

Seçilmiş Avrupa Birliği Ülkelerinde Yenilenebilir Enerjinin GSYH Üzerine Etkisi: Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu Yaklaşımı*

Younes GHOLİZADEH**

Müslüme NARİN***

Geliş Tarihi (Received): 24.01.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 24.02.2020

Öz

Emek ve sermaye gibi geleneksel üretim faktörlerinin yanı sıra üretim sürecinde kullanılan girdilerden biri de enerjidir. Üretim sürecinde fosil içerikli enerji kaynaklarının kullanımı daha yaygın olsa da sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi de giderek artmaktadır. Dünyada birçok ülkede olduğu gibi, Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde de toplam enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı oldukça yüksektir. Bu çalışmanın amacı, yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içerisinde payı yüksek olan 12 AB ülkesinde emek, sermaye ve yenilenebilir enerjinin çıktı esneklik katsayılarını Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yaklaşımı ile araştırmaktır. Çalışmada bu ülkelerin 2000-2017 dönemine ilişkin Gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYH), emek, sermaye ve yenilenebilir enerji verilerinden yararlanılarak genelleştirilmiş momentler yöntemi-dinamik panel veri analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda tahmin edilen Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda çıktı esneklik katsayısı 1,147 olarak bulunmuştur. Bu durum, emek, sermaye ve yenilenebilir enerjide ortaya çıkan %1'lik bir artışın, GSYH'yı sırasıyla %0,598, %0,456 ve %0,093 oranında arttırdığını ifade etmektedir. Elde edilen bulgulardan GSYH ile açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan anlamlı olduğu ve ekonomik açıdan da değişkenler arasında pozitif bir ilişkinin bulunduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Emek, Sermaye, Yenilenebilir Enerji, Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu, Çıktı Esneklik Katsayısı, Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi

* Bu çalışma, 10-13 Ekim 2019 tarihlerinde Antalya'da gerçekleştirilen 8th SCF International Conference "The Economic and Social Impacts of the Globalization and Liberalization" konferansında sunulmuş "Seçilmiş AB Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi ile Ekonomik Büyüme İlişkisi" başlıklı çalışmanın genişletilmiş ve yeniden düzenlenmiş halidir.

** Dr. Younes Gholizadeh, Avrupa Birliği Uzmanı, yns.gholizadeh@gmail.com.

*** Prof. Dr. Müslüme Narin, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, muslume.narin@hbv.edu.tr.

The Effect of Renewable Energy on GDP in Selected European Union Countries: Cobb-Douglas Production Function Approach

Abstract

Besides traditional production factors such as labor and capital, one of the inputs used in the production process is energy. Although the use of fossil energy sources is more common in the production process, renewable energy sources are increasingly important in ensuring sustainable development. As in many countries in the world, in the European Union (EU) countries, the share of renewable energy sources in the total energy consumption is very high. This study aim is to investigate the output flexibility coefficients of labor, capital, and renewable energy in the scope of Cobb-Douglas production function approach in 12 EU countries with a high share of renewable energy in total energy consumption. In this study, generalized moments method-dynamic panel data analysis was made by using the gross domestic product (GDP), labor, capital, and renewable energy data of these countries for the period of 2000-2017. The result of the study estimated the output flexibility coefficient in the Cobb-Douglas production function was found to be 1.147. This indicates that a 1% increase in labor, capital, and renewable energy increased GDP by 0.598%, 0.446%, and 0.093%, respectively. It is understood from these findings that the relationship between GDP and explanatory variables is statistically significant and there is a positive relationship between variables in economic terms.

Keywords: *Labour, Capital, Renewable Energy, Cobb-Douglas Prduction Function, Output Elasticity Coefficient, Generalized Moments Method*

Giriş

Emek ve sermaye gibi geleneksel üretim faktörleri ile birlikte enerji de üretimin vazgeçilmez girdilerinden birini oluşturmaktadır. Üretim sürecinde yaygın olarak petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil içerikli enerji kaynakları kullanılmaktadır. Ancak bir yandan enerji arz güvenliğinin sağlanması, öte yandan sürdürülebilir kalkınma temelinde çevrenin korunabilmesi amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı da giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. Günümüzde bir çok ülkede olduğu gibi, AB ülkelerinde de toplam enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı sürekli artmaktadır. Yeterli petrol, doğal gaz ve kömür kaynaklarına sahip olmayan AB ülkeleri, gereksinim duydukları bu enerji kaynaklarını ithal etmektedirler. Dolayısıyla bu durum AB ülkelerini enerjide dışa bağımlı hale getirmiş, dışa bağımlılığın azaltılabilmesi için çeşitli enerji politikaları oluşturmuştur. Günümüzde AB'nin enerji politikalarının kapsamı, etkin enerji tüketiminin sağlanması, alternatif enerji kaynakları arayışı ile yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları üretiminin artırılması şeklinde sıralanabilir.

Üretim sürecinde kullanılan girdilerin çıktı üzerinde etkisi bulunmaktadır. İktisat teorisinde girdilerin çıktı üzerindeki etkisi, çıktı esneklik kavramı ile açıklanmaktadır. Çıktı esnekliği, üretimde kullanılan girdilerde ortaya çıkan oransal değişimlere karşı üretimin gösterdiği duyarlılık olarak tanımlanmaktadır. Bu esneklik, homojen üretim fonksiyonlarında üretimin girdi esneklik katsayıları toplamına eşit olup, ölçeğe göre getiriye de göstermektedir (TDK, 2011).

GSYH ile enerji tüketimi arasındaki ilişki, iktisatçıların sürekli ilgisini çekmiştir. Literatürde dünyanın çeşitli ülkelerinde ve Türkiye'de yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak bu çalışmaların ortak özelliği, enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli nedensellik ilişkilerin incelenmesi yönündedir. Literatür taraması başlığı altında da görüleceği gibi, bu çalışmalarda adı geçen iki parametrenin birbirleri ile doğru yönlü ya da ters yönlü ilişkiler olduğunu gösteren sonuçlar tespit edilmiştir. Bu çalışmaların incelenmesinden çıkarılan sonuç, girdilerde ortaya çıkan değişimin çıktı üzerinde yarattığı etkiyi analiz eden çalışmanın oldukça yetersiz olmasıdır.

Enerji konusunda dışa bağımlı olan ülkelerde, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim oldukça fazladır. Üretim sürecinde emek ve sermaye kadar günümüzde yenilenebilir enerji kullanımı da önemli hale gelmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, yenilenebilir enerjinin enerji tüketimi içerisindeki payı yüksek olan seçilmiş 12 AB ülkesinde, 2000-2017 dönemi için Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yardımı ile emek, sermaye ve yenilenebilir enerjinin faktör esneklik

katsayılarını ve buradan hareketle de çıktı esneklik katsayısını hesaplamaktır. Birinci bölümde AB'nin yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji politikalarına değinilecektir. İkinci bölümde GSYH, emek, sermaye ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkileri inceleyen ampirik çalışmalara yer verilecektir. Üçüncü bölümde analizde kullanılan veri seti ile ekonometrik metodoloji tanıtılacaktır. Dördüncü bölümde yapılan ekonometrik analizlerin sonuçları değerlendirilecektir. Gerçekleştirilen analizlerden elde edilen sonuçların ve politika önerilerinin yer aldığı sonuç bölümü ile çalışma bitirilecektir.

1. AB'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Enerji politikalarının en önemli boyutu, bu politikalar kapsamında enerjide sürdürülebilirliğin sağlanmasıdır. Enerjide sürdürülebilirliğin sağlanması için, çevrenin korunması ve iklim değişikliği ile mücadele sürekli gözetilmektedir. Bu konuda en önemli adımların biri, Avrupa Komisyonu'nun öncülüğünde Enerji ve İklim Değişikliği Paketi'nin karara bağlanmasıyla 2007 yılında atılmıştır. Ardından 2010 yılında yayımlanan Enerji 2020 Stratejisi ile 2020 yılına kadar üç önemli vizyon belirlenmiştir. Bu vizyonlar bağlamında, sera gazı salınım oranının belirlenmesinde 1990 yılı oranı baz alınarak 2020 yılına kadar en az %20 oranında düşürülmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji arzı içindeki payının %20'ye çıkarılması ve taşıtlarda kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları payının %10'a yükseltilmesi, birincil enerji kaynakları tüketiminde %20 oranında tasarrufun sağlanması hedeflenmiştir (European Commission, 2019a; TC Dışişleri Bakanlığı, 2017). Bu hedefler 2014 yılında revize edilerek 2030 yılına yönelik enerji stratejisi açıklanmıştır. Bu stratejiye göre yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimi içerisindeki payının %27'ye çıkarılması, sera gazı emisyonlarının %40 oranında azaltılması, enerji verimliliğinin %27'ye yükseltilmesi hedeflenmiştir (Bonn, Heitmann, Reichert, Voßwinkel, 2015: 3). Ayrıca 2018 yılında 2030 hedefleri yeniden revize edilerek yenilenebilir enerjinin payının %32'ye, etkin enerji tüketiminin %32,5'a çıkarılması karara bağlanmıştır (European Commission, 2019b). Yenilenebilir enerji kaynakları üretimi ve tüketiminin bu hedefler içinde yer alması, AB'nin temel enerji politikalarından birini desteklemektedir. Bilindiği üzere AB'nin temel enerji politikaları enerji arz güvenliğinin sağlanması, rekabet edilebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma temelinde çevrenin korunmasına katkıda bulunması temeline dayalıdır (European Commission, 2019c).

AB genelinde tüm üye ülkelerin ortak enerji politikası oluşturulamamıştır. Bu nedenle Avrupa Komisyonu, her üye ülkenin yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimi içerisindeki payının artırılmasına yönelik hedeflerinin uyumlaştırılmasını istemektedir. Daha sonra bu kaynakların tüketiminin GSYH'ya göre hesaplanması yükümlülüğü üye ülkelere talep edilmiştir. Bu doğrultuda AB ülkelerinde sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında, çevrenin korunmasına öncelik verilmiştir. Bu bağlamda AB'nin çeşitli politikalarına çevresel koruma, kaynak verimliliği, sosyal entegrasyon ve yeni iş alanları yaratma gibi yeşil ekonomiye ilişkin unsurlar entegre edilmiştir (Yılmaz, 2014: 73). Bu hususlar AB'de yenilenebilir enerji kaynaklarına önem verildiğinin temel göstergesidir.

AB'de her ülke hedeflediği ekonomik büyüme hızına ve ekonomik yapısına göre farklı enerji tüketim kalıplarına sahiptir. Dolayısıyla enerji tüketimindeki ve enerji çeşitliliğindeki farklılık nedeniyle AB ülkelerinin enerji politikaları da farklılık göstermektedir. Tablo 1'de AB'de yüksek yenilenebilir enerji kaynakları üretim kapasitesine sahip seçilmiş 12 ülkenin verileri yer almaktadır.

Tablo 1. Toplam Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretim Kapasitesi (MW)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
AB	322 521	361 475	395 655	420 261	440 680	465 132	489 206	513 360	536 719
Almanya	56 546	67 424	78 164	83 766	90 320	98 013	104 746	112 719	119 388
İtalya	29 507	40 822	46 721	48 857	49 526	50 417	51 195	52 128	53 290
Fransa	31 717	34 903	37 126	38 773	40 424	42 759	44 921	47 972	50 504
İsveç	22 707	23 469	24 293	24 645	25 528	26 869	27 805	28 337	29 178
İspanya	42 246	43 920	46 413	47 676	47 711	47 742	47 776	47 899	48 277
İngiltere	9 627	12 783	15 902	20 027	24 895	30 822	35 488	40 311	43 460
Finlandiya	5 127	5 282	5 329	5 632	5 863	6 256	6 858	7 618	7 867
Avusturya	44 980	44 980	40 866	51 210	50 410	49 977	47 369	50 922	50 854
Polonya	2 178	3 019	4 094	5 116	5 638	6 919	7 881	7 982	8 236
Romanya	6 791	7 410	8 354	10 098	11 152	11 212	11 162	11 145	11 148
Hollanda	3 562	3 748	4 038	4 547	4 837	5 808	7 185	7 942	9 753
Portekiz	9 607	10 548	10 955	11 143	11 573	12 153	13 208	13 541	13 787

Kaynak: IRENA, 2019: 1-6.

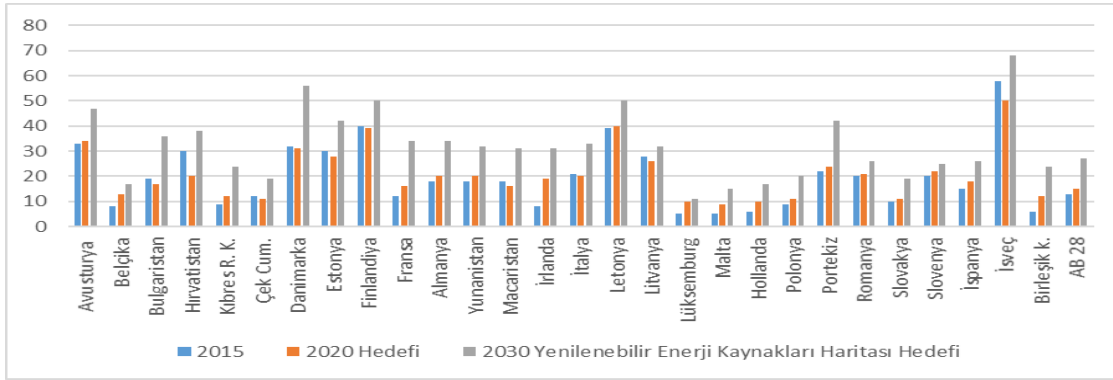
Tablo 1'de görüldüğü gibi AB genelinde teknolojik ilerleme sayesinde bu kaynaklarla ilgili kapasite 2010-2018 döneminde 3,2 GW'tan 5,4 GW'ta yükseltilmiştir. Bu dönemde en yüksek kapasite artışı ise sırasıyla Polonya, İngiltere, Hollanda, Almanya, İtalya ve Fransa tarafından gerçekleştirilmiştir.

AB genelinde kapasite artışının sağlanmasıyla yenilenebilir enerji kaynakları üretimi ekonomik anlamda artmıştır. Ayrıca, Almanya'nın toplam kapasite oranının yaklaşık %20'sine

sahip olması, bu ülkenin yenilenebilir enerji kaynakları üretimi konusunda önemli payı olduğunu ifade etmektedir.

AB ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynakları üretimi ile ilgili yüksek kapasitenin bulunması yanı sıra, yenilenebilir enerji kaynakları tüketimin gayrisafi nihai enerji tüketim içindeki payı, diğer ülkelere kıyasla yüksek düzeydedir. 2015 yılında en yüksek payı sırasıyla İsveç, Danimarka ve Finlandiya aldığı Şekil 1'den görülmektedir. Bu ülkeler 2020 yılı için belirlenen hedef orana 2015 yılında erişmiştir. Ancak 2030 yılı için belirlenen hedefe ulaşmak için önümüzdeki 10 yılda bu kaynakların üretiminde büyük ilerleme sağlaması gerekmektedir. Ancak Şekil 1'de görüldüğü gibi AB 28 genelinde ve bazı AB ülkelerinde bu kaynakların nihai enerji tüketimi içindeki payı 2020 hedefinin altındadır. Bu açıdan, Fransa, İrlanda ve Hollanda 2020 için belirlenen hedefin çok daha gerisinde kaldığı görülmektedir.

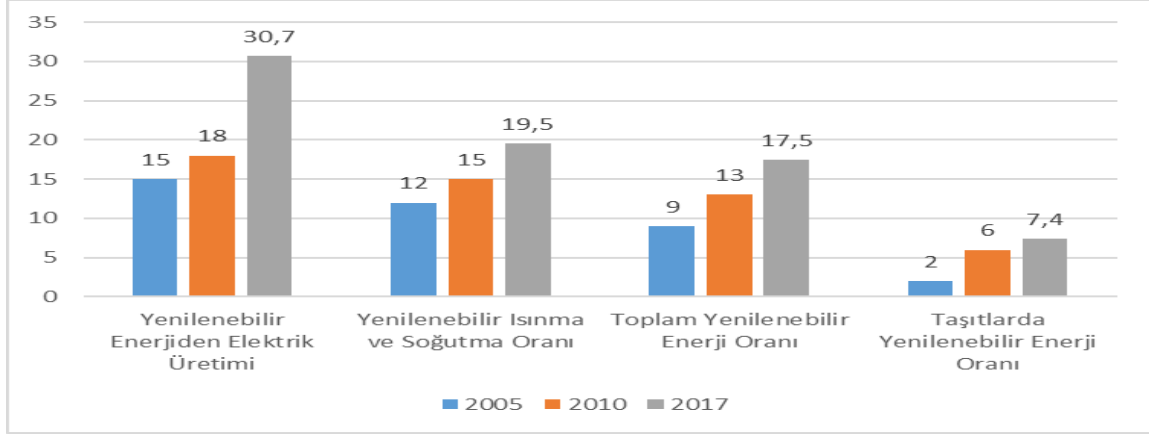
Şekil 1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gayri Safi Nihai Enerji Tüketimi İçindeki Payı, (%)



Kaynak: IRENA, 2019: 10.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının nihai enerji tüketimi içindeki dağılımı da sektörlere göre farklı yapıya sahiptir. Bu kaynakların sektörlere göre dağılımı ile ilgili oranlar Şekil 2'de görülmektedir. Bu şekilde yer alan dağılımdan en yüksek payı %19,5 ile elektrik üretimi almıştır. Bu sektörü sırasıyla, ısınma ve taşıt takip etmektedir.

Şekil 2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gayri Safi Nihai Enerji Tüketimine Göre Sektörler Arası Dağılımı, AB (%)



Kaynak: European Commission, 2019d: 127.

Şekil 2'ten görüldüğü üzere, toplam yenilenebilir enerji kaynakları payının gayrisafi enerji tüketimi içindeki payı 2017 yılı için %30,7 olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak yenilenebilir enerji kaynakları tüketimin sektörlere göre farklı dağılımı ülkelerin farklı enerji altyapısından ve farklı yenilenebilir enerji kaynaklarından kaynaklanmaktadır. Bu farklı yapıdan yola çıkarak her ülke yenilenebilir enerji kaynakları konusunda farklı girişimlerde bulunmaktadır.

2. Literatür Taraması

Genel olarak ekonomik büyüme ile enerji kullanımı arasındaki ilişkiyi ülke ve ülke grupları için araştıran çeşitli ampirik çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların büyük kısmında çeşitli ekonometrik yöntemlerle nedensellik testleri yapılmış ve iki değişken arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunmuştur. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ile ekonomik büyüme arasında bulunan ilişki de genel enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında bulunan ilişkiden farklı değildir. Çünkü bu kaynaklar da sonuçta toplam enerji tüketiminin bir parçası sayılmaktadır. Bu alanda yapılan birçok araştırmada da iki değişken arasında pozitif ve anlamlı ilişkinin olduğu görülmüştür. Ayrıca, bu çalışmaların birçoğunda yenilenebilir enerji kullanımının da GSYH üzerinde emek ve sermaye kadar etkili bir üretim faktörü olduğu tespit edilmiştir. Ancak çalışmaların büyük bir bölümü, yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmaktadır. Emek, sermaye ve yenilenebilir enerjide ortaya çıkan bir oransal bir değişimin çıktısı üzerinde yarattığı etkiyi çıktı esneklik katsayısı bağlamında araştıran çalışma sayısı oldukça azdır. Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini

araştıran çalışmalar ile bir üretim fonksiyonu kapsamında analiz edip esneklik katsayılarını hesaplayan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Sarı ve Soytaş'ın çalışmalarında (2007), 1971-2002 döneminde 6 ülkede emek, sermaye ve enerji girdileri kullanılarak Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kapsamında bir analiz yapılmıştır. VAR analizinin kullanıldığı bu çalışmanın sonucunda enerjinin bazı ülkelerde emek ve sermayeye nazaran daha önemli bir girdi olabileceği yönünde bir tespit yapılmıştır. Ancak bu çalışmada genel enerji verileri kullanılmıştır.

Sadorsky'nin çalışmasında (2009), gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ile kişi başına gelir arasındaki ilişki incelenmiştir. Panel eşbütünleşme analizi yapılan çalışmanın sonucunda, uzun dönemde kişi başı reel gelirdeki artış, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimini artırdığı tespit etmiştir.

Apergis ve Payne'nin ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki ilişkiyi dönem ve ülke farklılaştırarak yaptıkları çalışmalarda (2010a, 2010b, 2011a, 2011b, 2012); yenilenebilir enerji, GSYH, emek, sabit sermaye oluşumu değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmalarında yöntem olarak panel eşbütünleşme ve panel nedensellik araştırılmış ve çalışmanın sonucunda YEK ile GSYH arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Menegaki'nin çalışmasında (2011), 1997-2007 döneminde 27 AB ülkesinin ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kaynakları arasında ilişki araştırılmıştır. Çok değişkenli panel veri çerçevesinde yapılan çalışmanın sonucunda, iki değişken arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Ocal ve Aslan çalışmalarında (2013), Türkiye'nin 1990-2010 dönemi verileri kullanılarak yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Toda-Yamamoto ve ARDL nedensellik testinin kullanıldığı bu çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ters yönlü bir ilişkinin olduğu ve ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini tek yönlü etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır.

Apergis ve Danuletiu'nun çalışmalarında (2014), gelişmiş ve gelişmekte olan 80 ülkenin yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. 1990-2012 dönemi verileri kullanılarak panel veri analiz yöntemi ve Canning-Pedroni nedensellik testinin uygulandığı çalışmada, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Kula'nın çalışmasında (2014), 1980-2008 döneminde 19 OECD ülkesinde dinamik panel veri yöntemini kullanılarak kişi başına yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Salim, Hassan ve Shafiei'nin çalışmalarında (2014), 1980-2011 döneminde 29 OECD ülkesi için enerji kaynakları, sanayi sektörü üretimi ile ekonomik büyüme ilişkisi analiz edilmiştir. Westerlund eşbütünleşme ve panel Granger nedensellik analizinin yapıldığı çalışmada, uzun dönemde değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Çermikli ve Tokatlıoğlu'nun çalışmalarında (2015), 1990-2011 döneminde 27 yüksek gelirlili, 17 orta gelirlili olmak üzere 44 ülke için emek, sermaye ve enerji girdilerinin kullanıldığı Cobb-Douglas üretim fonksiyonu tahmin edilmiştir. Bu çalışma kapsamında farklı teknolojideki gelişmenin enerji yoğunluğu üzerinde etkisi incelenmiştir. Panel veri analiz yönteminin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, teknolojiye bağlı olarak yüksek gelirlili ülkelerde %1,25, orta gelirlili ülkelerde ise %1,65 oranında enerji tasarrufu sağlandığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Shahbaz, Loganathan, Zeshan ve Zaman'ın çalışmalarında (2015), 1972:1-2011:4 döneminde Pakistan için yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme ilişkisi incelenmiştir. ARDL yöntemini ve vektör hata düzeltme modelinin kullanıldığı çalışmada uzun dönemde değişkenlerin eşbütünleşik olduğu, yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümeyi arttırdığı ve değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Aslan ve Ocal'ın çalışmalarında (2016), 1990-2009 döneminde AB'ye yeni üye olan ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımı, sermaye ve emek ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. ARDL ve Hatemi-J nedensellik testinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, çalışma kapsamındaki ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü etkinin olduğu bulunmuştur.

Bhattacharya, Paramati, Ozturk ve Bhattacharya'nın çalışmalarında (2016), 1991-2012 döneminde dünyada en fazla yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip 38 ülkede yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Pedroni panel eşbütünleşme, panel DOLS, panel Granger nedensellik testinin kullanıldığı çalışmada, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Dogan'ın çalışmasında (2016), 1988-2012 döneminde Türkiye'de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisi araştırılmıştır. ARDL yöntemi, Johansen ve Gregory-Hansen

eşbütünleşme testlerinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, fosil kaynaklı enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu, ancak ekonomik büyüme üzerinde yenilenebilir enerjinin bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Destek ve Aslan'ın çalışmalarında (2017), 1980-2012 döneminde 17 yükselen piyasa ekonomisi için yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Panel nedensellik testinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, Kolombiya ve Tayland'da ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü, Peru'da yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü, Yunanistan ve Güney Kore'de yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisinin olduğu, diğer ülkelerde ise değişkenler arasında bir ilişkinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Ito'nun çalışmasında (2017), 2002-2011 döneminde gelişmekte olan 42 ülke için enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisi araştırılmıştır. Genelleştirilmiş momentler yöntemini (GMM) kullanılarak yapılan anazilin sonucunda uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi doğru yönlü etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır.

Kahia, Aissa ve Lanouar'ın çalışmalarında (2017), 1980-2012 döneminde petrol ithalatçısı MENA ülkelerinde yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Panel veri analizinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Koçak ve Şarkgüneşi'nin çalışmalarında (2017), 1990-2012 dönemi için 9 Karadeniz ve Balkan ülkesinde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme ilişkisi araştırılmıştır. Panel veri analizinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ve doğru yönlü bir ilişkinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Rafindadi ve Öztük (2017), 1971:1-2013:4 döneminde Almanya için yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme ilişkisi araştırılmıştır. ARDL sınır testi ve Bayer-Hanck eşbütünleşme testinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi artırdığı ve değişkenler arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Bulut ve Muratoğlu'nun çalışmasında (2018), 1990-2015 döneminde Türkiye için yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. ARDL ve Hatemi-J nedensellik testi kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda, Türkiye'de ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Durğun ve Durğun'un çalışmalarında (2018), 1980-2015 döneminde Türkiye'de kişi başına GSYH ile kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki araştırılmıştır. ARDL sınır testi ve eşbütünleşik Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda, yenilenebilir enerji kullanımından ekonomik büyümeye yönelik tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Alper'in çalışmasında (2018), 1990-2017 döneminde Türkiye için yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme ilişkisi araştırılmıştır. Bayer-Hanck eş bütünleşme testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testinin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, uzun dönemde değişkenler arasında doğru yönlü bir ilişkinin olduğu, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Marinaş ve diğerlerinin çalışmasında (2018), 1990-2014 döneminde Merkezi ve Doğu Avrupa'da ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki ilişki araştırılmıştır. ARDL yöntemi kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda, hem kısa hem de uzun dönemde iki değişken arasında anlamlı ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Stamatios ve diğerlerinin çalışmalarında (2018), 2007-2016 döneminde 25 AB üyesi ülkede ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji kaynakları ve diğer enerji kaynakları tüketimi arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir.

Songur'un çalışmasında (2019), 1982-2014 dönemi Türkiye için GSYH, emek, sermaye, doğal gaz, petrol ve kömür verileri translog üretim fonksiyonu tahmini yapılmıştır. Ridge regresyon yöntemi kullanılarak yapılan çalışmada, girdiler arası ikame esnekliklerinin 1 düzeyinde kaldığı, çıktı esneklikleri ise ele alınan dönemde pozitif bir seyir izlediği bulgusuna ulaşılmıştır.

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran ve üretim fonksiyonu kapsamında çıktı ile emek, sermaye ve enerji arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çok çalışma yapılmıştır. Ancak kullanılan yöntemler, seçilen örneklem grubu, incelenen zaman aralıkları ve veri setinin farklı olması nedeniyle, GSYH ile emek, sermaye ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi üretim fonksiyonu kapsamında ele alan ve nedensellik ilişkisi araştıran çalışmalardan ortak bir sonuca varılamadığı görülmüştür. Yukarıda özetlenen çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada seçilen ülke grubu ve dikkate alınan değişkenlerin farklılığının yanı sıra GSYH ile emek, sermaye ve yenilenebilir enerji değişkenlerinin çıktı esneklik katsayılarının Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kapsamında hesaplanmasıdır. Aşağıdaki başlıklarda çalışmanın detayları verilmiştir.

3. Veri Seti ve Metodoloji

3.1. Veri Seti

Yenilenebilir enerji kaynakları (RE) üretiminde en büyük paya sahip 12 AB ülkesinde yenilenebilir enerji, emek ve sermaye girdilerinin esnekliklerinden yola çıkarak çıktı esnekliğini hesaplamak için 2000-2017 dönemine ait GSYH, emek (L), sermaye (K) ve yenilenebilir enerji (RE) verileri kullanılmıştır. Örnek olarak alınan bu ülkeler Almanya, İtalya, Fransa, İsveç, İspanya, İngiltere, Finlandiya, Avusturya, Polonya, Romanya, Hollanda ve Portekiz'den oluşmaktadır. Analizde kullanılan değişkenlerin tanımları ve veri kaynakları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Değişkenlerin Tanımlanması ve Veri Kaynakları

Değişkenler	Açıklama	Kaynak
GSYH	2011 yılı fiyatlarıyla (Milyon Dolar)	Penn World Table, PWT 9.0
L	Milyon Kişi	Penn World Table, PWT 9.0
K	2011 yılı fiyatlarıyla gayrisafi sabit sermaye oluşumu (Milyon Dolar)	Dünya Bankası
RE	Yenilenebilir enerji kaynakları, biyoyakıtlar da dahil (Mtoe)	Eurostat

3.2. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu

Girdiler ile çıktı arasındaki ilişkiyi göstermek ve üretimin girdilere göre esneklik katsayıları ile çıktı esneklik katsayısını elde edebilmek için, çalışmada Cobb-Douglas üretim fonksiyonundan faydalanılmıştır. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu 1928 yılında Cobb ve Douglas tarafından geliştirilmiştir. Bu üretim fonksiyonu, üretimin emek ve sermaye faktörlerine olan esneklikleri ile üretimin yenilenebilir enerjiye olan esnekliklerinin hesaplanmasına yardımcı olmaktadır. Tahmin edilecek Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda bağımlı değişken olarak GSYH, bağımsız değişken olarak da emek (L), sermaye (K) ve yenilenebilir enerji kullanımı (RE) da dahil edilerek kullanılmıştır. Dolayısıyla üç girdili Cobb-Douglas üretim fonksiyonu aşağıda oluşturulmuştur:

$$GSYH = AK^{\alpha}L^{\beta}RE^{\delta} \quad (1)$$

Denklem (1)'i doğrusal formda ifade edilebilmek için, eşitliğin her iki yanının doğal logaritması alınıp denklem (2)'de düzenlenmiştir. (t-1) dönemdeki büyüme oranı, (t) dönemdeki büyüme oranını etkilediği için, çalışmada Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu tahmin ederken dinamik panel veri analizinden yararlanmıştır. Bu çerçevede doğrusal forma dönüştürülmüş Cobb-Douglas üretim fonksiyonu aşağıda yer almaktadır.

$$\ln GSYH_{it} = \alpha \ln K_{it} + \beta \ln L_{it} + \delta \ln RE_{it} + \theta \ln GSYH_{i,t-1} + \mu_i + \lambda_t + u_{it} \quad (2)$$

Bu analizde tahmin edilecek parametreler α , β , δ ve θ 'dır. Dinamik panel veri analizinde, μ_i birim etkisini, λ_t zaman etkisini göstermektedir. u_{it} ise hata terimi olarak denklemin hata payını temsil etmektedir.

(2) nolu denklemde yer alan ($e_K = \alpha$) üretimin K faktörüne olan esneklik katsayısını, ($e_L = \beta$) üretimin L faktörüne olan esneklik katsayısını, ($e_{RE} = \delta$) ise üretimin yenilenebilir enerji girdisine olan esneklik katsayısını göstermektedir. Bu esneklik katsayılarının toplamı da çıktı esneklik katsayısını vermektedir. Daha önce de ifade edildiği gibi, çıktı esnekliği, girdilerde meydana gelen oransal bir değişimin üretimde yarattığı oransal değişme olarak tanımlanmaktadır. Üretimin girdilere olan esnekliği, aynı zamanda girdinin marjinal ürününün ortalama ürüne oranı biçiminde de hesaplanabilir. Bu esneklik katsayıları aşağıda verilmiştir.

$$e_K = \frac{dGSYH}{dK} \cdot \frac{K}{GSYH} = \frac{MP_K}{AP_K} \quad (3)$$

$$e_L = \frac{dGSYH}{dL} \cdot \frac{L}{GSYH} = \frac{MP_L}{AP_L} \quad (4)$$

$$e_{RE} = \frac{dGSYH}{dRE} \cdot \frac{RE}{GSYH} = \frac{MP_{RE}}{AP_{RE}} \quad (5)$$

Çıktı esnekliği ise bu üç esneklik katsayısının toplamına eşittir.

$$e = e_K + e_L + e_{RE} \quad (6)$$

(3-5) arasındaki denklemlerde marjinal ürünün (MP) ortalama ürüne oranı (AP), üretimin ilgili girdiye ait esnekliğini vermektedir. Bu esneklik eğer $MP > AP$ ise 1'den büyük, $MP < AP$ ise 1'den küçük, $MP = AP$ ise 1'e eşit olacaktır. Ayrıca $MP < AP$ olması durumunda, üretimin ikinci bölgesinde olduğu anlamına gelmektedir.

4. Yöntem ve Ampirik Bulgular

Araştırmanın bu kısmında ilk önce dinamik panel data analizlerinde yapılan yatay kesitsel bağımlılığı test edilmiştir. Yatay kesit bağımlılığı; mekansal yayılma etkileri, dışlanmış gözlenen ya da gözlenemeyen ortak faktörler, bu faktörlerin hesaba katılması durumunda da ortaya çıkabilecek hata terimindeki bağımsızlık gibi nedenlerden kaynaklanabilmektedir (Breitung ve Pesaran, 2005: 18). Sapmalı sonuçlar ya da yanlış çıkarımların olmaması için panel veri analizinde yatay kesit bağımlılığının araştırılması gerekmektedir (Pesaran, 2004; Chudik ve diğerleri, 2011). Chudik ve Pesaran (2013: 2) panel veri analizlerinde yatay kesit bağımlılığının çoğu zaman olduğunu varsayarak parametre tahmininde bulunmuşlardır. Modelin tahmininde karşılaşılan

önemli sorunlardan biri yatay kesit bağımlılığının bulunup bulunmamasıdır. Bu nedenle öncelikle, veri setinde yer alan 12 ülkenin birbirlerini etkileyecekleri varsayılarak, yatay kesit bağımlılığı test edilmiştir.

Araştırmada dinamik panel data analizinde değişen varyans sorunu bulunduğu ve modelin sabit etkili olduğu varsayımından hareketle, bu tür konularla ilgili ön tahminlerin yapılmasına gerek görülmemiştir. Hoechle yaptığı araştırmada (2007), değişken varyans (değişken hata terimi varsansı, heteroskedastik varyans) sorunu bulunan ve sabit etkili modeller için, Pesaran'ın CD (Cross Section Dependent) kesitsel bağımlılık testi tahmin yöntemini önermiştir. Dolayısıyla öncelikle kesitsel bağımlılık testi kapsamında veri setlerinin birimleri arasındaki olası bağımlılık sorunu test edilmiştir (De Hoyos, Sarafidis, 2006: 482-496). Bu testle ilgili sonuçlar Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3. Pesaran'ın CD Kesitsel Bağımlılık Testi Sonuçları

LogGSYH	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	P-Değeri	Güven Aralığı %95	
LogL	-0.0629615	0.0627163	-1.00	0.317**	0.1866278	0.0607048
LogK	0.4334623	0.0182117	23.80	0.000**	0.3975517	0.4693728
LogRE	0.1365266	0.0093599	14.59	0.000**	0.1180705	0.1549828
sigma_u	0.26419078					
sigma_e	0.01784679					
rho	0.99545737	(fraction of variance due to u_i)				
F(11, 201)	44.62	F test that all u_i=0				
F(3, 201)	359.11	Kod: xtreg loggsyih logl logk loget, fe / xtcspd, pesaran abs				
R Kare	0.8063					
Prob>f	0.0000*					
Pr						
Pesaran's test of cross sectional independence					2.149	
Average absolute value of the off-diagonal elements					0.577	
Sabit Etkiler (regresyon - Within)						

*Olasılık değerinin sıfır olması boş hipotezin reddedildiğini ifade etmektedir. Yani sermaye ve yenilenebilir enerji kaynakları üretiminin kesit birimleri boyutu arasında bağımlılık bulunmaktadır.

**Emek için P değeri sıfırdan yüksek olduğu için boş hipotez kabul edilmektedir. Yani emeğe ait veri setlerinin kesit birimleri arasında kesitsel bağımlılık bulunmamaktadır. Diğer iki değişkenin kesit birimleri arasında kesitsel bağımlılık bulunmaktadır.

Tablo 3'te gösterildiği gibi, tüm logaritmik değişkenler için Pesaran'ın CD kesitsel bağımlılık testi yapılmıştır. Bu testin sonucunda emek parametresi hariç, diğer değişkenlerin P değeri, hata teriminden düşük çıkmıştır. Dolayısıyla modelde kesitsel bağımlılığın bulunduğu tespit edilmiştir.

Yatay kesitsel bağımlılığı testinden sonra veri setlerinin durağanlığını test etmek için birim kök testi yapılmıştır. Literatürde iki tür panel birim kök testi bulunmaktadır. Birinci tür panel birim kök testlerinde, paneldeki bireysel zaman serileri kesitsel olarak bağımsız bir biçimde dağıtıldıkları

kabul edilmektedir (Maddala ve Wu, 1999; Choi, 2001; Im ve diğerleri, 2003). İkinci tür panel birim kök testlerinde ise yatay kesit bağımlılığına izin verilmektedir (Moon ve Perron, 2004; Pesaran ve diğerleri, 2013).

Modelde yatay kesitsel bağımlılığı olduğundan, birçok araştırmada birim kök testinin yapılması için ikinci nesil test yönteminin kullanılması önerilmektedir. Araştırmada birim kök testi konusu Yatay Kesit Genişletilmiş Dickey-Fuller (Cross-Sectionally Augmented Dickey-Fuller / CADF) testi ile sınanmıştır. Bu testte yatay kesit bağımlılığını gidermek için, Dickey-Fuller regresyonları, kesit birimlerin birinci ve ikinci farkları ve gecikmeli değerlerin yatay kesit ortalamaları alınarak genişletilmektedir. Kesitsel bağımlılık ve değişken varyans sorunu bulunduğu durumda, en uygun birim kök testi Pesaran CADF (2007) tahmin yöntemi olduğundan, modelde bu yöntem kullanılmıştır. Çünkü bu test yöntemi hem kesitsel bağımlılığı hem de değişken varyans varsayımına göre geliştirilmiştir (Lewandowski, 2007). Ayrıca Pesaran CADF testi, makro panel ve zaman serisi 20-30 yıllık dönemler içeren heterojen modeller için de önerilmektedir. Bu test kapsamında değişkenlerin birebir durağanlığı test edilmiştir. Bu test sonucunda birim kökü bulunan değişkenler durağan hale getirilmelidir. Testin sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	t-bar	cv10	cv5	cv1	z[t-bar]	P-Değeri
LogGSYH	-2.563	-2.670	-2.780	-3.010	-0.979*	0.164*
D1.LogGSYH						0.366**
D2.LogGSYH						0.000 ***
LogL	-2.569	-2.670	-2.660	-3.010	-1.002*	0.158*
D1.LogL						0.245**
D2.LogL						0.000 ***
LogK	-2.559	-2.670	-2.780	-3.010	-0.965*	0.167*
D1.LogK						0.021**
D2.LogK						0.000 ***
LogRE	-2.668	-2.670	-2.780	-3.010	-1.343*	0.090*
D1.LogRE						0.000**
D2.LogRE						0.000 ***

*Hem P-değerleri hem de z bar değeri boş hipotezin reddedildiğini ifade etmektedir. Bu sonuç logaritmalı değişkenlerin birim kök içerdiğini göstermektedir.

**Serilerin birinci farkı alınarak durağanlaştırılmaya çalışılmıştır. Fakat serilerin tümü durağan hale getirilememiştir.

***Serilerin ikinci farkı alınarak tüm serilerde durağanlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4'te yer alan CADF test sonuçlarına göre tüm seriler için sadece ikinci farklar alındığında güçlü bir biçimde %1 olasılık düzeyinde boş hipotez reddedilmektedir. Diğer bir deyişle ilgili seriler ikinci farkta durağanlaşmıştır. Çünkü, serilerin birinci farkı alındıktan sonra değişkenlerin tümü durağan hale getirilemediği için ikinci fark alınarak tüm değişkenlerin durağanlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bir başka ifadeyle seriler ikinci dereceden

bütünleşiktir. Dolayısıyla panel birim kök test bulgularına dayanılarak analize konu olan tüm değişkenlerin ikinci dereceden I(2) bütünleşik olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak modelde kesitsel bağımlılık dikkate alınarak, logaritmalı değişkenler üzerinde Pesaran CADF testiyle değişkenler ikinci dereceden durağanlaştırılmıştır.

Dinamik panel modellerde uygun nihai tahmin yöntemini seçmek için serilerde en önemli iki varsayımın test edilmesi gerekmektedir. Birincisi açıklayıcı değişkenlerin tam dışsal olup olmadığı testi (içsellik sorunu testi; hata terimi ile gecikmeli değişkenler arasında bulunan korelasyon), ikincisi ise hata terimlerinin otokorelasyonlu olup olmadığı testinin yapılmasıdır.. Anderson ve Hsiao (1982: 47-82) serilerde içsellik sorunu testi ile ilgili yaptıkları araştırmada bu sorununu araç değişkenler yönteminin kullanılmasıyla çözmeye çalışmışlardır. Bu bağlamda, tüm değişkenlerde hata terimi ile gecikmeli değişkenler arasında korelasyondan kaynaklanan etki kontrol altında tutulabilir. İçsellik sorununu çözmek konusunda hata terimlerinde otokorelasyonun olup olmadığı tespit edilmelidir. Fakat bu test yöntemi, modelde otokorelasyonun olmadığını varsayarak yapıldığı için nihai parametre tahmininde tercih edilmemiştir. Araç değişken yöntemi bağlamında yapılan içsellik sorunu testi ile ilgili sonuçlar Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. İçsellik Testi Sonuçları

D2.LogGSYH	Katsayılar	Standart Hatalar	Z-Değeri	P-Değeri	Güven Aralığı %95	
D2. LogL	0.5414783	0.0168146	32.20	0.000*	0.5085222	0.5744343
D2.LogK	0.5294512	0.0155059	34.15	0.000*	0.4990602	0.5598422
D2.LogRE	0.0862591	0.0109711	7.86	0.000*	0.0647561	0.1077621
Prob > Chi2	0.0000*	no endogenous regressors				
Gözlem Sayısı	214					
R-Kare	0.9795					
Root MSE	0.02498					
Wald chi2(3)	10218.60					

* P değeri ve olasılık değeri kritik değerden (%0,05) düşük olduğu için boş hipotez reddedilmiştir. Yani tüm serilerin hata terimi ile gecikmeli değişkenleri arasında korelasyon bulunmaktadır. Fakat bu yöntemde otokorelasyonun olup olmadığını dikkate alınmadığı için geçersiz sayılmaktadır.

Birçok araştırmada otokorelasyonun ve değişen varyansın bulunduğu modeller için en uygun test yönteminin Arellano-Bond GMM (Generalized Method of Moment) yöntemi olduğu ifade edilmektedir. Ancak bu yöntemin kullanılması için modelde en az ikinci dereceden otokorelasyonun bulunmaması gerekmektedir (Roodman, 2009: 86-136). Bu bağlamda otokorelasyon testi ile birlikte birinci ve ikinci dereceden otokorelasyon testi yapılarak bu durum test edilmelidir. Bu bağlamda ikinci dereceden otokorelasyonu olmayan modeller, uygun modeller sayılmaktadır. Tablo 6’da otokorelasyon testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 6. Arellano-Bond Otokorelasyon Testi Sonuçları

Derece	z	Prob>z
1	-4.5319	0.0000*
2	-0.51498	0.6066*

* P değerleri ikinci dereceden otokorelasyonun olmadığını göstermektedir.

Tablo 6'da gösterildiği gibi olasılık sonuçları ve (z) istatistiğine göre ikinci dereceden P değeri, hata payından (%0,05) yüksek olduğu için boş hipotez kabul edilerek modelin ikinci dereceden ($P=0.1483>0,05$) otokorelasyonlu olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla araştırmada tutarlı sonuçlara varmak için Arellano-Bond GMM yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. Bu bağlamda araştırmada nihai parametre tahmini için Arellano-Bond test yöntemi kullanarak bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken ile ilişkisi ele alınmıştır. Tablo 7'de bu ilişki ile ilgili sonuçlar yer almaktadır.

Tablo 7. İki Aşamalı Arellano-Bond GMM* Dinamik Panel Data Testi Sonuçları

LogGSYH	Katsayılar	Standart Hatalar	z-İstatistiği	P-Değeri	Güven Aralığı %95	
D2.L1.LogGSYH	-0.016207	0.0007378	-21.97	0.000	-0.0176529	-0.014761
D2.LogL***	0.5984812	0.0226738	26.40	0.000**	0.5540413	0.642921
D2.LogK***	0.4560924	0.0120818	37.75	0.000**	0.4324126	0.4797722
D2.LogRE***	0.0929411	0.0057687	16.11	0.000**	0.0816347	0.1042476
GMM türü	L(2/.)D2.LogGSYH					
Standart	D2.LogL D2.LogK D2.LogRE					
Wald chi2(4)	74325.05					
Prob > chi2	0.0000					

*Genelleştirilmiş momentler yönteminde (GMM), normalde ilk farkları alınmış dinamik sabit etkili model araç değişkenler ile dönüştürülerek genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi bağlamında tahmin edilir. Fakat birim kök testinde değişkenler ikinci farkdan durağanlaştığı için ikinci farkı alınmış değişkenler kullanılmıştır. Ayrıca, burada model uyarı vermesine rağmen robust yapılması tercih edilmemiştir. Çünkü modelin robust yapılması standart hata miktarlarında sapmaya neden olarak nihai sonuçların güvenilirliğini düşürmektedir.

**P değerleri ve olasılık değeri nihai test sonucunun anlamlı ve pozitif olduğunu ifade etmektedir. Çünkü bu değerler kritik değerden (%0,05) düşüktür.

***Logaritmali bağımsız değişkenlerin ikinci farkı alınarak teste dahil edilmiştir.

Tablo 7'de yer alan analiz sonucunda; L, K ve RE'nin P değerinin istatistik olarak anlamlı ve pozitif çıkması, emek, sermaye ve yenilenebilir enerjinin GSYH ile ilişkili olduğunu ifade etmektedir. Özellikle yenilenebilir enerjinin GSYH ile ilişkisinin anlamlı ve pozitif olması, seçilmiş AB ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik politikaların etkin rol oynadığını göstermektedir. Üretimin faktör esneklik katsayılarının pozitif çıkması, iktisadi olarak da tutarlı ve anlamlıdır.

Sonuç

Çalışmada 2000-2017 dönemi için seçilmiş AB ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile emek ve sermaye girdilerine ilişkin çıktı esneklik katsayıları Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kapsamında tahmin edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen katsayılar, hem istatistiksel olarak hem de iktisadi olarak anlamlı bulunmuştur. Doğrusal forma dönüştürülen Cobb-Douglas üretim fonksiyonundaki değişkenlerin katsayıları aynı zamanda üretim faktör esneklik katsayılarını da ifade etmektedir. Bu katsayıların toplamı çıktı esneklik katsayısını oluşturmaktadır. Elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir:

Analiz sonucunda tahmin edilen katsayılar pozitif değerler almıştır. Diğer bir ifadeyle üretimin emek faktörüne olan esneklik katsayısı 0,598, üretimin sermaye faktörüne olan esneklik katsayısı 0,456 ve üretimin yenilenebilir enerji girdisine olan esneklik katsayısı 0,093 olarak tahmin edilmiştir. Bu esneklik katsayılarının toplamı 1,147 olarak elde edilmiş olup, örnek olarak seçilen 12 AB ülkesinde Cobb-Douglas üretim fonksiyonu çerçevesinde ölçeğe göre artan getirinin olduğu söylenebilir. Ayrıca açıklayıcı değişken durumunda olan girdiler arasında en büyük faktör esneklik katsayısı emek faktörüne aittir. Emegi, sermaye ve yenilenebilir enerji izlemektedir.

Üretim fonksiyonunda yer alan emek, sermaye ve yenilenebilir enerji girdilerinin esnekliklerinin 0 ile 1 arasında değer alması, bu girdilerin ortalama ürününün, marjinal ürününden büyük olduğunu ifade etmektedir. Bu kapsamda girdilerin tamamı üretimin ikinci bölgesinde, diğer bir deyişle azalan verimler yasasının işlediği bölgede yer almaktadır.

Üretimin faktör esneklik katsayılarının pozitif değer alması, girdiler arasında işlevsel olarak bir tamamlayıcılık ilişkisi olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla girdilerden birinin kullanım miktarında meydana gelen bir artış, diğer girdinin marjinal verimliliğini arttırmaktadır. Bu hali ile tahmin edilen Cobb-Douglas üretim fonksiyonları teori ile uyumlu sonuç vermiştir.

En büyük yenilenebilir enerji üretimi gerçekleştiren seçilmiş AB ülkelerinin, yenilenebilir enerji kullanımına yönelik destekleme politikalarını artırmaları yararlı olacaktır.

Kaynakça

- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 223-242.
- Anderson, T.W. ve Hsiao, C. (1982). Formulation and Estimation of Dynamic Models Using Panel Data. *Journal of Econometrics*, 18(1), 47-82.
- Apergis, N. ve Danuletiu, D. C. (2014). Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from the Sign of Panel Long-run Causality. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 578-587.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2010a). Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38(1), 656-660.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2010b). Renewable energy consumption and growth in Eurasia. *Energy Economics*, 32(6), 1392-1397.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2011a). Renewable and non-renewable electricity consumption–growth nexus: Evidence from emerging market economies. *Applied Energy*, 88(12), 5226-5230.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2011b). The renewable energy consumption–growth nexus in Central America. *Applied Energy*, 88(1), 343-347.
- Apergis, N. ve 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.
- Aslan, A. ve Ocal, O. (2016). The Role of Renewable Energy Consumption in Economic Growth: Evidence from Asymmetric Causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60(C), 953-959.
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I. ve Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied Energy*, 162(Supplement C), 733-741.
- Bonn, M., Heitmann, N., Reichert, G. ve Voßwinkel, J. S. (2015). EU Climate and Energy: Comments on an Evolving Framework Policy 2030. cepInput. https://www.cep.eu/Studien/cepInput_Klima_und_Energie/cepInput_Climate_and_Energy_Policy_2020-2030.pdf, (15.11.2019).
- Breitung, J. ve Pesaran, M.H. (2005). Unit Roots and Cointegration in Panels. *Cambridge Working Papers in Economics*, 0535, University of Cambridge, Faculty of Economics.
- Bulut, U. ve Muratoğlu, G. (2018). Renewable Energy in Turkey: Great Potential, Low but Increasing Utilization, and an Empirical Analysis on Renewable Energy-Growth nexus. *Energy Policy*, 123, 240-250.
- Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20(2), 249-72.
- Chudik, A. ve Pesaran, M. H. (2013). Large panel data models with cross-sectional dependence: a survey. *Cesifo Working Paper*, 4371.

- Chudik, A., Pesaran, M. H. ve Tosetti, E. (2011). Weak and strong cross-section dependence and estimation of large panels. *The Econometrics Journal*, 14(1), C45-C90.
- Cobb, C. W. ve Douglas, P. H. (1928). A Theory of Production. *The American Economic Review*, 18(1), Supplement, Papers and Proceedings of the Fortieth Annual Meeting of the American Economic Association, 139-165, <http://www.jstor.org/stable/1811556>, (15.03.2011).
- Çermikli, A. H. ve Tokatlıoğlu, İ. (2015). Yüksek ve Orta Gelirli Ülkelerde Teknolojik Gelişmenin Enerji Yoğunluğu Üzerindeki Etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(32), 1-22.
- De Hoyos, Rafael E., Sarafidis, V. (2006). Testing for Cross-sectional Dependence in Panel-data Models, *The Stata Journal*, 6(4), 482–496.
- Destek, M. A. ve Aslan, A. (2017). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in emerging economies: Evidence from bootstrap panel causality. *Renewable Energy*, 111(Supplement C), 757-763.
- Dogan, E. (2016). Analyzing the linkage between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth by considering structural break in time-series data. *Renewable Energy*, 99(Supplement C), 1126-1136.
- Durğun, B. ve Durğun, F. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *International Review of Economics and Management*, 6(1), 1-27.
- European Commission (2019a). 2020 climate & energy package. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en, (25.11.2019).
- European Commission (2019b). 2030 climate & energy package. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en, (25.11.2019).
- European Commission (2019bc). Energy Strategy and Energy Union: Secure, competitive, and sustainable energy. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union> (19.10.2019).
- European Commission (2019d). EU energy in figures. European Union energy statistical pocketbook. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e0544b72-db53-11e9-9c4e-01aa75ed71a1>, (10.01.2020).
- Hoechle, D. (2007). Robust Standard Errors for Panel Regressions with Cross-Sectional Dependence, *The Stata Journal*, 7(3), pp.281-312. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1536867X0700700301/>, (05.12.2019).
- Im, K. S., Pesaran, M. H. ve Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels, *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74.
- IRENA (2019). *Renewable Energy Statistics 2019*. International Renewable Energy Agency, <https://www.irena.org/publications/2019/Jul/Renewable-energy-statistics-2019>, (15.12.2019).
- Ito, K. (2017). CO2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from panel data for developing countries. *International Economics*, 151(Supplement C), 1-6.

- Kahia, M., Aissa, M. B. ve Lanouar, C. (2017). Renewable and non-renewable energy use-economic growth nexus: The case of MENA Net Oil Importing Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71(C), 127-140.
- Koçak, E. ve Şarkgüneşi, A. (2017). The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries. *Energy Policy*, 100(Supplement C), 51-57.
- Kula, F. (2014). The Long-run Relationship between Renewable Electricity Consumption and GDP: Evidence from Panel Data. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9(2), 156-160.
- Lewandowski, P. (2007). PESCADF: Stata Module to Perform Pesaran's CADF Panel Unit Root Test in Presence of Cross Section Dependence Warsaw School of Economics, Institute for Structural Research., *Research Gate*, <http://fmwww.bc.edu/repec/bocode/p/pescadf.ado/>, (08.12.2019).
- Maddala, G. S. ve Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 631-52.
- Marinaş, M. C., Dinu, M., Socol, A. G. ve Socol, C. (2018). Renewable energy consumption and economic growth. Causality relationship in Central and Eastern European countries. *PLoS ONE* 13(10): e0202951. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0202951>, (15.12.2019).
- 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.
- Moon, H. R. ve Perron, B. (2004). Testing for a unit root in panels with dynamic factors, *Journal of Econometrics*, 122(1), 81-126.
- Ocal, O. ve Aslan, A. (2013). Renewable energy consumption–economic growth nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28(Supplement C), 494-499.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels, *Cambridge Working Papers in Economics*, 0435, University of Cambridge, Faculty of Economics.
- Pesaran, M. H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-section Dependence. *Journal of applied econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M. H., Smith, L. V. ve Yamagata, T. (2013). Panel unit root tests in the presence of a multifactor error structure. *Journal of Econometrics*, 175(2), 94-115.
- Rafindadi, A. A. ve Öztürk, İ. (2017). Impacts of Renewable Energy Consumption on the German Economic Growth: Evidence from Combined Cointegration Test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1130- 1141.
- Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata, *The STATA Journal*, 9(1), 86–136
- Sadorsky, P. (2009). Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies. *Energy Policy*, 37, 4021–4028.
- Salim, R. A., Hassan, K. ve Shafiei, S. (2014). Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Activities: Further Evidence from OECD Countries. *Energy Economics*, 44, 350-360.

Sarı, R. and Soytaş, U. (2007). The growth of income and energy consumption in six developing countries. *Energy Policy*, 35(2), 889-898.

Shahbaz, M., Loganathan, N., Zeshan, M. ve Zaman, K. (2015). Does Renewable Energy Consumption add in Economic Growth? An application of AutoRegressive Distributed Lag Model in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 576-585.

Songur, M. (2019). Türkiye'de Emek, Sermaye ve Enerji Arasındaki İkame Esnekliği: Translog Üretim Fonksiyonu Yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 54, 114-137.

Stamatios, N., Michalis, S., Grigorios, K., Garyfallos, A., Miltiadis, C., Spyros, G., Athanasios, B. ve Apostolia, K. (2018). Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from European Countries. *MDPI, Sustainability*, 10(26), 1-13.

TC Dışişleri Bakanlığı (2017). *Fasıl 15 - Enerji*. TC Dışişleri Bakanlığı, Avrupa Birliği Başkanlığı, https://www.ab.gov.tr/fasil-15-enerji_80.html, (10.12.2019).

TDK (2011). *İktisat Terimleri Sözlüğü*. Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara.

Yılmaz, S. A. (2014). *Yeşil İşler ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Potansiyel*. T.C. Kalkınma Bakanlığı, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Ankara, s. 73.