

Araştırma Makalesi / Research Article

## TÜRKİYE'DE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE YEŞİL EKONOMİ AÇISINDAN YENİLENEBİLİR ENERJİ: AMPİRİK BİR ÇALIŞMA

Arş. Gör. Tuğba KOYUNCU 

İstanbul Esenyurt Üniversitesi, İYBF, İstanbul (tugbakoyuncu@esenyurt.edu.tr)

Tuba KARABULUT 

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, SBE, Eskişehir (tubakarabulut2@gmail.com)

### ÖZET

Yeşil ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma özellikle 1980'li yıllardan sonra literatüre kazandırılan ve günümüzde dikkat çeken konular arasında yer almaktadır. Bu çalışmanın temel amacı Türkiye ekonomisinde yenilenebilir enerji ve ekolojik ayak izinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi uzun dönemde tespit etmektir. Bu nedenle çalışmada Türkiye'de 1961-2015 yılları arası uzun dönemli veriler kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda Eşikli Otoregresif (TAR) modeli ile farklı rejim dönemlerinde değişkenlerin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi uzun dönemli olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kişi başı reel gayri safi yurt içi hasıla, kişi başı ekolojik ayak izi ve kişi başı yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretimi verileri yıllık olarak kullanılmıştır. Sonuçlar birinci ve ikinci rejim dönemlerinde ekolojik ayak izinin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediğini gösterirken, yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretiminin ekonomik büyümeyi birinci rejim döneminde negatif, ikinci rejim döneminde ise pozitif etkilediğini göstermektedir. Bu bulgular dikkate alındığında, politika yapıcıların alacağı yenilenebilir enerji üretiminin artırılmasına yönelik kararların, ekonomik büyümeyi artıracaklarını ve çevresel bozulmalarda azalışların görüleceği dolayısıyla sürdürülebilir kalkınmanın sağlanacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekonomik Büyüme, Ekolojik Ayak İzi, Yeşil Ekonomi, Doğrusal Olmayan Ekonometrik Modeller, TAR Modeli.

## SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND GREEN ECONOMY IN TURKEY IN TERMS OF RENEWABLE ENERGY: AN EMPIRICAL STUDY

### ABSTRACT

Green economy and sustainable development are among the topics that have been brought to the literature especially after 1980s and attract attention today. This study renewable energy and ecological footprint its effect on economic growth in the long term in Turkey's economy is intended to be identified for the years 1961-2015. For this purpose, the effect of variables on economic growth in different regime periods was determined with the Threshold Autoregressive (TAR) model. In the study, per capita real gross domestic product, per capita ecological footprint and per capita electricity generation data from renewable energy sources were used annually. The results showed that the ecological footprint positively affected economic growth in the first and second regime periods, while the production of electrical energy from renewable energy sources negatively affected economic growth in the first regime period, its positively affected in the second regime period. In line with these findings, it is thought that the decisions regarding the increase of renewable energy production by policy makers will increase economic growth and sustainable development will be achieved by decreasing environmental degradation.

**Keywords:** Economic Growth, Ecological Footprint, Green Economy, Nonlinear Econometric Models, TAR Model.

## 1. Giriş

Sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomik büyüme anlayışı son zamanlarda dikkat çeken bir konu haline gelmiştir. 1970’li yıllardan sonra ekonomik büyüme ve çevre arasındaki ilişki iktisadi kalkınma teorileri kapsamında tartışılmıştır. Ekonomik büyümenin sınırları olduğu, artan nüfusun talep ettiği gıda üretimi için gerekli olan doğal kaynak kullanımını ve sanayileşmenin çevre kirliliğini artırdığı düşünülmüştür. Bu nüfus artışının ve sanayileşmedeki artışın devam etmesi durumunda küresel ekonomik büyümenin sınırlarına ulaşılabileceği ifade edilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma mevcut ihtiyaçların karşılanması yanında gelecek nesillerin ihtiyaçlarının da karşılanması için kaynakların etkin kullanılmasının, yoksulluğun, eşitsizliğin azaltılması, sağlık, enerji ve temiz içme suyu gibi koşulların sağlanmasını gerekli kılmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma anlayışı yeşil ekonomik büyüme ile sağlanmaktadır. Yani yeşil ekonomik büyüme, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeşil ekonomik büyüme kavramı hem mevcut kaynakların etkin kullanımını hem de kullanılan kaynakların sonrasında ortaya çıkan atıkların kullanımının da etkinliğini ifade etmektedir. Dolayısıyla yeşil ekonomik büyüme ile üretimde negatif dışsallıkların azaltılarak pozitif dışsallıkların oluşumunu artırmak hedeflenmektedir.

Bu çalışmada sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi açısından Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Hızla artan çevre kirliliği ve kaynakların verimsiz kullanımı gelecek nesilleri ihtiyaçlarını karşılayamayacak bir ortam ile karşı karşıya getirecektir. Bu bağlamda iktisadın sınırsız insan ihtiyaçlarının kıt kaynaklar ile karşılanmasına imkân sunan bilim dalı olduğu tanınımı düşündüğümüzde kaynakların kıt olduğu mu yoksa etkin kullanılmadığı mı sorusu çalışmanın temel problemini oluşturmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisinin ekonomik büyümeye yol açıp açmadığını tespit etmekte çalışmanın çözüm aradığı bir diğer problemidir. Çalışmanın temel amacı ise fosil enerji kaynaklarının tükenebilir olması nedeniyle, Türkiye’de yeniden tüketimi mümkün olan yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminin ve bu kaynakların üretim sürecinde kullanılmasının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini tespit etmektir. Bu amaçla Türkiye’de 1961-2015 dönemi yıllık verileri kullanılmıştır. Bu dönem aralığının seçilmesinin nedeni ekolojik ayak izi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki seyrini mümkün uzun dönemde analiz etmektir. Veri setinin 55 yıllık uzun bir dönem içerdiği, söz konusu dönem içerisinde yaşanan krizler ve ekonomik durgunlukları da dikkate alan doğrusal olmayan ekonometrik modellerin kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Bu nedenle çalışmada doğrusal olmayan ekonometrik modeller kullanılmıştır.

Bu çalışma beş ana bölüme ayrılmıştır. Konunun öneminin ve amacının belirtildiği bu bölümün ardından ikinci bölümde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi kavramları hakkında bilgi verilip, dünyada bu konuya ilişkin atılan resmi adımlar belirtilerek çevresel bozulmaya ilişkin Dünyaya ve Türkiye’ye ilişkin veriler paylaşılmıştır. Üçüncü bölümde yeşil ekonomik ve sürdürülebilir kalkınma açısından yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ile ilgili ampirik literatür yer almaktadır. Dördüncü bölümde uygulanan yöntem ve bulgular yer alırken, son bölümde sonuç kısmı yer almaktadır.

## 2. Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Ekonomi İlişkisi

Sürdürülebilir kalkınma Sanayi Devrimi ile birlikte üretim artışının ve hızla artan nüfusun gerektirdiği kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle 1980’li yılların sonunda çevresel kaygıların artması ile “mevcut ihtiyaçlarımızın karşılanırken gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanması ve onların gereksinimlerinden ödün verilmemesi” olarak tanımlanmıştır (Soubbotina & Sheram, 2000). Sürdürülebilir Kalkınma kavramına Birleşmiş Milletler’in 1987 yılında yayımlanan “*Ortak Geleceğimiz*” veya “*Bruntland*” raporunda geniş yer verilerek dikkat çekilmiştir. Bu raporda sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi açısından çevre ve kalkınma için ekonomik büyümenin kalitesinin artırılarak sağlanması, nüfus artışlarının sürdürülebilir bir düzeyde kontrolünü sağlamak, alınan kararların çevre ve ekonomi üzerindeki etkisini göz önünde bulundurmaya gıda, enerji, sağlık ve su gibi temel ihtiyaçların karşılanmasını sağlamak ve gelecek nesilleri bu ihtiyaçlarından mahrum bırakmamak gibi kararlar alınmıştır (Bruntland, 1987). Bu alınan kararlar ile ekolojik sistemin uzun dönemde alınan tedbirlerle yürütülen ekonomik faaliyetlerin neticesinde sürdürülebilir olduğunun kabul edildiğini göstermektedir. Ekonomik faaliyetler dolayısıyla kaynaklarda yaşanan azalma ve bozulmaların minimuma düşürülerek çevreye verilen zararın dönüşüm ile tekrar çevrilebilmesi gerektiği düşünülmektedir (Tıraş, 2012).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı sadece ekonomik büyümenin miktarına değil niteliğine de dikkat çekmektedir. Bunun yanında ekonomik büyümenin çevre ile ilişkisine enerjinin de dahil edilmesi ile sürdürülebilir kalkınma enerji verimliliğini ve yeşil enerjiyi gündeme getirmiştir (Dinçer & Aslan, 2008). Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile çevreye verilen zararın azaltılarak tekrar doğaya dönüşümünün sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için kullanılan bir araç olabileceği düşünülmektedir. Verimliliğin artırılması yoluyla daha az kaynak kullanılarak üretimin gerçekleştirilmesinin hedeflenmesi yine sürdürülebilir kalkınmanın bir aracı olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla bu durum sürdürülebilir kalkınmanın beraberinde yeşil ekonomik büyüme kavramını da getirdiğini göstermektedir.

Yeşil ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma kavramları birbirine çok yakın olsa da bu iki kavram birbirinden farklıdır (Yılmaz, 2018). Sürdürülebilir kalkınma kavramı toplumsal bilincin gelişmesiyle çevresel kalkınma ve ekonomik büyümenin oluşturduğu bir dinamiktir. Yeşil ekonomik büyüme kavramı ise doğal kaynakların kullanımı sırasında kişilerin refahını artırırken çevrenin devamını sağlayarak ekonomik büyüme ve kalkınmanın gerçekleştirilmesini ifade etmektedir (OECD, 2011). Bu kavram ilk kez “5. Çevre ve Ekonomik Kalkınma Bakanlar Konferansı” toplantısında 2005 yılında ifade edilmiştir. Bu konferansta sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesinin yeşil ekonomik büyüme yöntemi ile sağlanması gerektiği kabul edilmiştir. Daha sonraki yıllarda yaşanan küresel krizler yeşil ekonomik büyümenin önemini artırmış ve bu yoldaki kararlılığın krizlerden çıkış noktası olarak görülmesine neden olmuştur (Aşıcı & Şahin, 2012).

**Tablo 1: Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Ekonomi ile İlgili Gelişmeler**

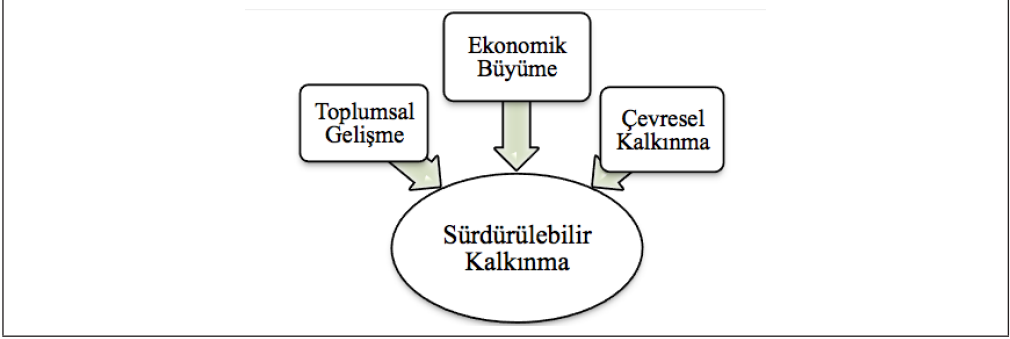
Yıllar	Gelişmeler	Yıllar	Gelişmeler
1972	Stockholm Konferansı ile BM çevre programı (UNEP) hazırlanmıştır.	2005	Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü
1980	Dünya Koruma Stratejisi hazırlanmıştır.	2005	BM Asya ve Pasifik Ekonomik ve Sosyal Komisyon yeşil büyüme üzerine bakanlar deklarasyonu
1983	BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu kurulmuştur.	2006	AB Çevre Programı
1987	Ortak Geleceğimiz Raporu ile sürdürülebilir kalkınma benimsenmiştir.	2006	Çin’de yeşil büyüme için 6 önlem
1989	Ozon tabakası ve Montreal Protokolü gerçekleştirilmiştir.	2007	UNEP, ILO ve ITUC ortak girişimleriyle uluslararası platformda yeşil büyüme
1992	Rio de Janeiro Çevre ve Kalkınma Konferansı gerçekleştirilmiştir.	2008	Güney Kore düşük karbonlu yeşil büyümeye geçilmesi
1993	Sürdürülebilir Gelişme Komisyonu kurulmuştur.	2009	OECD yeşil büyüme bakanlar deklarasyonu
1996	BM yerleşimleri konferansı “Habitat II” gerçekleştirilmiştir.	2010	5.Dünya Kentsel Formu gerçekleştirildi.
1997	Rio + 5	2011	İlk OECD yeşil büyüme göstergeleri
2000	BM Yeni bin yıl hedefleri belirlenmiştir.	2012	Rio+ 20
2002	Johannesburg Zirvesi (Rio + 10)	2015	New York BM Sürdürülebilir kalkınma zirvesi

**Kaynak:** Yılmaz, V. (2018). Sürdürülebilir kalkınma ve yeşil büyüme arasındaki ilişki. *Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives*, 6(2), 79-89.

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için ekonomik büyüme ve çevre ilişkisi uzun yıllardır birçok çalışmaya ve konferansa konu olmuştur. Stockholm konferansında Birleşmiş Milletler (BM) çevre programının kabul edilmesi ile ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisine dikkat çekilmiş ve tedbirler belirlenmiştir. Tablo 1’de sürdürülebilir kalkınma ve yeşil büyüme ile ilgili atılan resmi adımların tarihsel süreci gösterilmektedir. 2005 yılında küresel ısınma, karbon salınımı gündem konusu olmuş yeşil büyüme üzerine çeşitli adımlar atılmıştır. 2011 yılında ilk kez OECD yeşil ekonomik büyüme göstergeleri yayınlanmıştır. Uzun yıllardır yapılan birçok toplantıda ve alınan çok sayıda karara rağmen dünyada ekolojik ayak izi hızla artmaya devam etmektedir. Tarım alanları, balıkçılık alanları, ormanlık alanlar ve havadaki çevresel bozulmayı ifade eden kişi başı ekolojik ayak izi 1961 yılında dünyada 2.28 iken yine aynı dönemde kişi başı biyolojik kapasite 3.12’dir. 1961 yılında 0.84’lük bir biyolojik kapasite rezervi bulunurken, 1970 yılından sonra kişi başı ekolojik ayak izi kişi başı biyolojik kapasiteyi aşmıştır. Kişi başı biyolojik kapasite oranı azalarak 2016 yılında 1.63 civarında gerçekleşirken, kişi başı ekolojik ayak izi 2.75 olarak gerçekleşmiştir. Yani 46 yıllık dönemde kişi başı ekolojik

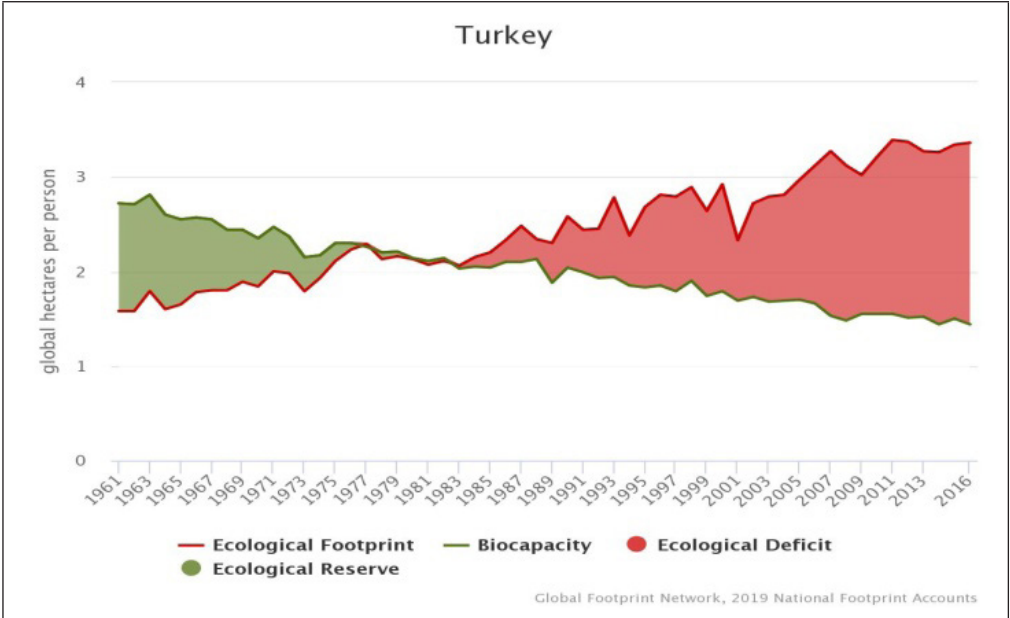
ayak izi artarak 1.12 oranında ekolojik açık oluşmuştur (Global Footprint Network, 2020). Bu veriler incelendiğinde 1970’li yıllardan beri alınan önlemler, yapılan konferanslar ve çevre politikalarının çevresel bozulma üzerinde etkin bir çözüm üretmediği sonucuna ulaşılmaktadır.

### Şekil 1: Sürdürülebilir Kalkınmada Temel Etkenler



*Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.*

### Şekil 2: Türkiye’de Ekolojik Ayak İzinin Seyri



*Kaynak: Global Footprint Network (2020). Erişim Tarihi: 15.03.2020, <http://data.footprintnetwork.org>*

Şekil 2’de Türkiye’de 1961 yılından 2016 yılı sonuna kadar kişi başı ekolojik ayak izinin seyri gösterilmiştir. 1961 yılında kişi başı biyolojik kapasite oranı 2.72, kişi başı ekolojik ayak izi ise 1.58 civarındadır. 1983 yılında Türkiye’de kişi başı ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite eşitlenmiş ve daha sonraki yıllarda kişi başı ekolojik ayak izi armaya devam ederek

2016 yılında 3.66 oranında gerçekleşmiştir. 1961 yılında kişi başı biyolojik kapasite rezerv oranı 1.14 iken, 2016 yılında kişi başı ekolojik açık 1.92 olarak gerçekleşmiştir. Bu veriler çevresel bozulmanın hızla arttığını ve biyolojik kapasitenin giderek azaldığını göstermektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutta yeşil ekonomik büyümenin sağlanması için gerekli tedbirlerin etkin ve planlı bir şekilde uygulanması bu veriler göz önünde bulundurulduğunda oldukça önem arz etmektedir.

### **3. Ampirik Literatür**

Yu & Choi (1985) çalışmalarında 1950-1976 dönemi verilerini kullanarak Filipinler’de, Glassure & Lee (1998) Singapur’da 1961-1990 dönemi için yenilenebilir enerji tüketimindeki değişimlerin gayri safi yurtiçi hasılanın nedeni olduğunu tespit etmişlerdir. Apergis vd. (2010) 1984-2007 dönemi yıllık verilerini kullanarak gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, Apergis & Payne (2010) 1985-2005 yılları için OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimindeki artışların gayri safi yurtiçi hasılayı artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Acaravcı & Erdoğan (2018) yenilenebilir enerji üretiminde öncü beş ülkede (Brezilya, Kanada, Çin, Rusya ve Amerika Birleşik Devletleri) yenilenebilir enerji, çevre ve ekonomik büyüme ilişkisini panel veri analizi yöntemi ile araştırmıştır. 1992-2013 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada yenilenebilir enerji üretiminin çevre kirliliğini azalttığını ve ekonomik büyümede çözüm olacağı sonucuna ulaşmışlardır. Çetin & Sezen (2018) yapısal VAR (SVAR) analizi ile 1970-2014 dönemi verilerini kullanarak, Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimindeki şokların karbondioksit emisyonu ve gayri safi yurtiçi hasılayı negatif etkilediğini yenilenemeyen enerji tüketiminin ise pozitif etkilediğini tespit etmişlerdir. Kutluay Şahin (2018), Avrupa Birliği ülkelerinde 2000-2016 dönemi için çevre vergi gelirleri, ileri teknoloji ihracatı ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi miktarının gayri safi yurtiçi hasıla üzerindeki etkisini araştırmıştır. Panel veri analizi yöntemi ile yapılan uygulama sonucunda çevre vergi gelirleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretiminin ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Luqman vd. (2019), Pakistan’da 1990-2016 dönemi verilerini kullanarak NARDL Yaklaşımı ile sabit sermaye oluşumu, toplam iş gücü ve yenilenebilir enerji tüketiminin gayri safi yurtiçi hasıla üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bulgular yenilenebilir enerji tüketimindeki negatif şokların ekonomik büyümeyi pozitif etkilediğini kanıtlamaktadır. Maji vd. (2019) yapmış oldukları çalışmada Afrika ülkelerini kişi başı gelir gruplarına göre ayırarak üç grupta panel FMOLS ve panel DOLS testleri ile analiz yapmışlardır. 1995-2014 dönemi verilerinin kullanıldığı modelde sabit sermaye oluşumu, toplam iş gücü ve yenilenebilir enerji tüketiminin gayri safi yurtiçi hasıla üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar Afrika ülkelerinde üç gelir grubunda da her iki testte yenilenebilir enerjinin gayri safi yurtiçi hasılayı negatif etkilediği yönündedir. Eren vd. (2019) Hindistan’da 1971-2015 dönemi yıllık verileri kullanılarak finansal gelişmişlik, yenilenebilir enerji tüketimi ve gayri safi yurtiçi hasıla arasındaki ilişki araştırılmıştır. DOLS ve Granger nedensellik testi sonuçlarına göre yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca bu iki değişken arasında geribildirim hipotezinin geçerli olduğu, yani yenilenebilir enerji tüketimindeki değişimin ekonomik büyümenin nedeni olduğu, ekonomik büyümedeki değişimlerin de yenilenebilir enerjideki değişimlerin nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır. 17 gelişmekte olan ülkede yenilenebilir enerji tüketimi, karbondioksit salınımı ve

gayri safi yurtiçi hasıla arasındaki ilişkiyi inceleyen Yao vd. (2019), 1990-2014 dönemi verilerini kullanarak FMOLS ve DOLS yöntemi ile değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi tespit etmişlerdir. Bao & Hu (2019), 1997-2015 dönemi verilerini kullanarak Çin'in 7 bölgesinde panel veri analizi yöntemi ile yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Kentleşme düzeyinin ve yenilenebilir enerji tüketiminin açıklayıcı değişken olarak yer aldığı modelde kişi başı reel gayri safi yurt içi hasıla bağımlı değişken olarak dahil edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi artıracığı sonucuna ulaşılmıştır. Bir diğer çalışmada Chen vd. (2020) Çin'de 1980-2014 verileri kullanılarak analiz yapılmıştır. Kişi başı karbondioksit salınımı, yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerjinin gayri safi yurtiçi hasıla üzerindeki etkisi Zivots-Andrews yapısal kırılmalı birim kök testlerinin ardından ARDL yaklaşımı ile tespit edilmiştir. Ampirik bulgular yenilenebilir enerjideki artışların gayri safi yurtiçi hasılayı kısa dönemde 0,027, uzun dönemde 0,025 azaltacağını göstermektedir.

Rahman & Velayutham (2020) yapmış oldukları çalışmada Güney Asya ülkelerinde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. 1990-2014 dönemi yıllık verilerini kullanarak Panel FMOLS ve Panel DOLS testleri ile yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artışın kişi başı reel gayri safi yurtiçi hasılayı yaklaşık %66 artıracığı sonucuna ulaşmışlardır. Alam & Murad (2020) OECD ülkelerinde FMOLS ve DOLS testleri yenilenebilir enerji tüketimi, ticari açıklık, teknolojik gelişmişlik ve gayri safi yurtiçi hasıladaki artış arasındaki ilişki araştırmışlardır. DOLS testi sonucunda elde edilen bulgulara göre OECD ülkelerinin %87'sinde gayri safi yurtiçi hasıladaki %1'lik artış yenilenebilir enerji tüketimini yaklaşık %1,3 artırırken, FMOLS testine göre yaklaşık %2,3 artırmaktadır. Razmi vd. (2020) ARDL Yaklaşımı ile 1990-2014 döneminde İran'da yenilenebilir enerji ve gayri safi yurtiçi hasıla arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yenilenebilir enerji tüketiminin İran ekonomisinde hem kısa hem de uzun dönemde gayri safi yurtiçi hasılayı pozitif etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır. Destek & Sinha (2020), 24 OECD ülkesinde 1980-2014 dönemi verileri kullanılarak çevresel bozulmayı temsil eden ekolojik ayak izi, kişi başı reel gayri safi yurtiçi hasıla, yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi ve ticari açıklık arasındaki ilişki birim kök ve eşbütünlüşme testlerinin ardından FMOLS ve DOLS testleri ile analiz edilmiştir. Ampirik bulgular yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel bozulmayı azalttığını, yenilenemeyen enerji tüketiminin ise çevresel bozulmayı artırdığını göstermektedir.

## 4. Yöntem ve Bulgular

### 4.1. Veri Seti ve Model

Bu çalışmada Türkiye'nin 1961-2015 dönemi yıllık verileri kullanılarak ekonomik büyümeyi temsil eden kişi başı reel gayri safi yurtiçi hasıla, kişi başı yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretimi ve çevresel bozulma değişkeni olarak Charfeddine (2017), Ulucak & Bilgili (2018), Destek & Sarkodie (2019), Xun & Hu (2019), Destek & Sinha (2020) çalışmalarında olduğu gibi karbondioksit emisyonuna göre çevresel bozulmayı daha iyi temsil ettiği düşünülen ve son yıllarda akademik literatürde yaygın olarak kullanılan ekolojik ayak izi değişkeni verileri kullanılmıştır. Kişi başına reel gayri safi yurtiçi hasıla ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretimi verileri Dünya Bankasından elde edilirken, kişi başı ekolojik ayak izi verileri Global Footprint Network resmi sitesinden elde edilmiştir. Bu çalışmada yer alan değişkenlere ait verilerin açıklamaları ve bazı tanımlayıcı istatistikler aşağıda Tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2: Açıklamalar ve Tanımlayıcı İstatistikler**

Değişkenlerin Simgesi	$\ln GDP$	$\ln EF$	$\ln PRNW$
Açıklamalar	Logaritmik kişi başı reel gayri safi yurt içi hasıla (Dolar)	Logaritmik kişi başı ekolojik ayak izi (gha)	Logaritmik kişi başı yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretimi (kWh)
Kaynak	Dünya Bankası	Global Footprint Network	Dünya Bankası
Gözlem Sayısı	55	55	55
Ortalama	3.805715	0.374574	-0.232600
Jarque Bera	1.870485	2.570582	1.545227
Max.	4.141547	0.530541	0.799832
Min.	3.496207	0.198280	-1.756116

Bu çalışmada Türkiye’de 1961-2015 dönemi verileri kullanılarak yenilenebilir enerjinin ve çevresel bozulmanın ekonomik büyüme üzerindeki etkisi uzun dönemde analiz edilmiştir. Gözlem sayısının 55 yıllık bir dönemi içermesi durumunda çok sayıda yerel ve küresel kriz dönemlerinin yaşanması ve dolayısıyla ekonomide durgunluk ve genişleme dönemlerinin olması dikkate alınarak konjunktürde yaşanan asimetrik dalgalanmalar nedeniyle doğrusal olmayan zaman serisi modelleri kullanılarak parametre tahminleri yapılmıştır.

**Şekil 3: Logaritmik Değişkenlerin Grafikleri**





#### 4.2. Birim Kök Testi Sonuçları

Serilerin ortalamasının, varyansının ve kovaryansının zaman içinde değişmediği durum bir zaman serisinin durağan olduğunu göstermektedir. Serilerin istatistiki özelliklerinin zaman içinde değişmediği durumu ifade eden durağanlık birim kök testleri ile sınanmaktadır. Durağan olmayan seriler ile analiz yapmak sahte regresyona ve yanıltıcı sonuçlar elde etmeye neden olmaktadır (Engle & Granger, 1987). Bu nedenle ilk olarak serilerin durağan olup olmadıkları geleneksel birim kök testleri ve yapısal kırılmalı birim kök testleri aracılığıyla sınanmıştır.  $H_0$  hipotezi serinin birim kök içerdiğini dolayısıyla durağan olmadığını ifade etmektedir.  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi durumunda ise serinin durağan olduğu sonucuna ulaşılır. Aşağıdaki Tablo 3'te geleneksel birim kök testi Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Testi ile gerçekleştirilen durağanlık sınaması sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 3: Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Testi Sonuçları**

Değişkenler		<i>lnGDP</i>	<i>lnEF</i>	<i>lnPRNW</i>
Trendsiz	<i>Kritik Değ.</i>	-3.560019*	-2.91765**	-2.59668***
	<i>t ist.</i>	-7.120836	-11.74663	-6.617734
	<i>Olasılık</i>	0.0000	0.0000	0.0000
Trendli	<i>Kritik Değ.</i>	-4.140858*	-3.49696**	-3.177579***
	<i>t ist.</i>	-7.071524	-11.65740	-7.023032
	<i>Olasılık</i>	0.0000	0.0000	0.0000

*Not: Tüm değişkenlerin I(1) durağan olduğu durum tablolaştırılmıştır. \*, \*\*, \*\*\*, sırasıyla %1, %5, %10 anlamlılık düzeyinde kritik değerleri ifade etmektedir. İdeal gecikme uzunluğu AIC, bant genişliği Newey-West yöntemine göre belirlenmiştir.*

Tablo 3'te yer alan sonuçlara göre trendli ve trendsiz olmak üzere iki farklı formda t istatistik değerinin kritik değerlerden küçük olması  $H_0$  hipotezinin reddedilmesine ve dolayısıyla *lnGDP*, *lnEF* ve *lnPRNW* serilerinin birinci farklarında durağan olduğunu göstermektedir.

Zivot-Andrews yapısal kırılmalı birim kök testi ise kırılma dönemini içsel olarak belirleyerek trend fonksiyonunda tek bir kırılmaya izin vermektedir. Bu testte üç farklı model ile tek kırılmaya imkan tanıyan birim kök sınaması gerçekleştirilmektedir. Model A düzeyde, Model B trendde (eğimde) ve Model C ise hem düzeyde hem de trendde kırılmaya izin vermektedir. Bu kırılma dönemleri modele içsel olarak dahil edilmektedir (Zivot & Andrews, 1992). Zivot-Andrews yapısal kırılmalı birim kök testine ilişkin modellerin denklemleri şu şekildedir:

$$\text{Model A: } X_t = \alpha + \beta_t + \delta X_{t-1} + \theta_1 DU(\lambda) + \sum_{t-i}^k \delta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\text{Model B: } X_t = \alpha + \beta_t + \delta X_{t-1} + \theta_2 DT(\lambda) + \sum_{t-i}^k \delta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\text{Model C: } X_t = \alpha + \beta_t + \delta X_{t-1} + \theta_1 DU(\lambda) + \theta_2 DT(\lambda) + \sum_{t-i}^k \delta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

(1), (2) ve (3) nolu denklemlerde yer alan DU ve DT sırasıyla düzeyde ve trendde kukla değişkenleri temsil ederken,  $t$  zamanı,  $\lambda$  kırılma noktasını ifade etmektedir. Tablo 4'te Zivot-Andrews yapısal kırılmalı birim kök testi sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo 4: Zivot-Andrews Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi Sonuçları**

Değişkenler	Model	$t$ -istatistik	Olasılık	Kırılma Tarihi				
$\ln GDP$	A	-3.615416	0.008657	1979				
	B	-3.560416	0.006914	2003				
	C	-3.889405	0.040011	1999				
$\ln EF$	A	-6.455001	0.220292	2001				
	B	-6.254967	0.988933	1972				
	C	-6.734125	0.049943	2001				
$\ln PRNW$	A	-2.119362	0.009199	2007				
	B	-2.551916	0.015412	2004				
	C	-3.689007	0.004765	1984				
<b>Model A</b>			<b>Model B</b>			<b>Model C</b>		
%1	%5	%10	%1	%5	%10	%1	%5	%10
-5.34	-4.93	-4.58	-4.80	-4.42	-4.11	-5.57	-5.08	-4.82

Not: Model A, B, C sırasıyla düzey, trend, düzey ve trend'i dikkate alarak en fazla bir yapısal kırılmayı göstermektedir.

Tablo 4'te kırılma tarihleri ve birim kök test sonuçları detaylı olarak gösterilen  $\ln GDP$ ,  $\ln EF$  ve  $\ln PRNW$  serilerinde, test istatistik değerlerinin Zivot-Andrews kritik değerlerinden küçük olması nedeniyle birim kökün varlığını temsil eden  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir.

#### 4.3. TAR Modeli ve Tahmin Sonuçları

Ekonomide durgunluk ve genişleme dönemleri yaşandığında konjonktürde asimetrik dalgalanmalar görülmektedir. Bu durumda doğrusal bir model ile yapılan tahminler asimetrik yapıda olan değişkenleri temsil etmede yeterli olmamaktadır. Tong (1983) tarafından literature kazandırılan ve Tsay (1989) tarafından geliştirilen Eşikli Otoregresif Model (Threshold Autoregressive veya kısaca TAR Modeli) farklı rejim dönemlerinde farklı doğrusal regresyonların tahmini sağlamaktadır. Yani bir diğer ifadeyle model parçalanarak her bir rejim dönemi için doğrusal model oluşturulur. Eşik modelleri, ekonominin farklı rejim dönemlerinde birden fazla doğrusal model olduğunu varsaydığı için daha gerçeğe yakın tahminler sunmaktadır. Rejim değişikliğini eşik değeri (threshold value) değeri göstermektedir. Bu eşik değeri ile karmaşık olasılıksal sistem daha küçük alt sistemlere ayrıştırılarak analiz edilir. TAR modelleri eşik değişkenin belirlenmesinde izlenen yöntemle göre çeşitli isimlerle ifade edilir. Bu modeller arasında eşik değişkeninin modelin dışından bir değişken olması durumunda Threshold Autoregressive (TAR), eşik değişkeninin bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinden oluşması durumunda ise Self Exciting Threshold Autoregressive (SETAR) modeli söz konusudur (Bildirici vd., 2010). İlk kez Tong (1983) tarafından ortaya çıkarılan ve daha sonra geliştirilen TAR modeli denklemi şu şekildedir:

$$Y_t = a_0^{(i)} + a_1^{(i)} Y_{t-1} + a_{pi}^{(i)} Y_{t-pi} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$\gamma_{i-1} < S_{t-d} < \gamma_i \quad i = 1, 2, \dots, k$$

(4) nolu eşitlikte yer alan  $k$  rejim sayısını  $S_{t-d}$ , eşik değişkenini,  $\gamma$  eşik değerini ifade etmektedir.  $d$  ise  $S_{t-d}$ 'nin gecikme uzunluğunu göstermektedir. Parametrelerin üst indislerindeki ifadeler değişkenlerin bulunduğu rejimleri ifade etmektedir. İki rejimli SETAR modeli denklemi şu şekildedir:

$$Y_t = \begin{cases} a_1^{(1)} y_{t-1} + a_p^{(1)} Y_{t-p} I[Y_{t-d} \leq \gamma] + \varepsilon_t, \\ a_1^{(2)} y_{t-1} + a_p^{(2)} Y_{t-p} I[Y_{t-d} > \gamma] + \varepsilon_t, \end{cases} \quad (5)$$

Eşik modelleri işlem basamakları şunlardır; *i*) ( $p$ ) geçici bir AR süreci ve muhtemel eşik değişkenler belirlenir. *ii*) Eşik değişkenlerinin her biri için doğrusal olup olmadığı test edilir. *iii*) İkinci basamakta elde edilen bulgulara göre uygun eşik değişken seçilir. *iv*)  $p$  ve  $d$  değerleri için dağılım grafikleri aracılığıyla eşik değerler tespit edilir. Tablo 5'te değişkenlerin Tsay ve Ramsey RESET testleri ile doğrusallık sınaması sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 5: Doğrusallık Test Sonuçları**

<i>Doğrusallık Testi</i>	<i>Tsay Testi</i>		<i>Ramsey RESET Testi</i>	
	<i>F-İstatistik</i>	$R^2$	<i>F-İstatistik</i>	<i>Olabilirlik Oranı</i>
<i>Değişkenler</i>	<i>Olasılık Değ.</i>		<i>Olasılık Değ.</i>	
<i>lnGDP</i>	0.000000	0.992867	0.0000	0.0000
<i>lnEF</i>	0.000000	0.988829	0.0000	0.0000
<i>lnPRNW</i>	0.000000	0.852821	0.0000	0.0139

Tablo 5'te yer alan sonuçlara göre Tsay testinde tüm değişkenlerin F-istatistik olasılık değerinin anlamlı ve  $R^2$ 'nin yüksek olması doğrusallığın olmadığını göstermektedir. Yine aynı tabloda yer alan Ramsey RESET testi sonuçlarına göre, serinin doğrusal olduğunu öngören  $H_0$  hipotezinin reddedildiği ve dolayısıyla değişkenlerin doğrusal olmadığı tespit edilmiştir. Değişkenlerin her iki testte de doğrusal olmaması nedeniyle Eşik Otoregresif modeli ile farklı rejim dönemlerinde parametre tahminleri yapılmıştır. Tablo 6'da TAR modeli tahmin sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 6: Threshold Autoregressive (TAR) Modeli Tahmin Sonuçları**

Açıklamalar	Model 1	Model 2		
Bağımlı Değişken	$\ln GDP$	$\ln GDP$		
Eşik Değişkeni	$\ln PRNW(-1)$	$\ln EF(-1)$		
$R^2$	0.973174	0.980244		
F-İstatistik Olasılık Değ.	0.000000	0.000000		
Eşik Değerleri	$\ln PRNW(-1) < 0.2681323 \leq \ln RNW(-1)$ (39) (12)	$\ln EF(-1) < 0.4350562 \leq \ln EF(-1)$ (34) (18)		
c	3.190154*	3.097003*	3.254806*	3.446218
$\ln EF$	1.624170*	1.676233*	1.388737*	1.182396*
$\ln PRNW$	-0.005248	0.219709*	-0.022786**	0.055619*

Not: Tabloda eşik değerler kısmında parantez içindeki rakamlar gözlem sayısını ifade etmektedir.

Tablo 6'da yer alan gayri safi yurtiçi hasılanın bağımlı yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretiminin bir gecikmeli değerinin eşik değişken olduğu *Model 1*'in sonuçlarına göre birinci rejim döneminde eşik değişkeninin eşik değeri olan 0.2681323'ten küçük 39 yıllık gözlem sayısı bulunmaktadır. 1962-2001 dönemini içeren bu yıllarda eşik değeri 0.2681323'ün altında iken ekolojik ayak izindeki %1'lik artış gayri safi yurtiçi hasılayı dolayısıyla ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte yaklaşık %1.62 artışa yol açmıştır. Bu rejim döneminde yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretimi istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte ekonomik büyüme üzerinde çok düşük de olsa negatif bir etkiye sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretiminin %1'lik artışının ekonomik büyümeyi %0.005 azaltacağı sonucuna ulaşılmıştır. 2001 yılı sonrası dönemi kapsayan ikinci rejimde ise yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisinin 0.2681323'ün üstünde olduğu durumda ekolojik ayak izindeki %1'lik artış istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte ekonomik büyüme üzerinde yaklaşık %1.68 artışa yol açmaktadır. 2002-2015 dönemini içeren ikinci rejimde yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretimindeki %1'lik artışın ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve %0.219709'lik pozitif bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Her iki rejim döneminde de c sabiti ekonomik büyümenin bu iki değişken dışında ne kadar etkileceğini göstermektedir.  $R^2$  bağımlı değişken olan ekonomik büyümenin açıklayıcı değişkenler tarafından açıklanma gücünü gösterirken, F-istatistik olasılık değeri ise modelin bir bütün olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. *Model 2*'de ekolojik ayak izinin bir gecikmeli değeri eşik değişken olarak seçilmiştir. Eşik değişkeninin 0.4350562'den küçük olduğu birinci rejim 34 yıllık dönemden oluşmaktadır. İkinci rejim dönemi ise 18 yıllık dönemden oluşmaktadır. Ekolojik ayak izi birinci ve ikinci rejim döneminde ekonomik büyümeyi pozitif etkilerken, yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretimi birinci rejim döneminde negatif ikinci rejim döneminde ise pozitif etkilemektedir.

## 5. Sonuç

Bu çalışmada yeşil ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma açısından Türkiye’de ekolojik ayak izi ve yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi incelenmiştir. 1961-2015 dönemi yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmada uzun dönemli zaman serisi analizi yapılmıştır. Veri seti döneminin içinde birçok krizi ve durgunluk dönemlerini bulundurması ile doğrusal olmayan zaman serisi ekonometrik yöntemleri kullanılmıştır. İlk olarak geleneksel ve yapısal kırılmalı birim kök testleri ile serilerin durağanlık sınaması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Tsay ve Ramsey RESET testi gibi iki farklı test ile ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik enerjisi üretimi ve ekolojik ayak izi değişkenlerinin doğrusal olup olmadıkları sınanmıştır. TAR modeli ile farklı rejim dönemlerinde katsayı tahminleri yapılmıştır.

Sonuçlar literatürle paralel olarak Kutluay Şahin (2018), Bao & Hu (2019), Rahman & Velayutham (2020) ve Rahmi vd. (2020) çalışmalarında farklı ülkelerde ve benzer veri setlerinde ekonomik büyümenin pozitif etkilediği bulgularını desteklemektedir. Elde edilen bulgulara göre 1962-2001 yıllarını kapsayan birinci rejim döneminde ekolojik ayak izindeki artışlar ekonomik büyümeyi pozitif etkilemektedir. Bu rejim döneminde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi çok düşük de olsa negatif etkilediği tespit edilmiştir. Bunun nedeninin söz konusu rejim dönemi yıllarında Türkiye’de yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir kalkınma adımlarının ve kurumlarının erken dönem maliyetlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim 2002-2015 yıllarını kapsayan ikinci rejim döneminde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerinde birinci rejim döneminin aksine pozitif bir etki oluşturduğu gözlemlenmiştir. Söz konusu ikinci rejim döneminde Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağladığı elektrik enerjisi üretimi ekonomik büyümeyi artıran bir rol oynamaktadır. Bu sonuçlar dikkate alındığında Türkiye’de sürdürülebilir kalkınmanın ve çevre dostu enerji kaynaklarının üretiminin artırılması gerektiği düşünülmektedir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı

Tuğba Koyuncu: Verilerin Düzenlenmesi, Ekonometrik analiz, Araştırma, Metodoloji, Yazı. Tuba Karabulut: Literatür Taraması, Yazı, Kavramsallaştırma.

## Kaynakça

- Acaravcı, A. & 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.
- Alam, M. & Murad, W. (2020). The impacts of economic growth, trade openness and technological progress on renewable energy use in organization for economic cooperation and development countries. *Renewable Energy*, 145, 382-390.
- Apergis, N. & Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38, 656-660.
- Apergis, N., Payne, J., Menyah, K. & Wolde-Rufael, Y. (2010). On the causal dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth. *Ecological Economics*, 69, 2255-2260.
- Aşıcı, A. A. & Şahin, Ü. (2012). *Yeşil Ekonomi*. 1. Baskı, İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.

- Bao, C. & Xu, M. (2019). Cause and effect of renewable energy consumption on urbanization and economic growth in China's provinces and regions. *Journal of Cleaner Production*, 231, 483-493.
- Bildirici, M. E., Alp, E. A., Ersin, Ö. Ö. & Bozoklu, Ü. (2010). İktisatta kullanılan doğrusal olmayan zaman serisi yöntemleri. İstanbul: Türkmen Kitapevi.
- Brundtland, G. H. (1987). Our common future: Report of the world commission on environment and development. Oxford University Press.
- Charfeddine, L. (2017). The impact of energy consumption and economic development on Ecological Footprint and CO2 emissions: Evidence from a Markov Switching Equilibrium Correction Model. *Energy Economics*, 65, 355-374.
- Chen, Y., Wang, Z. & Zhang, Z. (2019). CO2 emissions, economic growth, renewable and non-renewable energy production and foreign trade in China. *Renewable Energy*, 131, 208-216.
- Çetin, M. & Sezen, S. (2018). Türkiye'de yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit salınımı arasındaki ilişki: Bir SVAR (Yapısal VAR) analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(1), 136-157.
- Destek, M. A. & Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: The role of energy and financial development. *Science of the Total Environment*, 650, 2483-2489.
- Destek, M. A. & Sinha, A. (2020). Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organisation for economic co-operation and development countries. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118537.
- Diñçer M. Z. & Aslan, Ö. (2008). Sürdürülebilir kalkınma, yenilenebilir enerji kaynakları ve hidrojen enerjisi: Türkiye değerlendirmesi. Yayın No: 2009-51, İstanbul: İTO Yayınları.
- Engle, R. F. & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 55, 251-276.
- Eren, B. M., Taşpınar, N. & Gökmenoğlu, K. K. (2019). The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: Empirical analysis of India. *Science of the Total Environment*, 663, 189-197.
- Glasure, Y. U. & Lee, A. R. (1998). Cointegration, error-correction, and the relationship between GDP and energy: The case of South Korea and Singapore. *Resource and Energy Economics*, 20(1), 17-25.
- Global Footprint Network (2020). Erişim Tarihi: 15.03.2020, <http://data.footprintnetwork.org>
- Kutluay Şahin, D. (2018). Yeşil ekonomi ve sürdürülebilir büyüme ilişkisi: Avrupa Birliği ülkeleri için ampirik bir analiz. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(18), 1-13.
- Luqman, M., Ahmad, N. & Bakhsh, K. (2019). Nuclear energy, renewable energy and economic growth in Pakistan: Evidence from non-linear autoregressive distributed lag model. *Renewable Energy*, 139, 1299-1309.
- Maji, I. K., Sulaiman, C. & Abdul-Rahim, A. S. (2019). Renewable energy consumption and economic growth nexus: A fresh evidence from West Africa. *Energy Report*, 5, 384-392.
- OECD (2011). Towards green growth: A summary for policy makers. Organization for Economic Co-operation and Development, May 2011.
- Rahman, M. M. & Velayutham, E. (2020). Renewable and non-renewable energy consumption-economic growth nexus: New evidence from South Asia. *Renewable Energy*, 147, 399-408.
- Razmi S. F., Bajgiran B. R., Behname M., Salari T. E. & Razmi S. M. J. (2020). The relationship of renewable energy consumption to stock market development and economic growth in Iran. *Renewable Energy*, 145, 2019-2024.

- Soubbotina, T. P. & Sheram, K. A. (2000). Beyond economic growth: Meeting the challenges of global development. Wasington, USA: World Bank.
- Tıraş, H. H. (2012). Sürdürülebilir kalkınma ve çevre: Teorik bir inceleme. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İİBF Dergisi, 2, 57-73.
- Tsay, R. S. (1989). Testing and modeling threshold autoregressive processes. Journal of the American Statistical Association, 84(405), 231-240.
- Tong, H. (1983). Threshold models in nonlinear time-series analysis. New York: Springer-Verlag.
- Ulucak, R. & Bilgili, F. (2018). A reinvestigation of EKC model by ecological footprint measurement for high, middle and low income countries. Journal of Cleaner Production, 118, 144-157.
- Xun, F. & Hu, Y. (2019). Evaluation of ecological sustainability based on a revised three-dimensional ecological footprint model in Shandong Province, China. Science of the Total Environment, 649, 582-591.
- Yao S., Zhang, S. & Zhang, X. (2019). Renewable energy, carbon emission and economic growth: A revised environmental Kuznets Curve perspective. Journal of Cleaner Production, 235, 1338-1352.
- Yılmaz, V. (2018). Sürdürülebilir kalkınma ve yeşil büyüme arasındaki ilişki. Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives, 6(2), 79-89.
- Yu, E. & Choi, J. (1985). The causal relationship between energy and GNP: An international comparison. Journal of Energy Development, 10, 249-272.
- Zivot, E. & Andrews, D. W. K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. Journal of Business & Economic Statistics, 10(3), 251-270.

## **EXTENDED SUMMARY**

### **Research Questions & Purpose**

In this study, the effect of electric energy production from renewable energy sources on economic growth in Turkey in terms of sustainable development and green economy was investigated. Rapidly increasing environmental pollution and inefficient use of resources will confront future generations with an environment that cannot meet their needs. In this context, when we consider the definition of economics as a branch of science that provides the opportunity to meet unlimited human needs with scarce resources, the question of whether resources are scarce or not used effectively constitutes the main problem of the study. In addition, determining whether the electrical energy obtained from renewable energy sources leads to economic growth is another problem that the study seeks to solve. The main purpose of the study is to determine the effect of the production of renewable energy resources that can be re-consumed in Turkey and the use of these resources in the production process on economic growth, since fossil energy resources are exhaustible.

### **Literature Review**

Yu & Choi (1985) using data for the 1950-1976 period in their study, and Glassure and Lee (1998) found that the changes in renewable energy consumption in Singapore for the period 1961-1990 were the cause of gross domestic product. Using annual data for the 1984-2007 period, Apergis et al. (2010) concluded that increases in renewable energy consumption in OECD countries for the years 1985-2005 increased gross domestic product in developed and developing countries. Acaravcı & Erdoğan (2018) investigated the relationship between renewable energy, environment and economic growth in five leading countries (Brazil, Canada, China, Russia and the United States) in renewable energy production using panel data analysis. In the study using the data of 1992-2013 period, they concluded that renewable energy production reduces environmental pollution and will be a solution for economic growth. Çetin & Sezen (2018) using structural VAR (SVAR) analysis and data for the period 1970-2014, found that shocks in renewable energy consumption in Turkey negatively affect carbon dioxide emissions and gross domestic product, while non-renewable energy consumption has a positive effect.

### **Methodology**

In this study, annual data for the period of 1961-2015 in Turkey were used. The reason for choosing this period range is to analyze the ecological footprint and the course of electrical energy production from renewable energy sources on economic growth in the long term. The fact that the data set includes a long period of 55 years has necessitated the use of nonlinear econometric models that also take into account the crises and economic recessions experienced during the said period. For this reason, nonlinear econometric models were used in the study. In the study, using Turkey's 1961-2015 period annual data, per capita real gross domestic product representing economic growth, electrical energy production per capita from renewable energy sources and environmental degradation as variables Charfeddine (2017), Ulucak & Bilgili (2018), Support As in the studies of & Sarkodie (2019), Xun & Hu (2019), Support & Sinha (2020), ecological footprint variable data, which are thought to represent environmental degradation better than carbon dioxide emissions and have been widely used in the academic



literature in recent years, were used. While data on real gross domestic product per capita and electricity generation from renewable energy sources were obtained from the World Bank, per capita ecological footprint data were obtained from the Global Footprint Network official site.

### **Results and Conclusions**

The results of this study support the findings that economic growth is positively affected. According to the findings, the increases in the ecological footprint affect the economic growth positively in the first regime period covering the years 1962-2001. In this regime period, it has been determined that renewable energy has a negative effect on economic growth, albeit very low. It is thought that this may be due to the early costs of renewable energy and sustainable development steps and institutions in Turkey during the regime period in question. As a matter of fact, in the second regime period covering the years 2002-2015, it was observed that renewable energy had a positive effect on economic growth unlike the first regime period. In the second regime period in question, Turkey's electrical energy production from renewable energy sources plays an increasing role in economic growth. Considering these results, it is thought that sustainable development and the production of environmentally friendly energy resources should be increased in Turkey.