyi 1990-2011 yılları arasında ele aldıkları çalışmalarında yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisini araştırmışlardır. Heterojen panel kointegrasyon testlerini kullanan yazarlar reel GSYİH, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve enerji teknolojisine ilişkin AR-GE arasında uzun dönemli denge ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Akay Çağlayan, Abdieva ve Oskonbaeva (2015), 1998-2010 döneminde, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu MENA bölgesinde yer alan dokuz ülkeyi incelemişlerdir. Panel veri analizini kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi, büyüme ve karbondioksit emisyonu arasındaki dinamik ve nedensel ilişkiyi araştıran yazarlar, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki çift yönlü nedenselliğe vurgu yapmışlardır. Ayrıca karbondioksit emisyonundan yenilenebilir enerji tüketimine doğru ve ekonomik büyümeden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi çalışmada ulaşılan diğer sonuçtur.

Büyükyılmaz ve Mert (2015), 1961-2010 dönemi için Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında Markov rejim değişim modelini (MS-VAR) kullanmışlardır. Çalışmada, değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olmadığı, ancak nedensellik ilişkisinin çift yönlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Saidi ve Hammami (2015), ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonunun enerji tüketimi üzerindeki etkilerini 1990-2012 yılları arasında 58 ülke için dinamik panel veri analizi kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyümenin, enerji tüketimi üzerinde pozitif ve anlamlı etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bilgili, Koçak ve Bulut (2016), 17 OECD ülkesini 1977-2010 dönemi için panel eşbütünleşme teknikleri ile incelemişlerdir. Yazarlar, yenilenebilir enerji tüketiminin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketiminin karbondioksit emisyonu üzerinde negatif etkisi olduğu; bununla birlikte kişi başına gelirdeki artışın karbondioksit emisyonunu arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Akar, Tekin ve Aytun (2017) panel veri analizi ile 1997-2011 yılları arasında Balkan ülkelerini ele aldıkları çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerini araştırmışlardır. Yazarlar yenilenebilir enerji tüketimi, reel GSYİH, karbondioksit emisyonu ve petrol gelirleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bununla birlikte çalışmada, yenilenebilir enerji üzerinde ekonomik büyümenin pozitif, karbondioksit emisyonunun ise negatif etkisi olduğu vurgulanmıştır.

Kılıç ve Açdoğru (2018), 1990-2017 yılları arasında Amerika'yı ele aldıkları çalışmalarında, zaman serisi yöntemi kullanarak yenilenebilir enerji, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki pozitif ilişkiye vurgu yapmışlardır. Çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonundaki artışın ekonomik büyümeyi arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Sancar Özkök ve Atay Polat (2018), 1980-2011 döneminde yediler grubunu ifade eden G7 ülkelerini inceledikleri çalışmalarında enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Panel birim kök, eşbütünleşme ve nedensellik analizlerini kullanan yazarlar, incelenen değişkenler arasındaki nedenselliğin çift taraflı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sever ve İğdeli (2018), yükselen piyasa ekonomileri için 1990-2014 yılları arasında yaşam beklentisi, karbondioksit emisyonu ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Panel veri setiyle gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi (ARDL) yöntemini kullanan yazarlar, üç değişken ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte çalışmada, uzun dönemde karbondioksit emisyonunun ekonomik büyümeyi azalttığı, yenilenebilir enerji tüketiminin ise ekonomik büyümeyi arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Akdoğan (2019), 2007-2017 yılları arasında 20'ler grubunda (G20) yer alan 17 ülkeyi incelediği çalışmasında panel veri analizini kullanmıştır. Yazar değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tek taraflı, uzun dönemli ve pozitif olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonundaki artışın ekonomik büyümeyi arttırdığı belirtilmektedir.

Batmaz vd. (2019), 1985-2014 yılları için Türkiye'de karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyümenin yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik üretimi

üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Zaman serisi analizi çerçevesinde eşbütünleşme ve Granger nedensellik analiz yöntemlerini kullanan yazarlar, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonundan yenilenebilir enerji üretimine doğru tek yönlü bir ilişki olduğunu vurgulamışlardır. Bu doğrultuda ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonundaki artışların yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimini arttırdığı belirtilmiştir.

3. Veri ve Yöntem

Çalışmanın ampirik analizinde, 1998-2015 yıllık verileri ile Türkiye’de sürdürülebilir çevre ve ekonomik büyüme ilişkisini belirlemek amacıyla yenilenebilir enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve reel GSYİH arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yenilenebilir enerji politikalarını ifade etmek için yenilenebilir enerji tüketimi, çevreyi temsil etmek için karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyümeyi temsilen reel GSYİH değişkenleri seçilmiştir. Değişkenlere ait veriler Dünya Bankası veri tabanından alınmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni toplam enerji tüketimi içinde yenilenebilir enerji tüketiminin payı (yüzdesi) olarak, karbondioksit emisyonu değişkeni kişi başına metrik ton olarak ve reel GSYİH 2010 yılı baz fiyatlarıyla ABD doları olarak kullanılmıştır. Reel GSYİH değişkeni için son olarak 2019 yılı verileri açıklanmasına rağmen diğer değişkenler için son olarak 2015 yılı verileri yayımlanmış olduğundan, çalışmanın veri seti aralığı belirlenirken üst sınır için 2015 yılı seçilmiştir. Ayrıca analizlere geçmeden önce tüm değişkenlerin logaritmaları alınarak yenilenebilir enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve reel GSYİH değişkenleri sırasıyla LNYEN, LNCO2 ve LNGSYIH kısaltmaları kullanılarak gösterilmiştir. Bahsedilen değişkenler arasındaki ilişki (1) numaralı ekonometrik model ile gösterilmiştir.

$$LNGSYIH = \beta_0 + \beta_1 LNYEN + \beta_2 LNCO2 + \varepsilon_t \quad (1)$$

Model tahmin edilerek değişkenlere ilişkin veri setinin zaman serisi özelliklerini incelemek amacıyla EViews 7 paket programından faydalanılmıştır. Çalışmada; durağanlık sınaması için geleneksel birim kök testlerinden olan, Dickey ve Fuller’ın (1981) geliştirdiği Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) testi ile Philips ve Perron’un (1988) önerdiği Philips Perron (PP) testi kullanılmıştır.

ADF testinde;

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

şeklinde model kurulur. Burada; ΔY_t durağanlığı sınanan değişkenin birinci farkını, ΔY_{t-i} durağanlığı sınanan değişkenin birinci farkının gecikmeli değerlerini, t genel eğilim değişkenini, k gecikme uzunluğunu gösterir (Erbaykal, 2017, s. 34). Bu şekilde test edilen model sabitli ve trendlidir. Modelde β_1 değişkeni yer almazsa sadece trendli, $\beta_2 t$ değişkeni yer almaz ise sadece sabitli

olan modeller kurulmuş olur. ADF testi için H_0 ve alternatif hipotez olan H_a hipotezleri;

H_0 : Birim kök vardır (serinin durağan olmama durumu).

H_a : Birim kök yoktur (serinin durağan olma durumu).

şeklinde kurulur.

Kurulan hipotezlerin test edilmesi sonucunda elde edilen olasılık değeri 0,05'ten küçük ise H_0 hipotezi kabul edilemez yani seri durağandır, birim kök yoktur şeklinde karar verilir. Ancak olasılık değerinin 0,05'ten büyük olması durumundaysa H_0 hipotezi kabul edilir yani seri durağan değildir, birim kök vardır sonucuna ulaşılır.

ADF testine göre daha güçlü bir test olarak nitelendirilen özellikle trend içeren modellerin serilerinin durağanlık sınaması için kullanılan PP testi için kurulan model ise

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 \left(T - \frac{N}{2}\right) + u_t \quad (3)$$

şeklinde (Kılıç ve Açdoğru, 2018, s. 4). Hipotez testleri, ADF testinde kurulduğu şekliyle kurulur ve karar aşaması uygulanır.

Yapılan birim kök testlerini ile durağanlığın belirlenmesinin ardından değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını sınamak için eşbütünlük testlerine başvurulur. Çalışmada bu amaçla Johansen eşbütünlük testi kullanılmıştır.

Johansen eşbütünlük testi, Johansen tarafından 1988 yılında ve Juselius ile birlikte 1990 yılında önerilen ve aynı dereceden durağan olan serilerde uygulanabilen bir testtir. Johansen eşbütünlük testini uygulayabilmek için serilerin yani değişkenlerin tamamının düzeyde durağan olmayıp birinci farkları alındığı zaman durağan olmaları gerekmektedir. Eğer değişkenlerinin durağanlık düzeyleri birbirinden farklı ise bu test uygulanamamaktadır. Bu test ile değişkenlerin birlikte hareket edip etmedikleri tanımlanabilmektedir.

Johansen eşbütünlük testi, vektör otoregresyon (VAR) modeli oluşturularak (4) numaralı eşitlik ile gösterildiği şekilde uygulanır.

$$X_t = \mu + \Gamma_1 X_{t-1} + \dots + \Gamma_k X_{t-k} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Burada; X_t , $n \times 1$ boyutlu vektör ve Γ_t , $n \times n$ boyutlu parametreler matrisidir. (4) numaralı eşitlik vektör hata düzeltme modeli (VECM) kurularak,

$$\Delta X_t = \mu + \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta X_{t-k+1} + \Pi X_{t-k} + \varepsilon_t \quad (5)$$

şeklinde yeniden tanımlanabilir. Burada Δ , değişkenlerin farklarının alındığını belirtirken μ her iki eşitlik için de sabit terimi ifade etmektedir (Jordaan ve Eita, 2007, s. 543).

Engle ve Granger (1987)'a göre eşbütünleşik olan değişkenler arasında en az bir adet nedensellik ilişkisi olmalıdır. Bu nedenle eşbütünleşme testi sonucunda değişkenlerin eşbütünleşik olduğuna kanaat getirilirse nedensellik testine bakılmalıdır. Çalışmada kullanılan Granger (1969) nedensellik testi, değişkenler arasında nedensellik olup olmadığına bakmak için uygulanan nedensellik testlerindedir.

Basit Granger nedensellik testi (6-7) numaralı eşitlik ile gösterilir (Jordaan & Eita, 2007, s. 542).

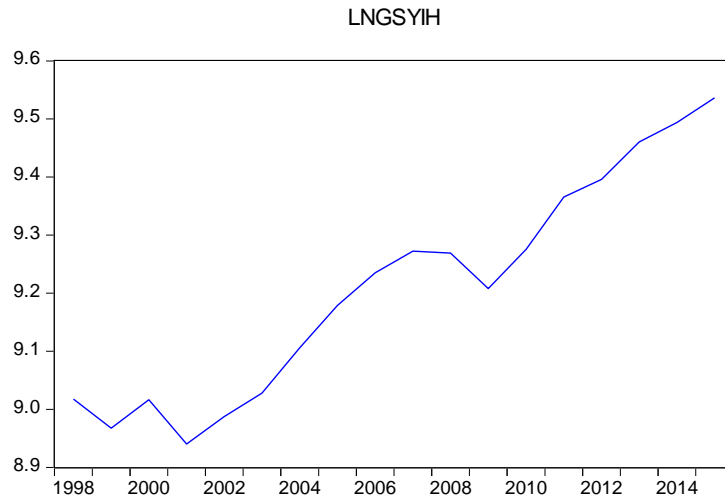
$$\dot{i}hracat_t = \sum_{j=1}^p \alpha_j \dot{i}hracat_{t-j} + \sum_{j=1}^p \beta_j GSY\dot{I}H_{t-j} + u_t \quad (6)$$

$$GSY\dot{I}H_t = \sum_{j=1}^p \eta_j \dot{i}hracat_{t-j} + \sum_{j=1}^p \gamma_j GSY\dot{I}H_{t-j} + v_t \quad (7)$$

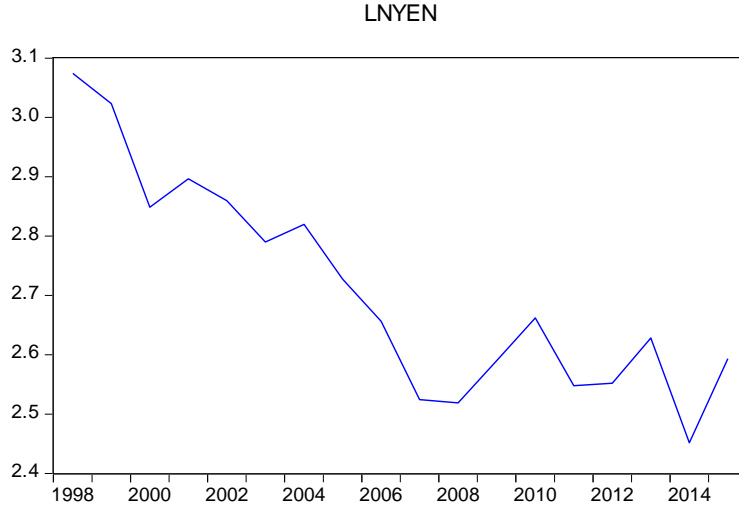
Burada p gecikme uzunluğunu gösterir. Granger nedensellik testi basit F testi istatistiğini kullanılır. Granger nedensellik testi sonucunda, tek yönlü yani X'ten Y'ye veya Y'den X'e nedensellik çıkabileceği gibi çift yönlü nedensellikte bulunabilir.

4. Bulgular

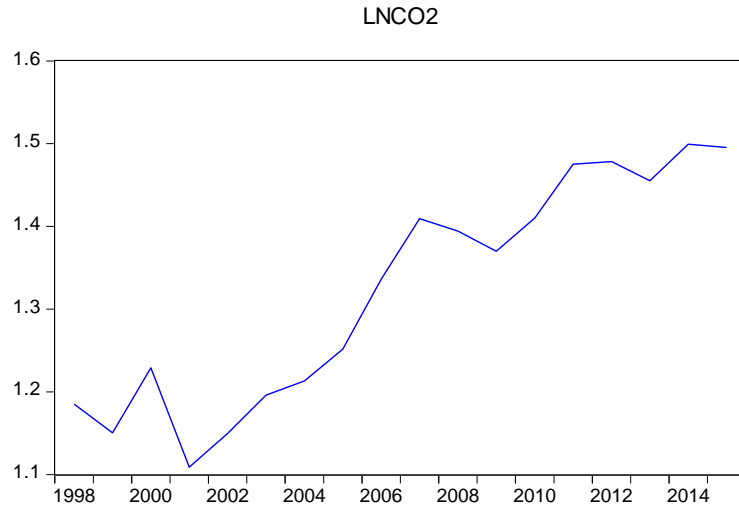
Analizde kullanılacak olan serilerin durağanlık sınaması için birim kök testi incelemesinden önce serilerin grafikleri çizdirilmiştir. Serilerin grafiksel gösterimleri Şekil 1-3 arasında verilmiştir.



Şekil 1: 1998-2015 Dönemine ait Türkiye için LNGSYIH



Şekil 2: 1998-2015 Dönemine ait Türkiye için LNYEN



Şekil 3: 1998-2015 Dönemine ait Türkiye için LNCO2

Serilere ait grafikler incelendiğinde serilerin durağan olmadıkları gözlemlenmektedir. Ancak sadece grafiklere bakmak yeterli değildir. Bu nedenle birim kök testlerine başvurulmuştur.

Çalışmada yer alan değişkenlere ilişkin ADF ve PP birim kök testlerinin sonuçları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

<i>Seviyede</i>	ADF		PP	
	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend
LNGSYIH	(0,496162)	(-3,042884)	(0,516500)	(-2,861940)
	[0,9810]	[0,1562]	[0,9819]	[0,1971]
LNYEN	(-2,148976)	(-2,379347)	(-2,515126)	(-2,379347)
	[0,2299]	[0,3754]	[0,1294]	[0,3754]
LNCO2	(-0,561765)	(-2,864525)	(-0,350423)	(-2,834972)
	[0,8551]	[0,1963]	[0,8975]	[0,2050]
1. Farkları				
LNGSYIH	(-4,061063)	(-3,965398)	(-4,071475)	(-3,967949)
	[0,0076]	[0,0337]	[0,0075]	[0,0336]
LNYEN	(-5,048079)	(-5,393958)	(-5,150509)	(-10,25110)
	[0,0012]	[0,0029]	[0,0010]	[0,0000]
LNCO2	(-5,052682)	(-4,825809)	(-5,990751)	(-5,640421)
	[0,0012]	[0,0076]	[0,0002]	[0,0019]

Tablo 1’de parantez içinde ifade edilen değerler t-istatistik değerlerini, köşeli parantez içinde belirtilen değerler ise Mackinnon kritik değerlerini göstermektedir. Tablo 1 incelenip ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına bakıldığında, tüm değişkenlerin birinci farklarında durağan oldukları anlaşılmaktadır. Bu nedenle bir sonraki aşama olan değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırmak amacı ile Johansen eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Johansen eşbütünleşme testinin sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Hipotez	İz İst.Değeri	0,05 Kritik Değeri	Olasılık Değeri	Maks. Özdeğer İst.	0,05 Kritik Değeri	Olasılık Değeri
$r = 0$	51,80182	35,01090	0,0004	26,50374	24,25202	0,0248
$r \leq 1$	25,29808	18,39771	0,0046	18,34194	17,14769	0,0334
$r \leq 2$	6,956138	3,841466	0,0083	6,956138	3,841466	0,0083

Tablo 2 incelendiğinde hem iz istatistiği hem de maksimum özdeğer istatistiği bakımından 0,05 anlamlılık düzeyinde, serilerin uzun dönemde eşbütünleşik olduğu görülmektedir. Bu durumda hata düzeltme modeli kurulmuş ve elde edilen bulgular Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3: Hata Düzeltme Modeli

Değişken	Katsayı Değeri	Standart Hata	t-İst. Değeri	Olasılık Değeri
ΔLNCO_2	0,930636	0,193930	4,798828	0,0003
ΔLNYEN	0,198698	0,107975	1,840226	0,0870
Hata terimi	-0,222848	0,070831	-3,146203	0,0056

Kurulan modelin çalışması için uygulamada hata düzeltme katsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması beklenmektedir. Tablo 3'e bakıldığında; beklenildiği gibi hata düzeltme katsayısının negatif (-0,222848) ve istatistiksel olarak anlamlı ($0,0056 < 0,05$) olduğu görülmektedir. Dolayısıyla hata düzeltme mekanizması çalışmaktadır. Hata düzeltme katsayısına bakarak model yorumlandığında 1 birim sapmanın %22'sinin bir sonraki dönem düzeltileceği yani $1/0,22=4,55 \approx 5$ dönem sonra sisteme giren şokun ortadan kalkacağı anlaşılmaktadır. Bundan hareketle değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu söylenilebilmektedir. Kısa dönem yorumu düşünüldüğünde ise 0,10 anlamlılık düzeyinde Türkiye'de 1998-2015 yılları arasında karbondioksit emisyonundaki %1 artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık olarak %0,93 arttırdığı ve yenilenebilir enerji tüketimindeki %1 birimlik artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık olarak %0,19 arttırdığı ifade edilebilmektedir.

Engle ve Granger (1987)'a göre eşbütünleşik olan değişkenler arasında en az bir adet nedensellik ilişkisinin varlığı söz konusudur. Bundan hareketle, eşbütünleşme ilişkisi içerisinde oldukları tespit edilen bu değişkenlere, ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla Granger nedensellik testi uygulanmış olup bulgular Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Granger Nedensellik Testi

Nedenselliğin Yönü	χ^2 Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Sonuç
$\Delta \text{LNGSYIH} \rightarrow \Delta \text{LNCO}_2$	8,040910	0,0450	Nedeni
$\Delta \text{LNYEN} \rightarrow \Delta \text{LNCO}_2$	19,46075	0,0002	Nedeni
$\Delta \text{LNGSYIH} + \Delta \text{LNYEN} \rightarrow \Delta \text{LNCO}_2$	26,59216	0,0002	Nedeni
$\Delta \text{LNCO}_2 \rightarrow \Delta \text{LNGSYIH}$	2,448319	0,4847	Nedeni değil
$\Delta \text{LNYEN} \rightarrow \Delta \text{LNGSYIH}$	13,97688	0,0029	Nedeni
$\Delta \text{LNCO}_2 + \Delta \text{LNYEN} \rightarrow \Delta \text{LNGSYIH}$	18,46737	0,0052	Nedeni
$\Delta \text{LNCO}_2 \rightarrow \Delta \text{LNYEN}$	2,260178	0,5202	Nedeni değil
$\Delta \text{LNGSYIH} \rightarrow \Delta \text{LNYEN}$	4,032300	0,2580	Nedeni değil
$\Delta \text{LNCO}_2 + \Delta \text{LNGSYIH} \rightarrow \Delta \text{LNYEN}$	8,302149	0,2168	Nedeni değil

Çalışmada ele aldığımız modelin bağımlı değişkeni LNGSYIH, bağımsız değişkenleri ise LNYEN ve LNCO2 idi. LNYEN ile LNCO2'den birlikte LNGSYIH'ya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı Tablo 4'ten görülmektedir. Bağımsız değişkenlerimize tek tek bakıldığında ise LNYEN'den LNGSYIH'ya tek yönlü bir nedensellik ilişkisi var iken LNCO2'den LNGSYIH'ya doğru nedensellik bulunmamıştır. Aksine LNSYIH'dan LNCO2'ye doğru bir tek yönlü nedensellik vardır. Modelden bağımsız olarak tüm değişkenler düşünüldüğünde ise LNYEN'den LNCO2'ye tek yönlü bir nedensellik olduğu da çalışmanın bulgularındandır.

5. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Günümüzde ülkelerin hızlı nüfus artışı ve ekonomik büyümeye paralel olarak artan enerji ihtiyaçlarını karşılarken yoğun bir şekilde yenilenemeyen enerji kaynaklarını kullanmaları, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının bir gün tükenecek olması ve karbondioksit salınımı ile çevreye verdikleri zararın artık önlenemez olması, ülkelerin alternatif enerji kaynaklarına yönelmelerini sağlamıştır. Bu doğrultuda son yıllarda enerji talebindeki artış, yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanmaya başlanmıştır. Bu kaynakların çevre dostu olması, sürdürülebilir kalkınma ve çevre kavramlarını desteklemekte ve ülkelerin ekonomik büyümeleri üzerinde önemli etkilere sahip olmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye için 1998-2015 yıllık verileri kullanılarak yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonunun ekonomik büyüme üzerinde etkisi zaman serisi analizi kullanılarak incelenmiştir. İlk olarak, serilerin durağanlıkları ADF ve PP birim kök testleri yardımıyla araştırılmıştır. Tüm değişkenlerin birinci farkları alınıp durağan oldukları belirlendikten sonra değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemek amacıyla Johansen eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Eşbütünleşik oldukları tespit edilen değişkenlere hata düzeltme modeli kurulmuş, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edilmekle birlikte Türkiye'de 1998-2015 yılları arasında karbondioksit emisyonundaki %1 birimlik artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık olarak %0,93 arttırdığı ve yenilenebilir enerji tüketimindeki %1 birimlik artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık olarak %0,19 arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak ilişkinin yönünü belirlemek maksadı ile Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Çalışmada kurulan model çerçevesinde yenilenebilir enerji tüketimi ile karbondioksit emisyonundan ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ulaşılan bu sonuçlar Kılıç ve Açdoğuran, (2018) ile Akdoğan (2019)'ın çalışmalarıyla da paralellik göstermekte ve ülkemizde enerji talebinin büyük ölçüde yenilenemeyen enerji kaynakları ile karşılanması nedeniyle, büyümenin büyük ölçüde bu kaynaklara bağlı olduğu sonucunu desteklemektedir. Ancak ekonomik büyüme üzerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının da önemli etkisi olduğu gözlenmektedir.

Türkiye enerji ihtiyacını karşılamada dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Bu durum hem ekonomik anlamda hem de çevresel anlamda uzun dönemde süreklilik arz etmemektedir. Dışardan ithal edilen yenilenemeyen enerji kaynakları iklim değişikliği, küresel ısınma gibi çevresel sorunların yanı sıra ödemeler dengesi üzerinde de ağır yükler oluşturmaktadır. Bu noktada politika yapımcıların yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımları arttırmaları, enerji ihtiyacının karşılanmasında çevre dostu politikaları desteklemeleri, bu kaynaklara yönelik teknolojik altyapı hazırlamaları gerekmektedir. Bununla birlikte sürdürülebilir kalkınma ve çevre perspektifinde yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla önem verilmesi ve toplumun bu konuda bilinçlendirilmesi, uzun dönemde ekonomik büyüme ve enerji ihtiyacının karşılanması için önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Acaravcı, A. ve Erdoğan, S. (2018). Yenilenebilir enerji, çevre ve ekonomik büyüme ilişkisi: Seçilmiş ülkeler için ampirik bir analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 13(1), 53-64.
- Akay Çağlayan, E., Abdieva, R. ve Oskonbaeva, Z. (2015). Yenilenebilir enerji tüketimi, iktisadi büyüme ve karbondioksit emisyonu arasındaki nedensel ilişki: Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkeleri örneği. *International Conference On Eurasian Economies*, 628-636.
- Akar, B. G., Tekin İ. ve Aytun, C. (2017). New Ways of Energy Consumption: A Case of the Balkans. *Recent Developments in Social Sciences Business Administration and Finance* (187-197). Bialystok, Poland: e-BWN.com.
- Akdağ, S. ve İskenderoğlu, Ö. (2018). Avrupa birliğine üye ve aday ülkelerde yenilenemeyen enerji, yenilenebilir enerji ve nükleer enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi. *Turkish Studies*, 13(30), 1-14.
- Akdoğan, T. (2019). Yenilenebilir enerji tüketimi, CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Seçilmiş G20 ülkeleri. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hasan Kalyoncu Üniversitesi: Gaziantep.
- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: 1990-2017 Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 223-242.
- Alper, F. Ö. ve Alper, A. E. (2017). Karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ilişkisi: Türkiye için bir ardl sınır testi yaklaşımı, *Sosyoekonomi*, 25(33), 145-156.

- Altıntaş, H. (2013). Türkiye’de birincil enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8(1), 263-294.
- Apaydın, Ş., Güngör, A. ve Taşdoğan, C. (2019). Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki asimetric etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 117-134.
- Apergis, N. ve Danuletiu, D. C. (2014). Renewable energy and economic growth: evidence from the sign of panel long-run causality. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 578-587.
- Apergis, N. ve 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, 226-232.
- Apergis, N., Payne, J. E., Menyah, K., ve Wolde-Rufael, W. (2010). On the casual dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth. *Ecological Economics*, 69, 2255-2260.
- Arı, A. ve Zeren, F. (2018). CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme: panel veri analizi. *Yönetim ve Ekonomi*, 18(2), 37-47.
- ARENA (2021), What is renewable energy? Australian renewable energy agency, <http://arena.gov.au/about-renewable-energy>, (Erişim tarihi: 23.03.2021).
- Arouri, M. E. H., Youssef, A. B., M’Henni, H. ve Rault, C. (2012). Energy consumption, economic growth and CO2 emissions in Middle East and North African countries. *Energy Policy*, 45, 342-349.
- Aytun, C. (2014). The Nexus Between Carbon Dioxide Emissions, Economic Growth And Education In Emerging Economies: A Panel Data Analysis. *International Journal of Social Science*, 27, 349-362.
- Bakırtaş, İ. ve Çetin, M. A. (2016). Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: G-20 ülkeleri. *Sosyoekonomi*, 24(28), 131-145.
- Batı, O. (2014). Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınmaya etkisi konusunda bir alan araştırması. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 27-38.
- Batmaz, T., Bayraç, H. N. ve Güllü, M. (2019). Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının büyüme ve karbon emisyonu ilişkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 645-658.

- Bayraç, H. N. ve Çildir, M. (2017). AB yenilenebilir enerji politikalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13), 201-212.
- Bilgili, F., Koçak, E. ve Bulut, Ü. (2016). The dynamic impact of renewable energy consumption on CO2 emissions: A revisited environmental kuznets curve approach. *Renawable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 838-845.
- Bölük, G. ve Mert, M. (2014). Fossil & renewable energy consumption, GHGs (Greenhouse Gases) and economic growth: Evidence from a panel of EU (European Union) countries. *Energy*, 74, 439-446.
- Büyükyılmaz, A. ve Mert, M. (2015). CO2 emisyonu, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin MS-Var yaklaşımı ile modellenmesi: Türkiye örneği. *Zeitschrift für die Welt der Türken*, 7(3), 103-117.
- Çınar, S. ve Yılmaz, M. (2015). Yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri ve ekonomik büyüme ilişkisi: gelişmekte olan ülkeler örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 55-78.
- Çukurçayır, M. A. ve Sağır, H. (2008). Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20, 257-278.
- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimator for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- Engle, R. F. ve Granger, C. W. J. (1987). Co-Integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Erbaykal, E. (2007). Türkiye’de enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi. *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 29- 44.
- Erdoğan, S., Dücan, E., Şentürk, M. ve Şentürk, A. (2018). Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine ampirik bulgular. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 233-246.
- Ergün, S. ve Atay Polat, M. (2017). OECD ülkelerinde CO2 emisyonu, elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 45, 115-141.

- Ergün, S. ve Atay Polat, M. (2017). G7 ülkelerinde CO2 emisyonu, elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 257-272.
- Farhani, S. (2015). Renewable energy consumption, economic growth and CO2 emissions: Evidence from selected MENA countries. *Energy Economics Letters*, 1(2), 24-41.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating casual relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424-438. <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Gürlük, S. (2010). Sürdürülebilir kalkınma geliştirmekte olan ülkelerde uygulanabilir mi? *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5(2), 85-99.
- International Energy Agency, 2020. World energy outlook, <https://www.iea.org/topics/world-energy-outlook>, (Erişim Tarihi: 15.03.2021).
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
- Johansen, S. ve Juselius K. (1990). maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.
- Jordaan, A. C. ve Eita, J. H. (2007). Export and economic growth in Namibia: A Granger causality analysis. *South African Journal of Economics*, 75(3), 540-547. <https://doi.org/10.1111/j.1813-6982.2007.00132.x>
- Karagöl, E. T. ve Kavaz, İ. (2017). Dünyada ve Türkiye'de yenilenebilir enerji. *SETA*, 197, 1-30.
- Kaypak, Ş. (2011). Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir bir çevre. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 1, 19-33.
- Kılıç, A. ve Aslan V. (2017). Yenilenebilen ve yenilenemeyen enerjinin iktisadi büyüme üzerindeki etkisi: 28 OECD ülkesi üzerine ampirik bir çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 12(1), 1-12.
- Kılıç, N. Ö. ve Açıdoğuran, B. (2018). Yenilenebilir enerji kullanımı ve CO2 salınımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Amerika örneği. *Iksad II –International Conference on Sciences*, 23-25 Kasım, Gaziantep, Türkiye.

- Külünk, İ. (2018). Türkiye’de ekonomik büyüme ve karbon salınımı ilişkisi: Engle- Granger eşbütünleşme analizi (1960-2013). *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(1), 193-205.
- Mbarek, M. B., Ali, N. B. ve Feki, R. (2014). Causality relationship between CO2 emissions, GDP and energy intensity in Tunisia. *Environment, Development and Sustainability*, 16, 1253-1262.
- Meçik, O. ve Karabacak, M. (2018). G20 ülkelerinde emisyonlar ve GSYİH arasındaki ilişki. *Uluslararası Yönetim, İktisat ve İşletme Dergisi*, 14(3), 625-642.
- Menyah, K. ve Wolde-Rufael, Y. (2011). CO2 emissions, nuclear energy, renewable energy and economic growth in the US. *Energy Policy*, 38, 2911-2915.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M. ve Gerçeker, M. (2016). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: BRICS-T ülkeleri üzerine panel ARDL analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4), 111-130.
- Phillips, P. C. B. ve Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
<https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>
- Prug, T., Flavin, C. ve Savin, J. L. (2005). *Petrol ekonomisini değiştirmek, dünyanın durumu 2005 küresel güvenliği yeniden tanımlamak*, İstanbul: TEMA Vakfı Yayınları, 125-153.
- Saidi, K. ve Hammami, S. (2015). The impact of CO2 emissions and economic growth on energy consumption in 58 countries. *Energy Reports*, 1, 62–70.
- Sancar Özkök C. ve Atay Polat, M. (2018). CO2 emisyonu- enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi: G7 ülkeleri üzerine ekonometrik bir analiz. *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 21, 33-46.
- Sever, E. ve İğdeli, A. (2018). Sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik büyüme: yükselen piyasa ekonomileri örneğinde bir inceleme. 1. Uluslararası Ekonomi ve İşletme Sempozyumu, 470-486.
- Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerji. *Planlama Dergisi*, 23(1), 19-25.
- Shafiei, S. ve Salim, R. A. (2014). Nonrenewable and renewable energy consumption and CO2 emissions in OECD countries: A comparative analysis. *Energy Policy*, 66, 547–556.

- Tay Bayramoğlu, A. ve Koç Yurtkur, A. (2016). Türkiye’de karbon emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Doğrusal olmayan eşbütünleşme analizi. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 31-45.
- Tıraş, H. H. (2012). Sürdürülebilir kalkınma ve çevre: Teorik bir inceleme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2), 57-73.
- Uçak, S. (2010). Sürdürülebilir kalkınma bağlamında alternatif enerji ve enerji üretimi-büyüme ilişkisi: Panel veri analizi. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Kocaeli Üniversitesi: Kocaeli.
- Uçan, O., Arıcıoğlu, E. ve Yücel, F. (2014). Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence from Developed Countries in Europe. *International Journal of Energy Economics and Policy*.4(3), 411-419.
- United Nations Documents. (1987). Gathering a body of global agreements, development and international co-operation: environment report of the world commission on environment and development, note by the secretary-general, our common future, distr: General 4 August 1987, A/42/427, <http://www.un-documents.net/ocf-ov.htm>, (Erişim tarihi: 15.03.2021).
- United Nations Framework Convention on Climate Changes, (2021). Kyoto protocol. http://unfccc.int/kyoto_proto-col/items/2830.php (Erişim Tarihi: 15.03.2021).
- Usta, C. (2016). Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin bölgesel analizi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 2(2), 181-201.

The Effects of Renewable Energy Consumption and Carbon Dioxide Emissions on Economic Growth: The Case of Turkey

Extended Abstract

1. Introduction

Energy is defined as “the most essential requirement used in every activity in daily life” (Çukurçayır and Sağır, 2008), and its concept can be handled in two categories as non-renewable and renewable energy sources. Nuclear energy, natural gas, oil, and coal are types of non-renewable energy sources (Özşahin, Mucuk, and Gerçeker, 2016). The most important feature of non-renewable energy sources is being low-cost due to easy accessibility. However, non-renewable energy sources, which are usually used to meet the rapidly growing energy demand in parallel with the world population, have several limitations. Since these resources are based on fossil fuels, as a result of their use, carbon dioxide emissions into the atmosphere occur intensively. Carbon dioxide emission brings many problems such as global warming, environmental pollution, climate change, and biological species reduction (Çınar and Yılmaz, 2015; Kılıç and Aslan, 2017; Külünk, 2018).

The negative effects of non-renewable energy sources have led to the formation of the concept of sustainable development. The concept of sustainable development was first expressed in the Brundtland Report prepared by the United Nations World Commission on Environment and Development in 1987 and was defined as ‘the process of meeting the needs of this day without compromising the needs of future generations’ (UN Documents, 1987). The negative effects of non-renewable energy sources on the environment caused by globalization and rapid population growth in recent years, the concept of a sustainable environment, and the understanding of a clean environment come to the fore (Kaypak, 2011; Tıraş, 2012). A sustainable environment, i.e., ‘environmental sustainability’ means ensuring the continuity of natural resources (Kaypak, 2011).

In this study, the effect of renewable energy consumption on economic growth and carbon dioxide emissions for Turkey between 1998 and 2015 years were examined using the Johansen cointegration and Granger causality tests, and the relationship between them was elucidated.

2. Method

In the analysis of the study, the relationship between renewable energy consumption, carbon dioxide emissions and real GDP is investigated in order to determine the relationship between the sustainable environment and economic growth in Turkey with the 1998-2015 annual data. Renewable energy consumption to represent renewable energy policies, carbon dioxide emissions to represent the environment, and real GDP to represent economic growth are used in the analysis. The data of the variables are taken from the World Bank database. The variable of renewable energy consumption is used as the share (percentage) of renewable energy consumption in total energy consumption, the variable of carbon dioxide emissions as metric tons per capita and the real GDP in 2010 base prices in US dollars. Although the data for 2019 was announced lastly for the real GDP variable, the data for 2015 was finally published for the other variables, so 2015 is chosen for the upper limit when determining the data set range of the study. In addition, logarithms of all variables were taken before proceeding to the analysis. EViews 7 package program is used for analysis. In the study; The Augmented Dickey Fuller (ADF) test, which is one of the traditional unit root tests, and the Philips Perron (PP) test are used for the test of stationarity. After determining the stationarity with the unit root tests, Johansen cointegration test is used to test the existence of a long-term relationship between the variables. According to Engle and Granger

(1987), there must be at least one causality relationship between cointegrated variables. For this reason, if it is concluded that the variables are cointegrated as a result of the cointegration test, the causality test should be checked. For this purpose, the Granger (1969) causality test is applied in this study.

3. Results and Discussion

In this study, the effects of renewable energy consumption and carbon dioxide emissions on economic growth are examined using time series analysis for Turkey using the 1998-2015 annual data. First, as a result of the ADF and PP unit root tests, it is determined that all variables were stationary by taking the first difference. Then Johansen cointegration test is applied. An error correction model is established for the variables that are found to be cointegrated, and the existence of a long-term relationship between the variables are determined, although a 1% unit increase in carbon dioxide emissions between 1998 and 2015 in Turkey increased economic growth by approximately 0.93% and a 1% unit increase in renewable energy consumption in Turkey. It is concluded that economic growth increased by approximately 0.19%. Finally, the Granger causality test is applied to determine the direction of the relationship. Within the framework of the model established in the study, a one-way causality relationship is found from renewable energy consumption and carbon dioxide emissions to economic growth. These results support the conclusion that since the energy demand in our country is mostly met by non-renewable energy resources, growth is largely dependent on these resources. However, it is observed that renewable energy sources also have a significant impact on economic growth.

4. Conclusion

The results of the current study were consistent with the results of the studies done by Kılıç and Açıdoğru, (2018) and Akdoğan (2019) and support the conclusion that growth is largely dependent on these resources because the energy demand in our country is largely met by non-renewable energy sources. However, it has been observed that renewable energy sources have a significant impact on economic growth as well.

Turkey is an outward-dependent country in meeting its energy needs. This fact is not sustainable for a long time regarding both economic and environmental issues. Imported non-renewable energy sources inflict burdens not only on environmental problems such as climate change and global warming but also on the balance of payments. At this point, policymakers should encourage investments in renewable energy sources, support environmentally friendly policies to meet energy needs, and prepare technological infrastructure for these resources. However, in the perspective of sustainable development and the environment, it is vital to highlight renewable energy sources and to raise public awareness about this issue to meet economic growth and energy needs in the long term.