

**GELİR EŞİTSİZLİĞİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİ: PANEL VERİ ANALİZİ**

*THE IMPACTS OF INCOME INEQUALITY ON RENEWABLE ENERGY: A
PANEL DATA ANALYSIS*

Ayşe ARI*

*Geliş Tarihi: 26.05.2022
(Received)*

*Kabul Tarihi: 19.04.2023
(Accepted)*

ÖZ: Yenilenebilir enerji özellikle çevre üzerindeki olumlu etkileri sebebiyle ön plana çıkmaktadır. Ayrıca artan enerji fiyatları da yenilenebilir enerjiye olan ilgiyi artırmaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kullanımını etkileyen faktörlerin belirlenmesi önem taşıyacaktır. Bu çalışmanın amacı, gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisini G8 ülkeleri için 1992-2015 döneminde araştırmaktır. Bu amaçla, Westerlund ve Edgerton (2007) bootstrap eşbütünleşme testi, DSUR katsayı tahmincisi ile Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik testine yer verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, G8 ülkelerinde gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimini pozitif etkilediğini ve gelir eşitsizliğinden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedenselliğin olduğunu göstermektedir. Böylece, gelir eşitsizliğinin artmasıyla yenilenebilir enerji tüketiminin de artacağı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Gelir Eşitsizliği, G8 Ülkeleri, Eşitlik Hipotezi, Eşitsizlik Hipotezi

ABSTRACT: Renewable energy is important especially because of its positive effects on the environment. In addition, rising energy prices increase the interest in energy. Therefore, it will be important to determine the factors affecting the consumption of renewable energy. The aim of this study is to investigate the impact of income inequality on renewable energy for G8 countries over the period 1992-2015. To this purpose, we employed Westerlund and Edgerton's (2007) bootstrap cointegration test, DSUR coefficient estimator, and Dumitrescu and Hurlin's (2012) causality test. The results demonstrated that income inequality positively affects renewable energy consumption and a unidirectional causation from income inequality to renewable energy consumption in G8 countries. Thus, it can be said that renewable energy consumption will increase as income inequality increases.

Key Words: Renewable Energy, Income Inequality, G8 Countries, Equality Hypothesis, Inequality Hypothesis

EXTENDED ABSTRACT

Determining the factors that lead to increase renewable energy consumption is being important due to its advantage of reducing CO₂ emissions and thus environmental degradation, which is concluded in many researches. In this study, we focused on the influence of income inequality on renewable energy sector for G8 countries. Since

* Dr. Öğr. Üyesi, Mersin Üniversitesi, ayseari@mersin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8485-5932.

establishment of renewable energy industry requires high financement, governments in developed countries can afford incentives and fund research and development activities in renewable energy industry. At the same time, resulting from high awareness of environmental issues and conscious about the role of renewable energy sector, developed countries reached an important value in renewable energy sector. Lastly, to determine whether the policies implemented to make income distribution more equal will also contribute the development of renewable energy sector is providing an important outcome for authorities since income inequality cause economic and social problems.

The effect of income distribution on renewable energy can be seen through three main channels. One of them is the institutionalization level of a country. Enlargement of income inequality increases the power inequalities between the rich and the poor, and rich groups can influence the implementation of policies in favor of the traditional fossil energy industry because they acquire high income from this industry (Baek and Gweisah, 2013; Clement and Meunie, 2010; Marques et al., 2010; Uzar, 2020; Zhang and Zhao, 2014).

The individualization channel can also be used to explore the possible impact of widening inequality as a result of renewable energy. The individualization of society eliminates collective action, which is essential for the protection of environmental quality. Furthermore, if income distribution becomes more unfair, people concentrate on short-run consumption and thus suffer from high energy prices because the gains from renewable energy take place only in the long run (Berthe and Elie, 2015; Boyce, 1994; Clement and Meunie, 2010).

Moreover, Asongu and Odhiambo (2021) pointed out that income inequality influences renewable energy through environmental degradation. If income inequality has a positive impact on environmental degradation, then income inequality is expected to have a negative impact on renewable energy—a concept known as the equality hypothesis. However, as the gap between the poor and the rich decreases, the income of the poor will increase and their consumption behavior will thus change, which will exacerbate environmental damage and result in a decrease in renewable energy consumption because of the negative correlation between environmental degradation and renewable energy consumption. Thus inequality hypothesis is defined by this positive influence of income inequality on renewable energy consumption.

We analyzed the association between income inequality and renewable energy consumption for G8 countries over the period 1992-2015 by applying Westerlund and Edgerton's (2007) bootstrap cointegration test, DSUR coefficient estimator and Dumitrescu and Hurlin's (2012) panel causality test. The share of renewables in total energy consumption is represented as renewable energy data and obtained from the World Bank Development Indicators (WDI, 2020). For data on income inequality, the Gini index is used and obtained from the Standardized World Income Inequality Database (SWIID, Solt, 2020).

Results of the DSUR approach shows that, income inequality has a statistically significant effect on renewable energy. According to the findings of estimation technique, income inequality positively affects renewable energy consumption in G8 countries. This evidence indicates that higher levels of income inequality are associated with higher levels of renewable energy consumption, implying a trade-off between more equal income distribution and renewable energy consumption in the examined G8 countries. The results of Dumitrescu and Hurlin's (2012) causality test showed a unidirectional causal association of income

inequality to renewable energy consumption, confirming the results of the long-term cointegration analysis.

The results of the cointegration analysis demonstrated that an increase in income inequality promotes the consumption of renewable energy, which supports the validity of the inequality hypothesis. The related positive influence may be the result of expensive consumption behavior by the wealthy, which causes a rise in CO2 emissions. In this respect, the findings support the outputs of, for example, Kusumawardani and Dewi (2020), Demir et al. (2019), and Ali et al. (2016). In addition, the negative influence of income inequality on renewable energy consumption may be mostly attributed to underdeveloped and developing countries because of their weak institutionalization and democratization, which enables lobbying activities in favor of fossil energy and is thus contrary to the goals of pursuing renewable energy.

In regard to policy implications, it can be expected that policies implemented to ensure more equal income distribution have influence on renewable energy consumption in the developed G8 countries. If governments establish policies with the purpose of decreasing income inequality, they will meet with a lower level of renewable energy consumption. In sum, because a more equal income distribution and a higher level of renewable energy consumption cannot be reached simultaneously, governments should encourage the wealthy to decrease their environment-deteriorating consumption behavior. In addition, authorities should subsidize the production of goods that work with renewable energy—such as automobiles—and those that are demanded by higher income groups.

1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji, çevre üzerindeki olumlu etkileri ve fosil yakıtlara alternatif olması sebebiyle ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji tüketimini artıran faktörlerin belirlenmesi önem taşımaktadır. Literatürde yenilenebilir enerji tüketimini etkileyen faktörler olarak genellikle ekonomik büyüme, CO2 emisyonu, finansal gelişme, dışa açıklık, şehirleşme vb. üzerinde durulmaktadır. Ancak son dönemde gelir eşitsizliğinin de yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde belirleyici olabileceği ifade edilmektedir (Örneğin, Churchill vd., 2021; Asongu ve Odhiambo, 2021; Uzar, 2020).

Bu çalışmanın amacı da gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji üzerinde etkisinin olup olmadığını G8 ülkeleri için belirlemektir. Gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisini araştıran az sayıda çalışma bulunması sebebiyle bu çalışmanın sonuçları literatüre katkı sağlayabilecektir. Ayrıca, literatürde gelir eşitsizliği-yenilenebilir enerji konusunu ele alan çalışmalar genellikle gelişmekte olan ülkelere odaklanmıştır. Bu çalışmada ise yenilenebilir enerjinin gelişimi için önemli olan G8 ülkeleri üzerine odaklanılmıştır. Yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesi için yüksek finansmanlı yatırımlara ve AR&GE çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Gelişmiş ülkeler, yenilenebilir sektöre fon aktaran ülkelerin başında gelmektedir. 1970'lerdeki petrol krizi sonrasında ise G8 ülkeleri, enerji ve iklim ile ilgili konularda politika üreten lider ülkeler konumuna gelmiştir (Topcu ve Tugcu, 2020:1135; Graaf ve Westphal, 2011). 2015-2019 yılları

arasında ise G8 ülkelerindeki yenilenebilir enerji sektörü yıllık yaklaşık % 8,9 oranında büyümüş ve 2019 yılında 320.0 milyar dolar değerine ulaşmıştır. Sektörün 2024 yılı için beklenen değeri ise yaklaşık 401.8 milyar dolardır (Renewable Energy Report, 2020). G8 ülkeleri aynı zamanda gelir eşitsizliğini minimize eden önemli ülkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji üzerindeki olası etkisinin belirlenmesi uygulanacak politikalar açısından yol gösterici olabilecektir.

Çalışmanın izleyen bölümünde ilk olarak yenilenebilir enerji ve gelir eşitsizliği ilişkisi teorik olarak açıklanacaktır. Daha sonra çalışmada kullanılan veri seti ve yöntemden bahsedilecektir. Son olarak ise, analizlerden elde edilen bulgulara ve sonuç kısmına yer verilecektir.

2. GELİR EŞİTSİZLİĞİ-YENİLENEBİLİR ENERJİ İLİŞKİSİ

Gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi temelde üç kanal çerçevesinde gerçekleşmektedir. Bu kanallardan ilki ülkedeki kurumsallaşma düzeyidir. Boyce (1994:6-7)'ye göre, özellikle az gelişmiş ülkelerde yüksek gelirli kesim, kurumsal yozlaşmalar ve politik istikrarsızlık vasıtasıyla karar alma süreçlerinde etkili olacak ve bu kararlar yenilenebilir enerji politikalarını etkileyecektir. Çünkü yüksek gelirli kesim, fosil yakıttan gelir elde eden kesim olup fosil enerjiyi destekleyen kararların alınması yönünde baskı yapacaktır (Clement ve Meunie, 2010:415-417; Uzar, 2020:3).

Gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji üzerindeki olası etkisinin gerçekleştiği ikinci kanal ise bireyselci ve tüketim odaklı davranışlardır. Gelir eşitsizliğinin derinleştiği ülkelerde farklı çıkar grupları ortaya çıkacağından toplumsal bütünleşmeden söz edilemeyecektir. Entegre olmamış toplumlarda ise, olaylara karşı birlikte hareket etme gibi toplu aktiviteler görülmeyecektir. Bu nedenle fosil enerjinin çevre kirliliğine yol açmasına tepki gösterilmeyecektir. Ayrıca, gelir eşitsizliğinin arttığı toplumlarda, fiyatları yükselten politikalar toplum tarafından desteklenmeyebilir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kullanımının kısa dönemde enerji fiyatlarını yükseltmesi dikkate alındığında, tüketimin ön planda olduğu toplumlarda yenilenebilir enerji yatırımları benimsenmeyebilir ve çevre kalitesine duyarsız kalmabilir (Berthe ve Elie, 2015:191; Boyce, 2003:12; Laurent, 2015:5-8).

Gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki olası etkisi üçüncü olarak çevre üzerinden izlenebilmektedir. Bu hususta Asongu ve Odhiambo (2021:3) gelir eşitsizliğindeki artışın çevresel bozulmaları pozitif etkilemesinden hareket etmiş ve bu sebeple gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimini negatif etkileyeceğine işaret etmiştir. Bu yaklaşım eşitlik hipotezi (equality hypothesis) olarak adlandırılmaktadır. Eşitlik hipotezine göre, gelir eşitsizliği çevresel bozulmayı artıracığından değişkenler arasında pozitif bir ilişki söz konusudur. Bu durumda gelir eşitsizliği ve yenilenebilir enerji arasında negatif ilişki olduğu sonucuna ulaşılabilir. Yapılan bazı araştırmalarda da (Örneğin, Chen vd. (2020),

Zhang ve Zhao (2020), Hailemariam vd. (2020) ve Rojas-Vallejos ve Lastuka (2020)) daha adil bir gelir dağılımının CO2 emisyonunu azalttığı görülmüştür. Ancak adil bir gelir dağılımı sonrasında yoksul kesiminin gelirinin artması ile birlikte çevreye zarar veren tüketim alışkanlıkları edinmesi gözlenebilecektir. Gelir eşitsizliğinden çevreye olan negatif etki ve dolayısıyla gelir eşitsizliğinden yenilenebilir enerjiye doğru olan söz konusu pozitif etki eşitsizlik hipotezi (inequality hypothesis) olarak adlandırılmaktadır. Gelir eşitsizliğinin çevreye zarar verdiğine dair bulgulara ulaşan çalışmalara Ravallion vd.(2000), Heerink vd. (2001), Coondoo ve Dinda (2008) ve Qu ve Zhang (2011) örnek gösterilebilir. Özetle gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisinin net olmayacağı ortaya çıkmaktadır.

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde gelir eşitsizliği ve yenilenebilir enerji tüketimini ele alan öncü çalışmalardan Uzar (2020), 43 ülkeyi 2000–2015 döneminde panel ARDL (autoregressive distributed lag) yöntemiyle analiz etmiştir. Çalışma sonucunda gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimini negatif etkilediği tespit edilmiştir. Asongu ve Odhiambo (2021) ise, 39 Sahraaltı ülkeye odaklanmıştır. Yazarlar çalışmalarında üç farklı gelir dağılımı değişkeni (Atkinson endeksi, Palma oranı ve Gini katsayısı) kullanmıştır. Tobit modeli sonuçlarına göre, gelir dağılımının yenilenebilir enerji üzerindeki etkisi Atkinson endeksi kullanıldığında anlamlı iken diğer endekslerde anlamlı çıkmamıştır. Bir başka çalışmada Churchill vd. (2021), 17 ülkeyi 1990 – 2016 dönemi için analiz etmiş ve negatif etki gözlemlemiştir. Ancak 2010 yılı sonrasında etkinin pozitif olduğunu belirlemiştir. Muhammad vd. (2022) ise ekonomik büyüme, teknolojik gelişme, sabit sermaye yatırımları, CO2 emisyonu ve gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimi ile ilişkisini BRICS ülkeleri için PMG(pooled mean group) ve AMG(augmented mean group) yöntemleri ile araştırmıştır. Muhammad vd. (2022) analiz sonucunda gelir eşitsizliği azaldıkça yenilenebilir enerji tüketiminin artacağını belirlemiştir. İlaveten çalışmada sabit sermaye yatırımları, teknolojik gelişme ve CO2 emisyonlarının yenilenebilir enerji tüketimi ile ters ilişkili olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bir başka çalışmada Sharma ve Rajpurohit (2022), gelir eşitsizliği-yenilenebilir enerji ilişkisini Hindistan ekonomisi için araştırmıştır. NARDL (Nonlinear Auto-Regressive Distributed Lag) yöntemini tercih eden yazar, 1980-2016 zaman aralığını analiz etmiştir. Analiz sonucuna göre, gelir eşitsizliğindeki artış, yenilenebilir enerji tüketimini azaltmaktadır. İlaveten kişi başı gelir ve beşeri sermayedeki artış, yenilenebilir enerji tüketimini pozitif yönde etkilemektedir. Yang vd. (2022) ise gelir eşitsizliği, yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme, ticari açıklık ve CO2 emisyonu bağlantısını ele almıştır. Yazar çalışma sonucunda yenilenebilir enerjinin gelir eşitsizliği ile çift yönlü nedensellik ilişkisine sahip olduğunu ve gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimini pozitif etkilediğini tespit etmiştir.

Gelir eşitsizliğinin doğrudan CO2 emisyonuna etkisini araştıran çalışmalar da bulunmaktadır. Söz konusu çalışmalardan bazıları gelir eşitsizliğinin CO2 emisyonunu azaltırken bazıları ise CO2 emisyonunu artırdığını tespit etmiştir. Gelir eşitsizliği ile CO2 emisyonu arasında negatif ilişki tespit eden çalışmalardan Wan vd. (2022), 217 ülkeyi araç değişken yöntemi ile ele almış ve gelir eşitsizliği ile CO2 emisyonu arasında bir değiş-tokuş olduğunu tespit etmiştir. Gelişen ekonomilerden 47'si üzerine yoğunlaşan Yang vd.(2020) ise, 1980–2016 dönemini kapsayan bir analiz gerçekleştirmiştir. Yang vd.(2020) çalışmasında CO2 emisyonunun belirleyicileri olarak fosil yakıt enerjisi, ekonomik kalkınma, sanayileşme ve ticari açıklığı dikkate almış ve gelir eşitsizliğinin CO2 emisyonuna etkisini finansal gelişmenin düzenleyici etkisini dikkate alarak araştırmıştır. Çalışma sonucunda gelir eşitsizliği ve sanayileşmenin çevresel bozulmaları hafifletirken ekonomik büyüme, dışa açıklık ve fosil yakıt tüketiminin çevresel bozulmaları tetiklediği belirlenmiştir. Çin ekonomisini iller bazında inceleyen Liu vd. (2018) ise, 1996–2015 dönemini kapsayan analizi sonucunda gelir eşitsizliğinin çevre kalitesinin artmasına katkı sunan bir faktör olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Ravallion vd. (2000) de gelir eşitsizliğinin CO2 emisyonunu hafiflettiğini belirlemiştir.

Gelir eşitsizliğinin CO2 emisyonunu artırarak çevresel bozulmalara yol açtığı yönünde kanıtlara ulaşan çalışmalardan Baloch, ve Danish (2022), gelir eşitsizliği ve yenilenebilir enerjinin tüketime dayalı CO2 emisyonu üzerindeki etkisini BRICS ülkeleri için araştırmıştır.1994-2018 zaman aralığını inceleyen yazar, gelir eşitsizliğinin tüketime dayalı CO2 emisyonunu artırdığını, yenilenebilir enerjinin ise CO2 emisyonunu azalttığını tespit etmiştir. Bir başka çalışmada Khan vd.(2022), 180 ülkeye ait ve 2002-2019 yıllarını kapsayan verileri kullanarak gelir eşitsizliğinin CO2 emisyonuna etkisini araştırmıştır. Khan vd.(2022) çalışmasında panel sabit etkiler ve sistem -GMM (generalized method of moments) tekniklerini kullanmıştır. Kang (2022) ise, çeşitli panel yöntemlerle 38 OECD ülkesini ve 1990–2015 dönemini kapsayan bir analiz gerçekleştirmiştir. Analiz sonuçlarında gelir eşitsizliğinin CO2 emisyonu üzerindeki etkisinin ters-U şeklinde olduğu belirlenmiştir. G-20 ülkelerine odaklanana Chen vd. (2020) ise gelir eşitsizliğinin daha az olduğu ülkelerde CO2 emisyonunun da az olduğunu belirlemiştir. Ayrıca çok gelişmiş ülkeler söz konusu olduğunda, gelir dağılımının CO2 emisyonu üzerindeki etkisinin ihmal edilebilir düzeyde olduğunu gözlemlemiş ve bu durumu söz konusu ülkelerde yenilenebilir enerjiye yönelik talebin daha yüksek olmasıyla açıklamıştır.

Gelir eşitsizliği-CO2 konusunu ele alan bir başka çalışmada Jorgenson vd. (2017), ABD ekonomisini eyalet düzeyinde incelemiştir. Yazar gelir eşitsizliği göstergesi olarak en üstteki %10'un gelir payının ve Gini katsayısının CO2 emisyonu üzerindeki etkisini ayrı ayrı analiz etmiştir. Ulaşılan bulgulara göre, CO2 emisyon düzeyi en üstteki %10'un gelir payıyla pozitif ilişkili iken, Gini indeksi ile

istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye sahip değildir. Benzer şekilde gelir eşitsizliği-CO2 emisyonu konusunda Hailemariam vd.(2020) de gelir eşitsizliği göstergelerine göre farklı sonuçlar elde etmiştir. Grunewald vd.(2017) ise gelir eşitsizliği-CO2 emisyonu konusunda ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılaşan bulgulara ulaşmıştır.

Gelir eşitsizliği- enerji tüketimi etkileşimine odaklanan çalışmalardan Xu ve Zhong (2023), 108 ülkeyi 2000-2019 dönemi için ele almış ve sistem-GMM yöntemini kullanmıştır. Yazar çalışmasında dijitalleşmenin düzenleyici etkisini de modellemiş ve elde edilen bulgularda gelir eşitsizliğindeki % 1 artışın enerji tüketimini 0.003 birim artırdığı kanıtını elde etmiştir. Öte yandan Sehrawat (2020) ile Murshed ve Alam (2021), gelir eşitsizliğinin toplam enerji tüketimini negatif etkilediğini belirlemiştir.

Sonora (2022) ise enerji tüketiminin gelir eşitsizliğine etkisine odaklanmıştır. Çalışmasında 144 ülkeyi panel sabit etki ve araç değişken yöntemi ile analiz eden yazar, enerji kullanımındaki artışın en üstteki % 10'un gelirini azaltırken, en alttaki % 40'ın gelirini artırdığını tespit etmiştir. Böylece enerji tüketimi ile gelir eşitsizliği arasında negatif ilişki olduğu bulgusuna ulaşmıştır.

4. YÖNTEM VE MODEL

Bu çalışmada gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimine olan etkisini araştırmak amacıyla G8 ülkeleri 1992- 2015 dönemi için analiz edilmiştir. Yenilenebilir enerji değişkeni olarak yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji içerisindeki payı kullanılmış ve Dünya Bankasından (WDI, 2020) temin edilmiştir. Gelir eşitsizliği verisini temsilen ise Gini indeksi kullanılmıştır. Gini indeksine ait veriseti SWIID (Standardized World Income Inequality Database, Solt, 2020) veritabanından alınmıştır. Değişkenler logaritmik dönüşümleri sağlandıktan sonra aşağıdaki gibi modellenmiştir;

$$YEN_{it} = \beta_1 GINI_{it} + \beta_2 GDP_{it} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Modelde yer alan YEN_{it} ve $GINI_{it}$, yenilenebilir enerji ve gelir eşitsizliği değişkenlerini yansıtmaktadır. Modelde kontrol değişkeni olarak 2010 yılı fiyatlarıyla hesaplanan reel GSYH kullanılmış ve GDP_{it} olarak modelde temsil edilmiştir.

5. BULGULAR

Çalışmada ilk olarak yatay kesit bağımlılığı test edilmiştir. Bu amaçla Breusch ve Pagan (1980) ile Pesaran (2004) tarafından geliştirilen testlere yer verilmiştir. Breusch-Pagan (1980) tarafından literatüre kazandırılan LM testi ve Pesaran (2004)'nın CDLM testi, zaman boyutu kesit boyutundan büyük olduğu örneklerde kullanılırken Pesaran (2004)'nın CD testi, kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olduğu örneklerde kullanılmaktadır (Ouattara, 2020).

Aşağıdaki Tablo 1'de söz konusu testlerden elde edilen kanıtlar özetlenmiştir. Buradaki sonuçlara göre, parantez içerisindeki p değerlerinin, % 5 değerlerinden

küçük olması sebebiyle yatay kesit bağımlılığının olmadığını ifade eden temel hipotez reddedilmektedir. Bu durumda yatay kesit bağımlılığı söz konusudur.

Tablo 1: Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

	YEN	GINI	GDP
	Test ist.	Test ist.	Test ist.
LM Testi	57,574 (0,001)	45.744 (0,019)	57,069 (0,001)
CDLM Testi	3,952 (0,000)	2,371 (0,009)	3,884 (0,000)
CD Testi	-2,898 (0,002)	-2,812 (0,002)	-1,878 (0,030)

Yatay kesit bağımlılığının tespit edilmesi dolayısıyla analizin bir sonraki aşamasında ikinci nesil birimkök ve eşbütünleşme testlerine yer verilmesi gerekmektedir. Bu amaçla ikinci nesil birimkök testlerinden Smith vd.(2004) tarafından geliştirilen test kullanılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	\bar{t}	\overline{LM}	\overline{Max}	\overline{Min}	\overline{Was}
YEN	-0,079 (1,000)	-0,039 (0,996)	1,551 (0,944)	1,414 (0,683)	-0,234 (0,992)
GINI	-1,348 (0,577)	-0,409 (0,872)	2,835 (0,663)	1,938 (0,477)	-0,514 (0,960)
GDP	-1,629 (0,401)	-0,358 (0,990)	3,277 (0,385)	1,974 (0,379)	-0,585 (0,996)
<i>Birinci fark</i>					
YEN	-5,437 (0,000)	-5,252 (0,000)	13,371 (0,000)	12,998 (0,000)	-5,556 (0,000)
GINI	-4,036 (0,000)	-2,197 (0,001)	10,561 (0,000)	6,319 (0,000)	-2,597 (0,000)
GDP	-3,602 (0,003)	-3,421 (0,000)	8,930 (0,002)	8,354 (0,000)	-3,723 (0,000)

Tablo 2’deki sonuçlar incelendiğinde, her üç değişken için de serinin birim kök içerdiğini ifade eden temel hipotez düzeyde reddedilememektedir. Ancak serilerin birinci farkının ise durağan olduğu gözlenmektedir. Kısaca seriler fark durağandır. Serilerin birinci dereceden durağan olması eşbütünleşme analizine başvurmamıza imkan vermektedir. Bu kapsamda çalışmada yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Westerlund ve Edgerton (2007) panel bootstrap eşbütünleşme testi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Söz konusu test otokorelasyon ve endojenite sorunlarını dikkate alan ve küçük örneklerde iyi sonuç veren bir testtir(Bayar ve diğerleri, 2018).

Tablo 3'te yer verilen Westerlund ve Edgerton (2007)'nin eşbütünleşme testi sonuçlarına göre, değişkenler arasında eşbütünleşmenin olduğunu ifade eden temel hipotez reddedilememektedir. Böylece yenilenebilir enerji tüketimi ve gelir eşitsizliğinin uzun dönemde ilişkili olduğu bulgusuna ulaşılmaktadır.

Tablo 3: Panel Eşbütünleşme Testi

Test	Test ist.	p- değeri
Im statistic	1,372	0,527

Gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji üzerindeki uzun dönem etkisini belirlemek için ise DSUR (dynamic seemingly unrelated regression) tahmincisi kullanılmıştır. DSUR katsayı tahmincisi Mark vd. (2005) tarafından geliştirilmiş olup homojen ve heterojen paneller için kullanılabilir (Hongxing vd., 2021). İlâveten DSUR tahmincisi zaman boyutunun kesit boyutundan büyük olduğu durumlar için uygundur.

Tablo 4: Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

	Katsayı	se.	t-değeri
GINI	5,047	0,162	31,154
GDP	0,857	0,062	13,822

DSUR tahmin sonuçlarına göre, gelir eşitsizliği yenilenebilir enerji üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkiye sahiptir. Bu durumda G8 ülkelerinde gelir eşitsizliği arttıkça yenilenebilir enerji tüketimi de artmaktadır. Bu sebeple adil gelir dağılımı ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında bir değiş-tokuş (trade-off) söz konusudur. Böylece ülkede daha adil bir gelir dağılımı sağlandığında, insanların yenilenebilir enerjinin uzun dönemdeki avantaj sağlayıcı olumlu etkilerine değil kısa dönem enerji fiyatını yükselten etkisine odaklandığı söylenebilir. Diğer taraftan Asongu ve Odhiambo (2021)'nin yaklaşımı çerçevesinde gelir eşitsizliğindeki azalmanın CO2 emisyonunu artıracığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu kapsamdaki sonuç, literatürde gelir eşitsizliği ve CO2 emisyonu arasında negatif ilişki tespit eden Kusumawardani ve Dewi (2020), Demir vd. (2019), ve Ali vd. (2016)'nin çalışmalarıyla uyumludur.

Son olarak değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. Bu amaçla Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan teste yer verilmiştir. Bu test $T > N$ ve $T < N$ durumlarının her ikisi için de tutarlı sonuçlar vermektedir (Hongxing vd., 2021).

Tablo 5: Nedensellik Testi Sonuçları

Temel hipotez	W-ist.	Zbar-ist.	Prob.
$YEN \nrightarrow GINI$	1,076	-1,295	0,195
$GINI \nrightarrow YEN$	4,485	2,357	0,018

Tablo 5'te yer alan Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik testi sonuçları, gelir eşitsizliğinden yenilenebilir enerjiye doğru Granger nedenselliğinin olmadığını söyleyen temel hipotezi reddetmektedir. Bu nedenle uzun dönem eşbütünleşme sonuçlarını destekler şekilde gelir eşitsizliğinden yenilenebilir enerjiye doğru bir nedensellik söz konusudur.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji üzerindeki olası etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda G8 ülkeleri eşbütünleşme ve nedensellik testleri ile analiz edilmiştir. Eşbütünleşme testinden elde edilen sonuçlara göre, gelir eşitsizliğindeki artış yenilenebilir enerji tüketimini artırmaktadır. Bu bulgular, gelir eşitsizliği azaldıkça CO2 emisyonunun artacağı ve böylece yenilenebilir enerji tüketiminin azalacağına işaret eden eşitlikli hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar Sharma ve Rajpurohit (2022), Muhammed vd.(2022) ile Churchill vd. (2021)'nin sonuçlarıyla farklılık göstermektedir. Bu çalışmada gelişmiş ülkelerin analiz edilmesi sonuçların farklılaşmasına yol açmış olabilir.

G8 ülkelerinde gelir eşitsizliği ve yenilenebilir enerji arasında pozitif yönlü ilişki olduğuna dair ulaşılan sonuç, yüksek ve düşük gelirli kesim arasındaki farkın kapanmasıyla gelir düzeyi artan kişilerin alışkanlıklarının değişmesinden kaynaklanabilir. Bu hususta Laurent (2015:5-8) ve Boyce (2003:10-11)'nin ifade ettiği gibi yüksek gelirli kesimin daha çok çevresel kalite talep edip çevreyi önemsemelerine rağmen daha pahalı yaşam tarzları nedeniyle çevreye zarar veren mal tüketim oranları fazla olabilmektedir. İlaveten gelir eşitsizliği ve yenilenebilir enerji arasındaki negatif ilişkinin, yüksek gelirli kesimin lobi faaliyetlerine imkan vermesi sebebiyle daha çok kurumsallaşmanın yerleşmediği az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde görülmesi beklenebilecektir.

Böylece, G8 ülkelerinde, otoriteler daha adil bir gelir dağılımı sağladığında yenilenebilir enerji tüketiminin bundan olumsuz etkilenmesi beklenebilecektir. Bu durumda otoritelerin gelir dağılımı adaletini sağlayacak politikalar uygularken, yüksek gelirli kesimi çevreye zarar veren tüketim alışkanlıklarını azaltmaları konusunda teşvik etmelidir. Ayrıca, yüksek gelirli kesimin kullandığı ve enerji ile çalışan ürünlerin yenilenebilir enerji ile çalışacak şekilde üretilmesi için çalışmalar yapılabilir. Böylece gelir eşitsizliği azalırken çevre kalitesinde ve yenilenebilir enerji tüketiminde artış sağlanabilecektir.

KAYNAKÇA

Ali, H.S., Hassan S. ve Kofarmata, Y.I. (2016). Dynamic impact of income inequality on carbon dioxide emissions in Africa: new evidence from heterogeneous panel data analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(4), 760-766.

Asongu, S. A. ve Odhiambo, N. M. (2021). Inequality and renewable energy consumption in Sub-Saharan Africa: implication for high income countries.

Innovation: The European Journal of Social Science Research, Doi: 10.1080/13511610.2020.1861442.

Baloch,, M.A. ve Danish, (2022). The nexus between renewable energy, income inequality, and consumption-based CO2 emissions: An empirical investigation, Sustainable Development, <https://doi.org/10.1002/sd.2315>

Bayar, Y., Odabas, H., Sasmaz, M.U. ve Ozturk, O.F.(2018). Corruption and shadow economy in transition economies of european union countries: a panel cointegration and causality analysis. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 31 (1), 1940-1952.

Berthe, A. ve Elie, L. (2015). Mechanisms explaining the impact of economic inequality on environmental deterioration. *Ecological Economics*, 116 (C), 191-200.

Boyce, J. K. (2003). Inequality and environmental protection. *Political Economy Research Institute Working Paper*, No. 52, University of Massachusetts, Amherst.

Boyce, J.K. (1994). Inequality as a cause of environmental degradation. *Ecological Economics*, 11 (3), 169-178.

Breusch, T.S. ve Pagan, A.R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification tests in econometrics. *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-53.

Chen, J., Xian, Q., Zhou, J. ve Li, D. (2020). Impact of income inequality on CO2 emissions in G20 countries. *Journal of Environmental Management*, 271,110987.

Churchill, S. A., Ivanovski, K. ve Munyanyi, M. E. (2021). Income inequality and renewable energy consumption: time-varying nonparametric evidence. *Journal of Cleaner Production*. Doi:10.1016/j.jclepro.2021.126306

Clement, M. ve Meunie, A. (2010). Is inequality harmful for the environment? an empirical analysis applied to developing and transition countries. *Review of Social Economy*, 68(4), 413-445.

Coondoo, D. ve Dinda, S. (2008). Carbon dioxide emission and income: a temporal analysis of cross-country distributional patterns. *Ecological Economics*, 65(2), 375-385.

Demir, C., Cergibozan, R. ve Gok, A. (2019). Income inequality and CO2 emissions: empirical evidence from Turkey. *Energy & Environment*, 30 (3), 444–461.

Dumitrescu, E.I. ve Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450–1460.

Graaf, T.V. ve Westphal, K. (2011). The G8 and G20 as global steering committees for energy: opportunities and constraints. *Global Policy*, 2(51), 19-30.

Grunewald, N., Klasen, S., Martínez-Zarzoso, I. ve Muris, C. (2017). The trade-off between income inequality and carbon dioxide emissions. *Ecological Economics*, 142, 249–256.

Hailemariam, A., Dzhumashev, R. ve Shahbaz, M. (2020). Carbon emissions, income inequality and economic development. *Empirical Economics*, 59(3), 1139–1159.

Heerink, N., Mulatu, A. ve Bulte, E. (2001). Income inequality and the environment: aggregation bias in environmental kuznets curves. *Ecological Economics*, 38(3), 359–367.

Hongxing, Y., Abban, O.J. ve Boadi, A.D. (2021). Foreign aid and economic growth: do energy consumption, trade openness and CO2 emissions matter? A DSUR heterogeneous evidence from Africa's trading blocs. *PLoS ONE*, 16 (6), 1–25.

Jorgenson, A., Schor, J. ve Huanf, X. (2017). Income inequality and carbon emissions in the United States: A state-level analysis, 1997–2012. *Ecological Economics*, 134, 40–48.

Kang, H. (2022). Impacts of Income Inequality and Economic Growth on CO2 Emissions: Comparing the Gini Coefficient and the Top Income Share in OECD Countries. *Energies* 2022, 15, 6954.

Khan, H., Weili, L., Khan, I. ve Han, L. (2022). The effect of income inequality and energy consumption on environmental degradation: the role of institutions and financial development in 180 countries of the world. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 20632–20649.

Liu, Q., Wang, S., Zhang, W. ve Li, J. (2018). Income distribution and environmental quality in China: a spatial econometric perspective. *Journal of Cleaner Production* 205, 14–26.

Muhammad, I., Özcan, R., Jain, V., Ramos-Meza, C. S. ve Chawla, C. (2022). Do drivers of renewable energy consumption matter for BRICS economies? Nexus among technological innovation, environmental degradation, economic growth, and income inequality. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24665-3>

Kusumawardani, D. ve Dewi, A. K. (2020). The effect of income inequality on carbon dioxide emissions: a case study of Indonesia. *Heliyon*, 6(8), e04772. Doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04772

Laurent, E. (2015). Social-ecology: exploring the missing link in sustainable development. HAL, Id:hal-01136326. <https://hal-sciencespo.archives-ouvertes.fr/hal-01136326/document>

Mark, N.C., Ogaki, M. ve Sul, D. (2005). Dynamic seemingly unrelated cointegration regression. *Review of Economic Studies*, 72(3), 797–820.

Murshed, M., ve Alam, S. (2021). Estimating the macroeconomic determinants of total, renewable, and non-renewable energy demands in Bangladesh: The role of technological innovations. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 30176–30196.

Pesaran, M.H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Cambridge Working Papers in Economics*, No. 435, Faculty of Economics, University of Cambridge.

Qu, B. ve Zhang, Y. (2011). Effect of income distribution on the environmental kuznets curve. *Pacific Economic Review*, 16 (3), 349-370.

Ouattara, I.N. (2020). A Bootstrap panel granger causality analysis of the relationships between financial sector development and globalization in Sub-Saharan African Countries. *Economics Bulletin*, 40(4), 3153-3166.

Ravallion, M., Heil, M. ve Jalan, J. (2000). Carbon emissions and income inequality. *Oxford Economic Papers*, 52(4), 651–669.

Rojas-Vallejos, J. ve Lastuka, A. (2020). The income inequality and carbon emissions trade-off revisited. *Energy Policy*, 139 (C), 111302.

Renewable Energy Global Group of Eight (G8) Industry guide 2015-2024, report (2020). <https://www.researchandmarkets.com/reports/5178044/renewable-energy-global-group-of-eight-g8>

Sehrawat, M. (2020). Modelling the nexus between human capital, income inequality, and energy demand in India: New evidences from asymmetric and non-linear analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 3632–3643.

Sharma, R. ve Rajpurohit, S.S.(2022). Nexus between income inequality and consumption of renewable energy in India: a nonlinear examination. *Economic Change and Restructuring*, 55, 2337–2358.

Solt, F. (2020). Measuring income inequality across countries and over time: the standardized world income inequality database. *Social Science Quarterly*, 101(3), 1183-1199.

Sonora, R.J.(2022). A panel Analysis of Income inequality and Energy Use, *Contemporary Economic Policy*, <https://doi.org/10.1111/coep.12550>

Topcu, M. ve Tuğcu, C. T. (2020). The impact of renewable energy consumption on income inequality: evidence from developed countries. *Renewable Energy*, 151, 1134-1140.

Uzar, U. (2020). Is income inequality a driver for renewable energy consumption?. *Journal of Cleaner Production*, 255(11), 120287.

Xu, Q. ve Zhong, M. (2023). The impact of income inequity on energy consumption: The moderating role of digitalization, *Journal of Environmental Management*, 325, Part A, 116464.

Wan, G., Wang, C., Wang, J. ve Zhang, X. (2022). The income inequality-CO2 emissions nexus: Transmission mechanisms. *Ecological Economics* 195, 107360.

Westerlund, J. ve Edgerton, D.L. (2007). A Panel bootstrap cointegration test. *Economic Letters*, 97, 185-190.

Yang, X., Ramos-Meza, C.S., Shabbir, M.S., Ali, S.A. ve Jain, V. (2022). The impact of renewable energy consumption, trade openness, CO2 emissions, income inequality, on economic growth, *Energy Strategy Reviews*,44, 101003.

Yang, B., Ali, M., Hashmi, S.H. ve Shabir, M. (2020). Income Inequality and CO2 Emissions in Developing Countries: The Moderating Role of Financial Instability. *Sustainability*, 12(17), 6810.

Zhang, C. ve Zhao, W. (2014). Panel estimation for income inequality and CO2 emissions: a regional analysis in China. *Applied Energy*, 136, 382-392.