

GELİŞMİŞ ÜLKELERDE NÜKLEER ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ ÜZERİNE PANEL VERİ ANALİZİ

PANEL DATA ANALYSIS ON THE RELATIONSHIP BETWEEN NUCLEAR ENERGY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH IN DEVELOPED COUNTRIES

Türker ŞİMŞEK*, Halil İbrahim AYDIN**

* Dr. Öğr. Üyesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, turker.simsek@gop.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7581-7590>

** Dr. Öğr. Üyesi, Batman Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, hiaydin12@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6783-4905>

ÖZ

Nükleer enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki gerek politika uygulayıcılarının gerekse ilgili araştırmacıların her geçen gün dikkatini çeken bir konu olarak görülmektedir. Çalışma nükleer enerji tüketiminde ilk sıralarda yer alan 4 gelişmiş ülkede (Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Çin, Güney Kore) nükleer enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri ve BP Dünya Enerji İstatistikleri Raporu'ndan derlenen 1997-2016 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak panel FMOLS yöntemine başvurulmuştur. Ekonometrik analizde ilgili ülkelerde nükleer enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediği ve aralarında nükleer enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir Granger nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nükleer Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Panel FMOLS

Jel Kodları: Q43, O13, C50

ABSTRACT

The relationship between nuclear energy consumption and economic growth is seen as a matter of interest both by policy makers and by interested researchers every passing day. The study aims to examine the relationship between nuclear energy consumption and economic growth in four developed countries (the United States, Russia, China, and South Korea), which are in the first place in nuclear energy consumption. For this purpose panel FMOLS method is applied by using annual data of 1997-2016 period compiled from World Bank Development Indicators and BP World Energy Statistics Report. In econometric analysis, it has been concluded that nuclear energy consumption in the countries concerned affects economic growth positively and that there is a one-sided Granger causality relationship from nuclear energy consumption to economic growth.

Keywords: Nuclear Energy Consumption, Economic Growth, Panel FMOLS

Jel Codes: Q43, O13, C50

GİRİŞ

Enerji, bir maddede mevcut olan ısı, ışık, vb. şekilde gün yüzüne gelen güç şeklinde ifade edilebilmektedir. Ekonomik büyüme olgusu ise ulusal gelir düzeyindeki ve kişi başına düşen ulusal gelirdeki artış şeklinde

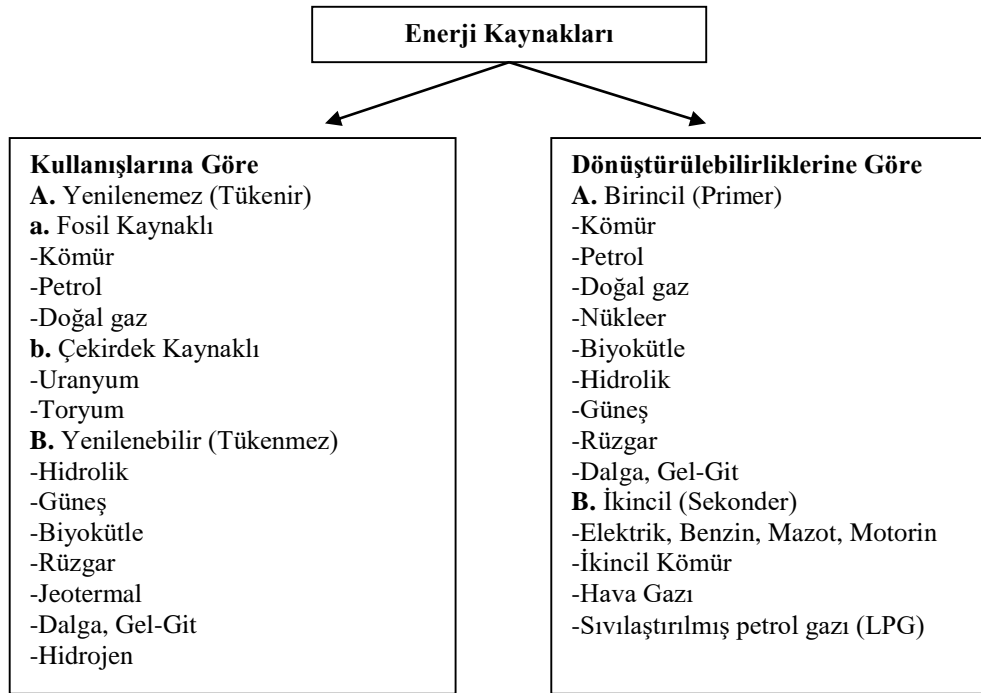
açıklanmaktadır. Enerji tarihsel serüven içerisinde ülkelerin vazgeçilmez ve önem arz eden kaynaklarından birisi olarak görülmektedir. Ekonomik kalkınmanın başlangıcında çoğu ekonomik yapıda

tarımsal faaliyetler ön plâna çıkmış bulunmaktaydı. Endüstrileşme sürecinin başlaması ile enerji, sanayinin lokomotifi ve itici gücü durumuna gelmiştir. Enerjinin yüksek seviyede kullanımı, toplam üretimi ve hayat standartlarını arttırmıştır. Endüstrileşme süreci ile yakın ilişki içinde olan şehirleşme durumuna geçilmesiyle de enerji gereksinimi artış oranı hızlanmıştır. Geçen 20. yüzyıl gibi 21. yüzyıl da enerji ve enerji ihtiyacı bakımından önemini sürdürecektir. Artan nüfusla beraber enerji kullanımı her geçen gün yaygınlaşacaktır. Bu bağlamda enerji konusunun incelenmesi önem ihtiva etmektedir (Aydın, 2010: 318).

Enerji, ülkelerin kalkınması için önemli olup, toplumların kalkınma seviyesi arttıkça enerjiye olan ihtiyaç ve bağımlılıkların da arttığı görülmektedir. Bununla beraber enerji üretiminin artması da doğal bir durum olarak gün yüzüne çıkmaktadır. Meydana gelen bu enerji arz kıtlığı ile alternatif bir enerji sektörü oluşturulması ve enerji de çeşitliliği sağlamaya yönelik adımlar atılması, yeni teknoloji ve alternatif

enerji kaynaklarının kullanılması, yeni enerji üretim tesislerinin kurulması önem arz etmektedir. Bu durum ise gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin yeni hedefleri arasında ön plana çıkmaktadır. Tam da bu noktada nükleer enerji santralleri de bu hedefi karşılamaya yönelik bir çaba olarak karşımıza çıkmaktadır. 1970'li yıllarda gerçekleşen petrol (enerji) krizi sonrası enerjide dışa bağımlı olan ülkeler nükleer enerjiye yönelmişlerdir. Bunun en önemli nedenlerinden biri nükleer enerji elektrik üretiminde de kullanılmaktadır. Bir sınıflandırmaya göre, enerji kaynakları fosil, yenilenebilir ve yeni enerji kaynakları olarak üç şekilde sınıflandırılmaktadır. Kömür, petrol, doğalgaz gibi kaynaklar fosil kaynaklar grubunda yer alırken; su, güneş, rüzgar, jeotermal ve biyokütle enerji kaynakları ise yenilenebilir enerji kaynakları grubunda sınıflandırılmaktadır. Nükleer enerji, yakıt hücreleri ve hidrojen enerjisi gibi kaynaklar da yeni kaynaklar grubunda yerini almaktadır (Torusdağ ve Arvas, 2017: 862).

Şekil 1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması



Kaynak: (Koç ve Şenel, 2013: 33)

Enerji kaynakları genel itibari ile kullanışlarına ve dönüştürülebilirliklerine göre ikiye ayrılmaktadır. Kullanışlarına göre enerji, yenilenemez ve yenilenebilir şeklinde tasnif edilirken, dönüştürülebilirliklerine göre ise birincil ve ikincil şeklinde sınıflandırılmaktadır. Nükleer enerji, dönüştürülebilirliklerine göre birincil kısımda yer alan bir enerji türüdür.

Enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ekonomistlere göre giderek önem arz eden bir konu olarak dikkat çekmektedir. Ekonomik büyüme olgusu, enerji talep ve tüketimine sebebiyet vererek sektör üzerinde etki gösterirken, enerji kaynaklı yaşanan sorunlar ekonomik büyüme üzerine negatif etkiler doğurmaktadır (Kar ve Kınık, 2008: 334).

Bu araştırma nükleer enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi, 1997-2016 inceleme dönemi içerisinde 4 gelişmiş ülke (Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Çin, Güney Kore) örneği üzerinden incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda, araştırma üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde teorik çerçeveye ve ikinci bölümde literatür taramasına, üçüncü bölümde nükleer enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi tahlil eden ampirik analize, son bölümde ise sonuç, tartışma ve politika önerilerine yer verilmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde nükleer enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar kronolojik bir şekilde tasnif edilerek açıklanmıştır.

Yoo ve Jung (2005) tarafından hazırlanan çalışmada, 1977-2002 dönemini kapsayan yıllık verilerle modern zaman serisi teknikleri uygulanarak Kore'de nükleer enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki kısa ve uzun vadeli nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. Hata düzeltme modeline dayalı birim kökler, eş

bütünleşme ve Granger nedensellik testleri kullanılmıştır. Sonuçlar, tek yönlü nedenselliğin, nükleer enerji tüketiminden Kore'de herhangi bir geri besleme etkisi olmadan ekonomik büyümeye doğru gittiğini göstermektedir. Bu durum, ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilememek için, Kore hükümetinin nükleer enerji tüketimi üzerindeki kısıtlamaların üstesinden gelmek için çaba göstermesi gerektiği anlamına gelir.

Yoo ve Ku (2009), nükleer enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi, zaman serisi teknikleri ile tahlil etmektedir. Arjantin, Fransa, Almanya, Kore, Pakistan ve İsviçre'ye, eş bütünleşme ve Granger nedensellik uygulanmaktadır. Temel sonuç, nükleer enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkilerin ülkeler arasında eşit olmamasıdır. İsviçre örneğinde, nükleer enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü bir nedensellik vardır. Bu, nükleer enerji tüketimindeki artışın doğrudan ekonomik büyümeyi etkilediği ve ekonomik büyümenin nükleer enerji tüketimini de artırdığı anlamına gelmektedir. Fransa ve Pakistan'da ekonomik büyümeden nükleer enerji tüketimine; Kore'de ise nükleer enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir. Bununla birlikte, nükleer enerji tüketimi ile Arjantin ve Almanya'daki ekonomik büyüme arasındaki herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir.

Apergis ve Payne (2010) çalışmalarında, 1980-2005 döneminde, on altı ülke için nükleer enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel eşbütünleşme testi ile incelemektedir. Çalışma sonucu reel GSYİH, nükleer enerji tüketimi, reel brüt sabit sermaye oluşumu ve işgücü arasında, katsayıların pozitif olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olan uzun vadeli bir denge ilişkisi bulunduğunu ortaya koymaktadır. Panel vektör hata düzeltme modelinin sonuçları, kısa dönemde nükleer enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki iki yönlü nedenselliği, uzun dönemde ise nükleer

enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliği göstermektedir. Bu nedenle, sonuçlar kısa dönemde nükleer enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkide geri besleme hipotezini desteklemektedir.

Wolde-Rufael (2010) çalışmasında 1969-2006 tarihleri için Hindistan'da ekonomik büyüme, nükleer enerji tüketimi, emek ve sermaye arasındaki dinamik ilişkiyi incelenmeye çalışmaktadır. Analiz sonucunda nükleer enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa ve uzun vadeli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Nükleer enerji tüketiminin Hindistan'ın ekonomik büyümesi üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Payne ve Taylor (2010) çalışmalarında 1957-2006 arası yıllık verileri kullanılarak ABD için Neo-Klasik üretim fonksiyonu çerçevesinde nükleer enerji tüketimi artışı ile reel gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) büyümesi arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Toda-Yamamoto (1995) uzun dönem Granger nedensellik testinin uygulandığı analizde nötrlük hipotezini destekleyen nükleer enerji tüketimi artışı ve reel GSYİH büyümesi arasındaki Granger nedensellik ilişkisinin olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Menyah, Wolde-Rufael (2010), 1960-2007 dönemi için ABD için karbon dioksit (CO₂) emisyonları, yenilenebilir ve nükleer enerji tüketimi ile reel GSYİH arasındaki nedensel ilişkiyi araştırmaktadır. Granger nedensellik testi ile çalışma analiz edilmiştir. Ekonometrik kanıtlar, nükleer enerji tüketiminin CO₂ emisyonlarını azaltmaya yardımcı olabileceğini düşündürmektedir, ancak şu ana kadar, yenilenebilir enerji tüketimi, emisyon azaltımına önemli bir katkı sağlayabilecek bir seviyeye ulaşmamış olduğu çalışmada vurgulanmaktadır.

Nazlıoğlu vd. (2011) çalışmalarında 1980-2007 dönemini içeren yıllık verilerle 14 OECD ülkesi üzerine analiz gerçekleştirmiş

ve 11 ülkede nükleer enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik olmadığı başka bir ifadeyle tarafsızlık hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşımlardır.

Omri ve Chaibi (2014) 1990-2011 dönemi verilerini kullanarak 17 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri içeren dinamik eşanlı denklem modelleri ile yaptıkları analizde nükleer enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir.

Lin vd. (2015), 1980-2010 yıllarına ait Tayvan verileri için nükleer enerji tüketimi, nükleer olmayan enerji tüketimi ve gayri safi yurtiçi hasıla arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan nedensellik araştırılmıştır. Analizde tek yönlü nedenselliği destekleyen doğrusal Granger nedenselliklerin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Destek (2015) çalışmasında 1965-2013 yılları arasında G-6 ülkeleri için nedensellik analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmada nükleer enerji tüketiminin ekonomik büyümeye etkisinin sadece Kanada'da geçerli olduğu ve İngiltere'de tarafsızlık hipotezinin desteklendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Torusdağ ve Arvas (2017) çalışmalarında 1960-2015 dönemine ait yıllık veriler kullanarak Türkiye'de alternatif ve nükleer enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi nedensellik analizi yöntemiyle incelemiştir. Çalışma sonucunda, ekonomik büyüme ile alternatif ve nükleer enerji tüketimi arasındaki ilişki kısa dönemde tarafsızlık/nötr hipotezini desteklemekte yani nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

3. VERİ SETİ, METODOLOJİ VE BULGULAR

3.1. Veri Seti ve Ekonometrik Model

Panel veri analizi kapsamında nükleer enerjiyi aktif bir şekilde kullanan ve

nükleer enerji tüketimi 30 milyon ton petrol eşdeğerinin üzerinde olan 4 gelişmiş ülke (Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Çin, Güney Kore) incelenmiştir. Zaman periyodu konusunda veri temin etmede sıkıntı yaşanılmayan 1997-2016 dönemi ele alınmıştır. Çalışmada bağımlı değişken olarak ekonomik büyümenin göstergesi olan reel gayrisafi yurtiçi hasıla (Y); bağımsız değişken olarak nükleer enerji tüketimi (NE), sermayenin bir göstergesi olarak alınan reel gayri safi sabit sermaye oluşumu (K) ve toplam işgücü (L) değişkenleri kullanılmıştır. Analizde kullanılan nükleer enerji tüketimi verisi BP Dünya Enerji İstatistikleri Raporlarından, diğer değişkenler Dünya Bankası Kalkınma

Göstergeleri Veritabanı'ndan temin edilmiştir. Aşağıda yer alan eşitlik (1)'de kullanılan ekonometrik model gösterilmiştir.

$$\ln Y_{it} = \alpha_i + \partial_{it} + \beta_{1i} \ln NE_{it} + \beta_{2i} \ln K_{it} + \beta_{3i} \ln L_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'deki $i=1, \dots, N$ panel veri analizindeki her bir ülkeyi; $t=1, \dots, T$ ise zaman periyodunu temsil etmektedir. α ve ∂ parametreleri sırasıyla ülkeye özgü sabit etkilerin olasılığını ve deterministik eğilimleri göstermektedir. ε parametresi de uzun dönem ilişkiden sapmaları temsil eden tahmini kalıntıları ifade etmektedir.

Tablo 1: Analizde Kullanılan Değişkenler ve Kaynakları

Değişken	Tanımı	Zaman Periyodu	Veri Kaynağı
Y	Reel Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (Baz yılı 2010, Birim Milyar Amerikan Doları)	1997-2016 Yıllık Veriler	Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri Veritabanı
NE	Nükleer Enerji Tüketimi (Milyon Ton Petrol Eşdeğeri)	1997-2016 Yıllık Veriler	British Petroleum (BP) Dünya Enerji İstatistikleri Raporları
K	Reel Gayri Safi Sabit Sermaye Oluşumu (Baz yılı 2010, Birim Milyar Amerikan Doları)	1997-2016 Yıllık Veriler	Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri Veritabanı
L	Toplam İşgücü (Birim Milyon Kişi)	1997-2016 Yıllık Veriler	Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri Veritabanı

3.2. Ekonometrik Yöntem ve Bulgular

Modelde ilk olarak değişkenlerin dinamik heterojenitesine (ülke ve zaman bakımından sabit terim veya kesişim varyanslarına) bakılmalıdır. Dinamik heterojenliği test edebilmek için üç yönteme başvurulmuştur. İlk olarak regresyon parametrelerinin F-testi kullanılarak denklemler arasında eşit olduğu sıfır hipotezini inceleyen ADF (3) testine başvurulmuştur. Parametre eşitliği için ADF (3) test istatistikleri 26.42 çıkmıştır, dolayısıyla sıfır hipotezi yüzde 1 anlamlılık düzeyinde kabul edilmez. İkincisi 3. mertebeden bir otoregresif süreç olan AR(3) testidir. Sıfır hipotez olarak parametre eşitliğini test eden AR (3) testi

istatistiği 30.47 bulunmuştur. Böylelikle sıfır hipotezi yüzde 1 önem düzeyinde kabul edilmez. Üçüncü olarak, gruplar arası heteroskedastisite için White Testi, ülkeler arasında homojenlik hatası varyansı olduğu sıfır hipotezini test etmek için kullanılmıştır. White ki-kare testi istatistiği 61.46 bulunmuş ve ülkeler arası homojenlik hatası varyansının yüzde bir önem düzeyinde anlamlı olduğu, sıfır hipotezinin kabul edilmemesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkilerin ülkelerdeki hem dinamik hem de hata varyanslarında heterojenlik gösterdiği Tablo 2'de yer alan sonuçlardan görülmüştür.

Tablo 2: Dinamik Heterojenlik Testleri Sonuçları

Testler	F İstatistik	Olasılık
ADF (3)	26.42	0.000***
AR (3)	30.47	0.000***
White Ki-Kare Test	61.46	0.000***

***, **, * işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı göstermektedir.

Analiz sonuçlarının güvenilir olabilmesi için modelde kullanılan değişkenlerin birim kök test sonuçlarına bakılması gerekir. Fakat panel veri analizinde birim kök testleri zaman serileri analizlerindeki birim kök testlerinden daha karmaşık bir haldedir. Bunun sebebi panel veride heterojenlik faktörünün görülebilmesidir. Ülke verileri aynı özelliğe sahip olmayabilirler. Başka bir ifadeyle veriler durağan-durağan olmama veya eşbütünleşik-eşbütünleşik olmama gibi durumlardan dolayı farklılıklar gösterebilir. Yaşanabilecek olan bu

durumlar panel birim kök testlerinin uygulanma sürecini daha da karmaşık bir hale getirebilmektedir (Asteriou ve Hall, 2007: 366). Çalışmada parametreler arasında heterojenliğin varlığı tespit edilmiştir. Bu durumda Im Pesaran Shin-IPS (2003) panel birim kök testinin kullanılması önerilir. Çünkü IPS heterojen otoregresif katsayılarla izin vermektedir (Apergis ve Payne, 2010: 546). Çalışmada uygulanan IPS panel birim kök testi sonuçları Tablo 3’de gösterilmektedir.

Tablo 3: IPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Trendli					
	t İstatistiği I(0)	Olasılık I(0)	Gecikme	t İstatistiği I(1)	Olasılık I(1)	Gecikme
lnY	-2.46869	0.0068	3	-2.92828***	0.0000	2
lnNE	-2.99036	0.0014	3	-4.23022***	0.0000	2
lnK	-1.19738	0.1156	3	-3.52130***	0.0002	1
lnL	-1.53628	0.0622	4	-3.87062***	0.0001	2

***, **, * işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı göstermektedir. Spektral kestirimde Barlett Kernel Metodu, Band With genişliğinde ise Newey-West Metodu kullanılmıştır. Birim kök testlerinde uygun gecikme uzunluğu Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir. Sabitli, Trendli ile Sabitli ve Trendli sonuçlar arasında I(1) seviyesinde değişkenlerin durağanlık durumu açısından bir fark bulunmamaktadır.

Tablo 3’den de görüleceği üzere ekonometrik modelde yer alan değişkenlerin birinci derece farkı alındığında %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Böylelikle birim kök olduğuna yönelik sıfır hipotezi reddedilerek ele alınan serilerin birinci derece farklarda [I(1)] durağan oldukları anlaşılmaktadır.

3.3. Panel Eşbütünleşme Testi ve Bulguları

Ekonometrik modelde seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığını araştırmak için eşbütünleşme testleri

kullanılmaktadır. Pedroni, eşbütünleşme analizine yönelik yapmış olduğu çalışmalarda eşbütünleşme vektöründeki heterojenliği göz önünde bulunduran başka bir ifadeyle paneldeki kesitler arasındaki dinamik ve sabit etkilerin farklılığını dikkate alan bir test geliştirmiştir (Pedroni, 1996, 1997, 1999, 2000, 2004). Pedroni eşbütünleşme testi birden fazla sayıda açıklayıcı değişkeni teste dahil edebilmesi, eşbütünleşme vektörünün çeşitlenmesi ve hataların heterojenliğine izin vermesinden dolayı çalışmada eşbütünleşme testi olarak Pedroni eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Ayrıca

Pedroni testi kesti içi ve kesitler arası olmak üzere yedi farklı eşbütünleşme testi sunmaktadır (Asteriou ve Hall, 2007: 374). Analizde yer alan değişkenler I(1) seviyesinde durağan oldukları için aralarındaki uzun dönemli ilişkiyi tespit edebilmek için Pedroni eşbütünleşme testine başvurulmuştur. Tablo 4 Pedroni eşbütünleşme testi sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 4: Pedroni Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Sıfır Hipotez (H_0): Seriler arasında eşbütünleşme yoktur.				
Kesit İçi Yaklaşım (Within-Dimension)				
Testler	t-İstatistik	Olasılık	Ağırlıklı t-İstatistik	Olasılık
Panel v-İstatistiği	30.849642	0.0078***	30.569461	0.0045***
Panel rho- İstatistiği	30.785707	0.0040***	30.920675	0.0014***
Panel PP- İstatistiği	30.538639	0.0049***	30.518971	0.0081***
Panel ADF- İstatistiği	-5.427503	0.0067***	-5.830964	0.0030***
Kesitler Arası Yaklaşım (Between-Dimension)				
Testler	t-İstatistik	Olasılık		
Grup rho- İstatistiği	-26.836685	0.0069***		
Grup PP- İstatistiği	-25.135107	0.0018***		
Grup ADF- İstatistiği	-5.770340	0.0025***		

***, **, * işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı göstermektedir. Pedroni eşbütünleşme testleri için kritik değerler şu şekildedir: panel v (24.56), panel rho (17.60), panel PP (25.59), panel ADF (-2.97), grup rho (-21.12), grup PP (25.59) grup ADF (-3.18) (Pedroni,1999,2004).

Ekonometrik modelde yer alan değişkenlerin uzun dönemli ilişkiye sahip olup olmadığının incelendiği eşbütünleşme testlerine göre seriler arasında eşbütünleşme yoktur sıfır hipotezi reddedilmiştir. Gerek panel istatistikleri gerekse de grup istatistiklerinin hepsi seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir. Seriler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğuna göre uzun dönem katsayılarının belirlenebilmesi için diğer yöntemlere göre üstünlüğü ortaya konulan FMOLS (Fully Modified Ordinary Least Squares-Düzenlenmiş En Küçük Kareler) yöntemi kullanılacaktır.

3.4. Panel FMOLS Eşbütünleşme Tahmincisi

Analizde yer verilen bağımsız değişkenlerin (Nükleer Enerji Tüketimi-NE, Reel Gayri

Safi Sabit Sermaye Oluşumu-K ve Toplam İşgücü-L) ekonomik büyüme (Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla-Y) üzerindeki etkilerini tespit edebilmek amacıyla yatay kesit bağımlılığını dikkate almayan panel FMOLS tahmincisine başvurulmuştur. FMOLS yöntemi, otokorelasyon ve değişen varyans (heteroskedastisite) gibi yapısal sorunlardan kaynaklanan standart sabit etkili tahmincilerde gözlemlenen sapmaları düzeltmektedir. Analizde kullanılan değişkenlerin farkları arasındaki korelasyonu da dikkate alan FMOLS yönteminin, Pedroni (2000) tarafından Monte Carlo simülasyonu ile küçük örneklerdeki performansının iyi olduğu da belirtilmiştir (Kök ve Şimşek, 2006:7-8). Tablo 5 Panel FMOLS uzun dönem tahmin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 5: Panel FMOLS Eşbütünleşme Tahmincisi Uzun Dönem Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
NE	0.302505	0.154870	1.973285	0.0451**
K	0.387070	0.135687	2.852668	0.0058***
L	0.366513	0.097049	3.776569	0.0003***
R-kare	0.466056	LM Test	0.94 [0.59]	
Düzenlenmiş R-kare	0.416769	Reset	1.09 [0.48]	
Bağımlı Değişken Y		White Test	1.37 [0.42]	

***, **, * işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı göstermektedir. LM (Lagrange Multiplier) otokorelasyon için Lagrange çarpan testini; Reset model spesifikasyonu için Ramsey reset testini ve White ise değişen varyans probleminin olup olmadığını görmek için kullanılan White testini ifade etmektedir.

Tablo 5 incelendiğinde bağımsız değişkenlerin hepsinin katsayı işaretlerinin pozitif olduğu görülmektedir. Bu durum nükleer enerji tüketiminin, sermayenin ve işgücünün ekonomik büyüme üzerinde uzun dönemde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bağımsız değişkenlerin istatistiksel olarak anlamlılık düzeylerine bakıldığında sermaye ve işgücü değişkenleri %1 anlamlılık düzeyinde, nükleer enerji tüketimi de %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı çıkmaktadır. Modelde spesifikasyon, otokorelasyon ve değişen varyans gibi yapısal sorun olup olmadığını test etmek için yapılan Ramsey Reset, LM ve White testleri sonuçları da modelde yapısal bir sorun olmadığını göstermektedir.

3.5. Panel Nedensellik Testi

Son dönemlerde literatürde kullanımı giderek yaygınlaşan Dumitrescu ve Hurlin Panel Nedensellik Testi, zaman boyutu (T) ve yatay kesit boyutu (N) arasındaki büyüklük küçüklük ilişkisine bakılmaksızın kullanılabilmesi, dengesiz panellerde de iyi sonuçlar elde etmesi ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alabilmesi gibi avantajlara sahip olmasından dolayı çalışmada tercih edilmiştir. Sıfır hipotez altında “homojen olarak Granger nedensellik yoktur” hipotezini, alternatif hipotez olarak da “yatay kesitlerden en az bir tanesinde homojen olarak Granger nedensellik vardır” hipotezini test eder (Dumitrescu ve Hurlin, 2012: 1457).

Tablo 6: Dumitrescu ve Hurlin Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Sıfır Hipotezler:	W-İstatistiği	Zbar-İstatistiği	Olasılık
<i>NE, Y'nin homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	4.49297	3.70790	0.0002
<i>Y, NE'nin homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	0.91704	-0.24993	0.8026
<i>L, Y'nin homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	10.6852	10.5614	0.0000
<i>Y, L'nin homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	8.08497	7.68351	2.E-14
<i>K, Y'nin homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	15.9593	16.3988	0.0000
<i>Y, K'nun homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	13.6803	13.8764	0.0000
<i>L, NE'nin homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	1.03639	-0.11784	0.9062
<i>NE, L'nin homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	1.53283	0.43162	0.6660

Sıfır Hipotezler:	W- İstatistiği	Zbar- İstatistiği	Olasılık
<i>K,NE'nin homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	1.70337	0.62037	0.5350
<i>NE,K'nin homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	9.39752	9.13624	0.0000
<i>K,L'nin homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	4.96244	4.22751	2.E-05
<i>L,K'nin homojen olarak Granger nedeni değildir</i>	7.59093	7.13671	1.E-12

Tablo 6'da yer alan panel Granger nedensellik sonuçlarına bakıldığında; NE ve Y arasında nükleer enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi, L ve Y arasında çift yönlü bir Ganger nedensellik ilişkisi, K ve Y arasında çift yönlü bir Ganger nedensellik ilişkisi, L ve NE arasında Granger nedensellik ilişkisinin olmadığı, K ve NE arasında nükleer enerji tüketiminden sermayeye doğru tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi ve son olarak da K ve L arasında çift yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Enerji, insanoğlunun var olduğu günden bu güne insanların yaşamı ve gereksinimlerinin karşılanması için son derece önemli olmuştur. Günümüzde enerji gelişmekte olan ülkelerin kalkınma serüvenlerini hayata geçirebilmeleri ve gelişmiş ülkelerin büyüme süreçleri için önemli olan faktörlerden biri olarak ifade edilmektedir (Karaçor ve Güvenek, 2010: 148). Kişilerin hayatlarını daha sağlıklı, refah düzeyi ve hayat kaliteleri yüksek bir şekilde sürdürebilmesi ve ekonomik büyüme veya kalkınmanın sağlanabilmesi açısından enerji kavramı çok önemli bir

role sahiptir. Ülkeler enerji ihtiyaçlarını yüzyıllardır kömür ile karşılamaktadırlar. Ancak günümüzde gelir düzeyi yükselen ülkeler enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek için kömürden ziyade petrol ve doğalgaza hatta nükleer enerjiye yönelmektedirler. Bu noktada gün geçtikçe dikkatleri çeken nükleer enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesi önem arz etmektedir. Nükleer enerji tüketimi konusunda son verilere göre Dünya'da ilk dört sırayı paylaşan Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Çin ve Güney Kore üzerine yapılan 1997-2016 dönemini içeren analizde nükleer enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediği ve aralarında nükleer enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir Granger nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nükleer enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etkisi politika karar vericiler tarafından dikkate alınmalıdır. Nükleer enerji tüketimini kısıtlayıcı politikaların gelişmiş ülkelerin ekonomik büyümesini olumsuz etkileyebileceği düşüncesi unutulmamalıdır. Diğer taraftan nükleer enerji konusundaki araştırma faaliyetleri teşvik edilerek, teknoloji gelişimine yönelik eğitim faaliyetleri düzenlenerek bilinçli nükleer enerji üretimi ve dolayısıyla da tüketimi artırılarak gelişmiş ülkelerde ekonomik büyüme hızlandırılabilir.

KAYNAKÇA

1. APERGIS, N. ve PAYNE, J. E. (2010), A Panel Study of Nuclear Energy Consumption and Economic Growth, *Energy Economics*, 32: 545–549.
2. ASTERIOU, D. ve HALL, S.G. (2007), *Applied Econometrics: A Modern Approach Using Eviews and Microfit Revisited Edition*, Palgrave Macmillan, Newyork.
3. AYDIN, F. F. (2010), Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı.35, Ocak-Temmuz, ss.317-340.
4. DESTEK, M. A. (2015), Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in G-6 Countries: Evidence from Bootstrap Rolling Window, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5(3), 759-764.
5. DUMITRESCU, E. I., ve HURLIN, C. (2012), Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
6. KAR, M. ve KINIK, E. (2008), Türkiye'de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, X (II): 333-353.
7. KARAÇOR, Z. ve GÜVENEK, B. (2010), Enerji Piyasası Reformlarının Elektrik Enerjisi Piyasasına Etkisi: EÜAŞ ve Ayrıcalıklı Şirketler Üzerine Bir Analiz, *Yönetim ve Ekonomi*, 17 (1): 147-166.
8. KOÇ, E. ve ŞENEL, M. C. (2013), Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme, *Mühendis ve Makina*, 54(639): 32-44.
9. KÖK, R., ve ŞİMŞEK, N. (2006), Endüstri-içi Dış Ticaret, Patentler ve Uluslararası Teknolojik Yayılma. Türkiye Ekonomi Kurumu Uluslararası Ekonomi Konferansı, 11-13.
10. LIN H. P., L.-T. YEH, H.-C. TSUI ve S.-C. CHIEN (2015), Nuclear and Non-nuclear Energy Consumption and Economic Growth in Taiwan, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, Vol. 10 , Iss. 1, 59-66.
11. MENYAH, K., ve WOLDE-RUFAEL, Y., (2010), CO₂ Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth in the US. *Energy Policy* 38, 2911–2915.
12. NAZLIOĞLU S., LEBE, F., KAYHAN, S., (2011), Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in OECD Countries: Cross Sectionally Dependent Heterogeneous Panel Causality Analysis. *Energy Policy* 39, 6615–21.
13. OMRI A., Chaibi, A. (2014), Nuclear Energy, Renewable Energy, and Economic Growth in Developed and Developing Countries: A Modelling Analysis From Simultaneous-Equation Models. *IPAG Working Paper*, 188, 1-23.
14. PAYNE, J. E. ve TAYLOR, J. P. (2010), Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in the U.S.: An Empirical Note, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 5(3): 301-307.
15. PEDRONI, P. (1996), Fully Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels and the Case of Purchasing Power Parity, *Indiana University Working Papers In Economics*, No. 96-020, June.
16. PEDRONI, P. (1997), Panel Cointegration; Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests, With an Application to the PPP Hypothesis: New Results, *Indiana University Working Papers In Economics*, April.

17. PEDRONI, P. (1999), Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors, Oxford Bulletin Of Economics and Statistics, Special Issue, 653-70.
18. PEDRONI, P. (2000), Fully Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels, Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels. Advances in Econometrics, Ed. Badi H. Baltagi, Amsterdam, New York, Tokyo: Elsevier Science içinde, 93-130.
19. 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, 597-625.
20. TORUSDAĞ, M. ve ARVAS, M. A. (2017), Türkiye'de Alternatif ve Nükleer Enerji Kaynakları ile Ekonomik Büyüme İlişkisinin Nedensellik Analizi, Sosyal Bilimler Dergisi, Yıl. 4, Sayı. 11, ss.861-874.
21. WOLDE-RUFAEL, Y. (2010), Bounds Test Approach to Cointegration and Causality Between Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in India” Energy Policy, 38: 52–58.
22. YOO, S. H. ve JUNG, K. O. (2005), Nuclear energy consumption and economic growth in Korea” Progress in Nuclear Energy, 46(2): 101-109.
23. YOO, S. H. ve KU, S. J. (2009), Causal Relationship Between Nuclear Energy Consumption and Economic Growth: A Multi-Country Analysis”, Energy Policy, 37: 1905–1913.