

## Yenilenebilir Enerji Kullanımının Sürdürülebilir Ekonomik Büyüme Etkisi

Melis ÇANDARLI<sup>1</sup>

Gökhan UNAKITAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ziraat Yüksek Mühendisi, candarlimelis@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7291

<sup>2</sup>Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, unakitan@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9824-5975

**Özet:** Enerji kullanımı; ülkelerin sosyal ve ekonomik olarak gelişmesini sağlamakla birlikte tüm sektörlerin en önemli girdisidir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerji kullanım alanları önemli ölçüde artmaktadır. Dünyada enerji üretimi daha çok fosil yakıtlı termik santraller, hidroelektrik ve nükleer enerji santrallerinden karşılanmaktadır. Fosil yakıtların hızla tüketilmesi ve sera gazlarının atmosfere bırakılması küresel ısınmaya sebep olmakta ve dolayısıyla sadece enerji krizine değil; aynı zamanda ekolojik krize de yol açmaktadır. Bu nedenle son yıllarda yenilenebilir enerji kullanımına geçiş zorunlu hale gelmiştir. Çalışmanın amacı Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme etkisini ortaya koymaktır. Çalışmada kullanılan veriler zaman serilerinden oluşmakta ve 1990-2019 yıllarını kapsamaktadır. Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi vektör hata düzeltme modeli yardımıyla ölçülmüştür. Veriler arasındaki nedensellik ilişkisi ise Granger nedensellik testi ile ortaya koyulmuştur. Model sonuçlarına göre, uzun dönemde yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimi içindeki payında %10’luk artış olması durumunda gayri safi yurtiçi hasılda %1,8 oranında artış olacağı tahmin edilmiştir. Yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu saptanmıştır. Yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini arttırmak adına en önemli girişim, enerji politikalarının yeni teknolojilerle yerli ve yenilenebilir enerji sektörüne kaydırılmasıdır. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli oldukça yüksek bir ülkedir. Bu nedenle, Türkiye’nin sürdürülebilir kalkınmasında yenilenebilir enerji üretiminin en verimli şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Büyüme, VEC Model, Granger Nedensellik Testi

### The Effect of Renewable Energy Use on Sustainable Economic Growth

**Abstract:** Energy use is the most important input of all sectors as well as ensuring the social and economic development of countries. Especially in developing countries energy usage areas are increasing dramatically. Energy production in the world is mostly met from thermal, hydroelectric and nuclear reactors. The rapid consumption of fossil fuels and the release of greenhouse gases to the atmosphere cause global warming and therefore not only the energy crisis; it also causes an ecological crisis. Therefore, the transition to renewable energy usage has become mandatory in recent years. The aim of this study is to determine the renewable energy usage impact on economic growth in Turkey. The data used in the study consist of time series and cover the years 1990-2019. The impact on economic growth of renewable energy usage in Turkey is determined by the vector error correction model. The causality relationship between the data is determined by the Granger causality test. According to the results of the model, if the share of renewable energy usage in total energy consumption increases by 10%, it is estimated that there will be 1.8% increase in the gross domestic product in the long-run. Also, it has been determined that there is a unidirectional causality relationship between renewable energy use and economic growth. The most important initiative to increase the impact of renewable energy use on economic growth is to shift energy policies to the domestic and renewable energy sector with new technologies. Turkey has a very high potential in terms of renewable energy sources. Therefore, renewable energy production must be evaluated in the most efficient manner on Turkey's sustainable development.

**Key Words:** Renewable Energy, Economic Growth, VEC Model, Granger Causality Test

#### 1. GİRİŞ

Ekonomik büyüme; bir ekonomide, zaman içinde milli gelirin yükselmesi ve mal, hizmet ve üretim miktarındaki artış ile ölçülebilmektedir. Ekonomik kalkınma ise bir ülkede gelir ve üretim artışları ile birlikte sosyal, ekonomik, politik ve kültürel alanlarda yaşanan yapısal değişim süreci olarak tanımlanmaktadır (Berber, 2006).

Sürdürülebilirlik kelime anlamı olarak; çeşitlilik ve üretkenliğin devamlılığı sağlanırken daimi olabilme yeteneğini korumak olarak tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir ekonomik büyüme; makroekonomik

dengeler ile ekonomik göstergelerin uyumlu olduğu, fiyat istikrarının bozulmadığı, potansiyel büyüme seviyesine yakın büyüme oranlarının kalıcı olarak sağlandığı ekonomik büyümeyi ifade etmektedir (Bal, 2017).

Sürdürülebilir kalkınma düşüncesi, doğal kaynakların son yıllarda zarar görmesi, tükenmeye maruz kalması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu da gelecek dönemde kişi başına artan refah düzeyi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu refahı sağlayacak üretim düzeyi ise sermaye stokunun büyüklüğüne bağlıdır. Sonuç olarak gelecek

nesillerin refahının azalmaması için toplam sermaye stokunda azalma meydana gelmemelidir (Evli, 2018).

Birleşmiş Milletler üyesi 193 ülke tarafından Ocak 2016'da sürdürülebilir kalkınma kapsamında 17 adet amaç yürürlüğe girmiştir. Bu amaçlar arasında erişilebilir ve temiz enerji, insana yakışır iş ve ekonomik büyüme de yer almaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin tümünde temiz enerji sağlayacak altyapının genişletilmesi ve teknolojinin yükseltilmesi hem çevreye katkı sağlayacak hem de büyümeyi teşvik edebilecek önemli bir hedeftir. Öte yandan ekonomik büyüme hedefi ise, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve herkes için insana yakışır işleri desteklemeyi kapsamaktadır.

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması, üretime yönelik ya da ekonomik etkinliklerin gerçekleştirilebilmesi ve yaşam standartlarının iyileştirilmesi için ekonomik büyüme ve nüfus artışı nedeniyle giderek artış göstermekte olan enerji ihtiyacının karşılanmasını zorunlu hale getirmekle birlikte kalkınmanın en temel girdilerinden biri olarak kabul edilmektedir. Dünyada ve Türkiye'de enerjiye gün geçtikçe daha fazla ihtiyaç duyulması, sürekli azalan yönde artış gösteren ve dünyada sınırlı miktarda bulunan enerji kaynaklarının olması gerçeği daha geniş kesimlerce anlaşılmalı ve bununla birlikte ülkeler enerji politikalarını yeniden gözden geçirmeye ve enerjiyi etkin kullanmaya yönelmelidir (Seydioğulları, 2013).

2000'li yıllarda alternatif enerji arayışları giderek hız kazanmış ve yenilenebilir enerji alanındaki çalışmalar da artmaya başlamıştır. Yenilenebilir enerjiyi diğer enerji çeşitlerinden ayıran en önemli özellik yok olmaması ve doğal bir şekilde kendini yenileyebilmesidir. Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji çeşitlerinin yerli kaynaklar olduğundan dolayı ithal edilmeye gerek duyulmaması ve bununla birlikte enerji konusunda dışa bağımlılığın azalması, çevreye zarar veren karbon salınımının ve bağımlılığın azaltılması gibi hususlar açısından oldukça önemlidir (Karagöl ve Kavaz, 2017).

Enerji kaynaklarının çevresel etkileri ve arz güvenliği endişeleri nedeniyle yenilenebilir enerji her geçen gün önem kazanmaktadır. Fosil kaynaklara sahip ülkeler dahi yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmakta ve mevcut ekonomik statülerini sürdürebilmeyi hedeflemektedir. Nitekim yapılan bu yatırımlar da ülkelerin ekonomik büyüme performansları üzerinde etkili olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde temiz enerji sağlayacak altyapının genişletilmesi ve teknolojinin yükseltilmesi hem büyümeyi teşvik edebilecek hem de çevreye katkıda bulunabilecek kritik önem

taşıyan bir hedeftir (Erdoğan, Dücan, Şentürk ve Şentürk, 2018).

Yenilenebilir enerji kaynakları bakımından yüksek potansiyele sahip olan Türkiye'de petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil kökenli enerji kaynaklarının yaygın olarak kullanılması, yenilenebilir enerji kullanımındaki verimliliği arttırmayı ve yaygınlaştırılmasını sağlamayı gerektirmektedir. Türkiye için, temiz enerjinin teşvik edilmesi, 2023 yılı itibarıyla %65 yerli ve yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi hedeflenmiştir (Kadioğlu ve Telliöğlu, 1996).

Türkiye yenilenemez enerji kaynakları bakımından fakir bir ülke iken yenilenebilir enerji kaynakları açısından yüksek potansiyele sahip bir ülkedir. Dolayısıyla Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Çalışmada; ekonomik büyümenin nasıl sağlanabileceği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın amacı yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümeye etkisini ölçmek ve Türkiye'de kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir ekonomik büyümeye etkisini ortaya koymaktır. Çalışmada zaman serileri analizlerinden Vektör Hata Düzeltme Modelinden (VECM) yararlanılmıştır.

## 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan veriler zaman serilerinden oluşmakta ve 1990-2019 yıllarını kapsamaktadır. Veriler, International Renewable Energy Agency (IRENA), World Bank Data, British Petroleum (BP) gibi kurum ve kuruluşların veri tabanlarından elde edilmiştir. Öncelikle toplam enerji ve yenilenebilir enerjinin dünyadaki payı araştırılmış daha sonra Türkiye'de yenilenebilir enerji potansiyeli incelenmiştir. Elde edilen veriler ışığında Türkiye'nin yenilenebilir enerji konusunda dünyadaki yeri saptanmıştır. Çizelge 3.1'den de görüldüğü üzere yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin test edilmesi için kullanılan değişkenler; sabit fiyatlarla gayri safi yurtiçi hasıla, yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji kullanımı içindeki payı, sabit fiyatlarla brüt sermaye stoğu ve 1994, 2001, 2009 yıllarındaki ekonomik krizleri ifade eden kukla değişkendir.

## 2.2. Yöntem

Çalışmada, 1990-2019 yılları arasında GSYH ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki zaman

serisi analiz yöntemlerinden vektör hata düzeltme yöntemi (VEC) ile irdelenmiştir. Modelde dışsal değişken olarak Türkiye'deki brüt sermaye stoğu değişkeni ve 1994,2001 ve 2009 yıllarındaki ekonomik krizleri ifade eden kukla değişken dahil edilmiştir.

Zaman serileri, gözlemlenen değişkenlerin aldığı değerlerin zamana göre sıralanmasıyla elde edilen seriler olarak tanımlanabilir. Örneğin, yıllık ithalat miktarını, aylık ortalama sıcaklığı, günlük dergi satışını, saatlik trafik yoğunluğunu gösteren seriler bu niteliktedir. Zaman serisi analizi, geçmiş dönemlere ilişkin gözlem değerleri yardımıyla geçmiş kapsayarak, geleceğe dönük tahminler yapmayı amaçlar. Söz konusu tahminler yapılırken zaman serisinin geçmişteki hareketlerinin gelecekte de aynı eğilim içinde bulunacağı varsayılır (Şahbaz, 2007).

Zaman serileri ortalamadan gösterdiği sapmalara göre durağan ve durağan olmayan olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bir durağan zaman serisinde, bir seride peş peşe gelen iki değer arasındaki fark, zamanın kendisinden kaynaklanmamakta, sadece zaman aralığından kaynaklanmaktadır. Durağan serideki bu ilişkinin pratik sonucu serinin ortalamasının zamanla değişmeyeceğidir. Şayet seri durağan değilse, otokorelasyonlar önemli ölçüde sıfırdan sapar veya gecikmeler arttıkça sıfırdan uzaklaşır veya ortaya sahte bir örnek çıkar. Zaman serilerini uygun bir modelde oturtabilmemiz için bu serilerin önce durağan olması gerekir (Kutlar, 2009).

### 2.2.1. Birim Kök Testi

Bir zaman serisinin birim kök içerip içermediği oldukça önemli bir kavramdır. Dickey Fuller testi durağanlığın sınanmasında yaygın olarak kullanılmakta ve birim kök testlerinin temelini oluşturmaktadır. Fakat Dickey Fuller testi hata terimlerinin otokorelasyon içermesi durumunda yetersiz kalmakta ve otoregresif bir modelde hata teriminde otokorelasyonun söz konusu olması Dickey Fuller testinin etkin kullanımını engellemektedir. Birim kök testinin bu eksikliği ise Genişletilmiş Dickey Fuller testi kullanılarak giderilebilmektedir. Bu aşamada değişkenlerin durağanlığı test edilmiş, birim kök testi sonuçlarına yer verilmiştir (Akyüz, 2018).

Değişkenlerin durağanlığını test etmek amacıyla uygulanan Genişletilmiş Dickey Fuller testi için aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır:

$$\Delta Y_t = \phi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \psi \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \phi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \psi \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + a_1 t + \phi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \psi \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

Eşitliklerde yer alan n gecikme sayısı, farklı bilgi kriterleri kullanılarak tespit edilmekte ve n sayıda gecikmeli otoregresif süreci içeren ADF testlerinde Dickey Fuller birim kök testleri için hesaplanan t istatistiği kritik değerleri kullanılmaktadır.

### 2.2.2. Modelin Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

VEC modelinin tahmininden öncelikle VAR modelinin tahmini gerekmektedir. VAR modeli zaman serisi modellerin arasında en sık kullanılan modeldir. Sims (1980) tarafından geliştirilen VAR modeli, seçilen tüm değişkenleri cari ve geçmiş değerlerini bir bütün olarak ele alarak sistemde beraber incelemektedir. Ayrıca, VAR modeli şokların değişkenler üzerindeki etkilerinin incelenmesinde de yardımcı olmaktadır. VAR modellerinde uygun gecikme uzunluğunu belirlemek için LR(Log Likelihood), Son Öngörü Hatası (Final Prediction Error (FPE)), Akaike Bilgi Ölçütü (Akaike Information Criteria (AIC)), Schwarz Bilgi Ölçütü (Schwarz Information Criteria (SC)) ve Hannan-Quinn Bilgi Ölçütü (Hannan-Quinn Information Criteria (HQ)) ölçütleri kullanılmaktadır (Şahbaz, 2007).

### 2.2.3. Eşbütünleşme (Cointegration) Testi

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin belirlenebilmesi için eşbütünleşme testinin yapılması gerekmektedir. Eğer seriler arasında eşbütünleşme varsa modelin iyi belirlenmiş olduğuna dair ipucu verir. Eğer iki veya daha fazla zaman serisi, kendileri durağan olmadıkları halde, bunların doğrusal bileşimleri durağan ise bu serilerin eşbütünleşik (koentegre) oldukları söylenebilir.

Eşbütünleşme testinin modele dahil edilmesi bakımından üç farklı metot kullanılmaktadır. Bunlar; Engle ve Granger (1987), Johansen ve Juselius (1990) ve Pesaran, Shin ve Smith (2001) metotlarıdır. Johansen ve Juselius çoklu eşbütünleşme testi, eşbütünleşmenin yanı sıra eşbütünleşik vektörlerim maksimum olabilirlik tahminlerini de vermektedir. Johansen (1988), Engle ve Granger'in eşbütünleşme testlerinin birtakım eksikliklerini gidermek amacıyla geliştirilen bir testtir (Aydın ve Unakıtan, 2012).

### 2.2.4. Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM)

Durağan olmayan değişkenler içeren modellerdeki uzun ve kısa dönem dengeler, hata düzeltme tekniği adı verilen bir yöntem ile tespit edilir. Herhangi bir eşbütünleşme analizinde bulgular, tek bir eşbütünleşik vektörün varlığını doğruluyorsa, o zaman eşbütünleşmenin derecesi karşılıklı olarak bir tahmini trendi paylaşan değişkenler veya ortak bir uzun dönem dengesinde bağlanan değişkenler tarafından doğrulanmış olur. Eşbütünleşme bir kez olmuşsa o zaman değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiyi gösteren bir vektör hata düzeltme modeli kurulabilir.

Hata düzeltme modelindeki düzeltme katsayısının -1 ile 0 arasında değer alması gerekmektedir. Düzeltme katsayısı miktarın uzun dönem hedef noktasından uzaklaştığında tekrar bu noktaya hangi ölçüde yaklaştığını göstermektedir. Düzeltme katsayısı -1 olduğunda uzun dönem denge seviyesinden sapmaların tamamı anında düzelirken, katsayı 0 olduğunda herhangi bir şekilde hata düzeltilmesi yapılamamaktadır (Aydın ve Unakitan, 2012).

Hata düzeltme yaklaşımı, değişkenler arasındaki uzun dönem denge ile kısa dönem dinamikleri arasında ayırım yapmaya ve kısa dönem dinamiklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Direkçi, 2006).

Granger (1988)'e göre, değişkenler arasında bir koentegre vektör varsa, söz konusu değişkenler arasında en azından tek yönlü bir nedenselliğin olması gerekmektedir. Bu durumda nedensellik analizinin hata düzeltme (VECM) modeliyle yapılması daha uygundur. Değişkenler arasındaki uzun dönem dengesi ve kısa dönem dinamikleri arasında ayırım yapmada kullanılan bu modelin avantajı, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında sahte ilişkilere meydan vermeden verinin kısa ve uzun dönem bilgisini kullanabilmesidir. Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) formülü aşağıdaki gibidir;

$$\Delta X_t = \mu + \phi D_t + \pi X_{t-p} + \Gamma_{p-1} \Delta X_{t-p+1} + \dots + \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad t=1, \dots, T \quad (3.4)$$

### 2.2.5. Granger Nedensellik Testi

1990-2019 zaman serilerinden yararlanılarak bu veriler arasındaki nedensellik ilişkisi Granger testi ile ortaya koyulmuştur. Granger nedensellik testi; iki değişken arasında zamana bağlı olarak gecikmeli ilişkinin varlığı söz konusu ise, ilişkinin

nedenselliğinin yönünü istatistiksel açıdan belirlemek için kullanılmıştır.

Ekonometride nedenselliğin en çok kullanılan işlemsel tanımı Granger çalışmasında ortaya çıkmıştır. Daha sonra Sims tarafından geliştirilmiştir (Akyüz, 2018). Yenilenebilir enerji kullanımı (LYEN) değişkeni ile ekonomik büyüme (LGSYİH) değişkeni arasındaki nedensellik aşağıdaki iki model ile test edilmiştir;

$$LYEN_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i LYEN_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_i LGSYH_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

$$LGSYH_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i LGSYH_{t-i} + \sum_{i=1}^z \delta_i LYEN_{t-i} + \vartheta_t \quad (3.6)$$

Burada  $\varepsilon_t$  ve  $\vartheta_t$  ilgili modellerdeki hata terimlerini temsil etmektedir (Güneysu Atasoy, 2019). Örneğin LYEN'den GSYİH'ye doğru nedensellik ilişkisi aşağıdaki şekildedir:

$$H_0: \sum \beta_i = 0 \text{ (LYEN'den LGSYİH'ye nedensellik yoktur)} \quad (3.7)$$

$$H_1: \sum \beta_i \neq 0 \text{ (LYEN'den LGSYİH'ye nedensellik vardır)} \quad (3.8)$$

## 3. BULGULAR

Türkiye'de ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiyi açıklamak üzere VEC modelinden yararlanılmıştır. Modelde içsel değişkenler olarak sabit fiyatlarla GSYİH ve yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı kullanılırken, dışsal değişkenler olarak sabit fiyatlarla sabit sermaye stoğu ve 1994, 2001 ve 2009 yıllarındaki ekonomik krizleri ifade eden kukla değişken kullanılmıştır. Değişkenler, model sonuçlarının doğrudan uzun dönem esneklikleri verebilmesi için logaritmaları alınarak modele dahil edilmiştir.

Tablo 1'de birim kök test sonuçları verilmiştir. LGSYİH; sabit fiyatlarla gayri safi yurtiçi hasıla, LYEN; yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji kullanımı içindeki payını ve LBSS; brüt sermaye stoğunu temsil etmektedir. ADF testi sonucuna göre; üç değişken de düzeyde durağan olmayıp birinci dereceden farkları alındığında 0,01 anlamlılık düzeyinde durağan olmuştur.

Tablo 1: Birim Kök Test Sonuçları

	Düzye		Birinci Dereceden Fark	
	ADF Katsayı	Kritik Değer (0,01)	ADF Katsayı	Kritik Değer (0,01)
LGSYİH	-0,550	-3,546	-7,483	-3,548
LYEN	-1,900	-3,557	-7,844	-3,560
LBSS	-1,010	-3,653	-7,822	3,611

Gecikme uzunluğunun tahmini, VAR modeli kullanılarak yapılan tahminlerde önemli bir adımdır ve gecikme uzunluğu farklı kriterler yardımı ile tespit edilebilmektedir (Aytaç ve Güran, 2010). Bu kriterler; Sıralı Modifiye LR Test İstatistiği (LR), Nihai Tahmin Hatası (FPE), Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Shwarz Kriteri (SC) ve Hannan Quinn (HQ)'dir.

Bunlardan hareketle Tablo 2'de görüldüğü üzere FPE ve AIC 3 gecikme için minimum değer verirken LR, SC ve HQ 1 gecikmede minimum değer vermiştir ve ele alınan zaman periyodunun çok uzun olmaması ve amacın tutarlı gecikme seviyesini belirlediğinden dolayı 1 gecikme uygun gecikme seviyesi olarak saptanmıştır.

Tablo 2: Gecikme uzunluğunun seçimi

Gecikme Uzunluğu	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	20,58	NA	0,001	-1,10	-0,91	-1,04
1	77,32	98,3*	3,38	-4,62	-4,2*	-4,5*
2	81,24	6,26	3,43	-4,61	-4,05	-4,43
3	86,62	7,89	3,18	-4,7*	-3,96	-4,46

Tablo 3'te tüm model tipleri için özet koentegrasyon testi sonuçları verilmektedir. Buna göre tüm modeller için iz ve maksimum özdeğer testi sonuçlarına göre değişkenler arasında bir koentegrasyon matrisi bulunmaktadır. Bununla

birlikte VEC tahmininde kullanılacak model seçimi için Akaike ve Schwarz kriterlerinin kullanıldığı testlerde en düşük katsayılara sahip olan 4 nolu modelin (doğrusal, sabit terim ve trend) önerildiği görülmektedir.

Tablo 3: Özet koentegrasyon testi

Test Tipi	Yok	Yok	Doğrusal	Doğrusal	Kuadratik
	Sabit terimsiz Trend değişkensiz	Sabit terim Trend değişkensiz	Sabit terim Trend değişkensiz	Sabit terim Trend	Sabit terim Trend
iz	1	1	1	1	1
Maks-Özdeğer	1	1	1	1	1
Akaike Bilgi Kriteri					
0	-4,409	-4,409	-4,322	-4,322	-4,810
1	-4,801	-5,457	-5,416	-5,76*	-5,694
2	-4,616	-5,205	-5,205	-5,484	-5,484
Schwarz Bilgi Kriteri					
0	-4,222	-4,222	-4,042	-4,042	-4,436
1	-4,427	-5,037	-4,949	-5,247	-5,134
2	-4,055	-4,551	-4,551	-4,737	-4,737

Çalışmada kullanılan doğrusal, sabit terim ve trend değişkeninin yer alacağı Johansen eşbütünlük testi sonuçları Tablo 4. ve Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 4'te rank testi sonuçları özdeğer ve iz istatistiği değerleri ile %5 kiritik değeri verilmiştir.

Test istatistiğinin örnek değeri anlam düzeyindeki kritik değerden büyük olduğundan dolayı hiç eşbütünlük ilişkisi olmadığını ifade eden  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir. Değişkenler arasında %5 anlam düzeyinde bir koentegrasyon bulunmaktadır.

Tablo 4: Rank testi sonuçları

Test Edilen Eşbütünlük Denklem	Özdeğeri	İz Değeri	%5 Kritik Değer	Prob. Değeri
Hiç**	0,830013	54,86877	25,87211	0,0000
En fazla 1	0,55335	1,707746	12,51798	0,9837

\*\* İşareti red hipotezinin %5 anlam düzeyinde gerçekleştiğini göstermektedir.

Tablo 5'te maksimum özdeğer istatistiği ile bunun %5 kritik değeri verilmiştir. Değişkenler arasında %5 anlam düzeyinde bir koentegrasyon bulunmaktadır. Tablo 4. ve Tablo 5'ten elde edilen

sonuçlara göre, değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir eşbütünlük ilişkisi gözlemlenmiş ve aralarında uzun dönem bir ilişki bulunduğu saptanmıştır.

Tablo 5: Özdeğer testi sonuçları

Test Edilen Eşbütünlük Denklem	Özdeğeri	Maksimum Özdeğer	%5 Kritik Değer	Prob. Değeri
Hiç**	0,830013	53,16102	19,38704	0,0000
En fazla 1	0,055335	1,707746	12,51798	0,9837

\*\* İşareti red hipotezinin %5 anlam düzeyinde gerçekleştiğini göstermektedir.

Vektör hata düzeltme modeli sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Buna göre; bağımsız değişkenin istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Modelin determinasyon katsayısı  $R^2$  0,7767 olarak bulunmuş olup bu değer bağımlı değişkenin (sabit fiyatlarla gayri safi yurtiçi hasıla) bağımsız değişken tarafından %77,67 oranında açıklandığını ifade etmektedir. Diğer istatistiksel tanı testleri de modelin geçerli olduğunu göstermektedir.

Uzun dönemde yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimi içindeki payında %10'luk artış olması durumunda gayri safi yurtiçi hasılda da %1,8 oranında artış olacağı tahmin edilmektedir.

Kısa dönemde ise yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimi içindeki payı ile GSYİH arasında ters yönlü bir ilişki tahmin edilmiştir. Buna göre; kısa dönemde yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimi içindeki payında %10'luk bir artış GSYİH'de %1,4 oranında azalışa neden olacaktır. Teorik olarak enerji tüketimindeki bir artışın GSYİH'yi arttıracığı beklenmektedir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak

üzere yapılacak yatırımlar kısa dönemde çevre açısından olumlu etkiler yaratırken GSYİH'ye katkısı anca uzun dönemde ortaya çıkmaktadır.

Hata düzeltme modeline dışsal değişken olarak eklenen brüt sermaye stoğu katsayısı ve kriz yılları kukla değişkenine ait katsayıların işaretleri beklenti ile uyumlu çıkmıştır. Kısa dönemde brüt sermaye stoğunda yaratılacak %10'luk bir artış GSYİH'yi %2 oranında arttıracaktır. Diğer yandan kriz yılları kukla değişkenin negatif katsayıya sahip olması kriz dönemlerinde GSYİH'nin azalacağı anlamına gelmektedir.

Hata düzeltme teriminin katsayısının -0,5087 hesaplanmış olup istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir ( $p < 0,01$ ). Hata düzeltme modelinin istatistiksel olarak anlamlı çıkmış olması sistemin doğru olduğunu göstermektedir. Hata düzeltme katsayısı 0 ile -1 arasında değerler almakta olup çalışmada elde edilen katsayı (-0,5087) değişkenler arasındaki uzun dönemde ortaya çıkacak sapmaların ortalama bir hızda dengeye geleceğini ifade etmektedir.

Tablo 6: Vektör hata düzeltme modeli sonuçları

Değişkenler	LGSYH	
LGSYH(-1)	1,000000	
	-0,188727	
LYEN(-1)	(0,04069)	
	[-4,63836]	
	D(LGSYH)	D(LYEN)
Hata Düzeltme Terimi (EC(-1))	0,508704 (0,06011) [-8,46274]	0,441995 (0,46215) [0,95638]

D(LGSYH(-1))	-0,145622 (0,09673) [-1,50538]	-1,606400 (0,74373) [-2,15993]
D(LYEN(-1))	-0,042497 (0,02348) [-1,81002]	-0,087746 (0,18051) [-0,48609]
DK	-0,023687 (0,01448) [-1,63575]	-0,128590 (0,11134) [-1,15497]
LBSS	0,202833 (0,02334) [8,69181]	-0,119195 (0,17942) [-0,66435]
R <sup>2</sup>	0,815259	0,227719
Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	0,776772	0,066827
Akaike bilgi kriteri	-4,705071	0,625657
Schwarz bilgi kriteri	-4,424831	0,345417
F istatistiği	21,18237	1,415355
Log likelihood	76,57606	15,38485

Çalışmada kullanılan bir diğer yöntem olan Granger nedensellik testi sonuçları Çizelge 6.7’de verilmiştir. Çizelgenin son sütununda bulunan kuyruk olasılıklarının anlamlılık düzeyinden (0,05) düşük olması  $H_0$  olan LYEN’den LGSYH’ye nedensellik ilişkisi yoktur hipotezinin reddedilebileceğini göstermekte ve tersi bir durumda ise  $H_0$

reddedilememektedir. Bu bilgiler ışığında anlamlılık düzeyleri 0,05’ten büyük olduğu için, LYEN’den LGSYH’e nedensellik ilişkisi olmadığı, LGSYH’den LYEN’e ise anlamlılık düzeyi 0,03 olduğundan dolayı nedensellik ilişkisinin bulunduğu ve iki değişken arasında tek yönlü bir nedensellik söz konusu olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 7: Granger nedensellik testi sonuçları

Bağımlı Değişken: LGSYİH			
	Ki-kare	sd	Olasılık
LYEN	3,276155	1	0,0703
Bağımlı Değişken: LYEN			
	Ki-kare	sd	Olasılık
LGSYİH	4,665290	1	0,0308

#### 4. SONUÇ

Türkiye, yüksek enflasyon, artan işsizlik, enerjide büyük ölçüde dışa bağımlılık ve dış ticaret sorunları ile karşı karşıyadır. Enerji, sosyal ve ekonomik gelişme için en temel faktörlerden biridir ve enerji konusunda nihai hedeflere ulaşmak için ekonomide yapısal bir dönüşüm gerekmektedir. Bu sorunları çözebilmek adına, teknolojik ilerlemeyi tüm yönleriyle üretime dahil etmek, üretim endeksli ekonomiye geçiş yapmak ve nitelikli iş gücü potansiyelini azami seviyeye çıkarmak gerekmektedir.

Sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilecek en önemli unsur çevrenin sürdürülebilirliğidir. Enerji ise kalkınma adına önemli bir kavram olmakla birlikte üretimin en büyük girdisi konumundadır. Bu nedenle çevre dostu yenilenebilir enerji kullanımını arttırmak kalkınmanın sağlanmasında büyük önem taşımaktadır. Nitekim yenilenebilir enerji kullanımı

ile çevre kirliliği azalacak ve enerji verimli bir şekilde kullanılacaktır.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini arttırmak adına en önemli girişim, enerji politikalarının yeni teknolojilerle yerli ve yenilenebilir enerji sektörüne kaydırılmasıdır. Çünkü Türkiye fosil kaynaklı enerji bakımından yüksek bir potansiyele sahip olmasa da yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli oldukça yüksek bir ülke konumundadır. Bu sebeple, Türkiye’nin sürdürülebilir kalkınmasındaki payının yükselmesi için yenilenebilir enerji üretiminin etkin bir süreçle en verimli şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Türkiye’nin enerji konusunda büyük oranda dışa bağımlı olması ve ithal edilen enerjinin çoğunlukla fosil kaynaklı olması beraberinde karbon emisyonu sorununu da getirmektedir. Tüketimi zararlı emisyonların azaltılmasında, yenilenebilir enerji

yatırımlarının teşvik edilmesi ve kullanımının artması büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımlarında ilk kuruluş maliyetleri yüksek maliyetli olarak görülse de, yenilenebilir enerji ve fosil kaynaklı yakıtlar arasındaki maliyet farkı teknolojik gelişme ve ilerleme sağlanması halinde düşürülebilecektir.

Türkiye’de, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşvik politikaları 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu’na göre belirlenmektedir. Bu teşviklerin başında da sabit fiyat garantisi gelmektedir. Sabit fiyat garantisinde, her bir üretim eşit olmamak şartıyla ayrı ayrı fiyatlar belirlenerek, devlet tarafından mevzuatta belirlenen şartlar dahilinde yenilenebilir enerji kullanımının desteklenmesi amaçlanmıştır. Hidroelektrik santraller için 7,30 cent/kwh, rüzgar enerjisine 7,30 cent/kwh, jeotermal enerjiye 10,50 cent/kwh, biyokütle enerjisine 13,30 cent/kwh ve güneş enerjisine de 13,30 cent/kwh teşvik verilmektedir (Yurdadoğ ve Tosunoğlu, 2017). Ancak bu teşvikler yalnızca elektrik enerjisi üretimi için olup teşviklerden yalnızca lisans sahibi tüzel kişiler yararlanabilmektedir. Bu nedenle teşviklerin artırılıp, daha geniş kapsamlı hale getirilmesi yenilenebilir enerji kullanım alanlarının da artmasını sağlayacaktır.

Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımlarında, santrallerde yerli hammadde ve malzeme kullanılması, santral kuruluş aşamasında maliyetin devlet tarafından desteklenerek azaltılması, elektrikli araç kullanıma teşvik etme gibi projelerin hayata geçirilmesi sağlanabilir.

#### KAYNAKÇA

- Akyüz, H.E. (2018). Vektör otoregresyon (VAR) modeli ile iklimsel değişkenlerin istatistiksel analizi. *International Journal of Research and Development*, 10(2).
- Aydın, B., Unakıtan, G. (2012). Türkiye’de soya tarımının ekonometrik analizi. *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), ss:6-14.

- Bal, O. (2017, Temmuz 10-12 ). Sürdürülebilir Ekonomik Büyüme Kavramına Teorik Bakış. Uluslararası Avrasya Ekonomileri, İstanbul, Turkey. Erişim adresi: <https://www.avekon.org/papers/1839.pdf>
- Berber, M. (2006). İktisadi Büyüme ve Kalkınma. 3. Baskı, Trabzon: Derya Kitabevi.
- Direkçi, T. (2006). Kamu açıklarının makro ekonomik etkileri: Türkiye çalışması. (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Adana.
- Erdoğan, S., Dücan, E., Şentürk, M., Şentürk, A. (2018). Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine ampirik bulgular. *Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), ss:233-246.
- Evli, S. (2018). Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma ve yenilenebilir enerji kaynakları (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma İktisadi Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Kadıoğlu, S., Tellioglu, Z. (1996, Kasım 12-14). Enerji kaynaklarının kullanımı ve çevreye etkileri. *Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Türkiye Enerji Sempozyumu*, Ankara. Erişim adresi: [https://www.emo.org.tr/ekler/63ea51eeb9eb4b9\\_ek.pdf](https://www.emo.org.tr/ekler/63ea51eeb9eb4b9_ek.pdf)
- Karagöl Tanas, E., Kavaz, İ. (2017). Dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerji. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı*, Nisan 2017, Sayı:197.
- Kutlar, A. (2009). Uygulamalı ekonometri (3. Basım). Ankara: Nobel Akademik Yayın.
- Seydioğulları, H.S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerji. *Planlama Dergisi*, 23(1), ss:19-25.
- Şahbaz, Ü. (2007). Zaman serilerinde nedensellik analizi (Türkiye’de ekonomik büyüme ve turizm gelirleri arasındaki ilişkinin nedensellik analizi). (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Yurdadoğ, V., Tosunoğlu, Ş. (2017). Türkiye’de yenilenebilir enerji destek politikaları. *Eurasian Academy of Sciences Eurasian Business & Economics Journal*, 9, ss:1-21.