

OECD ÜLKELERİNDE ELEKTRİK ÜRETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN PANEL VERİ ANALİZİ

Pınar ÇOMUK¹
Serkan ERCOŞKUN²

ÖZET

Dünyanın birçok ülkesinde, enerji ve elektrik üretimi talebi ile ekonomik faaliyetlerin birbiriyle ilişkili olduğu bilinmektedir. Ekonomik gelişmeler ve nüfustaki artışlar, elektrik üretimine olan talebi daha da arttırmaktadır. Elektrik enerjisi günlük yaşantıda çok yoğun bir şekilde kullanılmakta ve ekonomik faaliyetlerle de önemli derece ilişki içermektedir. Bu çalışmanın amacı, 2010-2018 dönemi için 36 OECD ülkesinin elektrik üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin panel veri regresyon modeli ile analiz etmektir. Hausman testi analizinden elde edilen bulgular, panel veri analizinde kullanılan modellerden sabit etkiler modelinin kabul edilmesi gerektiğini göstermektedir. Panel veri analiz sonuçlarına göre, bu çalışmada elde edilen sabit etkiler modelinde farklı varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon olduğu sonuçları elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara bakıldığında, elektrik üretimi değişkeninin ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir ilişkisinin olduğu görülmektedir. Söz konusu pozitif ilişkinin varlığı, elektrik üretiminde ve ekonomik büyümede sürdürülebilirliğinin sağlanmasının gerekliliğini ve önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Sözcükler: Elektrik Üretimi, Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi, OECD Ülkeleri

Jel Kodları: Q32, O40, C23, O50.

¹ Pınar Çomuk, Öğr. Gör. Dr., Celal Bayar Üniversitesi, Kula Meslek Yüksek Okulu, Finans, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Maliye Programı, pinar.eryigit@cbu.edu.tr. ORCID ID: 0000-0001-6755-4997, (Sorumlu Yazar).

² Serkan Ercoşkun, Öğr. Gör. Dr., Celal Bayar Üniversitesi, Kula Meslek Yüksek Okulu, Finans, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Maliye Programı, serkan.ercoskun@cbu.edu.tr. ORCID ID: 0000-0002-2669-5686.

THE PANEL DATA ANALYSIS of the EFFECT of ELECTRICITY GENERATION on ECONOMIC GROWTH in OECD COUNTRIES

ABSTRACT

It is known that the demand of energy and electricity production with economic activities are connected with each other in many countries of the world. Economic developments and the increases in population have been further enhancing the demand towards electricity generation. Electricity energy is used extensively in daily life and has significantly relationship with economic activities. The aim of this study is to analyze the effect of electricity generation on economic growth in 36 OECD countries for the period 2010-2018 through panel data regression model. The findings obtained from Hausman test analysis show that fixed effects model from the models used in panel data analysis should be accepted. According to the results of panel data analysis, in the fixed effects model obtained from this study, the results showing that there are different variance, autocorrelation and interdivisional correlation have been obtained. When the findings obtained from the study are examined, it is seen that electricity generation variable has positive relationship on economic growth. Aforementioned existence of positive relation reveals the importance and the necessity of providing sustainability in electricity generation and economic growth.

Keywords: *Electricity Generation, Economic Growth, Panel Data Analysis, OECD Countries.*

Jel Kodes: *Q32, O40, C23, O50.*

1. GİRİŞ

Ekonomik büyüme bir ekonomide belli bir dönemde üretilen mal ve hizmet miktarında ortaya çıkan artış biçiminde tanımlanabilir. Elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönünün ve boyutunun bilinmesi, uygulanacak enerji ve ekonomi politikalarının etkinliği açısından önem taşımaktadır.

Ekonomik büyümenin artmasında anahtar unsurlardan biri olarak görülen enerji hem arz hem de talep açısından ekonominin temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Chontanawat vd., 2006:1). Dünyanın enerji talebinin ve tüketiminin istikrarlı bir şekilde artış eğilimi içerisinde olmasının arkasındaki temel nedenler arasında hızlı nüfus artışı ve şehirleşmenin yanı sıra yükselen piyasaların ve gelişmekte olan ülkelerin kalkınma hızlarının artması gösterilmektedir (Zhang vd., 2017:353). Kesintisiz ve yeterli seviyede elektrik enerjisi arzı, ekonomik büyümenin teşvik edilip canlandırılması açısından çok önemli bir belirleyici unsurdur

(Sarker ve Alam, 2010:16). Bu bağlamda, birçok gelişmekte olan ülkenin elektrik sektörlerinde son zamanlarda çoğu özelleştirme uygulamaları ve piyasa mekanizmasının işlerlik kazanması yönünde olan reformlar yaptığı görülmektedir. Bu reform çabalarının etkin fiyatlandırma ve elektrige erişimin kolaylaşması açısından bir dereceye kadar başarılı olduğu belirtilmektedir (Stern vd., 2017:3).

Elektrik sanayi ve üretim için en önemli girdiler arasında yer almaktadır. Sanayi devriminin başından itibaren çeşitli enerji türleri ekonomik faaliyetlerin devamlılığı açısından hayati öneme sahip olarak görülmüştür (Bayraktutan vd., 2011:59-65). Elektrik en temiz ve en rafine edilmiş enerji olarak görülmektedir. Elektrik üretim sürecinde kullanılan birincil enerji kaynakları taş kömürü, linyit kömürü, doğal gaz, ham petrol gibi fosil yakıtlardan; nükleer enerjiden ve rüzgâr, güneş, su, biomas ve biyogaz gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşmaktadır (Szlazak ve Szlazak,2017:1-2).

Enerji üretimi ve tüketimi; daha yüksek yaşam standartlarına ulaşmanın, sosyal ve ekonomik kalkınmanın gerçekleştirilmesinin, en önemli destekleyicisi olarak görülmektedir. Bu bağlamda, enerji üretimi ve tüketiminin sürdürülebilir teknolojilere dayalı olarak etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır (Nnaji vd., 2013:262). Özellikle yenilenebilir olmayan enerji tüketiminin geniş ölçekte artış göstermesi çevre üzerinde önemli olumsuz etkiler oluşturmakta ve sürdürülebilir ekonomik kalkınma hedefini risk altına almaktadır (Zhang vd., 2017:353).

Enerji tüm ülkeler için önemli bir üretim faktörüdür. Türkiye'nin enerji talebi ekonomik büyümenin ve nüfus artışının hız kazanması nedeni ile artış göstermiştir. Türkiye'nin enerjide ithalat bağımlılığı oldukça yüksektir. Türkiye'de ekonomik büyüme hız kazandıkça, enerji talebi de aynı doğrultuda artış göstermektedir. İthalat bağımlılığından kaynaklanan risklerin azaltılması açısından yerli enerji kaynaklarının kullanılması, enerji politikalarının en önemli hedeflerinden birisi olmuştur. Yenilenebilir enerji teknolojileri elektrik üretiminde hayati bir rol oynamaktadır ve Türkiye elektrik üretimi açısından rüzgâr, güneş ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına önemli ölçüde sahip bir ülkedir. Bu yüzden, Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımları son zamanlarda artış göstermektedir. Yenilenebilir enerji üretimi artmakla birlikte, toplam nihai enerji tüketimindeki payının ise düştüğü görülmektedir (Gürüş ve Tiftikçigil, 2020:105-106-107). Türkiye'de elektrik üretiminde temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artması, bir yandan ulusal sera gazı salınım miktarının düşmesine diğer

yandan enerjide ithalat bağımlılığın azaltılmasına ve enerji arz güvenliğinin sağlanmasına katkı sağlayacaktır.

Güvenilir ve sağlam bir enerji altyapısı, sürdürülebilir ekonomik büyümenin ve ihracat artışının önkoşulu olarak görülmekle birlikte; bazı araştırmacılar, ekonomik büyüme açısından enerjinin rolünü düşük düzeyde görmektedirler. Bu yaklaşım çerçevesinde enerjinin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisi yoktur. Dolayısı ile, ekonomik büyüme ile ilgili olarak enerji maliyetinin etkisinin çok az olduğu iddia edilmektedir. Enerji maliyetinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin az olduğunu ileri süren bu bakış açısına göre, ekonomi büyüdükçe, üretim daha az enerjiye gereksinim duyulan hizmetler sektörüne doğru yönelmektedir (Tariq vd., 2018:102).

2. LİTERATÜR

Literatürde ekonomik büyüme ve elektrik üretimi arasındaki nedensellik ilişkisini inceleyen az sayıda araştırmanın var olduğu görülmektedir. Diğer yandan, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi irdeleyen sayısız araştırma bulunmaktadır (Yoo ve Kim, 2006:2890). Abdoli vd. tarafından OECD ülkelerinde 1980-2011 zaman aralığını kapsayan ve panel eşbütünleşme ve FMOLS tahmin yönteminin kullanıldığı çalışmanın sonuçları; kısa dönemde nedensellik ilişkisinin yönünün enerji tüketiminden gayri safi yurtiçi hasılaya doğru olduğunu, uzun dönemde ise elektrik tüketimi ve gayri safi yurtiçi hasıla arasında karşılıklı, çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin var olduğunu göstermiştir (Lu,2017:3).

Elektrik üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki hipotez ilişkileri: büyüme hipotezi, koruma hipotezi, geri besleme hipotezi ve yansızlık hipotezi olmak üzere dört başlık altında incelenebilir (Nnaji vd., 2013:263; Aktaran Tayyar, 2021:270). Literatürde bu şekilde bir sınıflandırma nedenselliğin yönü temelinde oluşturulmaktadır (Zeshan,2013:345). Elektrik arzından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi var ise, bu nedensellik ilişkisi büyüme hipotezini desteklemektedir. Bu durum elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde doğrudan önemli bir etki oluşturduğuna işaret etmektedir. Böylelikle, elektrik arzını azaltan politikalar ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etki yaratacaktır. Eğer ekonomik büyümeden elektrik arzına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi var ise, bu nedensellik ilişkisi koruma hipotezini desteklemektedir. Bu durumda, elektrik arzını azaltan politikaların ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etki yaratması beklenmeyecektir. Elektrik arzı ve ekonomik büyüme arasındaki çift yönlü bir nedensellik ilişkisi var ise, bu nedensellik ilişkisi

geri besleme hipotezini desteklemektedir. Bu durumda, elektrik arzını azaltan politikalar ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkiler oluşturacak ve ortaya çıkan bu ekonomik dalgalanmaların tekrar elektrik arzı üzerinde olumsuz etkiler oluşturması muhtemel olacaktır. Elektrik arzı ve ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi yok ise, bu durumda elektrik politikalarının ekonomik büyüme üzerinde herhangi bir etkisi olmayacaktır (Nnaji vd., 2013:263-264). Bir diğer ifade ile, her iki yönde de herhangi bir nedensellik yok ise, elektrik üretiminin artırılmasını hedefleyen politikalar ekonomik büyümeyi etkilemeyecektir (Yoo ve Kim, 2006:2891). Elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığını gösteren bu durum, yansızlık hipotezi olarak adlandırılmaktadır (Zeshan,2013:345).

Yoo ve Kim tarafından; 1971-2002 zaman aralığı için, zaman serileri yöntemleri kullanılarak, Endonezya'da ekonomik büyüme ve elektrik üretimi arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre, herhangi bir geri besleme etkisi olmaksızın, ekonomik büyümeden elektrik üretimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin var olduğu ortaya çıkmıştır (Yoo ve Kim, 2006:2890).

Ghosh tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 1970-2016 dönemi için ARLD sınır testi yöntemini kullanarak, Hindistan'da ekonomik büyümeden elektrik üretimine doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Ghosh,2009; Aktaran Tayyar,2021:271).

Sarker ve Alam, 1973 ve 2006 zaman aralığını kapsayan verileri kullanarak, Bangladeş'te ekonomik büyüme ve elektrik üretimi arasındaki bağlantıyı Granger nedensellik testi ile analiz etmişlerdir. Test sonuçları, elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasında sadece tek yönlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Çalışmada kısa dönemli nedensellik ilişkisinin, elektrik üretiminden ekonomik büyümeye doğru olduğu saptanmıştır (Sarker ve Alam,2010:16).

Bayraktutan vd. tarafından yapılan çalışmada, panel veri yöntemi kullanılarak, 1980-2007 zaman aralığında OECD ülkelerinde yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, yenilenebilir elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemde pozitif ilişkinin var olduğunu ve bu değişkenler arasında çift yönlü bir nedenselliğin bulunduğunu göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik üretimindeki artış, sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamakta ve uzun dönemli ekonomik büyüme performansını arttırmaktadır. Yenilenebilir elektrik üretimine

yönelik yapılan yatırımlar, temiz ve çevre ile dost elektrik üretimine olanak sağlamakta ve ekonomik büyümeyi arttırmaktadır (Bayraktutan vd., 2011:59-66).

Altıntaş ve Kum tarafından; 1970-2010 yılları arasında çok değişkenli modelde, Türkiye’de ekonomik büyüme, elektrik üretimi, ihracat ve fiyatlar arasında kısa ve uzun dönemli nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulardan, ekonomik büyüme ve elektrik üretimi arasında çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Altıntaş ve Kum,2013:41-49).

Uzun vd. tarafından, 1980-2010 zaman aralığı için Vektör Hata Düzeltme Modeli kullanılarak, Türkiye’de elektrik enerjisi üretimi ve ekonomik büyüme arasında sistematik bir ilişki olup olmadığı analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulardan, toplam elektrik üretimi ile Gayri Safi Yurtiçi Hasıla arasında uzun dönemde herhangi bir geri bildirim etkisi olmaksızın, ekonomik büyümeden toplam elektrik üretimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır (Uzun vd., 2013: 327).

Rehman vd. tarafından, ARDL sınır testi kullanılarak, Pakistan’da elektrik üretiminde kullanılan kaynakların 1981-2014 zaman aralığında ekonomik büyümeye nasıl katkı sağladığının araştırıldığı çalışmadan elde edilen bulgular; su gücü, kömür, doğal gaz ve nükleer kaynaklardan elektrik üretiminin ekonomik büyüme üzerinde önemli derecede olumlu etkiler oluşturduğunu göstermektedir (Rehman vd., 2020:1-4-6).

3. METODOLOJİ

İktisadi değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkileri istatistiksel ve ekonometrik olarak; zaman serileri, yatay kesit verileri ve her ikisinin birleşiminden oluşan panel veri setleri ile incelenebilmektedir. Panel veriler, zaman boyutuna sahip kesit veriler veya çok sayıdaki kesite ait zaman serileri olarak tanımlanabilmektedir (Greene, 2003: 612).

3.1. Panel Veri Modelleri

Panel veri setleri oluşturulurken birimlere ait yatay kesitler ve ortak zaman serisinin yer aldığı çok boyutlu bir veri seti düzenlenmektedir (Tatoğlu, 2013).

Doğrusal ve çok değişkenli panel veri modeli ise aşağıdaki gibi göstermek mümkündür (Tüzüntürk, 2007).

$$Y_{it} = \beta_{it} + \beta_{1it} X_{1it} + \dots \dots \dots + \beta_{Kit} X_{Kit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Y : Bağımlı değişken, X_{kit} : Bağımsız değişkenler, ($i = 1, \dots, G$;

$t = 1, \dots, n$; K adet)

β_{it} : Sabit parametre, β_k : Tahminlenecek katsayı, ε_{it} : Hata değerini ifade etmektedir.

Panel veri analizinde modeller kurulurken yukarıda belirtilen modelin sabit parametresi, tahminlenecek β katsayısı ve ε hata değeri ile ilgili farklı yaklaşımlar uygulanarak, çeşitli modeller geliştirilmiştir (Özer ve Biçerli, 2003). Hem zaman hem de kesit veriler uyarlamasında tahmin yöntemi olarak kullanılabilir üç yöntem vardır. Bu yöntemler; Klasik Model, Sabit Etkiler Modeli ve Rassal Etkiler Modeli'dir.

3.2. Klasik Model

Klasik model, hem sabit hem de eğim katsayılarının birimlere ve zamana göre sabit olduğu modellerdir. Bu model;

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{Kit} + e_{it} \quad (2)$$

Şeklinde yazılmaktadır. Klasik panel regresyon modeli, birimler arasındaki farklılıklar ile birimler arasında zaman içinde meydana gelen farklılıklardan kaynaklanan değişimleri yani dışlanan etkileri modele dahil etmediğinden, dışlanan etkilerin modele dahil edilmesi amacıyla sabit etkili ve tesadüfi etkili modeller geliştirilmiştir (Kaya, 2009:134)

3.3. Sabit Etkiler Modeli

Panel veri regresyon modellerinde bazı katsayıların zamana veya birimlere göre değişkenlik göstermesine izin verildiğinde regresyon katsayıları bilinmeyen ama sabit parametrelere dönüşmektedir. Bu tür modeller "sabit etkiler modeli" (fixed effect models) olarak adlandırılmaktadır. Sabit etkiler modellerinde sabit terim birimden birime farklılık gösterirken, eğim katsayısı zaman veya birime göre sabit kalmaktadır. Böylece sabit parametre tahmin edilecek parametreye dönüşmektedir (Mátyás, Sevestre, 1996 ve Baltagi, 2005).

Sabit etkiler modeli ele alındığında,

$$Y_{it} = a_i + a_2 D_{2i} + \dots + a_N D_{Ni} + \beta_{1i} X_{1it} + \beta_{2i} X_{2it} + \dots + \beta_{Mi} X_{Mit} + e_{it}$$

(3)

Denklemdaki D_{Nt} ifadesi N'inci kesit için 1, diğerleri için 0 değerini almaktadır. Böylece birinci kesitin sabit α_1 terimi iken ikinci kesit için sabit $(\alpha_1 + \alpha_2)$ olmaktadır (Saraç, 2009:6).

3.4. Rassal Etkiler Modeli

Rassal etkiler modellerinde, yatay-kesit birimlerine ait farklılıkların rastgele olduğu varsayılmakta ve bu farklılıklar hata teriminin bir bileşeni olarak modelde yer almaktadır. Rassal etkiler modeli, “varyans bileşenleri modeli” ya da “hata bileşenleri modeli” olarak da adlandırılmaktadır. Bu modeller, birim bazında zaman bazında ya da hem birim hem de zaman bazında etkileri içerebilmektedir. Birim etkiler göz önüne alındığında birleşik hata terimi,

$$e_{it} = \gamma_i + v_{it}$$

şeklinde gösterilebilmektedir (Baltagi 2005; Hsiao 2003 ve Wooldridge, 2001).

Tesadüfi etkili modellerde, birimlere göre meydana gelen değişiklikler, modele hata teriminin bir bileşeni olarak dâhil edilmektedir. Bunun temel sebebi sabit etkili modellerde karşılaşılan serbestlik derecesi kaybının önlenmek istenmiş olmasıdır (Baltagi, 2005). Çünkü, tesadüfi etkili modelde önemli olan, birime veya birime ve zaman özel katsayıların bulunması değil, birime veya birime ve zamana özel hata bileşenlerinin bulunmasıdır. Ayrıca tesadüfi etkili modelde, sadece gözlenen örnekteki kesit, birimler ve zamana göre meydana gelen farklılıkların etkisini değil, örnek dışındaki etkileri de dikkate almaktadır (Greene,2003).

4. UYGULAMA

4.1. Veri Seti ve Tanımlayıcı İstatistikler

Bu çalışmada, 2010-2018 yıllarına ait 36 OECD ülkesine ait elektrik üretimi ile ekonomik büyüme verileri OECD Data'dan elde edilerek iki değişken arasındaki ilişki ilişki panel veri ekonometrisi kullanılarak incelenmiştir. Araştırmada analizler Stata-14 paket programından yararlanılarak elde edilmiştir. Elektrik üretimi (EÜ) verisi toplam saat başı gigawatt türünden ve ekonomik büyüme verisi Çemrek ve Burhan'ın (2014) çalışmalarına benzer şekilde Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) kişi başı dolar türünden olarak alınmıştır. Analizlerde kullanılan veri seti yıllık veri setidir. Çalışmanın yatay kesit boyutunu oluşturan 36 OECD (Kolombiya hariç) ülkesidir. Analizde kullanılan değişkenler ve değişkenlere ilişkin açıklamalar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Analizde Kullanılan Değişkenlerle İlgili Açıklamalar

Değişkenler	Açıklama	Kaynak
GSYH	Ekonomik Büyüme (Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla(Kişi başı Dolar))	OECD Data Bank
EÜ	Elektrik Üretimi (Toplam Saat Başına Gigawatt)	

Tablo 2’de değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. Yatay kesit boyutunu 36 OECD ülke, zaman boyutunu 9 yıl oluşturmaktadır.

Tablo 2: Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Gözlem Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Min.	Maks.
GSYH	324	40683.59	16170.02	15258	116481
EÜ	324	291963.8	688365.6	2168	4236927

Tablo 2’de görüldüğü üzere her bir değişken için 324 gözlem söz konusudur. Ayrıca değişkenlere ait ortalama, standart sapma, min ve max değerleri de Tablo 2’de görülmektedir. Çalışmada kullanılan panel veri setinde yer alan ülkeler için tanımlayıcı istatistikler Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3: Panel Veri Setinde Yer Alan Ülkeler İçin Tanımlayıcı İstatistikler

Ülke	Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Min.	Maks.
Almanya	GSYH	2.232222	.7356252	1.39	3.19
	EÜ	600751	13723.64	576247	619053
Amerika Birleşik Devletleri	GSYH	4.028889	.7277438	2.78	5.47
	EÜ	4126755	48564.32	4077151	4236927
Avustralya	GSYH	4.678889	2.20788	1.64	8.04
	EÜ	239494.4	4604.65	232621	247292
Avusturya	GSYH	3.29333	.994371	1.58	5
	EÜ	65200.67	2665.649	61958	69315

Belçika	GSYH EÜ	3.213333 79217.78	.839747 8014.899	1.74 67379	4.81 91486
Birleşik Krallık	GSYH EÜ	3.67 335204.6	.4921128 16578.07	3.04 317467	4.64 365946
Çek Cumhuriyeti	GSYH EÜ	7.821111 79052.56	2.376633 1540.262	5.48 76398	13.78 80861
Danimarka	GSYH EÜ	3.577778 31061.56	2.484093 2884.739	.73 27921	6.73 36872
Estonya	GSYH EÜ	3.036667 10937.67	1.045909 865.243	1.83 9062	5.16 11823
Finlandiya	GSYH EÜ	6.928889 68231.67	3.02121 3751.922	3 65043	13.24 77220
Fransa	GSYH EÜ	2.837778 548721.1	1.310952 7195.143	1.26 538093	5.24 558087
Hollanda	GSYH EÜ	7.624444 106751.2	2.135451 6727.639	2.9 97450	9.9 114825
İrlanda	GSYH EÜ	6.183333 27608	2.293322 2011.14	2.77 25116	10.63 30352
İspanya	GSYH EÜ	2.681111 274158	2.87076 10380.9	-2.17 263827	6.63 290951
İsrail	GSYH EÜ	8.001111 60343.22	10.80897 4646.374	-1.23 53716	34.76 66590
İsveç	GSYH EÜ	1.362222 154037	2.70395 6542.373	-3.07 145264	4.4 162829
İsviçre	GSYH EÜ	4.195556 65851.56	1.939137 3071.906	.65 61652	6.74 69986
İtalya	GSYH EÜ	5.587778 281690.4	1.144954 7793.188	3.74 269148	7.23 291442
İzlanda	GSYH EÜ	5.673333 17967.11	2.91373 903.0985	1.47 16746	10.48 19432
Japonya	GSYH EÜ	1.311111 1054897	1.480586 32386.67	-1.51 1026697	2.56 1128526
Kanada	GSYH EÜ	3.955556 628146.6	2.173483 20065.29	-.22 584585	6.48 644437
Kore	GSYH EÜ	1.246667 525672.7	1.492724 25102.24	-1.79 480392	3.39 566845
Letonya	GSYH EÜ	5.188889 5792.444	1.906282 657.0521	3.4 4732	9.73 7025
Litvanya	GSYH EÜ	5.012222 4345.889	4.919484 566.2077	-4.81 3314	13.25 5347
Lüksemburg	GSYH EÜ	6.047778 3013.556	2.930067 839.6167	2.09 2168	11.71 4561
Macaristan	GSYH EÜ	-2.98222 30433.11	3.903005 2593.146	-9.29 27141	1.67 34613
Meksika	GSYH EÜ	5.553333 293040.2	2.017319 16990.11	2.17 264336	8.65 321800

Norveç	GSYH EÜ	5.008889 139947.6	1.377057 9681.021	2.24 123150	7.25 148763
Polonya	GSYH EÜ	4.372222 149793.2	3.395846 3998.697	-.94 143457	7.84 155260
Portekiz	GSYH EÜ	4.978889 52974.67	2.064204 4469.741	1.43 45254	8.18 58862
Slovak Cumhuriyeti	GSYH EÜ	1.801111 25571.89	3.179487 790.3288	-4.43 24758	5.07 27172
Slovenya	GSYH EÜ	3.807778 15255.11	1.8002 633.2238	1.19 14187	6.24 16486
Şili	GSYH EÜ	7.954444 70216.89	3.010478 7004.918	6.15 58334	15.48 79882
Türkiye	GSYH EÜ	15.80889 244814.9	3.331537 29626.82	11.72 203046	20.32 290502
Yeni Zelanda	GSYH EÜ	2.42 42756.22	1.418635 485.1811	.39 41871	4.81 43445
Yunanistan	GSYH EÜ	3.611111 50991.56	1.013613 2596.861	2.12 46702	5.11 53913

4.2. Bulgular

Bu çalışmada, 36 OECD ülkesi için elektrik üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki panel veri modeli analizi kullanılarak incelenmiştir. Öncelikle değişkenlerin uzun dönem homojenliği Hausman testi ile sınanmış ve elde edilen analiz sonucu olasılık değerine ($p > 0.05$) göre H_0 hipotezi reddedilememiş ve uzun dönem parametrelerin homojen olduğu görülmüştür. Birim etkilerin varlığını sınamak için olabilirlik oran testi (LR testi) uygulanmış olup analizden elde edilen veriler Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4: Olabilirlik Oran Testi (LR Test) Sonuçları

Gözlem Sayısı: 324	Grup sayısı: 36
F(35, 287)= 9.16	Prob >F= 0.0000

Tablo 4'te görüldüğü gibi f istatistiği ve olasılık değeri yer almaktadır. Test istatistiği, (35,287) serbestlik derecesi F dağılım tablosu ile karşılaştırılarak test edilmektedir. Sonuçlara göre birim etkilerin sifıra eşit olduğu ve H_0 hipotezi reddedilmektedir. Bu durumda birim etkilerin var olduğu anlaşılmaktadır ve klasik model uygun değildir. Birim etkinin varlığı anlaşıldıktan sonra sabit etkiler mi tesadüfi etkiler mi karar vermek amacı ile Hausman testi ile analiz dilmiş ve analizden elde edilen sabit etkiler model tahmini dirençli standart hatalarla(robust) hesaplanan sabit etkiler modeline ait sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5'te görüldüğü gibi Hausman testi, panel veri analizinde kullanılan

modellerden sabit etkiler modelinin kabul edilmesi gerektiğini göstermektedir. Ayrıca Tablo 5'te sabit etkiler modelinde değişen varyans olup olmadığını gösteren Değiştirilmiş Wald Testi, otokorelasyonu test eden Baltagi- Wu LBI testi ve birimler arası korelasyonu test eden Pesaran test analiz sonuçları yer almaktadır.

Tablo 5: Sabit Etkiler Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Sabit Etkiler Modeli		
	Katsayı	Z Değeri	Olasılık
EÜ	0.05014	-3.62	0.000*
Gözlem sayısı	324		
Zaman periyodu	9		
Wald χ^2 (1)	1.42		0.2327
F(35, 287) test	86.42		0.000*
Hausman test istatistiği	4.61		0.0317**
Farklı varyans testi Değiştirilmiş Wald test- $\chi^2(36)$	11085.07		0.000*
Otokorelasyon testi Baltagi-Wu LBI	0.72283117		
Birimler arası korelasyon Pesaran test	67.847		0.000*

*, ** ve ***, sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlılığı gösterir.

Tablo 5 incelendiğinde Değiştirilmiş Wald testinde olasılık değeri %5'ten küçük bulunmuş olup varyansın birimlere göre değiştiği anlaşılmaktadır. Baltagi-Wu LBI test sonucunun 2'den küçük olması otokorelasyonun önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca Tablo 5'teki birimler arası korelasyon Pesaran test sonuçlarına bakıldığında olasılık değeri %5'ten küçük olduğu için birimler arası korelasyonun olduğunu söylenebilir. Bu çalışmada elde edilen sabit etkiler modelinde farklı varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon olduğu Tablo 5'te açıkça görülmektedir. Bundan dolayı dirençli standart hatalarla sabit etkiler modeli elde edilmiştir. Sabit etkiler modelinden elde edilen bulgulara göre, elektrik üretimi değişkeninin ekonomik büyüme değişkeni üzerine etkisi pozitifdir. Bu durum elektrik üretimindeki artışın ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkileyeceğini göstermektedir. Çalışmadan elde edilen bulgular, Uzun vd. (2013) 'nin Türkiye için toplam elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi

incelediği çalışmalarında toplam elektrik üretimi ile GSYİH arasında uzun dönemde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulgusu ile paralellik göstermektedir. Ayrıca Uzun vd. (2013) 'nin herhangi bir geri bildirim etkisi olmaksızın, ekonomik büyümeden toplam elektrik üretimine doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik olduğunu ve dolayısıyla Türkiye'de ekonomik büyümenin daha fazla elektrik üretimini teşvik edeceği ileri sürmektedir. Ayrıca Tayyar (2021), Türkiye'de 1990-2017 yılları arasında fosil ve yenilenebilir kaynaklı elektrik üretiminin, ekonomik büyüme ve çevresel kirlilikle olan ilişkilerini Johansen-Juselius (1990) eşbütünleşme testi ile VECM nedensellik analizi ile incelediği çalışmasında değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuca benzer olarak da bu çalışmada 36 OECD ülkesi için elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5. SONUÇLAR

Literatürde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi irdeleyen çok sayıda araştırma bulunmakla birlikte, elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini analiz eden araştırma sayısının az olduğu görülmektedir. Elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönünün ve boyutunun bilinmesi, uygulanacak enerji ve ekonomi politikalarının etkinliğini arttıran bir unsurdur. Bu açıdan, çalışmada elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ortaya konulmasının, konu ile ilgili literatürün genişlemesine katkı sağlayacağı beklenmektedir.

Bu çalışmanın amacı, 2010-2018 yılları arası 36 OECD (Kolombiya hariç) ülkesine ait elektrik üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin panel regresyon modeli kullanılarak incelenmesidir. Araştırmadan elde edilen bulgular elektrik üretimi değişkeninin ekonomik büyüme değişkeni üzerine pozitif etkisinin olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Yoo ve Kim (2005)'in Endonezya için elektrik enerjisi üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak amacıyla, 1971-2002 dönemini kapsayan verilerle elektrik üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger Nedensellik Analizini kullanarak incelediği çalışmalarının Endonezya'da ekonomik büyümeden elektrik üretimine doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu bulgusu ile benzerlik göstermekte ve artan elektrik üretiminin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Sonuç olarak, elektriğin kullanım kolaylığı ve her alanda yaygınlığı dikkate alınır; gelecek dönemlerde artan nüfusun doğuracağı ihtiyacı

karşılama için, elektrik üretim ve iletim yatırımlarının artırılması ile ekonomik büyümenin devamlılığına katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Elektrik üretiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etki sahibi olması, enerji arzı şokları karşısında ekonomik büyümenin daha dirençli ve sürdürülebilir bir temele oturtulmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda, elektrik üretiminde sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve enerji arz çeşitliliğinin sağlanması önem taşımaktadır. Elektrik üretiminin hangi kaynaklardan gerçekleştirileceği konusunda ülkelerin sahip oldukları enerji kaynaklarının türü ve miktarı belirleyici rol oynamaktadır. Elektrik üretiminin ağırlıklı olarak rüzgâr, güneş ve su gibi temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesine yönelik enerji ve ekonomi politikalarının geliştirilmesi, merkezinde sürdürülebilirlik ilkesinin yer aldığı çevre ile dost ekonomik büyüme yaklaşımının gerçekleştirilmesine katkı sağlayacaktır. Elektrik üretim süreçlerinde çevre ile dost temiz teknolojilerin kullanılması ve teşvik edilmesi petrol, doğal gaz ve kömür gibi geleneksel birincil enerji kaynaklarının yakın gelecekte tükenme eğilimine girecek olması ihtimaline karşı uygulanması gerekli olan bir politika seçeneği olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu açıdan, enerji ve elektrik üretiminde sürdürülebilirliği teşvik eden, düzenleyici ve yönlendirici nitelikteki kamu politikalarının uygulanmasına gereksinim duyulmaktadır. Piyasa tabanlı araçlar olan emisyon ticareti sistemi ve emisyon vergilerinin etkin ve adil bir biçimde tasarlanarak uygulanması, söz konusu hedeflere ulaşmaya katkı sağlayacak nitelikte olan ve uzun vadeli bir bakış açısını yansıtan önemli bir politika seçeneği olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Altıntaş, H., ve Kum, M. (2013). *Multivariate granger causality between electricity generation, exports, prices and economic growth in Turkey*, International Journal of Energy Economics and Policy 3:41-51. <https://dergipark.org.tr/pub/ijeep/issue/31907/350762>
- Baltagi B.H (2005). *Econometric analysis of panel data, 3rd ed.*, John Wiley and Sons, England.
- Bayraktutan, Y., Yılgör, M., ve Uçak, S. (2011). *Renewable electricity generation and economic growth: panel-data analysis for OECD members*, International Research Journal of Finance and Economics, Volume:66: 59-66.
- Chontanawat, J., Hunter, L.C., ve Pierse, R., (2006). *Causality between energy consumption and gdp: evidence from 30 OECD and 78 NON-OECD countries*, surrey energy economics centre (SEEC)

department of economic, Surrey Energy Economics Discussion Paper Series, University of Surrey.

- Çemrek, F., & Burhan, E. (2014). *Petrol Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisinin Panel Veri Analizi İle İncelenmesi: Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye Örneği*. Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 6(3).
- Ghosh, S. (2009). Electricity Supply, Employment and Real GDP in India: Evidence from Cointegration and Granger-Causality Tests, *Energy Policy*, 37(8), 2926-2929. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.022>
- Greene, William H., (2003). *Econometric analysis*, 5th Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Güriş, B., ve Yavuz Tiftikçigil, B. (2020). *The renewable energy consumption- economic growth nexus in Turkey*. Social Sciences Research Journal (SSRJ), 9(3):105-111. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ssrj/issue/56126/758989>
- Hsiao C (2003). *Analysis of panel data*, 2nd Ed., Cambridge University Press.
- Kaya, B., (2009). “İklim Değişikliğinin Türkiye’de Buğday, Arpa ve Mısır Bitkilerinin Verimliliği Üzerine Etkilerinin Panel Veri Modeli İle Analizi”, Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 177s
- Lu, W. C. (2017). *Electricity consumption and economic growth: evidence from 17 Taiwanese industries*, Sustainability, 9 (1):50. <https://doi.org/10.3390/su9010050>
- Mátyás L, Sevestre P (1995). *The econometrics of panel data*, 3rd Ed., Springer.
- Nnaji, C., Chukwu, J.O., ve Nnaji, M., (2013). *Electricity supply, fossil fuel consumption, CO2 emissions and economic growth: implications and policy options for sustainable development in Nigeria* Nigeria, International journal of Energy Economics and Policy, 3(3):262-271.
- Özer, M. ve Biçerli, K. (2003). *Türkiye’de kadın işgücünün panel veri analizi*. Sosyal Bilimler Dergisi, 3(1), 55-86.
- Rehman, A., Deyuan, Z., Chandio, A.A., ve İrfan, M. (2020). *Does electricity production from different sectors in Pakistan have*

- dominant contribution to economic growth? empirical evidence from long- run and short-run analysis*, The Electricity Journal 33(3). <https://doi.org/10.1016/j.tej.2020.106717>
- Saraç, T.B. (2009), *Araştırma geliştirme harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: panel veri analizi*, Anadolu Uluslar arası Ekonomi Konferansı, Anadolu Üniversitesi.
- Sarker, A.R., ve Alam, K. (2010). *Nexus between electricity generation and economic growth in Bangladesh*, Asian Social Science, 6(12):16-22 DOI:10.5539/ass.v6n12p16
- Stern, D.I., Burke, P.J., ve Bruns, S.B. (2017). *The impact of electricity on economic development: a macroeconomic perspective*. EEG State-of- Knowledge Paper Series, Oxford Policy Management Center for Effective Global Action, Energy and Economic Growth:Applied Research Programme
- Szlazak, J., ve Szlazak, R.A. (2017). *Access to primary energy sources- the basis of national energy security*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume:268, The Role of Polish Coal in the National and European Energy Sector, 19-21 June, Andrychow,Poland. doi:10.1088/1757-899X/268/1/012002
- Tariq, G., Sun, H., Haris., M., Javaid, H.M., ve Kong, Y. (2018). *Energy consumption and economic growth: evidence from four developing countries*, American Journal of Multidisciplinary Research, 7(1): 100-107.
- Tatoğlu, F. Y. (2013). *Panel veri ekonometrisi: stata uygulamalı*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Tayyar, A.E. (2021). *Elektrik Üretimi- ekonomik büyüme- çevre kirliliği: Türkiye için VECM analizi*, Sosyoekonomi, 29(47):267-284. DOI: 10.17233/sosyoekonomi.2021.01.13.
- Turhan M. ve Taşseven Ö. (2010), *Yönetim fonksiyonlarının uygulandığı alanlarda ortaya çıkan hata değerlerinin oluşturduğu yeni ilişkilerin panel veri modelleri ile irdelenmesi*, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, Sayı:11, ss: 128-153.
- Tüzüntürk, S. (2007). *Panel veri modellerinin tahmininde parametre heterojenliğinin önemi: geleneksel Phillips eğrisi üzerine bir uygulama*. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 21(2), 1-14.

- Uzun, A., Emsen, Ö. S., Yalçinkaya, Ö., ve Hüseyini, İ. (2013). *Toplam elektrik üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği* (1980-2010), Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 17(3): 327-344.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunisobil/issue/2834/38600>
- Wooldridge J M (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data*. Cambridge: MIT Press.
- Yoo, S.H., ve Kim, Y. (2006). *Electricity generation and economic growth in Indonesia*, Energy 31 (14):2890-2899.
doi:10.1016/j.energy.2005.11.018
- Zeshan, M. (2013). *Finding the cointegration and casual linkages between the electricity production and economic growth in Pakistan*, Economic Modelling 31:344-350.
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.11.021>
- Zhang, C., Zhou, K., Yang, S., ve Shao, Z. (2017). *On electricity consumption and economic growth in China, renewable and sustainable energy* Reviews 76 (2017):353-368.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.071>