

Yayın Geliş Tarihi: 18.11.2014
Yayın Kabul Tarihi: 24.03.2015
Online Yayın Tarihi: 30.06.2015

Dokuz Eylül Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi
Cilt:30, Sayı:1, Yıl:2015, ss. 55-78

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği

Serkan ÇINAR¹

Mine YILMAZER²

Öz

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar arz ve talep yönlü olmak üzere iki farklı yaklaşıma dayanmaktadır. Arz yönlü yaklaşımda, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin ekonomik büyüme etkisi geleneksel üretim fonksiyonu ile araştırılmaktadır. Talep yönlü yaklaşımda ise yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu ve enerji fiyatları arasındaki ilişki incelenmektedir. Bu çalışmada arzı kit ve karbondioksit emisyonu yüksek olan yenilenemez kaynakların alternatifi yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ve bu kaynakların tüketimini belirleyen değişkenler incelenmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle arz ve talep yönlü iki ayrı model kurulmuştur. Arz yönlü model yardımıyla, yenilenebilir kaynakların ekonomik büyüme üzerindeki etkisi; talep yönlü model yardımıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri araştırılmaktadır. Ekonometrik analizler sonucunda, gelişmekte olan ülkelerde 1990-2013 dönemi için sürdürülebilir büyümenin gerçekleşmesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyici bir rol oynadığı ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir ve Yenilenemez Kaynaklar, Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi

JEL Sınıflandırma Kodları: C33, Q20, Q30

Determinants of Renewable Energy Resources and Their Relationship Between Economic Growth: The Case of Developing Countries

Abstract

Literature on the relationship between energy consumption and economic growth is based on two different approaches that are supply-side and demand-side. The impact of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth is investigated with traditional production function on supply-side approach. The relationship between renewable energy consumption, economic growth, CO₂ and energy prices is analyzed on demand-side approach. In this study, the impact of renewable resources on economic growth, which is the alternative of non-renewable resources that are insufficient and emit high-level CO₂, have been examined and the variables that determines the consumption of renewable resources are inquired. For that reason, it has been created two different models as supply-side and demand –side. In the econometric analysis based on a Cobb-Douglas production function have been investigated the effects of renewable and non-renewable resources on economic growth from 1990 to 2013. Additionally, the determinants of the renewable energy resources are analyzed on demand-side approach.

Keywords: Renewable and Non-renewable Resources, Economic Growth, Panel Data

JEL Classification Codes: C33, Q20, Q30

¹ Araş. Gör. Dr., Celal Bayar Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Bankacılık Finans Bölümü, Muradiye Kampüsü, Yunusemre-Manisa. serkan.cinar@cbu.edu.tr

² Doç. Dr., Celal Bayar Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Uluslararası Ticaret Bölümü, Muradiye Kampüsü, Yunusemre-Manisa. mine.yilmazer@cbu.edu.tr

1. GİRİŞ

Son yılların ana sorunlarından biri olan küresel ısınma ve iklim değişikliğinin temel nedenleri insan kökenlidir (IPCC, 2013: 13). Günümüz insan ihtiyaçlarını karşılamak uğruna gerçekleştirilen faaliyetler doğaya ve gelecek kuşakların yaşam kalitesine zarar vermektedir. Dünya nüfusundaki hızlı artış, sanayileşme faaliyetleri, teknolojik yenilikler, yaşam seviyesindeki yükselme ve hızla artan tüketim harcamaları yoğun bir enerji talebine yol açmaktadır. Her geçen gün artan talebi karşılamak için gerçekleştirilen enerji üretiminde, daha rahat bulunur ve az maliyetli olması nedeniyle büyük ölçüde geleneksel fosil yakıtlar (yenilenemez kaynaklar) tercih edilmektedir. Petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlara dayalı enerji kullanımından ortaya çıkan karbondioksit (CO₂) ve benzeri sera gazları, ortalama yüzey sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Bu durum, kaçınılmaz olarak iklim değişikliğine ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına yol açmaktadır. Aynı zamanda tehdit altındaki birçok bitki ve hayvan türünün suyun ve havanın temizlenmesine, sel ve erozyonun önlenmesine, tarımsal üretim ve gıda zincirinin devamlılığına olumlu etkide bulunduğu düşünülürse, küresel ölçekte yeni felaketlerin ortaya çıkabileceğinden söz edilebilir. Sürekli artan enerji talebi ve fosil yakıt kullanımından kaynaklanan küresel ısınmanın önlenmesine yönelik uluslararası çalışmalar, daha “temiz” olduğu kabul edilen yenilenebilir enerji kaynak (hidroelektrik, jeotermal, güneş, gel-git, rüzgâr, bio-kütle ve bio-yakıt) kullanımını destekleyen ve artıran politikalara hız kazandırmıştır. Son yıllarda elektrik üretiminde yenilenebilir kaynak kullanımının arttığı ve gelecek dönemlerde artmaya devam edeceği gözlenmektedir. Küresel olarak toplam enerji üretiminde yenilenebilir kaynak kullanımının payı 2006 yılında %19 iken, bu oranın 2011 yılında %20’ye yükseldiği, 2018 yılında %25 olacağı tahmin edilmektedir (IEA, 2013: 4).

Sanayi devriminden 1990’lı yıllara kadar yenilenemez kaynakların tüketimi ve iklim değişikliği hareketlerinde bugünün sanayileşmiş ülkelerinin sorumluluğu büyüktür. Bununla birlikte, günümüzde hızla büyüyen gelişmekte olan ülkelerin gittikçe artan enerji talebi ve CO₂ emisyonları dikkate alınırca, küresel ısınma ile

mücadele ve yenilenebilir enerji kaynak kullanımına yönelik politika oluşturmada bu ülkelere öncelik verilmesi gerektiği kabul edilebilir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Uluslararası literatürde, enerji üretiminde kullanılan doğal kaynakların ekonomik çıktı üzerinde önemli bir etkisi olduğu görüşü genel kabul görmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar arz ve talep yönlü olmak üzere iki farklı yaklaşıma dayanmaktadır. Arz yönlü yaklaşımda, enerji üretiminde kullanılan doğal kaynakların ekonomik büyümeye etkisi geleneksel üretim fonksiyonu ile araştırılmaktadır. Son dönemde yapılan çalışmalarda doğal kaynaklar ikiye ayrılarak yenilenebilir ve yenilenemez kaynakların üretim fonksiyonundaki önemi karşılaştırılmaya çalışılmaktadır. Talep yönlü yaklaşımda ise yenilenebilir enerji tüketiminin bileşenleri araştırılmaktadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme, CO₂, ikame ürünlerin fiyatı (petrol fiyatı vb), net enerji ithalatı ve benzeri değişkenler arasındaki ilişki incelenmektedir. Aşağıda bu alanda yapılan uygulamalı çalışmalar arz ve talep yönlü olmak üzere iki ana başlık altında özetlenmiştir.

2.1. Arz Yönlü Yaklaşım

İşgücü ve sermayenin yanında en önemli üretim faktörlerinden biri enerjidir; dünya nüfusu ve üretim hacmi yükseldikçe enerjiye verilen önem de giderek artmaktadır. Bu nedenle literatürde, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme bağlantısını inceleyen çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Bu çalışmaların çoğunluğunda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi farklı ülke ve ülke grupları ele alınarak ve farklı yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Farklı modeller kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda elde edilen sonuçlar genellikle nedensellik ilişkisini test etmeye yöneliktir. Elde edilen bulgulara göre, tek yönlü ya da karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğunu ispatlayan çalışmalar yanında karşılıklı etkileşim olmadığını tespit eden araştırmalara da rastlanmaktadır. Örneğin, Narayan ve Smyth (2008), Apergis ve Payne (2009), Magnani ve Vaona (2013) Panel Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik modellerini

kullanarak, Apergis ve Payne (2010a) Pedroni Panel Eşbütünleşme Modeli ile, Shahbaz vd. (2011), Javid vd. (2013) Yapısal VAR (Vektör Otoregresif) ve Granger Nedensellik Modelleriyle ve Shaari (2013) Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik modelleriyle test ettikleri çalışmalarında enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Buna karşılık, Granger Nedensellik Modelini kullanan Kraft ve Kraft (1978) ve Kwakwa (2012) ile Panel ARDL (Autoregressive Distributed Lag - Otoregresif Gecikmeleri Dağıtılmış Model) Modeliyle analiz yapan Sarı vd. (2008) nedensellik ilişkisinin ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Diğer taraftan her iki değişkenin karşılıklı etkileşimini kanıtlayan araştırmalara da rastlanmaktadır. Panel Eşbütünleşme Modelini kullanan Apergis ve Payne (2010b), Li vd. (2011), Pao ve Tsai (2011), Salim ve Rafiq (2012), GMM (Generalised Method of Moments-Araç Değişkenler Yöntemi) Tahmincisi ile analiz yapan Bayraktutan (2011) ve Omri (2013), Granger Nedensellik testi yapan Payne (2011), Korkmaz ve Develi (2012) iki değişken arasında karşılıklı nedensellik olduğunu destekleyen önemli araştırmacılarıdır. Son olarak Soytaş vd. (2007) ve Menegaki (2011) Panel Veri Rassal Etkiler Modelini kullanarak yaptıkları çalışmalarında enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Son yıllarda küresel ısınma, iklim değişikliği tartışmaları ve enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen öneme paralel olarak yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme bağlantısını test eden birçok araştırma (Apergis ve Payne (2010a), Apergis ve Payne (2010b), Shahbaz vd. (2011), Menegaki (2011), Apergis ve Payne (2011), Bayraktutan (2011), Tugcu vd. (2012), Salim ve Rafiq (2012), Marques ve Fuinhas (2012), Magnani ve Vaona (2013)) gerçekleştirilmiştir.

Apergis ve Payne (2010a) 20 OECD ülkesinde 1985-2005 döneminde yenilenebilir enerjinin işgücü ve sermaye ile birlikte büyümeyi olumlu yönde etkilediğini bulmuştur. Apergis ve Payne (2010b) 1992-2007 yılları arasında 13 Asya ülkesi için Panel Eşbütünleşme Modeliyle analiz yapmış ve hem kısa hem

uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimi ve büyüme arasındaki iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya çıkarmıştır. Shahbaz vd. (2011) 1980-2008 döneminde Romanya’da Yapısal VAR Modeli kullanarak yaptığı çalışmasında yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu minimize ettiği, daha fazla desteklendiği takdirde büyümeyi de olumlu etkileyeceği sonucuna ulaşmıştır. Panel Eşbütünleşme Modelini kullanan Apergis ve Payne (2011), altı adet Orta Amerika ülkesinde kısa ve uzun dönemde yenilenebilir enerji ile gelir arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu bulmuştur. Bayraktutan vd. (2011) 1980-2007 döneminde OECD ülkelerine yenilenebilir elektrik üretimi ve büyüme arasında pozitif ve iki yönlü bir ilişki olduğunu bulmuştur. Tuğcu vd. (2012) 1980-2009 döneminde G7 ülkelerine uyguladıkları Panel ARDL testi sonucunda, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin ekonomik büyümenin önemli belirleyicileri olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Panel ARDL ve Granger Nedensellik analizleri yapan Salim ve Rafiq (2012), 1980-2005 döneminde altı gelişen piyasa ekonomisinde yenilenebilir enerji tüketiminin uzun dönemde gelir ve kirlilik emisyonu tarafından belirlendiğini, kısa dönemde yenilenebilir enerji ve gelir arasında ve yenilenebilir enerji ve kirlilik emisyonu arasında iki yönlü nedensellik olduğunu vurgulamıştır. Menegaki (2011) 1997-2007 döneminde 27 Avrupa ülkesinde ve Marques ve Fuinhas (2012) 1990-2007 döneminde 24 Avrupa ülkesinde yenilenebilir enerji kaynaklarında maliyetlerin yüksek olması nedeniyle, bu kaynakların büyüme üzerine etkisinin zayıf olduğunu ya da elektrik fiyatlarını yükselteceğini savunmuşlardır. Farklı olarak Magnani and Vaona (2013), İtalya’da yenilenebilir enerji kaynaklarının büyümeye olumlu etkisi olduğunu bulmuştur. Bütün bu araştırmalardan elde edilen genel sonuç, yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerinde diğer doğal kaynaklar ile işgücü ve sermaye kadar etkili bir üretim faktörü olduğunu göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyümeyi artırdığına yönelik bulguların ağırlık kazanması, küresel ısınmayla mücadele için yenilenebilir enerji kaynaklarına öncelik verilmesi önerisini desteklemektedir.

2.2. Talep Yönlü Yaklaşım

Enerjinin ve özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerine pozitif etkisi olduğu kabul edilmektedir. Eğer yenilenebilir kaynaklar büyüme için önemliyse bu kaynakların talebi hangi değişkenlerden etkilenir? Yukarıdaki araştırmalar ışığında incelenen bir diğer konu budur. Bu konuyu araştıran çalışmalardan elde edilen sonuçlar, yenilenebilir enerji kaynaklarını hangi değişkenlerin yönlendirdiğini ve bu değişkenlerden hangilerinin daha etkili olduğunu göstermektedir.

Marques vd. (2010), Aguirre ve Ibikunle (2014) yenilenebilir kaynakların belirleyicilerini politik etkenler (kamu politikaları, kurumsal değişken, kotalar, tarifeler, AR-GE harcamaları), sosyo-ekonomik etkenler (gelir düzeyi, net enerji ithalatı, CO₂ emisyonu, fosil yakıt fiyatları, enerji üretiminde fosil yakıt payı) ve ülkeye özgü etkenler (yenilenebilir enerji potansiyeli, elektrik piyasasında deregülasyon) olarak üçe ayırarak incelemiştir. Sabit Etkili Vektör Ayrıştırma (Fixed Effect Vector Decomposition) Modelini kullanan Marques vd. (2010) Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynakları üzerine CO₂'nin negatif, enerji fiyatlarının ve enerji bağımlılığının pozitif, AB üyeliğinin pozitif, AB üyesi ülkelerin gelir düzeyinin pozitif, üye olmayanların gelir düzeyinin negatif etkisi olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Marques vd.'ne benzer bir yöntemle analiz yapan Aguirre ve Ibikunle (2014) çalışmalarında, BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika) ülkelerde yenilenebilir kaynak kullanımı üzerinde CO₂ emisyonunun etkili, buna karşılık enerji ithalatının zayıf etkide bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ülkeler maliyet avantajı nedeniyle fosil yakıtları tercih ettiği için, enerji tüketimindeki artışın yenilenebilir kaynak kullanımını negatif yönde etkilediğini bulmuşlardır. Analiz sonuçlarının gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bir miktar farklılaştığı görülmektedir.

Gelir düzeyi, CO₂ emisyonu ve fiyat değişkenlerinin yenilenebilir enerji kaynakları üzerindeki etkisini ölçen bazı çalışmalarda ise farklı ülke gruplarında benzer sonuçlara ulaşıldığı gözlenmektedir. Sadorsky (2009a), Salim ve Rafiq (2012) gelişen piyasa ekonomilerinde, Sadorsky (2009b) G7 ülkelerinde Panel

Eşbütünleşme Modelini kullanarak yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerini araştırmışlardır. Elde ettikleri bulgularda, gelir ve CO₂ esnekliğinin yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde pozitif ve anlamlı, fiyat esnekliğinin ise negatif ama zayıf etki yarattığını görmüşlerdir. Benzer şekilde Panel Eşbütünleşme Modelini kullanan Apergis ve Payne (2014) ise, 1980-2010 döneminde yedi adet Orta Amerika ülkesinde yukarıdaki her üç değişkenin de yenilenebilir kaynaklar üzerine olumlu etkisi olduğunu vurgulamışlardır.

Yenilenebilir kaynak kullanımını önemli hale getiren bir diğer konu nüfus artışı, hızlı kentleşme ve beraberinde gelen yoğun enerji talebiyle gelen çevre kirliliğidir. Küresel ısınmanın temel nedenlerinden biri olarak kabul edilen hızlı kentleşmenin negatif etkileri, yenilenebilir kaynak kullanımı ile bir miktar önlenebilir. Salim ve Shafiei (2014) tarafından yapılan çalışma, kentleşmenin geleneksel fosil yakıt kullanımını artırdığını göstermiştir. Salim ve Shafiei (2014), Panel Eşbütünleşme Modelini kullanarak 1980-2011 döneminde OECD ülkelerinde kentleşmenin yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimine etkisini araştırmışlardır. Yenilenemez kaynaklar üzerine, toplam nüfus ve kentleşmenin pozitif, nüfus yoğunluğunun negatif etkide olduğunu bulmuşlardır.

Yenilenebilir kaynak kullanımını etkileyen bir başka değişken özellikle gelişmiş ülkeler tarafından benimsenen çevre politikaları ve uygulanan sübvansiyonlardır. Popp vd. (2011) 26 OECD ülkesinde, Payne (2012) ABD’de, Marques ve Fuinhas (2012) 23 AB ülkesinde çevre politikalarının yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde gelir düzeyi ya da CO₂ emisyonundan daha etkili olduğunu ve bu nedenle üretimde fosil yakıtlar yerine yenilenebilir kaynak kullanımını destekleyen uygulamaların desteklenmesi gerektiğini savunmuşlardır. Diğer taraftan Popp vd. (2011), Schaffer ve Bernauer (2014) yenilenemez enerji kaynaklarına daha fazla sahip olan ya da yenilenebilir enerji kapasitesi yüksek olan OECD ülkelerinin yenilenebilir kaynak kullanımını artırmaya daha az gönüllü olduğunu görmüşlerdir. Yenilenebilir kaynaklar üzerinde, AB ya da Kyoto gibi çevre politikalarının (gümrük vergileri, çevre sertifikaları vs.) etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Çalışmanın ekonometrik analizinde, yukarıda özetlenen hem arz ve hem de talep yönlü yaklaşım ele alınmıştır. Literatürdeki çoğu araştırmadan farklı olarak iki yaklaşım aynı anda iki farklı model ile test edilmiş ve aralarındaki bağlantı güçlü bir şekilde ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca bu çalışmada düşük karbon emisyonu yaratan yenilenebilir enerji kaynaklarının özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki önemi üzerinde durulmuştur. Çünkü geçmişten günümüze küresel ısınmaya neden olan faaliyetlerin belirleyicisi gelişmiş ülkeler CO₂ emisyonu ve enerji tüketimi artış hızını azaltırken hızla artan enerji talepleri ile gelişmekte olan ülkeler küresel ısınmadaki sorumluluklarını yükseltmektedir. Çalışmada, öncelikle yenilenebilir-yenilenemez enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna dayanan model yardımıyla araştırılmıştır. Sonrasında yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri talep yönlü fonksiyon yardımıyla değerlendirilmiştir. Bu amaçla, panel veri setine, yatay kesit bağımlılığı testleri, birinci ve ikinci nesil birim kök testleri, yapısal kırılmaları dikkate alan eşbütünleşme testi ve panel ARDL tahmincisine dayanan uzun dönem katsayı testleri uygulanmıştır.

3. EKONOMETRİK MODEL

Çalışmada, 1990-2013 yıllarını kapsayan dönem için, dünyanın en büyük ekonomileri içinde yer alan ve çok hızlı büyüyerek büyük miktarlarda enerji talebi yaratan 8 gelişmekte olan ülke (Brezilya, Hindistan, Çin, Türkiye, Meksika, Güney Afrika, Şili, Endonezya) verilerinden oluşturulan panel veri seti yardımıyla yenilenebilir-yenilenemez enerji kaynakları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Bu amaçla, Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna dayanan aşağıdaki eşitlik tahmin edilmektedir³.

$$Y = AE^{\alpha_1}K^{\alpha_2}L^{\alpha_3}e^{\alpha_4} \quad (1)$$

Eşitlikte, Y, A, E, K, L sırasıyla reel yurtiçi çıktı düzeyini, teknoloji düzeyini, enerjiyi, reel sermayeyi ve işgücünü göstermektedir. Bununla birlikte, enerji ve büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmek için, enerjinin yurtiçi üretimi yenilenebilir

³ Ekonometrik analizlerde, Gauss 10 ekonometrik programlama dili kullanılmıştır.

ve yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi (tüketimi) olarak Shahbaz vd. (2012) ve Apergis ve Payne (2012) çalışmasına dayandırılarak ayrıştırılmıştır. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun doğrusal logaritmik formu şu şekilde gösterilmektedir.

$$\ln Y_{it} = f(\ln RE_{it}, \ln NRE_{it}, \ln K_{it}, \ln L_{it}) \quad (2)$$

Eşitlik (2)'de, Y ABD doları cinsinden 2005 fiyatlarıyla sabit reel GSYİH'yı, RE yenilenebilir kaynaklardan (hidroelektrik, jeotermal, güneş, gel-git, rüzgâr, bio-kütle ve bio-yakıt) elektrik üretimini (kWh), NRE yenilenebilir kaynaklardan (kömür, doğalgaz, petrol) elektrik üretimini (kWh), K reel brüt sabit sermayeyi ve L işgücünü göstermektedir. Uygulanan panel veri analizinde, eşbütünleşmenin varlığına ve uzun dönem katsayılarına ulaşmak için eşitlik (2)'deki denklem, aşağıdaki şekilde karakterize edilmektedir.

$$\ln Y_{it} = \alpha_{it} + \theta_{it} + \beta_1 \ln RE_{it} + \beta_2 \ln NRE_{it} + \beta_3 \ln K_{it} + \beta_4 \ln L_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Yukarıda, α_{it} bireysel ülke sabit etkileri olasılığına, θ_{it} ise deterministik trende izin vermektedir. Eşitlik (3)'teki tüm değişkenlerin doğal logaritmaları alınmıştır. Modele dâhil edilen tüm değişkenler yıllık olarak Dünya Bankasının "World Development Indicators" (WDI) veri bankasından alınmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki yukarıdaki model yardımıyla tahmin edildikten sonra, yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri araştırılmaktadır. Bu amaçla Sadorsky (2009), Salim ve Rafiq (2012) ve Apergis ve Payne (2014) kullanılan model temel alınarak geliştirilmektedir.

$$RE_{it} = f(Y_{it}, CO2_{it}, NRE_{it}, ENU_{it}, UPO_{it}, BIM_{it}) \quad (4)$$

Eşitlikte, RE yenilenebilir kaynaklardan (hidroelektrik, jeotermal, güneş, gel-git, rüzgâr, bio-kütle, ve bio-yakıt) elektrik üretimini (kWh), Y ABD doları cinsinden 2005 fiyatlarıyla sabit reel GSYİH, NRE yenilenebilir kaynaklardan (kömür, doğalgaz, petrol) elektrik üretimini (kWh), ENU kişi başına enerji

kullanımını, *UPO* kentsel nüfus büyüme oranı, *EIM* net enerji ithalatını göstermektedir. Tüm veriler yıllık olarak, Dünya Bankası'nın WDI (World Development Indicators) veribankasından alınmıştır.

$$\ln RE_{it} = \alpha_{it} + \delta_i t + \beta_1 \ln Y_{it} + \beta_2 \ln CO2_{it} + \beta_3 \ln NRE_{it} + \beta_4 \ln ENU_{it} + \beta_5 \ln UPO_{it} + \beta_6 \ln EIM_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Eşitlik (5)'teki denklem tahmin edilerek, eşbütünleşme analizi ve uzun dönem katsayı analizleri yardımıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının bileşenleri araştırılmaktadır.

4. EKONOMETRİK BULGULAR

Çalışmanın ekonometrik analizinde, yenilenebilir-yenilenemez kaynaklar ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi analiz etmek için 8 gelişmekte ülke verilerinden oluşturulan panel veri setine panel veri analizi testleri uygulanmaktadır. Uygulamada, sırasıyla, panel değişkenlerindeki yatay kesit bağımlılığının varlığı, 1. ve 2. nesil durağanlık testleriyle birim kökün varlığı, yapısal kırılmayı dikkate alan testlerle eşbütünleşmenin varlığı ve gecikmeleri regresyona dahil eden Panel ARDL testleriyle uzun dönem katsayıları araştırılmaktadır.

Panel veri setinde yatay kesit bağımlılığını test etmek için kullanılan yöntemler, Pesaran vd. (2004) CD_{LM} testi, Breusch-Pagan (1980) CD_{LM1} testi, Pesaran vd. (2004) CD_{LM2} ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) CD_{LMADJ} testleridir. CD_{LM1} ve CD_{LM2} testleri, $T > N$ koşulunda yatay kesit bağımlılığı olup olmadığını test eden tahmincilerdir. CD_{LM} testi $N > T$ koşulunda ve CD_{LMADJ} testi ise her iki koşulda da yatay kesit bağımlılığı olup olmadığını test eden tahmincilerdir. Panel veri setinde $T > N$ koşulu sağlandığından, uygun CD testleri tahmin edilmektedir. Yatay kesit bağımlılığına ilişkin test sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

	<i>Y</i>	<i>RE</i>	<i>NRE</i>	<i>K</i>	<i>L</i>
<i>CD_{LM1}</i>	283.91*	174.92*	141.72*	221.94*	145.39*
<i>CD_{LM2}</i>	14.30*	11.83*	21.80*	8.29*	18.29*
<i>CD_{LMADJ}</i>	22.02*	17.93*	34.19*	32.52*	21.52*

Notlar: *, yatay kesit bağımlılığını göstermektedir.

CD_{LM1} , CD_{LM2} ve CD_{LMADJ} testlerinin sonucu, ülke panel veri setlerinde boş hipotez istatistiki olarak anlamlı şekilde reddedilmekte ve yatay kesit bağımlılığının varlığı kanıtlanmaktadır.

Yatay kesit bağımlılığı testlerinden sonra, 1. nesil birim kök testlerinden Levin-Lin ve Chu (LLC), Im-Pesaran ve Shin (IPS), 2. nesil birim kök testlerinden Cross-Sectionally Augmented IPS (CIPS), Hadri-Kurozumi (2012) birim kök tahmincileri kullanılmıştır. Uygulamada, 1. nesil birim kök testlerinden olan LLC ve IPS, sırasıyla Levin vd. (2002) ve Im vd. (2003) tarafından geliştirilmiştir. 2. nesil birim kök testlerinden ise, panel ülkelerinin durağanlıklarını bütün olarak sınavan Im vd. (2003) tarafından geliştirilen CIPS ve Hadri-Kurozumi (2012) tarafından geliştirilen HK tahmincisi kullanılmaktadır.

Tablo 2. Panel Birim Kök Test Sonuçları

		<i>Y</i>	<i>RE</i>	<i>NRE</i>	<i>K</i>	<i>L</i>
LLC_{t-stat}	düzy	-7.99*	-3.70*	-5.93*	-2.59*	-1.22
	1.farklar	-8.20*	-8.01*	-2.16*	-4.91*	-6.43*
IPS_{w-stat}	düzy	-3.04	-9.61*	-5.02*	-2.94	-1.78*
	1.farklar	-4.81*	-4.10*	-6.20*	-8.62*	-3.23*
CIPS_{stat}	düzy	-8.26**	-7.95*	-3.29*	-7.67*	-2.83
	1.farklar	-8.09*	-11.68*	-8.97*	-9.42*	-4.86*
HK	Z_A^{SPC}	5.82**	6.91**	10.92*	13.92*	11.92*
	Z_A^{LA}	9.32*	7.39*	12.94*	16.11*	15.71*

Notlar: * 5% anlamlılık seviyesinde boş hipotezin reddedildiğini göstermektedir. LLC ve IPS testleri için gecikme uzunlukları AIC kullanılarak hesaplanmıştır. CIPS testi için kritik değerler Pesaran (2007)'dan elde edilmiştir, Tablo 2c (Durum III: Sabit ve trend). Z_A^{SPC} ve Z_A^{LA} testleri asimtotik normal dağılıma göre tahminleme yapmaktadır ve boş hipotezi durağanlığı göstermektedir. Z_A^{SPC} ve Z_A^{LA} PANKPSS testinin SPC ve LA yöntemleriyle düzeltilmiş sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 2'de görüleceği üzere, gelişmekte olan ve gelişmiş ülke panel veri setlerinde modele dahil edilen tüm değişkenler 1. farklarda durağan süreç karakteristiğine sahiptir.

Ekonometrik analizler sonucunda panel veri setinde, yatay kesit bağımlılığı olduğu ve hem düzeyde hem de 1. farklarda durağan olan karışık (mixed) serilerden oluştuğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Bu nedenle, modelde eşbütünleşik bir ilişkinin olup olmadığını test etmek için Westerlund (2006) testi uygulanmaktadır. Westerlund (2006) eşbütünleşme testi, bir LM istatistiği testidir, yapısal kırılmayı, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve doğrusal olmayan serilerde de uygulanabilen bir testtir. Testin uygulamasında Case=4 (bireysel sabit ve trend varken yapısal kırılmayı dikkate alır) varsayımı tahminlenmiştir. Max. gecikme sayısının 3 ve döngü sayısının 1.000 olarak alınması sonucu ulaşılan sonuçlar, aşağıda tablolaştırılmıştır.

Tablo 3. Eşbütünleşme Testi Sonuçları

	Test	Eşbütünleşme Testi
Kırılmasız	Değer	1.358
	Olasılık ¹	0.006
	Olasılık ²	0.619
Kırılmalı	Değer	9.256
	Olasılık ¹	0.000
	Olasılık ²	0.977*

Notlar: Olasılık¹ asimtotik normal dağılımına bağlı olarak tahminleme yapmaktadır. Olasılık² özçıkırım (bootstrapped) dağılımına bağlı olarak tahminleme yapmaktadır. *, istatistiki olarak anlamlı eşbütünleşme varlığını göstermektedir.

Westerlund (2006) eşbütünleşme testinde, yatay kesit bağımlılığının dikkate alındığı Olasılık² sonucuna göre, modelde gelişmekte olan ülke panel veri setinde boş hipotez olan eşbütünleşme vardır, istatistiki olarak anlamlı şekilde kabul edilmektedir.

Test edilen modelde, eşbütünleşmenin varlığı kabul edildikten sonra uzun dönemli katsayılar denklemini tahmin edilebilir. Uzun dönem denklemini tahmin etmek için Pesaran vd. (1999) tarafından geliştirilen ve Panel ARDL modeline dayanan, PMGE (Pooled Mean Group Estimation) ve MGE (Mean group Estimation) tahmincileri kullanılmaktadır. Model tahmin edilirken PMG veya MG tahmincilerinin tutarlılığını test etmek için, Hausman testi uygulanmıştır.

Tablo 4. PMG ve MG Testi Sonuçları

	PMG	MG	Hausman
Uzun dönem Katsayıları			
<i>RE</i>	0.269**	0.046***	1.03
<i>NRE</i>	0.181*	-0.003	1.11
<i>K</i>	0.093*	-0.012**	2.21
<i>L</i>	0.280**	0.419*	1.67
Hata düzeltme katsayısı			
\emptyset	-0.990*	-0.863*	
Kısa dönem katsayısı			
ΔRE	0.267**	0.068***	
ΔNRE	0.169*	-0.087	
ΔK	0.092**	-0.014***	
ΔL	0.277***	0.474*	
Tamamlayıcı Testler			
<i>Log-likelihood</i>	-317.031	-312.817	
χ^2_{SC}	3.06	4.34	
χ^2_{HE}	0.93	0.97	

Notlar: Optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesinde Akaike bilgi kriteri (AIC) kullanılmıştır. χ^2_{SC} , χ^2_{HE} Breusch-Godfrey serisel korelasyon testi ve White heteroscedasticity testi için ki-kare istatistiğini göstermektedir. *, **, ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Hausman testi sonucunda, her iki panel veri setinde de boş hipotez ve PMG, MG tahmincisinin tutarlılığı kabul edilmektedir, fakat sadece PMG etkin tahmincidir (Baltagi, 2008: 72). Negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı hata düzeltme katsayısı ($\emptyset=-0.990$; -0.981), bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu ve dengeden sapılsa bile tekrar dengeye yakınsandığını göstermektedir. Yukarıdaki tabloda gösterilen tamamlayıcı testlerden elde edilen sonuçlara göre, modelde herhangi bir otokorelasyon ve değişen varyans (heteroscedasticity) problemi bulunmamaktadır. Modelde ulaşılan uzun dönem katsayılarının tümü istatistiksel olarak anlamlıdır. 1990-2013 dönemi için

tahminlenen uzun dönem eşitliğinde, gelişmekte olan ülke katsayıları birbirine paralel sonuçlar göstermektedir. Sonuçlarda, dikkat çeken nokta, yenilenebilir kaynakların çıktı düzeyi üzerinde yenilenemez kaynaklara kıyasla daha büyük bir etki yaratmasıdır ($\beta_1=0.269$, %0,5 anlamlılık düzeyinde, $\beta_2=0.181$, %0,1 anlamlılık düzeyinde). Ve bu etki, gelişmekte olan ülkelerde, gelişmiş ülkelere nazaran daha yüksektir.

Arz yönlü modelde yenilenebilir kaynakların ekonomik büyüme üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlı bir katsayı olarak tahmin edildikten sonra, yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri talep yönlü fonksiyon yardımıyla araştırılmaktadır.

Ekonometrik analiz kısmında, eşitlik (5)'te karakterize edilen model, yatay kesit bağımlılığı, birim kök testleri, eşbütünleşme testi ve uzun dönem testleriyle sınanmaktadır.

Tablo 5. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

	<i>RE</i>	<i>Y</i>	<i>CO2</i>	<i>NRE</i>	<i>ENU</i>	<i>UPO</i>	<i>EİM</i>
<i>CD_{LM1}</i>	163.39*	157.23*	201.35*	196.42*	111.35	129.83*	134.13*
<i>CD_{LM2}</i>	29.18*	22.41	10.24	15.42*	17.52*	25.52*	21.53*
<i>CD_{LMADJ}</i>	41.18*	40.13	32.52*	29.45	33.63*	41.51*	40.63*

Notlar: *, yatay kesit bağımlılığını göstermektedir.

Panel veri setinde yatay kesitler arası bağımlılığın varlığı görülmektedir.

Tablo 6. Panel Birim Kök Test Sonuçları

		<i>RE</i>	<i>Y</i>	<i>CO2</i>	<i>NRE</i>	<i>ENU</i>	<i>UPO</i>	<i>EİM</i>
LLC_{t-stat}	düzy	-5.35	-3.42	-7.34*	-6.32*	-3.83	-6.35	-7.43*
	1.farklar	-7.35*	-7.25*	-9.34*	-9.54*	-4.52	-9.42*	-8.43*
IPS_{w-stat}	düzy	-4.23*	-2.74	-5.29*	-4.89*	-7.89*	-6.29*	-3.45
	1.farklar	-7.52*	-4.82*	-8.29*	-6.99*	-8.01*	-8.58*	-5.32*
CIPS_{stat}	düzy	-8.45*	-8.39*	7.39*	8.95*	7.48*	-7.98*	8.93*
	1.farklar	-9.53*	8.93*	7.34*	9.01*	9.38*	-9.38*	9.39*
HK	Z_A^{SPC}	10.39*	9.81	11.24*	9.46*	8.34	10.41*	9.88
	Z_A^{LA}	12.74*	10.39*	12.37*	10.42*	10.45*	11.31*	12.39*

Notlar: * 5% anlamlılık seviyesinde boş hipotezin reddedildiğini göstermektedir. LLC ve IPS testleri için gecikme uzunlukları AIC kullanılarak hesaplanmıştır. CIPS testi için kritik değerler Pesaran (2007)'dan elde edilmiştir, Tablo 2c (Durum III: Sabit ve trend). Z_A^{SPC} ve Z_A^{LA} testleri asimtotik normal dağılıma göre tahminleme yapmaktadır ve boş hipotezi durağanlığı göstermektedir. Z_A^{SPC} ve Z_A^{LA} PANKPSS testinin SPC ve LA yöntemleriyle düzeltilmiş sonuçlarını göstermektedir.

Uygulanan 1. ve 2. nesil birim kök testlerinin sonucunda, karışık (mixed) panel veri setini olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 7. Eşbütünleşme Testi Sonuçları

	Test	Eşbütünleşme Testi
Kırılmasız	Değer	4.419
	Olasılık ¹	0.089
	Olasılık ²	0.492
Kırılmalı	Değer	11.637
	Olasılık ¹	0.021
	Olasılık ²	0.978

Notlar: Olasılık¹ asimtotik normal dağılımına bağlı olarak tahminleme yapmaktadır. Olasılık² özçıkırım (bootstrapped) dağılımına bağlı olarak tahminleme yapmaktadır. *, istatistiki olarak anlamlı eşbütünleşme varlığını göstermektedir.

Yatay kesit bağımlılığını ve kırılmaları dikkate alan Westerlund eşbütünleşme test sonucuna göre, bağımlı-bağımsız değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşik ilişkinin varlığı kanıtlanmaktadır.

Tablo 8. PMG ve MG Testi Sonuçları

	PMG	MG	Hausman
Uzun dönem Katsayıları			
<i>Y</i>	0.033*	0.009	0.25
<i>CO2</i>	0.030**	0.030**	0.20
<i>NRE</i>	-0.080*	-0.208	0.25
<i>ENU</i>	0.023***	0.035**	0.50
<i>UPO</i>	-0.031*	-0.015*	0.52
<i>EİM</i>	0.012*	0.009*	0.83
Hata düzeltme katsayısı			
\emptyset	-0.889	-0.798	
Kısa dönem katsayısı			
ΔY	0.029**	0.041*	
$\Delta CO2$	0.027*	0.058**	
ΔNRE	-0.071	-0.434*	
ΔENU	0.021**	0.032	
ΔUPO	-0.028*	-0.006*	
$\Delta EİM$	0.011*	0.015	
Tanısal Testler			
<i>Log-likelihood</i>	214.28	298.29	
χ^2_{SC}	0.14	0.21	
χ^2_{HE}	0.16	0.23	

Notlar: Optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesinde Akaike bilgi kriteri (AIC) kullanılmıştır. χ^2_{SC} , χ^2_{HE} Breusch-Godfrey serisel korelasyon testi ve White heteroscedasticity testi için ki-kare istatistiğini göstermektedir. *, **, ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicilerini açıklamaya yönelik olarak oluşturulan talep yönlü modelin panel veri analizi testleriyle sınanması sonucunda;

panel veri setinde yatay kesit bağımlılığının varlığı kabul edilmiş, 1. ve 2. nesil birim kök testleri sonucunda, doğrusal olmayan panel veri analizi testlerinin kullanılması gerekliliği kabul edilmiştir. Eşbütünleşme ilişkisini araştırmak için, yapısal kırılmaları ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan test ile uzun dönemli eşbütünleşmenin varlığı kanıtlanmaktadır. Testler sonucunda, yenilenebilir enerji kaynaklarının, %1 anlamlılık düzeyinde kişi başına gelirdeki, %5 anlamlılık düzeyinde CO₂ emisyonlarındaki, %10 anlamlılık düzeyinde kişi başına enerji kullanımındaki ve %1 anlamlılık düzeyinde net enerji ithalatındaki artışlardan pozitif olarak etkilendiği sonucuna ulaşılmaktadır. Yenilenemez kaynakların enerji üretimde daha çok kullanılması ve kentsel nüfustaki artışlar yenilenebilir kaynakların daha az oranda kullanılmasına neden olmaktadır.

5. SONUÇ

Sanayi devriminden bu yana küresel ısınma yaratan faaliyetlerden büyük ölçüde sorumlu olan gelişmiş ülkeler, başta AB ülkeleri olmak üzere yenilenebilir kaynak kullanımına ve atık yönetimine ağırlık vererek CO₂ emisyonlarını azaltmaktadır. Gelişmiş ülkelerde uygulanan sıkı çevre politikaları ve artan maliyetler, bu ülkelerdeki yatırımcıların nispeten gevşek politikalar ve düşük maliyetler nedeniyle gelişmekte olan ülkelere yönelmesine yol açmıştır. Böylelikle gelişmekte olan ülkelerde çevre kirliliği yaratan sektör yatırımları ve giderek artan enerji talepleri geçmişe oranla daha hızlı artmaktadır. CO₂ emisyonları 1990'lı yıllardan bu yana %100 ile %400 civarında artan gelişmekte olan ülkelere, yenilenebilir kaynak kullanımını artırmaya yönelik politikaların desteklenmesi önemlidir. 2012-2035 döneminde dünya enerji talebindeki artışın yalnızca %4'ünün OECD ülkelerinden, buna karşılık %65'inin ise OECD dışındaki Asya ülkelerinden kaynaklanacağı öngörülmektedir (IEA, 2013). Özellikle bu çalışmada ele alınan ülkelerin kaydettiği yoğun sanayileşme faaliyetleri, enerji talebinin diğer ülkelere göre hızla büyümesine ve enerjide ithalata bağımlılığa yol açmaktadır. Elde edilen bulgulara göre, net enerji ithalatındaki artışın yenilenebilir enerji tüketimine pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır. İthalata bağımlılığın ülkeleri alternatif kaynak arayışına

yönelttiği ve yenilenebilir kaynakları destekleyen politikaların bu ülkelerin enerjide dışa bağımlılığını azaltacağı söylenebilir.

Çalışmada, 1990-2013 yıllarını kapsayan dönemde 8 gelişmekte olan ülke için yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri panel veri analiz yardımıyla araştırılmaktadır. Ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki ilişkinin incelendiği modelde, Narayan ve Smyth (2008), Apergis ve Payne (2009), Apergis ve Payne (2010a-b), Salim ve Rafiq (2012), Magnani ve Vaona (2013), Omri (2013) gibi çalışmalara benzer şekilde yenilenebilir kaynakların büyüme üzerinde pozitif bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, panele dahil edilen ülkelerde yenilenebilir kaynakların büyüme üzerindeki etkisinin yenilenemez kaynakların etkisinden daha büyük olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak yenilenemez kaynak kullanımının yarattığı olumsuz ekonomik ve sosyal etkilerin (sera gazları, negatif dışsallıklar, sağlık problemleri) enerji üretiminde daha fazla yenilenebilir kaynak kullanımıyla aşılabileceği söylenebilir.

Ekonometrik analizin ikinci kısmında, yenilenebilir enerji kaynaklarının bileşenleri talep yanlı fonksiyon yardımıyla incelenmektedir. Modelde ulaşılan sonuçlar, kişi başına gelirden, enerji kullanımında, CO₂ emisyonlarında ve net enerji ithalatında meydana gelen artışların yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim sürecinde artan oranda kullanmasını sağladığını göstermiştir. Bunun yanında, analize dahil edilen ülkelerde yenilenemez enerji kaynaklarının artan oranda kullanılmasının ve kentsel nüfusun artmasının yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını kısıtladığı ortaya çıkmıştır.

Araştırma bulguları göstermektedir ki, dünya nüfusu içinde önemli bir paya sahip olan ve hızlı büyüyen gelişmekte olan ülkelerde, düşük karbon salımına sahip bir üretim faktörü olan yenilenebilir enerji kaynakları ile büyümek mümkündür. Üretim sürecinde yenilenebilir enerji kaynaklarının artan oranda kullanılması sonucunda, mevcut düzeyden daha düşük büyümeye gerek kalmadan çevreye duyarlı bir büyüme sürecine geçilebilir. Ayrıca, üretim yapısının yenilenebilir kaynaklar yönünde değişimi sürecinde oluşabilecek maliyetlerin, uzun dönemde

yenilenebilir kaynaklardan ekonomik büyümenin pozitif oranda etkilenmesi ve yenilenemez kaynakların daha az kullanılması sonucunda tazmin edilebileceği öne sürülebilmektedir. Araştırma bulgularından elde edilen diğer bir sonuç, gelişmekte olan ülkelerde gelir düzeyi yükseldikçe, CO₂ emisyonunun yarattığı olumsuz sonuçlar görüldükçe ve enerji bağımlılığı arttıkça çevre bilinci yükselmekte ve yenilenebilir enerji kaynakları tercih edilmektedir. Bununla birlikte kentsel nüfusun artması ve acil gereksinimler yenilenebilir kaynak kullanımını kısıtlamaktadır. Bu nedenle üretim ve tüketimde temiz çevre kaynaklarının kullanılması ve çevre bilincinin oluşturulmasına yönelik devlet politikalarına ve sübvansiyonlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Küresel ısınmayla mücadelede yenilenebilir kaynak kullanımını destekleyen politikalar her ne kadar destek görsen de, bu kaynakların küresel ölçekte artırılmasını sağlamak çok kolay değildir. Örneğin, yenilenebilir kaynak kullanımı fosil yakıtlara göre daha maliyetli olduğu için öncelikli olarak tercih edilmemektedir. Bu nedenle, hükümetler yenilenebilir kaynaklara yönelik teknoloji kullanımı için öncü olmalıdır. Örneğin Kyoto Sözleşmesi ve AB Çevre Direktifleri yenilenebilir teknolojilerin gelişmesi için altyapı ve strateji geliştirmektedir. Bu bağlamda karbon vergisi, ticari kısıtlamalar gibi fosil kaynak kullanımını caydıran, buna karşılık yenilenebilir kaynak kullanımını ve bu alandaki teknolojik yenilikleri sübvansiyon eden politikaların yararlı olduğuna inanılmaktadır.

Son yıllarda yenilenebilir kaynak kullanımına yönelik sosyal ve siyasi baskı arttıkça bu kaynakların maliyeti fosil yakıt maliyetine yaklaşmaktadır. Çevre vergileri ve atık yönetimi gibi uygulamalar yenilenemez kaynak kullanımının maliyetini artırmakta yenilenebilir kaynakların sübvansiyon edilmesi ise bu kaynakların maliyetini azaltmaktadır. Çalışmanın analizinde ele alınan Brezilya, Türkiye, Güney Afrika, Şili ve Meksika'da elektrik üretimindeki rüzgâr enerjisi maliyetleri kömür ve doğalgaz maliyetlerine yaklaşmıştır (IEA, 2013: 5). Yenilenebilir ve fosil yakıtlar arasındaki maliyet açığı, teknolojik ilerlemeler yaşandıkça düşmektedir ve bu nedenle söz konusu yatırımların teşvik edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- AGUIRRE, M., IBIKUNLE, G. (2014), "Determinants of Renewable Energy Growth: A Global Sample Analysis", *Energy Policy*, 69, 374-384.
- APERGIS, N., PAYNE, J. E. (2009), "Energy Consumption and Economic Growth in Central America: Evidence from A Panel Cointegration and Error Correction Model", *Energy Economics*, 31, 211-216.
- APERGIS, N., PAYNE, J. E. (2010a), "Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from A Panel of OECD Countries", *Energy Policy*, 38(1), 656-660.
- APERGIS, N., PAYNE, J. E. (2010b), "Renewable Energy Consumption and Growth in Eurasia", *Energy Economics*, 32(6), 1392-1397.
- APERGIS, N., PAYNE, J. E. (2011), "The renewable energy consumption-growth nexus in Central America", *Applied Energy*, 88(1), 343-347.
- APERGIS, N., PAYNE, J. E. (2012), "Renewable and Non-Renewable Energy Consumption-Growth Nexus: Evidence from A Panel Error Correction Model". *Energy Economics*, 34(3), 733-738.
- APERGIS, N., PAYNE, J. E. (2014), "Renewable Energy, Output, CO2 Emissions, And Fossil Fuel Prices in Central America: Evidence From A Nonlinear Panel Smooth Transition Vector Error Correction Model", *Energy Economics*, 42, 226-232.
- BALTAGI, B.H. (2008), *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley and Sons Ltd. 4th Edition, Chichester, England.
- BAYRAKTUTAN, Y., YILGOR M., UCAK S. (2011), "Renewable Electricity Generation And Economic Growth: Panel-Data Analysis for OECD Members", *International Research Journal of Finance and Economics*, 66, 59-66.
- BREUSCH, T. S., PAGAN, A. R. (1980), "The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics", *Review Of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- CHO, C., CHU, Y., YANG, H. (2011), "Oil Demand and Energy Security in Asian Countries", *The Journal of Energy Markets*, 4(2), 27-42.
- HADRI, K., KUROZUMI, E. (2012), "A Simple Panel Stationarity Test in The Presence of Serial Correlation and A Common Factor", *Economics Letters*, 115, 31-34.

IEA (2013), “Renewable Energy Medium-Term Market Report 2013 Market Trends and Projections 2018”. OECD/IEA International Energy Agency.

IM, K. L., PESARAN, M. H., SHIN, Y. (2003), “Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels”, *Journal of Econometrics*, 115, 53-74.

IPCC (2013), “Climate Change 2013: The Physical Science Basis”. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

JAVID, A. Y., JAVID, M., AWAN, Z. A. (2013), “Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Pakistan”, *Economic and Business Letters*, 2(1), 21-32.

KORKMAZ, O., DEVELİ, A. (2012), “Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla Arasındaki İlişki”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(2), 1-25.

KRAFT, J., KRAFT, A. (1978), “On the Relationship between Energy and GNP”. *Journal of Energy and Development*, 3, 401-403.

KWAKWA, P. A. (2012), “Disaggregated Energy Consumption And Economic Growth in Ghana”, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2(1), 34-40.

LEVIN, A., LIN, C. F., CHU, C. J. (2002), “Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties”, *Journal of Econometrics*, 108, 1– 24.

LI, F., DONG, S., LI, X., LIANG, Q., YANG, W. (2011), “Energy Consumption-Economic Growth Relationship and Carbon Dioxide Emissions in China”, *Energy Policy*, 39, 568-574.

MAGNANI, N., VAONA, A. (2013), “Regional Spillover Effects Of Renewable Energy Generation in Italy”, *Energy Policy*, 56, 663-671.

MARQUES, A. C., FUINHAS, J. A. (2012), “Is Renewable Energy Effective in Promoting Growth?”, *Energy Policy*, 46, 434-442.

MARQUES, A. C., FUINHAS, J. A., PIRES MANSO, J. R., (2010), “Motivations Driving Renewable Energy in European Countries: A Panel Data Approach”, *Energy Policy*, 38, 6877-6885.

MENEGAKI, A. N. (2011), “Growth and Renewable Energy in Europe: A Random Effect Model With Evidence for Neutrality Hypothesis”, *Energy Economics*, 33(2), 257-263.

NARAYAN, P. K., SMYTH R. (2008), "Energy Consumption and Real GDP in G7 Countries: New Evidence from Panel Cointegration with Structural Breaks", *Energy Economics*, 30(5), 2331-2341.

OMRI, A. (2013), "CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth Nexus in MENA Countries: Evidence from Simultaneous Equations Models", *Energy Economics*, 40, 657-664.

PAO, H. T., TSAI, C. M. (2011), "Multivariate Granger Causality Between CO₂ Emissions, Energy Consumption, FDI and GDP: Evidence from A Panel BRIC Countries", *Energy*, 36, 685-693.

PESARAN, M. H. (2004), "General diagnostic tests for cross section dependence in panels", *Cambridge Working Papers in Economics Working Paper No: 435*.

PESARAN, M. H. (2007), "A Simple Panel Unit Root Test In The Presence Of Cross-Section Dependence", *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265-312.

PESARAN, M. H., SHIN, Y., SMITH, R. J. (1999), "Pooled Mean group estimation of dynamic heterogeneous panels", *Journal of the American Statistical Association*, 94, 621-634.

PESARAN, M. H., ULLAH, A., YAMAGATA, T. (2008), "A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence", *Econometrics Journal*, 11, 105-127.

PAYNE, J. E. (2011), "On Biomass Energy Consumption and Real Output in the US", *Energy Sources Part B*, 6(1), 47-52.

PAYNE, J. E. (2012), "The Causal Dynamics Between US Renewable Energy Consumption, Output, Emissions, and Oil Prices", *Energy Sources Part B*, 7, 323-330.

POPP, D., HASCIC, I., MEDHI, N. (2011), "Technology and the Diffusion of Renewable Energy", *Energy Economics*, 33, 648-662.

SADORSKY, P. (2009a), "Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies", *Energy Policy*, 37(10), 4021-4028.

SADORSKY, P., (2009b), "Renewable Energy Consumption, CO₂ Emissions and Oil Prices in The G7 Countries", *Energy Economics*, 31, 456-462.

SALIM, R.A., RAFIQ, S. (2012), "Why Do Some Emerging Economies Proactively Accelerate The Adoption of Renewable Energy?", *Energy Economics*, 34, 1051- 1057.

S. ÇINAR – M. YILMAZER

- SALIM, R.A., SHAFIEI, S. (2014), “Urbanization and Renewable and Non-renewable Energy Consumption in OECD Countries: An Empirical Analysis”, *Economic Modelling*, 38, 581-591.
- SARI, R., EWING, B.T., SOYTAS, U. (2008), “The Relationship Between Disaggregate Energy Consumption and Industrial Production in The United States: An ARDL Approach”, *Energy Economics*, 30, 2302-2313.
- SCHAFFER, L.M., BERNAUER T. (2014), “Explaining Government Choices For Promoting Renewable Energy”, *Energy Policy*, 68, 15-27.
- SHAARI, M.S., HUSSAIN, N.E., ISMAIL, M.S. (2013), “Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth: Empirical Evidence for Malaysia”, *Business Systems Review*, 2(1), 17-28.
- SHAHBAZ, M., ZESHAN, M., TIWARI, A.K. (2011), “Analysis of Renewable Energy Consumption, Real GDP and CO2 Emissions: A Structural VAR Approach in Romania”, MPRA Paper No. 34066.
- SHAHBAZ, M., ZESHAN, M. AND AFZA, T. (2012) “Is Energy Consumption Effective to Spur Economic Growth in Pakistan? New Evidence From Bounds Test to Level Relationships and Granger Causality Tests”, *Economic Modelling*, 29, 2310-2319.
- SOYTAS, U., SARI, R., EWING, B.T. (2007), “Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in the United States”, *Ecological Economics*, 62(3-4), 482-489.
- TUGCU, C.T., OZTURK, I., ASLAN, A. (2012), “Renewable And Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence from G7 Countries”, *Energy Economics*, 34, 1942-1950.
- WESTERLUND, J. (2006), “Testing for Panel Cointegration with Multiple Structural Breaks”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 68(1), 101-132. 