

## Yenilenebilir Kaynaklı Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Avrupa Birliğine Ait Yeni Bulgular

Abdullah Emre Çağlar<sup>1</sup>

Çiğdem Demir<sup>2</sup>

### Öz

Yenilenebilir enerji, ülkelerde çevre bilincinin uyanmaya başlamasıyla birlikte yaygınlığı giderek artmaktadır. Özellikle bilgi ekonomisine geçiş yapan ülkelerde çevreye duyarlılık bilincinin arttığı gözlemlenmektedir. Bu enerji türünün kullanılması için ciddi alt yapı yatırımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Dahası ülkelerde sağlam bir ekonomik gücün olması gerekmektedir. Dolayısıyla, enerjiyi yoğun olarak kullanan AB ülkelerinde bu iki değişken arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması hem ülkeler hem de dünyanın geleceği için önem arz etmektedir. Çalışmada kısa dönemde değişkenler arasında herhangi bir nedensellik bulunmamasına rağmen, uzun dönemde çift yönlü bir nedensellik ilişkisine rastlanılmıştır. Sonuç olarak, politika yapıcılara yenilenebilir enerji ile ilgili planlarının uzun soluklu olması gerektiği önerilmektedir.

### Anahtar Kelimeler

Yenilenebilir enerji • Ekonomik büyüme • Panel ARDL • Avrupa Birliği

### JEL Classifications

Q20 • O40 • C33

## The Relationship between Renewable Energy Consumption and Economic Growth: New Evidence from the European Union

### Abstract

Renewable energy is becoming more widespread due to a dawning of environmental consciousness in Europe, especially in countries that have transitioned to the information economy. However, the same transition requires serious infrastructure investment. These countries need sound economic potential. Therefore, in the European Union (EU) countries with intensive energy demand, determining the relationship between those two variables carries considerable importance for both the countries and the world. Even though the study found no clear causality between them in the short term, over the long term, we encountered a two-sided causality. Based on that, we suggest that policymakers make long-term plans about renewable resources.

### Keywords

Renewable Energy • Economic growth • Panel ARDL • European Union

### JEL Classifications

Q20 • O40 • C33

1 Sorumlu Yazar: Abdullah Emre Çağlar (Arş. Gör.). Akdeniz Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, Dumlupınar Bulvarı 07058 Antalya, Türkiye. Eposta: aecağlar@akdeniz.edu.tr

2 Çiğdem Demir (Yrd. Doç. Dr.), Akdeniz Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü.

Atf: Çağlar, A. E. ve Demir, Ç. (2018). Yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Avrupa Birliğine ait yeni bulgular. *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, 14(28), 9–30. <https://dx.doi.org/10.26650/ekoist.2018.14.28.0001>

### **Extended Summary**

Numerous studies in the literature show growth according to energy consumption. For the most part, these studies examine the relationship between fossil fuel energy consumption and growth (cf. Ciarreta and Zarraga, 2009; Narayan and Smyth, 2009; Lee and Chang, 2005; Shahbaz and Lean, 2012; Yoo, 2006; Wolde-Rufael, 2004). However, very few examine the relationship between renewable energy (YEN) and economic growth (GDP). Researchers who see this area as lacking in the literature have focused on studies on YEN and gross domestic product (GDP) (see Apergis and Payne, 2010; Apergis and Payne, 2012; Apergis and Payne, 2011; Öcal and Aslan, 2013; Tuğcu et al., 2012; Sadorsky, 2009). Within the European Union, there appears to have been very little review of the relevant variables.

In the present study, the impact of renewable energy resources on economic growth has not been examined according to the typical, fossil-fuel-based perspective. Rather, following the Sadorsky model (2009), we analyzed the impact of renewable energy on growth in the EU's 28 member states. To the best of our knowledge, such a study has not been previously undertaken.

The five reasons behind the modeling of renewable energy sources are briefly explained below:

First, the European Union's current Renewable Energy Directive set a binding 2020 goal of 20% final energy consumption from renewable sources. Previously, between 2004 and 2014, renewable energy production in member states rose by 73.1% (Key Figures on Europe, 2016, p. 174).

Second, when studies of renewable energy are examined, they appear to indicate reducing greenhouse gas emissions (see Ahmed and Long, 2012; Bilgili et al., 2016; Dogan and Şeker, 2016; Jebli et al., 2016; Shafiei and Salim, 2014; Caglar and Mert, 2017).

Third, the directive states that the share of renewable energy sources in 2012, as a percentage of gross EU energy consumption, was 14%. Renewable energy as a percentage of total energy consumption from past to present is increasing and will undoubtedly continue to do so. Renewable energy enables green technologies to be introduced into the industrial sector. (Smarter, greener, more inclusive?, 2015, p. 90). Therefore, the addition of green technology is important for all of the countries.

Fourth, the development of renewable energy sources contributes to the EU's 2020 employment target by reducing dependence on imported fuels and creating job opportunities. The European Union's 2020 target is to employ 75% of the population aged 20-64 (Savova, 2005, p. 39).

Fifth, economic growth is an attractive prospect for research and development of renewable energy technologies. Economic growth facilitates energy sector growth. As a result, it plays a critical role in infrastructure requirements (Apergis and Payne, 2012, p. 737). It is also a key motivator for people to work.

When the literature is examined, the relation between energy consumption and growth is based on four causal hypotheses. The first is neutrality, which denies a causal connection between energy consumption and economic growth. (Manegaki, 2011, p. 262). The second is conservation, which suggests a one-way causality from growth to consumption. The conservation hypothesis arises in countries where growth has little-to-no effect on energy consumption (Chang and Carballo, 2011, p. 4216). The third is growth, which states that energy consumption plays a key role in economic growth, with the causality leading from the former to the latter. In addition, the contribution to economic growth in the production process of energy, whether direct or indirect, is very important (Öztürk, 2010, p. 341). The fourth is the feedback hypothesis, which finds a mutual causal relationship between energy consumption and economic growth. This premise holds that consumption and growth are determined together (Akinlo, 2008, p. 2398).

In our modeling of renewable energy consumption, the Sadorsky (2009) study will be our guide, along with economic growth variable. In order to achieve this, Peseran et al. (1999) will be used. Later, the causality relationship between YEN and GDP will be evaluated within the framework of the above four hypotheses.

The data used in the study are drawn from the World Bank database (World Development Indicators). The per capita GDP (in USD) and electricity consumption per capita (in kWh of renewable energy) were used for the 28 countries of the European Union. After the natural logarithms of the data were compiled, the results were obtained. Using Sadorsky's model (2009), the relationship between YEN and GDP variables was investigated. Firstly, the integration degree of the variables was determined with the help of panel unit root tests. Then both variables were found to be I (1) stationary in the first difference. After those were assessed, long-term relationships between them were analyzed with the help of cointegration tests, and short- and long-term equations were estimated. Finally, the relationships between short- and long-term causality between variables were examined.

In this study, the Im et al. (2003) test, Maddala and Wu (1999) Fisher ADF test, and Peseran (2007) panel unit root test were used. According to empirical analysis results, when prob values were examined (all probability values  $> 0.05$ ), variables of YEN and GDP showed unit root characteristics. On the other hand, the YEN and GDP variables seem to be stationary in the first difference. Thus, according to three different tests, the variables are the result of I (1) stationary in the first difference. On that basis, co-movement of these variables is considered.

According to Pedroni (1999, 2004), Kao (1999) and Fisher (Maddala and Hu, 1999) test results, there appears to be a cointegration relationship between renewable energy consumption and economic growth. If there is such a relationship, short- and long-term coefficients are estimated. In order to obtain those results, it must be decided which of the MG or PMG estimators should be used. According to the Hausman test, long-term coefficients are homogeneous and the PMG estimator is called for. According to Panel ARDL estimation results, we see that economic growth variable is significant at a 1% confidence level. The long-term coefficient of economic growth also indicates the elasticity of renewable energy consumption over economic growth. Therefore, in member countries of the European Union, a 1% increase in economic growth increases consumption by about 2%. In addition, the error correction coefficient, which is one of the important outputs of the Panel ARDL approach, is  $-0.148$ . The coefficient is significant at the negative and 1% confidence level as expected. When any shock occurs in renewable energy consumption, approximately 15% of it is corrected in the first year. The model system can pass the long-term level value approximately seven years later. This demonstrates that member countries of the European Union will ultimately reach a long-term, renewable energy consumption equilibrium level.

When the results were finally examined, causality relation was not found between the short-term variables. In this instance, there seems to be no interaction between renewable consumption and economic growth. An important conclusion is drawn from these results; the neutrality hypothesis holds that, in the short term, there is no causal relationship between energy consumption and economic growth in the European Union member states. When long-term causality associations are examined, it is seen that there is mutual causality. Thus, in the long run, the result of the feedback hypothesis is reached.

## **Yenilenebilir Kaynaklı Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Avrupa Birliğine Ait Yeni Bulgular**

Literatürde enerji tüketimi ile büyümeyi modelleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar incelendiğinde genellikle elektrik enerjisi tüketimi ile büyüme ya da fosil kaynaklı enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkinin araştırıldığı görülmektedir (Ciarreta ve Zarraga, 2009; Narayan ve Smyth, 2009; Lee ve Chang, 2005; Shahbaz ve Lean, 2012; Yoo, 2006; Wolde-Rufael, 2004). Fakat literatürde yenilenebilir kaynaklı enerji (YEN) ile ekonomik büyüme (GSYH) arasındaki ilişkiyi inceleyen çok az çalışma bulunmaktadır. Bu alanın literatürde eksikliğini gören araştırmacılar YEN ve GSYH üzerine çalışmalara odaklanmışlardır (Apergis ve Payne, 2010; Apergis ve Payne, 2012; Apergis ve Payne, 2011; Öcal ve Aslan, 2013; Tuğcu ve ark., 2012; Sadorsky, 2009). Fakat Avrupa Birliği'nde ilgili değişkenleri modelleyen çok az çalışma bulunduğu görülmektedir. Bu çalışmada ise, literatürdeki genel görüş olarak benimsenmiş yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi değil, Sadorsky (2009) çalışması takip edilerek ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde etkisi 28 Avrupa Birliği üye ülkeleri için analiz edilecektir. En iyi bilgimiz dahilinde böyle bir çalışma literatürde yer almamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının modellenmesindeki düşüncenin arkasında yatan beş neden aşağıda açıklanmaktadır.

Birincisi, Avrupa Birliği'nin 2020 stratejisinde, yenilenebilir enerji kaynaklarının nihai enerji tüketimindeki payının %20'ye kadar yükseltilmesi hedeflenmektedir. Bu nedenle 2004- 2014 yılları arasında Avrupa Birliği üye ülkelerinde yenilenebilir enerji üretiminin %73.1 oranında arttığı görülmektedir. Diğer taraftan birincil enerji kaynaklarının üretim seviyelerinin bu periyotta azalma gösterdiği bilinmektedir (KFE, 2016, s. 174). Avrupa Birliğini hedefe ulaştıracak makro değişkenlerden biri de büyüme olduğundan söz konusu iki değişken arasındaki ilişki önem arz etmektedir.

İkincisi, yenilenebilir enerji ile ilgili çalışmalar incelendiğinde yenilenebilir enerjinin günümüzde oldukça fazla tartışılan sera gazı etkisini azalttığı görülmektedir (Ahmed ve Long, 2012; Bilgili ve ark., 2016; Doğan ve Şeker, 2016; Jebli ve ark., 2016; Shafiei ve Salim, 2014; Çağlar ve Mert, 2017). Bu çalışmalar iklim değişikliğinin etkisini incelemektedir. Bulgulara göre, yenilenebilir enerji fosil enerjinin aksine doğadaki karbon emisyon miktarını azaltmaktadır. Ayrıca 2004-2014 yılları arasında Avrupa Birliği'nin sera gazı miktarını %23 azalttığı görülmektedir. Diğer sanayileşmiş ülkeler ile karşılaştırıldığında Rusya'dan sonra sera gazının düşürülmesinde Avrupa Birliği öncülük etmektedir (SDE, 2016, s. 109). Tüm bu nedenlerden dolayı son dönemde yapılan çalışmalarda karbon emisyonunun modellenmesinde yenilenebilir enerji kilit rol oynamaktadır. Dolayısıyla günümüzün en önemli sorunlarından biri olan iklim değişikliğinde hayati rol oynayan yenilenebilir enerjinin araştırılması önem arz etmektedir.

Üçüncüsü, 2020 stratejilerinin açıklandığı çalışmada Avrupa Birliğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının 2012 yılında brüt nihai enerji tüketimi içerisindeki payının %14'lere kadar yükseldiği görülmektedir. Geçmişten günümüze kadar yenilebilir enerjinin toplam enerji tüketiminde aldığı payın arttığı ve artmaya devam edeceği düşünülmektedir. Giderek artan yenilenebilir enerji sayesinde yeşil teknolojilerin sanayi sektörüne kazandırılması gerçekleştirilmektedir (SG, 2015, s. 90). Dolayısıyla yenilenebilir enerjinin sanayi sektörüne kazandırdığı yeşil teknoloji kavramı tüm ülkeler için önemli olmaktadır.

Dördüncüsü, yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişmesi, AB'nin ithal yakıtlara bağımlılığını azaltmakta ve iş fırsatları yaratarak AB'nin 2020 istihdam hedefine ulaşmasına katkıda bulunmaktadır. AB'nin son yirmi yılda AB üyesi olmayan ülkelerden ithal ettiği toplam enerji miktarının önemli ölçüde artarak 2012 yılında %53.4'e ulaştığı görülmektedir. Bu enerji çeşitlerinin içerisinde fosil yakıtların en büyük paya sahip olduğu bilinmektedir. Bu kadar yüksek bir oranda enerji bağımlılığı olan AB ekonomisi, yüksek fiyat oynaklığı, ciddi mali yükler ve enerji arzının tehlikeye girmesi gibi problemlerle karşı karşıya kalmaktadır (SG, 2015, s. 91). Enerji bağımlılığını azaltıcı bir etmen olarak AB'de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimler artmalıdır.

Beşincisi ise, ekonomik büyüme yenilenebilir enerji teknolojilerinin araştırılması ve geliştirilmesi için hayati bir öneme sahiptir. Ayrıca, ekonomik büyüme enerji sektörünün büyümesini kolaylaştırmaktadır. Bunun sonucunda ortaya çıkan altyapı gereksinimleri için de ekonomik büyüme oldukça önemli bir role sahip olmaktadır (Apergis ve Payne, 2012, s. 737). Burada çalışmanın motivasyonlarından birini oluşturan ekonomik büyümenin önemi ortaya çıkmaktadır.

Literatür incelendiğinde enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişki nedensellik bağlamında dört temel hipoteze dayanmaktadır. Bunlardan birincisi, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedenselliğin olmadığını söyleyen tarafsızlık (neutrality) hipotezidir. Bu hipoteze göre enerji tüketimi büyümeye bağımlı olmamaktadır. (Manegaki, 2011, s. 262). İkincisi, ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu belirten koruma (conservation) hipotezidir. Koruma hipotezi, ekonomik büyümenin enerji tüketimine çok az etkisi olan ya da hiçbir etkisi olmayan ülkelerde ortaya çıkmaktadır (Chang ve Carballo, 2011, s. 4216). Üçüncüsü, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde oldukça önemli bir rol aldığını söyleyen büyüme (growth) hipotezidir. Bu hipoteze göre nedenselliğin yönü enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru gerçekleşmektedir. Buna ek olarak enerjinin üretim sürecinde dolaylı ya da dolaysız olarak ekonomik büyümeye katkısı oldukça önemli olmaktadır (Öztürk, 2010, s. 341). Dördüncüsü ise, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında karşılıklı bir

nedenselliğin olduğu iki yönlü (feedback) hipotezidir. Bu hipotez, enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin birlikte belirlendiğini ifade eder (Akinlo, 2008, s. 2398).

Yenilenebilir enerji tüketiminin modellenmesinde Sadorsky (2009) çalışması takip edilerek modellemede ekonomik büyüme değişkeni kullanılacaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için ise Peseran ve arkadaşları (1999) tarafından geliştirilen Panel ARDL yaklaşımından yararlanılacaktır. Daha sonra YEN ile GSYH arasındaki nedensellik ilişkisi yukarıda bahsedilen dört hipotez çerçevesinde değerlendirilecektir. Çalışmanın ilk bölümünün yer aldığı giriş bölümden sonraki ikinci bölümde ilgili literatür taraması yapılacaktır. Üçüncü bölümde kullanılan veriler ve metod tanıtılacaktır. Dördüncü bölümde ampirik bulgular gösterilecek ve son bölümün yer aldığı sonuç bölümünde ise edilen bulgular kapsamında sonuçlar tartışılacaktır.

### **Literatür Taraması**

Literatürde daha önceki çalışmalar incelendiğinde, enerji ve büyüme arasındaki ilişki tek denklemlili veya çok denklemlili ekonometrik yöntemler ile analiz edildiği görülmektedir. Güncel literatüre bakıldığında ise panel eşbütünleşme yaklaşımının en çok kullanılan yöntem olduğu bilinmektedir (Bildirici ve Kayıkçı, 2013; Çetin, 2016; Osman ve ark., 2016; Asafu-Adjaye ve ark., 2017; Manegaki ve Tugcu, 2017; Manegaki ve Tiwari, 2017; Koçak ve Şarkgüneşi, 2017). Ayrıca nedensellik analizleri de literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır (Alper ve Oğuz, 2016; Belaid ve Youssef, 2017; Furuoka, 2016; Kahia ve ark., 2017). Bu iki değişken arasında literatürde nedensellik analizleri çerçevesinde ortak görüş bulunmamaktadır. Bazı çalışmalarda enerji tüketiminden büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisine rastlanırken, bazı çalışmalarda ise büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisinin olduğu görülmüştür. Diğer taraftan bazı çalışmalar iki değişken arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisinin olduğunu savunurken, bazı çalışmalar ise herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığını göstermiştir.

İktisadi literatür çerçevesinde incelendiğinde tarafsızlık (neutrality) hipotezinin geçerli olduğu çalışmalar; Chang ve arkadaşları (2015), Destek (2016), Alam ve arkadaşları (2011), Chang ve arkadaşları (2017), koruma (conservation) hipotezinin varlığını savunan çalışmalar; Shahbaz ve Feridun (2012), Belaid ve Youssef (2017), Furuoka (2016), Şen ve Uzunöz (2017) büyüme (growth) hipotezini gösteren çalışmalar; Doğan (2015), Rodriguez-Caballero ve Ventosa-Santaularia (2017), Şen ve Uzunöz (2017), Öztürk (2017), iki yönlü (feedback) hipotezin geçerliliğini savunan çalışmalar ise Chang ve arkadaşları (2015), Doğan (2015), Solarin ve Öztürk (2015), Kahia ve arkadaşları (2016), Öztürk (2017) olarak literatürde yer almaktadır. Omri (2014), yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkilerini ele alan özel olarak seçilmiş spesifik çalışmalar incelendiğinde, %40'ında

tarafsızlık (neutrality) hipotezinin; %40'ında koruma (conservation) hipotezinin; %20'sinde büyüme (growth) hipotezinin geçerli olduğunu ifade etmiştir.

Araştırmacılar enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklamak için yukarıda da belirtildiği gibi panel eşbütünleşme ve Granger nedensellik analizlerini yaygın olarak kullanmaktadırlar. Aşağıda yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme literatüründe yaygın olarak kaynak gösterilen bazı çalışmalara yer verilecektir.

Sadorsky (2009), literatürdeki diğer çalışmaların aksine ekonomik büyümenin yenilenebilir kaynaklı enerji üzerindeki etkisini incelemiştir. 18 gelişmekte olan ülkenin yer aldığı çalışmada 1994-2003 yılları için panel eşbütünleşme analizini kullanmış ve ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca hem kısa dönemde hem de uzun dönemde iki değişken arasında herhangi bir nedenselliğin olmadığını ifade etmiştir. Buradan iki değişken için tarafsızlık (neutrality) hipotezinin geçerli olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmanın diğer bölümünde elektrik enerjisi fiyatını çalışmaya dahil ederek gelişmekte olan 10 ülke için ikinci bir analiz gerçekleştirmiştir. Bu analizden elde edilen sonuçlar birinci analizle tutarlılık göstermiştir. Sonuçta ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji kaynaklarını pozitif yönde etkilediği ve elektrik enerjisi fiyatlarının ise yenilenebilir enerji kaynaklarını negatif olarak etkilediği görülmüştür. Ayrıca çalışmada, uzun dönemde 18 ülke için hesaplanan yenilenebilir kaynaklı enerjinin gelir esnekliğinin 10 ülke için hesaplanan gelir esnekliğinden daha fazla etkisinin olduğu ve dolayısıyla ekonomik büyümedeki küçük artışların yenilenebilir kaynaklı enerji tüketiminde büyük artışlar meydana getireceği saptanmıştır.

Apergis ve Payne (2010), yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklamak için 1992-2007 yıllarını kapsayan 13 Avrasya ülkesi için panel veri analizi yaklaşımını kullanmışlardır. Hetorejen panel veri analiziyle bu iki değişkenin eşbütünleşik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca Granger nedensellik sonuçları incelendiğinde, iki değişken arasında hem kısa hem de uzun dönemde karşılıklı nedenselliğin olduğunu görülmüştür. Dolayısıyla Avrasya ülkelerinde ele alınan dönem için iki yönlü (feedback) hipotez geçerli olmuştur. Çalışmanın diğer önemli bir bulgusu ise, yenilenebilir kaynaklı enerji kullanımının fosil kaynaklı enerjiye olan bağımlılığı azaltması ve dolayısıyla doğadaki sera gazı miktarının düşürülmesine katkı sağlamasıdır. Çalışmada politika yapıcılara kamu ve özel sektörün yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımı için teşvik edilmesi önerilmektedir.

Apergis ve Payne (2010), 20 OECD ülkesinde 1985-2005 yılları için yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada heterojenliği dikkate alan panel eşbütünleşme yöntemini kullanmışlardır. Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemde pozitif bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Yani yenilenebilir kaynaklı enerji kullanımının ekonomik büyümeyi desteklediğini



ifade etmişlerdir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi incelendiğinde iki yönlü (feedback) hipotezinin geçerli olduğu görülmektedir. Dolayısıyla iki değişkenin de karşılıklı olarak nedensellik bağlamında birbirlerini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlarla çalışmada, OECD üye ülkelerinde politika yapıcılara yenilenebilir enerji yatırımlarından vergileri düşürmeleri, kredi imkanlarının artırılması ve yenilenebilir enerji teknolojileri için yeni pazarların oluşturulması önerilmiştir.

Apergis ve Payne (2011), yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi altı Orta Amerika ülkesinde 1980-2006 dönemi için panel eşbütünleşme yöntemi ile analiz etmişlerdir. Panel eşbütünleşme yöntemi kullanırken heterojenliği dikkate alan testleri kullanmışlardır. Değişkenler arası uzun dönem ilişki sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisinin olduğu göstermişlerdir. Ayrıca hem kısa dönem hem de uzun dönem de bu değişkenler arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi bulmuşlardır. Dolayısıyla altı Orta Amerika ülkesinde iki yönlü (feedback) hipotezin geçerli olduğu görülmektedir. Çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının; Orta Amerika ülkelerinde ithal edilen enerji kaynaklarına bağımlılığı ve fosil enerji kaynaklarının neden olduğu fiyatlardaki oynaklığı azalttığını ve çevreye karbon salınımını uzun vadede azaltacağını ifade etmişlerdir.

Manegaki (2011), 27 Avrupa Birliği üye ülkesinde 1997-2007 yılları için yenilenebilir kaynaklı enerji ve büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini açıklamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının ekonomik büyümeyi pozitif olarak etkilediğini göstermiştir. Ayrıca çalışmada iki değişken arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanılmamıştır. Dolayısıyla Avrupa Birliği ülkelerinde tarafsızlık (neutrality) hipotezinin geçerli olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, Avrupa Birliği'ndeki yenilenebilir enerji piyasasının kamu otoritelerinden destek almadan gelişmeyeceği belirtilmiştir. Ayrıca AB'ye üye ülkelerin enerji verimliliğini arttırmaları gerektiği ve iç piyasaların serbestleştirilmesi, yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önündeki engellerin kaldırılması gerektiği ifade edilmiştir.

Apergis ve Payne (2012), yenilenebilir kaynaklı enerji, yenilenemeyen kaynaklı enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki 80 ülke ve 1990-2007 yılları için araştırmışlardır. Heterojenliği dikkate alan panel eşbütünleşme testi ile uzun dönem ilişkileri incelemişlerdir. Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının büyümeyi pozitif olarak etkilediğini göstermişlerdir. Ayrıca iki enerji kaynağının da uzun dönem katsayıları arasındaki farkın oldukça küçük olduğunu belirtmişlerdir. Değişkenler arası nedensellik ilişkileri incelendiğinde, hem kısa dönemde hem de uzun dönemde bu üç değişken arasında karşılıklı nedenselliğin olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmanın önemli bir sonucu olarak, kısa dönemde iki enerji kaynağı arasında karşılıklı nedenselliğin olmasının ikame edilebilirliğin göstergesi

olacağından bahsetmişlerdir. Sonuç olarak değişkenler arasında karşılıklı ilişki olması iki yönlü (feedback) hipotezin geçerli olduğunu belirtmektedir.

Al-mulali ve arkadaşları, (2013), yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki çift yönlü uzun dönem ilişkisini yüksek gelirli, üst orta gelirli, düşük orta gelirli ve yüksek gelirli ülkelerde 1980-2009 dönemi için araştırmışlardır. Bu amacı gerçekleştirmek için Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler (FMOLS) tahmincisini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, ülkelerin %79'unda yenilenebilir enerji kaynaklı enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında karşılıklı ilişki olduğunu söyleyen iki yönlü (feedback) hipotezin geçerli olduğunu göstermişlerdir. Diğer taraftan, ülkelerin %19'unda iki değişken arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını belirten tarafsızlık (neutrality) hipotezinin kabul edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca ülkelerin %2'si de hem yenilenebilir enerji kaynaklı enerji tüketiminden ekonomik büyüme doğru nedenselliğin olduğunu gösteren büyüme (growth) hipotezinin geçerli hem de ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kaynaklı enerji tüketimine doğru bir nedenselliğin olduğunu savunan koruma (conservation) hipotezinin geçerli olduğunu göstermişlerdir. Ülkelerden elde edilen farklı sonuçlara rağmen çalışmada, değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisinin iki yönlü olduğu belirtilmiştir.

Bhattacharya ve arkadaşları (2016), yenilenebilir enerji kaynaklarını en fazla kullanan 38 ülkeyi kapsayan çalışmalarında 1991-2012 dönemini dikkate almışlardır. Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeyi açıklamak için yatay kesit bağımlılığını dikkate alan panel eşbütünleşme yöntemini kullanmışlardır. Analize dahil edilen ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı tespit edilmiştir. Uzun dönem katsayıları incelendiğinde, incelenen ülkelerin %57'sinde yenilenebilir enerji kaynaklarının büyüme üzerinde pozitif etkisinin olduğunu göstermişlerdir. Hetorejenliği dikkate alan nedensellik sonuçlarına göre iki değişken arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, analize dahil edilen ülkelerde iki değişken için tarafsızlık (neutrality) hipotezinin geçerli olduğu görülmektedir.

Yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri inceleyen birçok çalışma bu bölümde araştırmacılara tanıtılmıştır. Buradan da görüleceği üzere literatürde ortak bir görüş belirlenememiştir. Bu farklılıklar; veri setinin değişmesi, farklı ülke gruplarının seçilmesi, farklı değişkenlerin kullanılması, verilerin dönüştürülmesi ve farklı iktisadi modellerin kullanılması gibi nedenlere bağlanmaktadır.

## Veri ve Metod

Çalışmada kullanılan veriler Dünya Bankası (World Bank) veri tabanından alınmıştır<sup>3</sup>. 28 Avrupa Birliği üye ülkesi için kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (\$

<sup>3</sup> [http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?Code=NY.GDP.MKTP.CD&id=1ff4a498&report\\_name=Popular-Indicators&populartype=series&ispopular=y](http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?Code=NY.GDP.MKTP.CD&id=1ff4a498&report_name=Popular-Indicators&populartype=series&ispopular=y)

cinsinden) (GSYH) ve kişi başına yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik tüketimi (kWh cinsinden) (YEN) değişkenleri kullanılmıştır. Ülkelere ait veriler incelendiğinde ülkelere göre verilerde değişkenlik görülmektedir ve Ek-1’de ülkelere ait verilerin zaman aralığı verilmiştir. Çalışmada verilerin doğal logaritmaları alındıktan sonra analiz sonuçları elde edilmiştir. Sadorsky (2009) tarafından önerilen model kullanılarak YEN ve GSYH değişkenleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Öncelikle panel birim kök testleri yardımıyla değişkenlerin bütünleşme dereceleri belirlenmiştir. Daha sonra her iki değişkenin de birinci farklarda  $I(1)$  durağan olduğu görülmüştür. Değişkenlerin entegrasyon dereceleri belirlendikten sonra bu değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi olup-olmadığı eşbütünleşme testleri yardımıyla araştırılmıştır. Bunun için kısa ve uzun dönem denklemleri tahmin edilmiştir. Son olarak değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem nedensellik ilişkileri incelenmiştir.

Zaman serileri analizinde kullanılan Peseran ve arkadaşları (2001) ARDL yaklaşımı, analizde kullanılacak değişkenlerin  $I(0)$  ve  $I(1)$  olmaları durumunda dahi eşbütünleşme analizi yapılabileceğini belirtmektedir. Literatürde yaygın olarak kullanılan bu yaklaşım araştırmacılara birim kök analizi sonucunda bazı değişkenler  $I(0)$  olsa dahi kolaylıkla değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığının araştırılacağını söylemektedir. Nelson ve Plosser’e (1982) göre makroekonomik değişkenlerin çoğu durumda birinci farklarda durağan oldukları bilinmektedir. Bununla birlikte araştırmacılar ARDL yaklaşımı kullanırken birim kök sonuçlarından etkilenmemektedir. Bu yaklaşımın paralelinde geliştirilen Panel ARDL yöntemi de literatürde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Peseran ve Smith (1995) çok sayıda grup ve çok sayıda zaman periyodu için dinamik panelde Ortalama Grup Tahmincisi (MG) önermişlerdir. Bu yöntemde her bir grup için ayrı modeller hesaplanmakta ve gruplar arasında bu denklemlerin dağılımları incelenmektedir. Parametre tahminleri her bir grup için ayrı modeller vasıtasıyla hesaplanmaktadır. Ancak bu tahmincinin önemli bir eksikliği vardır. Çünkü MG modellerden elde edilen katsayıların aritmetik ortalamasını almaktadır. Gruplar arasında aynı parametrelerin olasılığını dikkate almamaktadır. Peseran ve arkadaşları (1999) Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi (PMG) ile literatürdeki bu eksikliği tamamlamışlardır. Bu yöntemde hem ortalamalar dikkate alınmakta hem de grupların birleştirilmesi göz önünde bulundurulmaktadır. Bu nedenle bir ara tahminci olarak düşünülmektedir. Bu yaklaşım, uzun dönem tahmininden elde edilen katsayıların homojen olmasını isterken, hata varyanslarının (hata düzeltme katsayısının) ve kısa dönem değişkenlerinin her bir birim için değişmesine izin vermektedir. Ayrıca modeldeki tüm birimler için ortalamayı dikkate almaktadır. En uygun tahminci seçimi için Hausman testi kullanılmaktadır. Hausman testinde uzun dönem katsayılarının homojen olup-olmadığı sınanmaktadır. Eğer uzun dönem katsayıların homojen olduğu biliniyorsa PMG tahmincisi etkin ve tutarlı olurken, MG

tahmincisi etkin olamamaktadır. Aksine uzun dönem katsayıları heterojen bir yapıya sahipse MG tahmincisi tutarlıyken, PMG tahmincisi tutarsız olmaktadır. Sadorsky (2009) çalışması takip edilerek aşağıdaki uzun dönem modeli tahmin edilecektir.

$$YEN_{it} = \alpha_0 + \alpha_{1t}GSYH_{it} + \delta + \varepsilon_{it}, i = 1,2, \dots, N \text{ ve } t = 1,2, \dots, T \quad (1)$$

Denklem 1’de  $\delta$  grup etkisini ve  $\varepsilon$  hata terimini göstermektedir. Birim kök ve eşbütünlüşme testlerinin sonuçları serilerin I(1) olduğunu gösterdiğinden hata terimi her bir panel için I(0) olacaktır. Bu nedenle maksimum gecikme bir olarak seçilerek aşağıdaki ARDL (1,1) modeli tahmin edilecektir.

$$YEN_{it} = \vartheta_{10i}GSYH_{it} + \vartheta_{11i}GSYH_{i,t-1} + \gamma_i YEN_{i,t-1} \delta_i + \theta_{it} \quad (2)$$

Denklem 2’den elde edilen hata düzeltme modeli aşağıdaki gibi yazılmaktadır.

$$\Delta YEN_{it} = \varphi_i(YEN_{i,t-1} - \omega_{0i} - \omega_{1i}GSYH_{it}) + \vartheta_{11i}\Delta GSYH_{it} + \tau_{it} \quad (3)$$

$$\text{Burada, } \varphi_i = -(1 - \gamma_i), \omega_{0i} = \frac{\delta_i}{1-\gamma_i}, \omega_{1i} = \frac{\vartheta_{10i} + \vartheta_{11i}}{1-\gamma_i}$$

olarak gösterilmektedir. Denklem 3’teki  $\varphi$  katsayısı hata düzeltme terimini,  $\omega$  katsayısı uzun dönem katsayılarını ve  $\vartheta$  ise kısa dönem katsayılarını belirtmektedir (Mert ve Bölük, 2016, s. 6).

## Ampirik Bulgular

### Birim Kök Süreci

Zaman serileri analizinde önemli bir yer tutan birim kök testleri, analizlerde bir ön tanı testi olarak kullanılmaktadır. Çalışılan serilerin zaman içerisinde belirli bir ortalama ve varyansa sahip olması beklenmektedir. Zaman periyodu boyunca serinin ortalaması, varyansı veya her ikisi birden değişirse o seri durağanlığını kaybedecektir ve birim kök özelliği gösterecektir. Sahte regresyon problemi serilerin durağan olmamasından kaynaklanan önemli sorunlardandır. Sahte regresyon sonucunda, iki değişken anlamlı bir ilişkiye sahip olmasalar bile belirli bir trend ilişkisinden dolayı yüksek bir  $R^2$  ve t istatistik değerlerinin anlamlı olması gibi yanıltıcı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla araştırmacılar tarafından birim kök testleri bir ön tanı testi olarak çalışmalara dahil edilmektedir.

Bu çalışmada dengesiz panel için uygun birim kök testleri olan Im vd. (2003) tarafından geliştirilen Im, Peseran ve Shin testi, Maddala ve Wu (1999) ile literatüre giren Fisher ADF testi ve Peseran (2007) tarafından geliştirilen Peseran panel birim kök testleri kullanılacaktır. Im, Peseran ve Shin testi ve Fisher ADF testi kesitler boyunca ortak bir birim kök süreci olduğunu varsaymaktadır. Aksine Peseran panel birim kök testi, kesitlerde birim kök sürecinin olduğunu baz almaktadır. Her üç test için de sıfır hipotezi birim kök vardır şeklinde belirlenmektedir. Fakat alternatif hipotezler, testten teste değişmektedir. Tablo 1’de değişkenlere ait birim kök test sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 1  
Birim Kök Sonuçları

<b>Im, Peseran ve Shin testi</b>			$H_0 = \text{Bütün paneller birim kök içerir}$ $H_A = \text{Bazı paneller durağandır}$		
Değişkenler	$W_i$	Olasılık	Değişkenler	$W_i$	Olasılık
YEN	-0.770	0.220	$\Delta$ YEN	-23.630	0.000
GSYH	4.209	0.999	$\Delta$ GSYH	-13.519	0.000
<b>Fisher ADF test</b>			$H_0 = \text{Bütün paneller birim kök içerir}$ $H_A = \text{Bazı paneller durağandır}$		
Değişken: YEN	İstatistik	Olasılık	Değişken: $\Delta$ YEN	İstatistik	Olasılık
P	59.326	0.355		242.619	0.000
Z	0.298	0.617		-7.558	0.000
L	0.193	0.576		-11.464	0.000
$P_m$	0.314	0.376		17.633	0.000
Gecikme uzunluğu: 3					
Değişken: GSYH	İstatistik	Olasılık	Değişken: $\Delta$ GSYH	İstatistik	Olasılık
P	21.048	0.999		92.986	0.001
Z	4.447	0.999		-3.262	0.000
L	4.582	0.999		-3.315	0.000
$P_m$	-3.302	0.999		3.494	0.000
<b>Peseran Panel Birim Kök Testi</b>			$H_0 = \text{Bütün paneller birim kök içerir}$ $H_A = \text{Bazı paneller durağandır}$		
Değişkenler	$Z_i$	Olasılık	Değişkenler	$Z_i$	Olasılık
YEN	-0.154	0.439	$\Delta$ YEN	-5.214	0.000
GSYH	6.084	0.999	$\Delta$ GSYH	-3.040	0.001

Tablo 1’de değişkenlerin hem düzey değerlerinde hem de birinci farklarında sabit ve trendli model için; Im, Peseran ve Shin, Fisher ADF ve Peseran panel birim kök test sonuçları gösterilmektedir. Bütün panel birim kök testleri sonuçları incelendiğinde, YEN ve GSYH değişkenlerinin düzey değerlerinde olasılık değerlerine göre (bütün olasılık değerleri >0.05) birim kök taşıdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Diğer taraftan YEN ve GSYH değişkenlerinin birinci farklarında ise durağan oldukları görülmektedir. Dolayısıyla üç farklı teste göre de değişkenlerin birinci farklarda I(1) durağan oldukları sonucuna ulaşılmaktadır. Dolayısıyla bu değişkenlerin birlikte hareket ettikleri (co-movement) düşünülmektedir. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi bir sonraki bölümde incelenecektir.

### Eşbütünleşme Süreci

Bu bölümde YEN ile GSYH değişkenleri arasındaki eşbütünleşme ilişkisi araştırılacaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için Pedroni (1999, 2004), Kao (1999) ve Fisher (Maddala ve Hu, 1999) testleri kullanılacaktır. Pedroni yaklaşımında grup içi ve gruplar arası olarak iki farklı teste göre karar verilmektedir. Grup içi testinde dört farklı test istatistiğinden yararlanılmaktadır. Bunlar; panel v, panel , panel PP

ve panel ADF istatistikleridir. Grup ortalamasını dikkate alan gruplar arası testte ise, grup  $\rho$ , grup PP ve grup ADF istatistikleridir. Kao testi, iki aşamalı Engle Granger eşbütünlüşme yaklaşımını takip etmektedir. Uzun dönem varyansı bulmak için Newey-West tahmincisinden yararlanmaktadır. Ayrıca bu testte ADF test istatistiği kullanılmaktadır. Maddala ve Wu (1999) tarafından geliştirilen diğer bir test ise Fisher eşbütünlüşme yaklaşımıdır. Tablo 2’de Pedroni (1999, 2004), Kao (1999) ve Maddala ve Wu (1999) Fisher testlerinin sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 2  
*Panel Eşbütünlüşme Test Sonuçları*

Pedroni testi Sıfır Hipotezi: Değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisi yoktur				
	Test İstatistiği	Olasılık	Ağırlıklandırılmış Test İstatistiği	Olasılık
Panel v	0.978	0.1713	2.548*	0.005
Panel $\rho$	-0.289	0.386	-0.182	0.427
Panel PP	-1.682**	0.046	-1.328***	0.092
Panel ADF	-2.173**	0.014	-1.829**	0.033
	Test İstatistiği	Olasılık		
Grup $\rho$	0.406	0.657		
Grup PP	-3.004*	0.000		
Grup ADF	-4.848*	0.000		

Sabit ve trend modeli dikkate alınmaktadır.

Gecikme uzunluğu seçiminde Schwarz Bilgi kriteri kullanılmaktadır

Newey- West ile bant genişliği belirlenmekte ve Bartlett kernel yaklaşımı seçilmektedir.

Kao testi Sıfır Hipotezi: Değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisi yoktur

	Test İstatistiği	Olasılık		
ADF	-0.819	0.206		
Gecikme uzunluğu seçiminde Schwarz Bilgi kriteri kullanılmaktadır				
Newey- West ile bant genişliği belirlenmekte ve Bartlett kernel yaklaşımı seçilmektedir.				
Fisher testi				
Eşbütünlüşme sayısı	İz-istatistiği trace	Olasılık	En büyük öz değer max. eigen value	Olasılık
None	133.1	0.000	107.5	0.000
En az 1	119.3	0.000	119.3	0.000

\* .01’de, \*\* .05 ve \*\*\* notasyonu ise .10 güven düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 2 incelendiğinde, Pedroni (1999, 2004) testi için panel v, panel PP, panel ADF ağırlıklandırılmış test istatistiklerine ve grup PP, grup ADF test istatistiklerine göre %10 güven düzeyinde (olasılık < 0.10) eşbütünlüşme yoktur sıfır hipotezi red edilmektedir. Kao (1999) testi için, ADF test istatistiğinin olasılık değerinin eşbütünlüşme yoktur sıfır hipotezini red edemediği görülmektedir. Fisher testinde ise hem iz değerlerine hem de en büyük öz değer istatistiklerine göre değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisi vardır. Dolayısıyla Pedroni (1999, 2004) ve Fisher (1999) testlerine göre de yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında bir eşbütünlüşme ilişkisinin olduğu görülmektedir. Değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisinin olduğu belirlendikten sonra kısa ve uzun dönem katsayılarının tahminine ilişkin sonuçlar bir sonraki bölümde incelenecektir.

### Uzun ve Kısa Dönem Tahmin Sonuçları

Uzun ve kısa dönem tahmin sonuçlarını elde etmek için öncelikle MG veya PMG tahmincilerinden hangisinin kullanılacağına karar verilmelidir. Bunun için uzun dönem katsayılarının homojen olup-olmadığını araştıran Hausman testi kullanılacaktır. Hausman test sonuçları tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3  
Hausman Test Sonuçları

	Katsayılar			
	(b)	(B)	(b-B)	$\sqrt{\text{diag}(V_b - V_B)}$
	MG	PMG	Fark	S.E.
GSYH	2.047	1.709	0.337	0.340

$b$ ,  $H_0$  ve  $H_A$  hipotezleri altında tutarlıdır ve MG tahmininden elde edilmiştir; B ise,  $H_A$  altında tutarsız,  $H_0$  hipotezi altında tutarlıdır ve PMG tahmininden elde edilmiştir.

$H_0 =$  Katsayılar arasında sistematik bir fark yoktur:

$$\text{Chi2}(1) = (b - B)'[(V_b - V_B)^{-1}](b - B) = 0.98 \text{ ve Olasılık} > \text{Chi2} = 0.321$$

Tablo 3 incelendiğinde, Hausman test istatistiğinin 0.98 (olasılık=0.321>0.05) %5 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir. Dolayısıyla uzun dönemde katsayıların homojen olduğu belirlenmektedir ve buna bağlı olarak PMG tahmincisi kullanılacaktır. PMG ile elde edilen sonuçlar tablo 4'te verilmektedir.

Tablo 4'te yer alan Panel ARDL tahmin sonuçlarına göre, ekonomik büyüme değişkeninin pozitif ve %1 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Ekonomik büyümenin uzun dönem katsayısı aynı zamanda yenilenebilir kaynaklı enerji tüketiminin ekonomik büyümeye göre esnekliğini göstermektedir. Dolayısıyla Avrupa Birliğine üye ülkelerde, ekonomik büyümedeki %1'lik bir artış yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimini yaklaşık olarak %2 dolaylarında arttırmaktadır. Ayrıca Panel ARDL yaklaşımının önemli çıktılarından biri olan hata düzeltme katsayısı -0.148 olarak saptanmıştır. Hata düzeltme katsayısı beklenildiği gibi negatif ve %1 güven düzeyinde anlamlıdır. Yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimi modelinde herhangi bir şok meydana geldiğinde ilk yıl bu şokun yaklaşık olarak %15'i düzeltilecek ve model sistemi uzun dönem seviye değerine yaklaşık olarak 7 yıl sonra geçebilecektir. Bu sonuç, Avrupa Birliğine üye olan ülkelerin yenilenebilir kaynaklı enerji tüketiminde oluşacak bir dengesizliğin 7 yıl gibi geç bir periyotta uzun dönem denge düzeyine ulaşacağını göstermektedir. Son olarak her bir ülkeye ait hata düzeltme katsayıları incelendiğinde, Litvanya ve Malta haricindeki bütün ülkelerde hata düzeltme katsayısının negatif olduğu görülmektedir. Diğer taraftan Estonya'nın hata düzeltme katsayısının %10 güven düzeyinde dahi anlamsız olduğu, ayrıca anlamlı olan hata düzeltme katsayıları içinde -0.679 katsayısı ile Slovak Cumhuriyeti'nin en yüksek hata düzeltme katsayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Buradan Slovak

Tablo 4  
PMG Tahmin Sonuçları ARDL(1,1)

N= 28		Obs. = 903		
Min. T= 18		Average T=32.3		
Max. T= 53		Log likelihood= 578.2518		
<b>Uzun Dönem Tahminleri</b>				
	Katsayı	Std. Hata	t	Olasılık
GSYH	1.709	0.107	15.850	0.000
<b>Kısa Dönem Tahminleri</b>				
	Katsayı	Std. Hata	t	Olasılık
ECT	-0.148	0.032	-4.528	0.000
D(GSYH)	0.112	0.329	0.340	0.733
C	-1.825	0.421	-4.333	0.000
<b>Her Bir Ülke İçin Hata Düzeltme Katsayıları</b>				
	Katsayı	Std. Hata	t	Olasılık
Avusturya	-0.119	0.0017	-68.242	0.000
Belçika	-0.079	0.0006	-113.912	0.000
Bulgaristan	-0.039	0.0092	-4.279	0.023
Çek Cumhuriyeti	-0.297	0.0282	-10.523	0.001
Danimarka	-0.029	0.0005	-57.379	0.000
Estonya	-0.011	0.0125	-0.950	0.412
Finlandiya	-0.045	0.0001	-264.530	0.000
Fransa	-0.023	0.0010	-22.518	0.000
Hırvatistan	-0.139	0.0174	-7.985	0.004
Hollanda	-0.176	0.0092	-19.128	0.000
İngiltere	-0.034	0.0013	-24.683	0.000
İrlanda	-0.108	0.0033	-32.691	0.000
İspanya	-0.070	0.001	-53.821	0.000
İsveç	-0.112	0.002	-44.874	0.000
İtalya	-0.046	0.0062	-7.339	0.005
İzlanda	-0.501	0.0280	-17.849	0.000
Kıbrıs	-0.107	0.0036	-29.247	0.000
Letonya	-0.016	0.0013	-13.067	0.000
Litvanya	0.023	0.0010	22.800	0.000
Luxemburg	-0.230	0.0082	-28.040	0.000
Macaristan	-0.240	0.0048	-49.313	0.000
Malta	0.002	1.83E-05	163.751	0.000
Polonya	-0.135	0.0137	-9.852	0.002
Portekiz	-0.063	0.0008	-72.422	0.000
Romanya	-0.215	0.0053	-40.662	0.000
Slovak Cumhuriyeti	-0.679	0.028	-23.947	0.000
Slovenya	-0.563	0.035	-16.023	0.000
Yunanistan	-0.093	0.0048	-19.339	0.000

Cumhuriyetinin kısa dönemde meydana gelen dengesizliklerden çok az etkileneceği ve uzun dönem denge düzeyine kısa sürede ulaşacağı anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, Letonya'nın hata düzeltme katsayısının -0.016 olduğu görülmektedir. Dolayısıyla hata düzeltme mekanizması Letonya'da çok yavaş işlemektedir. Letonya'da kısa dönemde meydana gelen dengesizliklerin giderilmesi için uzun bir zaman



diliminin geçmesi gerekmektedir. Panel ARDL'den elde edilen uzun dönem katsayı sonuçlarıyla, yenilenebilir kaynaklı enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi geliştirmekte olan ülke ekonomileri için inceleyen Sadorsy (2009) çalışma sonuçları tutarlılık göstermektedir. Her iki modelde de ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji kaynakları tüketimini pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır.

### Panel Nedensellik Sonuçları

Yenilenebilir kaynaklı enerji tüketiminin modellendiği denklem 1'de farklı eşbütünleşme yaklaşımları kullanılarak değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu görülmektedir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi varsa, en az bir yönde Granger nedensellik ilişkisinin de var olduğu bilinmektedir. Dengesiz panel için kısa ve uzun dönem nedensellik sonuçları Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5  
Panel Nedensellik Test Sonuçları

Kısa dönem nedensellikler	F-stat	Olasılık	Uzun dönem nedensellikler	ECT
$\Delta YEN \not\propto \Delta GSYH$	0.001	0.998	$f(YEN / GSYH)$	-0.148*
$\Delta SYH \not\propto \Delta YEN$	0.652	0.520	$f(GSYH / YEN)$	-0.049**

$\not\propto$  notasyonu tek taraflı nedenselliğin olmadığını gösterirken, \* ve \*\* sırası ile %1 ve %5 güven düzeyinde katsayıların anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 5 incelendiğinde, kısa dönemde değişkenler arasında nedensellik ilişkisine rastlanılmamaktadır. F test istatistiklerinin olasılık değerleri %5 güven düzeyinde nedenselliğin olmadığını belirten sıfır hipotezini kabul etmektedir. Buradan kısa dönemde, yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında herhangi bir etkileşimin olmadığı görülmektedir. Örneğin, ekonomik büyüme ile ilgili herhangi bir yeni politika önerisi kısa dönemde yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimini etkilemeyecektir. Tam tersi durum için de aynı yorum yapılabilmektedir. Dolayısıyla kısa dönemde değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı görülmektedir. Bu sonuçlardan önemli bir sonuç çıkarılmaktadır; kısa dönemde Avrupa Birliği üye ülkelerinde, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığını söyleyen tarafsızlık (neutrality) hipotezi geçerli olmaktadır.

Uzun dönem nedensellik sonuçları da Tablo 5'te gösterilmektedir. Uzun dönemde nedensellik ilişkisi araştırılırken, nedenselliğin yönünü PMG tahmincisi yardımıyla oluşturulan modelde bağımlı değişken belirlemektedir. Daha sonra tahmin edilen modelde hata düzeltme katsayısı anlamlı ise bağımlı değişkenden açıklayıcı değişkene doğru nedenselliğin olduğu söylenmektedir. İlk olarak uzun dönemde yenilenebilir kaynaklı enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedenselliğin olduğu görülmektedir. Çünkü Tablo 5'ten de görüleceği gibi hata düzeltme katsayısı %1 güven düzeyinde anlamlıdır. Uzun dönemde nedenselliğin diğer yönü incelendiğinde ekonomik büyümeden yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimine doğru da bir nedensellik

ilişkinine rastlanılmaktadır. Uzun dönem nedensellik ilişkileri incelendiğinde karşılıklı nedenselliğin olduğu görülmektedir. Dolayısıyla uzun dönemde Avrupa Birliği üye ülkelerinde, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında karşılıklı nedenselliğin olduğunu belirten iki yönlü (feedback) hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

### Sonuç

Avrupa Birliği'nin 2020 Stratejisinde Akıllı, Sürdürülebilir ve Kapsayıcı Büyüme olarak belirlediği öncelikli alanlar içinde Sürdürülebilir Büyüme, enerji ve kaynakların verimli kullanımı olarak tanımlanmış ve bu alandaki temel öncelikler “rekabet edebilirlik”, “iklim değişikliği” ile “temiz ve verimli enerji kullanımı” olarak açıklanmıştır. “Temiz” yani “Yenilenebilir Enerji” nin, Avrupa Birliği'nin Sürdürülebilir Ekonomik Büyümesinde ön plana çıkarılması yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çalışmada 28 Avrupa Birliği'ne üye ülke için yıllık verilerle kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla ve kişi başına yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik tüketimi arasındaki ilişki Pesaran ve arkadaşları (1999) tarafından geliştirilen Panel ARDL yaklaşımıyla ele alınmıştır. Sadorsky'nin (2009) çalışması baz alınarak kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla ve kişi başına yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik tüketimi değişkenleri arasında uzun dönem modeli tahmin edilmiştir. Model tahmin sonuçları değerlendirildiğinde; Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde uzun dönemde ekonomik büyümedeki artışın yenilenebilir enerji tüketimini yaklaşık olarak %2 arttıracığı saptanmıştır. Bu demek oluyor ki; ekonomik büyümedeki artış, yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimi üzerinde neredeyse iki kat gibi dikkate değer bir artışa sebep olacaktır. Ayrıca kısa dönemde yaşanacak şokların etkisinin 7 yılda giderilebileceği de görülmüştür. Bu sonuçlar politika yapıcılar için oldukça önem arz etmektedir. Çünkü kısa dönemde yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimine bir şok geldiğinde, karar vericilerin politika önerileri yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimini kısa dönemde denge düzeyine getirmeyecektir. Günümüz şartları düşünüldüğünde yedi yıl gibi bir sürenin uzun bir dönem olduğu görülmektedir. Bu enerji türünün iç döngü mekanizmaları araştırılarak dengesizlikten denge noktasına neden bu kadar uzun bir dönemde ulaşılacağı sorusuna cevap aranmalıdır.

Ekonomik Büyüme ve Yenilenebilir Kaynaklı Enerji Tüketimi arasındaki kısa ve uzun dönem nedensellik sonuçlarına bakıldığında ise; kısa dönemde tarafsızlık hipotezinin geçerli olduğu yani iki değişken arasında kısa dönemde nedensellik ilişkisinin olmadığı, uzun dönemde ise iki yönlü (feedback) hipotezin geçerli olduğu yani karşılıklı nedensellik ilişkisinin olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar hata düzeltme katsayısı sonuçlarını desteklemektedir. Sonuç olarak çalışmadan elde edilen bulgular, Avrupa Birliği'nin Yenilenebilir Enerji politikalarında ekonomik büyüme ile

yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki uzun dönem dinamiklerinin belirleyici bir rol oynaması yönünde önemli sonuçlar ortaya koymuştur.

Ek-1

*Avrupa Birliği Ülkeleri ve Veri Aralıkları*

Ülkeler	Veri Dönemi	Ülkeler	Veri Dönemi
Avusturya	1960-2013	İtalya	1970-2013
Belçika	1973-2013	İzlanda	1993-2013
Bulgaristan	1980-2013	Kıbrıs	1975-2013
Çek Cumhuriyeti	1990-2013	Letonya	1995-2013
Danimarka	1970-2013	Litvanya	1995-2013
Estonya	1995-2013	Luxemburg	1977-2013
Finlandiya	1960-2013	Macaristan	1991-2013
Fransa	1970-2013	Malta	1991-2013
Hırvatistan	1995-2013	Polonya	1990-2013
Hollanda	1975-2013	Portekiz	1960-2013
İngiltere	1989-2013	Romanya	1990-2013
İrlanda	1990-2013	Slovak Cumhuriyeti	1992-2013
İspanya	1970-2013	Slovenya	1995-2013
İsveç	1960-2013	Yunanistan	1970-2013

### Kaynakça/References

- Ahmed, K., & Long, W. (2012). Environmental Kuznets curve and Pakistan: an empirical analysis. *Procedia Economics and Finance*, 1, 4–13.
- Akinlo, A. E. (2008). Energy consumption and economic growth: evidence from 11 Sub-Saharan African countries. *Energy Economics*, 30(5), 2391–2400.
- Al-mulali, U., Fereidouni, H. G., Lee, J. Y. & Sab, C. N. B. C. (2013). Examining the bi-directional long run relationship between renewable energy consumption and GDP growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 209–222.
- Alam, M. J., Begum, I. A., Buysse, J. & Rahman, S. (2011). Dynamic modeling of causal relationship between energy consumption, CO2 emissions and economic growth in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 3243–3251.
- Alper, A., & Oguz, O. (2016). The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 953–959.
- Apergis, N., Payne, J. E., Menyah, K. & Wolde-Rufael, Y. (2010). On the causal dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth. *Ecological Economics*, 69(11), 2255–2260.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and growth in Eurasia. *Energy Economics*, 32(6), 1392–1397.
- Apergis, N. & Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and economic growth: evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38(1), 656–660.
- 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.

- Asafu-Adjaye, J., Byrne, D. & Alvarez, M. (2017). Dataset for analysing the relationships among economic growth, fossil fuel and non-fossil fuel consumption. *Data in Brief*, 10, 17–19.
- Bélaïd, F., & Youssef, M. (2017). Environmental degradation, renewable and non-renewable electricity consumption, and economic growth: Assessing the evidence from Algeria. *Energy Policy*, 102, 277–287.
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I. & Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied Energy*, 162, 733–741.
- Bildirici, M. E. & Kayıkçı, F. (2013). Effects of oil production on economic growth in Eurasian countries: Panel ARDL approach. *Energy*, 49, 156–161.
- Bilgili, F., Koçak, E. & Bulut, Ü. (2016). The dynamic impact of renewable energy consumption on CO<sub>2</sub> emissions: a revisited Environmental Kuznets Curve approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 838–845.
- Chang, C. C. & Carballo, C. F. S. (2011). Energy conservation and sustainable economic growth: The case of Latin America and the Caribbean. *Energy Policy*, 39(7), 4215–4221.
- Chang, T., Deale, D., Gupta, R., Hefer, R., Inglesi-Lotz, R. & Simo-Kengne, B. (2017). The causal relationship between coal consumption and economic growth in the BRICS countries: Evidence from panel-Granger causality tests. *Energy Sources*, 12(2), 138–146.
- Chang, T., Gupta, R., Inglesi-Lotz, R., Simo-Kengne, B., Smithers, D. & Trembling, A. (2015). Renewable energy and growth: Evidence from heterogeneous panel of G7 countries using Granger causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1405–1412.
- Ciarreta, A. & Zarraga, A. (2009, May). Economic growth and electricity consumption in 12 European countries: a causality analysis using panel data. In *Energy Market*, 2009. EEM 2009. 6th International Conference on the European (pp. 1-8). IEEE.
- Ciarreta, A. & Zarraga, A. (2010). Electricity consumption and economic growth in Spain. *Applied Economics Letters*, 17(14), 1417–1421.
- Çağlar, A. & Mert, M. (2017). Environmental Kuznets Hypothesis and the impact of renewable energy consumption on carbon emissions in Turkey: Cointegration with structural breaks approach. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 21–38. <https://dx.doi.org/10.18657/yonveek.307485>
- Destek, M. A. (2016). Renewable energy consumption and economic growth in newly industrialized countries: Evidence from asymmetric causality test. *Renewable Energy*, 95, 478–484.
- Dogan, E. (2015). The relationship between economic growth and electricity consumption from renewable and non-renewable sources: A study of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 534–546.
- Dogan, E. & Seker, F. (2016). The influence of real output, renewable and non-renewable energy, trade and financial development on carbon emissions in the top renewable energy countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1074–1085.
- Furuoka, F. (2016). Renewable electricity consumption and economic development: New findings from the Baltic countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Im, K. S., Pesaran, M. H. & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53–74.
- Jebli, M. B., Youssef, S. B. & Ozturk, I. (2016). Testing environmental Kuznets curve hypothesis: The role of renewable and non-renewable energy consumption and trade in OECD countries. *Ecological Indicators*, 60, 824–831.

- Kahia, M., Aïssa, M. S. B. & Charfeddine, L. (2016). Impact of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth: New evidence from the MENA Net Oil Exporting Countries (NOECs). *Energy*, 116, 102–115.
- Kahia, M., Aïssa, M. S. B. & 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, 127–140.
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, 90(1), 1–44.
- Eurostat. (2016). Key Figures on Europe. Retrieved from: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/>
- Koçak, E. & Şarkgüneşi, A. (2017). The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries. *Energy Policy*, 100, 51–57.
- Lee, C. C. & Chang, C. P. (2005). Structural breaks, energy consumption, and economic growth revisited: evidence from Taiwan. *Energy Economics*, 27(6), 857–872.
- Maddala, G. S. & 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), 631–652.
- 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.
- Menegaki, A. N. & Tiwari, A. K. (2017). The index of sustainable economic welfare in the energy-growth nexus for American countries. *Ecological Indicators*, 72, 494–509.
- Menegaki, A. N. & Tugcu, C. T. (2017). Energy consumption and Sustainable Economic Welfare in G7 countries; A comparison with the conventional nexus. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 892–901.
- Mert, M. & Bölük, G. (2016). Do foreign direct investment and renewable energy consumption affect the CO2 emissions? New evidence from a panel ARDL approach to Kyoto Annex countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(21), 21669–21681.
- Narayan, P. K. & Smyth, R. (2009). Multivariate Granger causality between electricity consumption, exports and GDP: evidence from a panel of Middle Eastern countries. *Energy Policy*, 37(1), 229–236.
- Nelson, C. R. & Plosser, C. R. (1982). Trends and random walks in macroeconomic time series: some evidence and implications. *Journal of Monetary Economics*, 10(2), 139–162.
- Ocal, O. & Aslan, A. (2013). Renewable energy consumption–economic growth nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494–499.
- Omri, A. (2014). An international literature survey on energy-economic growth nexus: Evidence from country-specific studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 951–959.
- Osman, M., Gachino, G. & Hoque, A. (2016). Electricity consumption and economic growth in the GCC countries: Panel data analysis. *Energy Policy*, 98, 318–327.
- Owen, A. D. (2006). Renewable energy: Externality costs as market barriers. *Energy Policy*, 34(5), 632–642.
- Ozturk, I. (2010). A literature survey on energy–growth nexus. *Energy Policy*, 38(1), 340–349.
- Ozturk, I. (2017). Measuring the impact of alternative and nuclear energy consumption, carbon dioxide emissions and oil rents on specific growth factors in the panel of Latin American countries. *Progress in Nuclear Energy*, 100, 71–81.
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 653–670.

- Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric Theory*, 20(3), 597–625.
- Pesaran M. H. & Smith R (1995) Estimating long-run relationship from dynamic heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 68(1), 79–113.
- 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., Shin, Y. & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. P. (1999). Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621–634.
- Rodríguez-Caballero, C. V. & Ventosa-Santaulària, D. (2017). Energy-growth long-term relationship under structural breaks. Evidence from Canada, 17 Latin American economies and the USA. *Energy Economics*, 61, 121–134.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy Policy*, 37(10), 4021–4028.
- Sen, S. & Uzunoğlu, M. (2017). Is Economic growth sensitive to oil consumption shocks in Turkey? *Energy Sources*, 12(1), 70–76.
- Shafiei, S. & Salim, R. A. (2014). Non-renewable and renewable energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions in OECD countries: a comparative analysis. *Energy Policy*, 66, 547–556.
- Shahbaz, M., ve Feridun, M. (2012). Electricity consumption and economic growth empirical evidence from Pakistan. *Quality and Quantity*, 46, 1583-1599.
- Shahbaz, M., ve Lean, H. H. (2012). The dynamics of electricity consumption and economic growth: A revisit study of their causality in Pakistan. *Energy*, 39(1), 146-153.
- SG, 2015. Smarter, greener, more inclusive?, Erişim adresi: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/>
- Solarin, S. A. & Ozturk, I. (2015). On the causal dynamics between hydroelectricity consumption and economic growth in Latin America countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1857–1868.
- Eurostat. (2016). Sustainable development in the European Union. Retrieved from: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/>
- 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(6), 1942–1950.
- Wolde-Rufael, Y. (2004). Disaggregated industrial energy consumption and GDP: the case of Shanghai, 1952–1999. *Energy Economics*, 26(1), 69–75.
- Wolde-Rufael, Y. (2006). Electricity consumption and economic growth: a time series experience for 17 African countries. *Energy Policy*, 34(10), 1106–1114.
- Yoo, S. H. (2006). The causal relationship between electricity consumption and economic growth in the ASEAN countries. *Energy Policy*, 34(18), 3573–3582.