

**Araştırma Makalesi • Research Article****Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyi ile Yenilenebilir Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki: Seçilmiş OECD Ülkeleri Üzerine Bir Araştırma*****The Relationship between the Level of Development of Countries and Renewable Energy Consumption: A Study on Selected OECD Countries***

Hacer Handan Demir\*

**Öz:** Yenilenebilir enerji tüketimi ülkelerin kalkınması açısından önemli bir itici güç olduğu için ülkelerin büyümeleri ve gelişmişlik düzeylerinin artmasında çok önem arz etmektedir. Bu sebeple gerçekleştirilen bu çalışmada İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD) üyesi ülkelerin yenilenebilir enerji tüketimi ile gelişmişlik düzeyi göstergeleri arasındaki ilişki incelenmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi göstergeleri olarak insani gelişmişlik endeksi, yüksek teknoloji ihracatı, mal ve hizmet ihracatı, kentsel nüfus ve karbon emisyonu bağımsız değişkenler olarak belirlenmiştir. Belirlenen değişkenlere ait veriler 28 OECD ülkesine ait olup 2007-2021 yılları arasındaki dönemi kapsayan 15 yıllık bir zaman serisinden oluşmaktadır. Araştırma için belirlenen zaman serisi mikro panel tanımlanmasına uygun olduğu için gerçekleştirilen analizlerde statik panel modellerinden faydalanılmıştır. Elde edilen veriler ile dengeli panel veri setleri oluşturularak model kurulmuş ve panel veri analizi yöntemi ile incelenmiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre kurulmuş olan modelin istatistiksel olarak %1 anlamlı ve bütünsel bir model olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgulara göre yenilenebilir enerji tüketimi ile insani gelişmişlik endeksi ve kentsel nüfus arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki tespit edilirken karbon emisyonu ile anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Yüksek teknoloji ihracatı ve mal ve hizmet ihracatı ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin ise anlamsız olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir Enerji, Gelişmişlik, Panel Veri Analizi

**Abstract:** Since renewable energy consumption is an important driving force for the development of countries, it is very important for the growth and development of countries. For this reason, this study examines the relationship between renewable energy consumption and development level indicators of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) member countries. Human development index, high technology exports, exports of goods and services, urban population, and carbon emissions are determined as independent variables. The data of the variables belong to 28 OECD countries and consist of a 15-year time series covering the period between 2007-2021. Since the time series determined for the research is suitable for micro panel definition, static panel models were used in the analyzes. The model was established by creating balanced panel data sets with the obtained data and analyzed by panel data analysis method. According to the findings obtained as a result of the analyzes, it is seen that the model is statistically 1% significant and a holistic model. According to the findings, a significant and positive relationship was found between renewable energy consumption and human development

\* Dr. Öğr. Üyesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü  
ORCID: 0000-0001-6157-9181 [hacerhandan.demir@sbu.edu.tr](mailto:hacerhandan.demir@sbu.edu.tr)

**Cite as/ Atıf:** Demir, H. H. (2024). Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki: seçilmiş

OECD Ülkeleri üzerine bir araştırma. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2), 673-688

<http://dx.doi.org/10.18506/anemon.1480518>

**Received/Geliş:** 08 May/Mayıs 2024

**Accepted/Kabul:** 26 August/Ağustos 2024

**Published/Yayın:** 30 August/Ağustos 2024

index and urban population, while a significant and negative relationship was found with carbon emissions. It is concluded that the relationship between high technology exports and exports of goods and services, and renewable energy consumption is insignificant.

**Keywords:** Renewable Energy, Development, Panel Data Analysis

## Giriş

Ülkeler gelişmişlik seviyelerini artırmak ve ekonomik olarak büyümede sürdürülebilirliğin devamını sağlamak amacıyla üretim süreçlerinde kullanılan kaynakları artırır. Üretim süreçlerinde kullanılan kaynakların artırılması enerjiye duyulan ihtiyacı da artıracaktır. Enerji tüketiminin öneminin artmaya başlaması ile ekonomik kalkınma üzerinde etkili bir rol oynaması bu önemlilik seviyesini küresel bir hale getirmiştir. Bu durum neredeyse bütün ülkelerin enerjiye olan bağımlılığını ve dolayısıyla taleplerini artırmıştır. Bu nedenle ülkeler farklı enerji kaynaklarına yönelme zorunluluğu hissetmiştir. İlk başlarda kömür ile karşılanan enerji ihtiyacı daha sonra petrol ve doğalgaz kaynaklarının bulunması ile çeşitlenmiş ve üretimi artırarak ülkelerin gelişmesine büyük katkı sağlamıştır. Bu kaynaklar günümüzde halen kullanılmaktadır. Fakat bu kaynakların ortaya çıkardığı çevresel sorunlar, ülkeleri daha az zararlı olan enerji kaynaklarının arayışına itmiştir (Altınar ve Şimşek, 2022).

Enerji talebinin artmasından kaynaklanan enerji tüketimi ile ortaya çıkan çevresel sorunlar ve enerji kaynaklarındaki kıtlıklar ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımının artmasına sebep olmuştur. Çevresel sorunlar oluşturulmaması, düşük maliyetli olması, ülkelerin kendi üretimlerini gerçekleştirebilmesi ve yeni iş fırsatları oluşturması açısından yenilenebilir enerjinin ülkelerin ekonomik büyümesine ve aynı zamanda gelişmesine büyük katkı sağladığı kabul edilmektedir. Yenilenebilir enerji başlangıçta maliyetli gözüktü de ilerleyen dönemde kendisini amorti edebilme kabiliyetine sahiptir. Bu nedenle yenilenebilir enerji ülkelerin gelişme düzeylerine katkı sağlaması açısından büyük önem arz etmektedir. Çünkü enerji talebi ve karbondioksit emisyonu açısından sorun yaşayan ülkelerin gelişmekte olan ülkeler olduğu değerlendirilmektedir (Sadorsky, 2009).

Kırsaldan kente göç sonucu meydana gelen kentleşme, kentsel nüfusun artışının yanı sıra ekonomik faaliyetlerin de artmasına neden olmaktadır. İş gücünün kırsal alanlardan kentsel alanlara taşınması hizmet ve sanayi sektörlerindeki artışı da beraberinde getirmektedir. Artan kentleşme oranı ile sanayi ve hizmet sektörlerinde meydana gelen gelişmelerle birlikte üretim hacmi de artış göstermektedir (Jones, 2004; Madlener ve Sunak, 2011). Ekonomik faaliyetlerin artması sonucu enerjiye olan talep artmakta bu değişim ise enerjinin temini konusunda yeni arayışlara neden olmaktadır. Bu sebeple kentlerde yoğunlaşan insanlar fosil kaynakların kullanımını yerine daha temiz bir çevre için yenilenebilir enerji kaynaklarını ikame etme çabası içine girmişlerdir (Salim ve Shafiei, 2014).

İklimlerde yaşanan değişiklikler ve çevresel sorunlar küresel çapta bir sorun haline gelmiştir ve ülkelerin ekonomik büyümeleri üzerindeki etkisi tartışılmaktadır. Kullanılan enerji kaynaklarının tükenme ihtimali ülkelerde ithal enerji bağımlılığı ve dolayısıyla güvenlik sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Bu sebeple ülkelerin ekonomik büyümesi ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin tartışılması yerini ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin tartışılmasına bırakmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ülkelerin gelişmişliğinin sürdürülebilmesi açısından önemli bir hale gelmiştir (Saad ve Taleb, 2018).

Yenilenebilir enerji tüketiminin ülkelerin gelişmişlik düzeyi göstergeleri üzerinde nasıl bir etki oluşturacağına araştırılması bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Bu etkinin çok yönlü bir şekilde belirlenmesi amacıyla OECD ülkeleri üzerinde çalışma gerçekleştirilmiştir. OECD, üye ülkeleri ulusal, bölgesel ve yerel düzeylerde kilit küresel konularda işbirliği yapan 38 üye ülkeden oluşmaktadır. Bu üyeler dünya ticaret ve yatırımının yaklaşık %80'ini temsil etmektedir. Bu nedenle gerçekleştirilen bu çalışmada gelişmişlik düzeylerini daha kapsamlı yansıtaacağı düşüncesiyle OECD ülkelerinin kullanılmasına karar verilmiştir (OECD, 2024). Bu bağlamda seçilmiş olan 28 OECD ülkesine ait “insani gelişmişlik endeksi”, “yüksek teknoloji ihracatı”, “mal ve hizmet ihracatı”, “kentsel nüfus” ve “karbon emisyon miktarı” değişkenlerine ait 2007–2021 yıllarını kapsayan veriler ile panel veri analizi

yapılmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde kavramsal çerçeve çizilmiş daha sonra ikinci bölümde gerçekleştirilen literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise kullanılacak yöntem, model ve tanımlayıcı istatistikler açıklanmıştır. Dördüncü bölümde belirlenen değişkenler ile verilerin analizi yapılmış ve sonuç kısmında ise analizler neticesinde elde edilen bulgular değerlendirilerek gerçekleştirilen diğer çalışmalar ile karşılaştırılmış çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçların literatüre sağlayacağı katkının yanında politika yapıcılara yol göstereceği düşünülmektedir.

### **Kavramsal Çerçeve**

Gelişen ekonomi ve toplumsal yapı doğal kaynakların aşırı tüketimi, küresel çapta sosyal dengesizlik ve ekolojik olarak çevrenin bozulması gibi sosyal ve çevresel sorunları önemli bir gündem haline gelmiştir (Jin vd. 2020). Bu gündem içinde önemli bir yeri olan sürdürülebilir gelişme kavramı farklı disiplinlerden araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır (Tuazon vd. 2013). Ye ve Luan (1996) sürdürülebilir gelişmeyi, insanların yaşam kalitelerini ve çevresel şartları sürekli iyileştirerek şimdiki ve gelecek nesiller ile farklı ülke ve bölgelerden insanların ihtiyaçlarını karşılamak olarak tanımlamışlardır.

Bireylerin yaşam kalitesini karşılaştırmak amacıyla ülkelerin gelişmişlik düzeyinin ve daha gelişmiş bir ülke seviyesine ulaşmak için gereken şartların neler olduğunun bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda ülkeler için büyüme ve gelişme tanımlarının açıklanması gerekmektedir. Büyüme kavramı, ülkelerin belirli zaman dilimlerinde GSYH ve üretim kapasitelerindeki artmanın sürekliliğini ifade eder ve iktisadi açıdan sayısal olarak artış ve azalışı gösterir (Taban, 2016; Üzümcü, 2012). Gelişme kavramı ise kalkınma ile eş anlamlı olup, ülkelerin ekonomik istikrarının devamlılığı için ülke kaynaklarının verimli ve etkin bir şekilde kullanılması ile insanların yaşam kalitelerinin artırılmasını için kullanılır (Berber, 2017; Erbay ve Özden, 2013). Sürdürülebilir gelişmeyi değerlendirmek amacıyla referans alınan en önemli göstergelerden biri insani gelişmişlik endeksidir (İGE) (Estoque ve Murayama, 2014; Moran vd., 2008). Ülkelere ait nüfusun ekonomik, eğitim ve yaşam kalitesi seviyelerini karakterize eden önemli bir endekstir (Fioramonti, 2013; Cumming ve von Cramon-Taubadel 2018). İGE ülkelerin küresel çapta gelişim seviyelerinin belirlenmesine yardımcı olan etkin bir parametredir (HDI, 2020).

Ülkelerin ekonomik olarak büyümeleri ve gelişmeleri inovasyon yapabilmenin yanı sıra bu inovasyonların ve üretilen ürünlerin ihraç edilebilme potansiyeli ile de alakalıdır. Ülkelerin gelişim göstermek amacıyla girmiş oldukları rekabetlerde üretim yapmaları ve üretilen ürünleri dış pazarlara sunmaları gerekmektedir (Avcı vd., 2016). Üretilen mal ve hizmetlerin ihracatı, rekabet gücünü artırdığı için ülkelerin gelişme düzeylerinde önemli rol oynamaktadır (Hunjra vd., 214). Bu nedenle mal ve hizmet ihracatı ile yüksek teknoloji ürünlerinin ihracatı potansiyeli önemli bir gelişmişlik göstergesi olarak değerlendirilebilir. Yüksek teknoloji ürünlerinin ihracatı katma değeri yüksek olan ürünlerin üretimi demektir. Yüksek teknoloji ihracatı yüksek olan ülkeler dünya genelinde lider ülke konumundadır (Yıldız, 2017). Bu nedenle gelişmeyi benimseyen ülkelerin ihracatı geliştirerek ekonomik olarak kalkınması ve finansal kaynak sağlaması çok önemlidir (Şahin, 2019). Dolayısıyla yüksek teknoloji ürünlerinin, yapılan ihracat payı içerisindeki yerinin artırılması ülkelerin gelişmesi ve ekonomik olarak büyümesinin arkasındaki en önemli faktörlerden biridir (Hobday vd., 2001). Yüksek teknolojilerin kullanımının olumlu etkilerinin varlığı ile birlikte olumsuz etkilerinin de varlığı söz konusudur (Oluk vd., 2023). Enerjiye olan bağımlılığın artması ve çevresel sorunlar negatif etkiler olarak adlandırılabilir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması hem enerji bağımlılığını hem de çevresel sorunları azaltacak en etkin çözümdür.

Ülkelerin gelişimini etkileyen ve sürdürülebilirliğini sağlayan faktörlerin incelenmesi giderek daha önemli bir hal almıştır. Gelişme gösteren ülkelerdeki şehir nüfuslarının artış göstermesi ve üretimdeki artışlar enerji tüketimi ile doğrudan ilişkilidir. Enerji tüketimi kalkınma dinamikleri ve küreselleşme süreçlerine bağlıdır (Hussain vd., 2020). Gelişen teknolojinin etkisiyle endüstride üretim süreçleri ve yöntemlerinde gelişmeler meydana gelmiştir. Kentlerde iş imkânının daha fazla olması ve

daha yüksek getiri sağlayan işlerin bulunması; eğitim, sağlık ve sosyal hizmet imkânı arayışları ve renkli kent yaşamına olan özenti bireyleri kırsaldan kente göç etmeye yönlendiren nedenlerdir. Netice olarak şehir nüfuslarının artması beraberinde daha fazla enerji tüketimini teşvik eden küresel bir süreçtir. Bunun neticesi olarak da kişi başı daha fazla CO<sub>2</sub> emisyonu yayma eğilimi ortaya çıkmaktadır ve böylece çevresel sorunlar gündeme gelmektedir (Kvon vd., 2019). İnsanların kentlerde yoğunlaşması neticesinde ortaya çıkan çevresel sorunlardan dolayı fosil yakıtlar yerine temiz enerji arayışını ortaya çıkarmıştır. Örneğin gelişmiş ülkelerde temiz yaşam alanları oluşturmak amacıyla fosil yakıtlardan arındırılmış bölgeler yaşam alanları olarak belirlenmeye başlanmıştır (Salim ve Shafiei, 2014).

### Ampirik Literatür

Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda yenilenebilir enerji ile ülkelerin gelişmişlik düzeyi göstergeleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmaların bir kısmı Tablo 1'de sunulmaktadır.

**Tablo 1.** Literatürde Yer Alan Çalışmalar

Yazarlar	Örneklem Dönemi	Kaynak Ülke	Metodoloji	Sonuç
Bakırtaş ve Çetin (2016)	1992-2010	G-20	Panel Veri Tahmini	GSYİH ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir.
Özşahin vd. (2016)	2000-2013	BRICS ve Türkiye	Panel CUSUM Panel ARDL	Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif ilişki tespit etmiştir.
Bhattacharya vd.(2016)	1991-2012	RECAI 38 Ülke	Panel Veri Tahmini	Uzun dönemde seçilmiş ülkelerin % 57'sinde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik çıktılar arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki tespit etmiştir.
Önder ve Polat (2018)	1996-2014	OECD	Panel Veri Tahmini	Yenilenebilir enerji ile GSYİH üzerinde pozitif bir ilişki tespit etmiştir.
Sasmaz vd. (2020)	1990-2017	OECD	Panel Veri Tahmini	Yenilenebilir enerjinin insani gelişmeyi olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.
Demirgil ve Birol (2020)	1980-2018	Türkiye	Panel ARDL	Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişki tespit etmiştir.
Adekoya vd. (2021)	2000-2014	126 Ülke	Panel Veri Tahmini	Yenilenebilir enerji tüketiminin çoğu durumda insani gelişmeyi etkilediğini, ancak sonuçların bölgeler arasında heterojen olduğunu ortaya koymuştur.
Yıldırım ve Muhammed (2021)	1996-2017	OECD	Panel ARDL	Karbon salınımının yenilenebilir enerji kullanımının güçlü belirleyicilerinden biri olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji kullanımını etkilediği sonucuna varmıştır.
Mukhtarov vd. (2022)	1993-2019	Azerbaycan	DOLS	Yenilenebilir enerji tüketimindeki artış tüketim kaynaklı CO <sub>2</sub> emisyonlarında negatif etkilemektedir.
Çetinbakış ve Kutlu (2022)	1988-2019	Türkiye	Panel ARDL	Ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişki tespit etmiştir.
Özen ve Levent (2022)	2000-2019	OECD	Panel Veri Tahmini	Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin tek yönlü nedensellik olduğunu tespit etmiştir.
Kaewnern vd. (2023)	1996-2007	İGE'de ilk on sırada yer alan ülkeler	Panel Veri Tahmini	Ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketiminin İGE arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır.

## Yöntem

Bu çalışmada seçilmiş OECD üyesi ülkelere ait gelişmişlik düzeyi göstergeleri ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelenmek amaçlanmıştır. Bu nedenle ülkelerin gelişmişlik düzeyi göstergeleri olarak insani gelişmişlik endeksi, yüksek teknoloji ihracatı, mal ve hizmet ihracatı, kentsel nüfus ve karbon emisyonu bağımsız değişkenler olarak belirlenmiştir. Belirlenen ülkelere ait veriler 2007 ile 2021 yılları arasındaki dönemi kapsamakta olup belirlenen bu döneme ait veriler eksiksiz olarak elde edilmiştir. Elde edilen bu verilerle panel veri setleri oluşturularak analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırma için belirlenen zaman serisi için mikro panel tanımlanması kullanılmakta olup, mikro panelde belirlenen zaman serisinden dolayı meydana gelebilecek durağan dışılık göz ardı edildiği için sahte regresyon tehlikesinin olmayacağı bilinmektedir (Baltagi, 2005). Yapılan ulusal ve uluslararası bazı araştırmalarda oluşturulan panel veriler için zaman boyutu kısıtlılığı gözetilmeden durağanlık için sınamalar yapıldığı görülmektedir (Dilber ve Işık, 2021). Bu konu ile alakalı Kutlar (2018) ve Baltagi (2005) dikkate alındığında elde edilen verilerle 30 gözlemin altında panel veri oluşturulursa durağanlık sınaması yapmak için birim kök testi yapılmasının yanlış sonuçlar vereceği anlaşılmaktadır. Bu sebeple bu araştırma için elde edilen veriler mikro panel tanımlanmasına uygun olduğundan gerçekleştirilen analizlerde statik panel modellerinden faydalanılmıştır.

## Evren ve Örneklem

Araştırmada kullanılan değişkenlere ilişkin veriler; “Almanya, Avusturya, Avustralya, Belçika, Çekya, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hollanda, İngiltere, İtalya, İsveç, İspanya, İzlanda, İrlanda, İsviçre, Japonya, Kanada, Macaristan, Norveç, Portekiz, Polonya, Slovakya, Şili, Türkiye, Yeni Zelanda ve Yunanistan” ülkelerine ait olup, 2007-2021 yılları arasındaki dönemi kapsamaktadır.

## Verilerin Analizi ve Veri Toplama Araçları

Elde edilen veriler Dünya Bankası (World Bank), Enerji Enstitüsü (Energy Institute) ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) veri tabanından alınmıştır. Belirtilen veri tabanlarında kullanılması düşünülen değişkenlere ait 2007-2021 yılları arasında 15 yıllık bir zaman serisi bulunmaktadır. Bu nedenle araştırmanın eksiksiz bir veri seti ile gerçekleştirilmesi gözetilerek araştırma yılı 2007-2021 arası olarak belirlenmiştir. Verilen açıklamalar ışığında, seçilmiş OECD ülkelerinde “yenilenebilir enerji tüketimi” ile “insani gelişmişlik endeksi”, “yüksek teknoloji ihracatı”, “mal ve hizmet ihracatı”, “kentsel nüfus” ve “karbon emisyon miktarı” değişkenleri ile aralarındaki ilişkinin araştırılması amacıyla kurulmuş model aşağıdaki gibidir.

$$RC_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 i \text{ HDI}_{it} + \beta_2 i \text{ logHTE}_{it} + \beta_3 i \text{ logGSE}_{it} + \beta_4 i \text{ logUP}_{it} + \beta_5 i \text{ logCE}_{it} + \epsilon_{it}$$

Kurulan modelde kullanılan değişkenlerin tanımları Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2. Değişken Tanımları**

Değişken	Tanım	Kaynak
RC	Yenilenebilir Enerji Tüketimi	Energy Institute
HDI	İnsani Gelişmişlik Endeksi	UNDP
HTE	Yüksek Teknoloji İhracatı	World Bank
GSE	Mal ve Hizmet İhracatı	World Bank
UP	Kentsel Nüfus	World Bank
CE	Karbon Emisyonu	Energy Institute

Kaynak:

<https://data.worldbank.org/country> (Erişim tarihi: 10.01.2023)

<https://www.energyinst.org/statistical-review> (Erişim tarihi: 01.02.2023)

<https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI> (Erişim tarihi: 23.01.2023)”

**Tablo 3.** Tanımlayıcı İstatistikler

	RC	HDI	HTE	GSE	UP	CE
Ortalama	0.275	0.899	3.71e+10	3.41e+11	2.31e+07	2.31e+07
Maksimum	2.446	0.962	2.16e+11	1.77e+12	1.16e+08	1.16e+08
Minimum	0.006	0.717	9.50e+07	6.18e+09	290623	290623
Standart Sapma	0.371	0.042	4.90e+10	3.25e+11	273.2632	2.60e+07
Çarpıklık	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Basıklık	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gözlemler	420	420	420	420	420	420

Çarpıklık ve basıklık değerleri kullanılan serilerin normal dağılım gösterip göstermedikleri konusunda ek bilgiler vermektedir. Bir serinin normal dağılıma sahip olması halinde çarpıklık değeri sıfır veya sıfıra yakın bir değer almaktadır. Tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde çarpıklık ve basıklık değerlerinin sıfır olması kullanmış olduğumuz serilerin normal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir.

Elde edilen veriler ile kurulan panel modelinde ilk olarak verilerde birim ve zaman etkilerinin varlığı incelenmiştir. Daha sonra birim etkinin varlığını tekrar sınamak amacıyla farklı bir test olan “Breusch-Pagan Lagrange Çarpanı Testi” kullanılmıştır. Birim etki varlığının tespitinden sonra, birim etkinin türüne karar vermek için Hausman (1978) testinden faydalanılarak tesadüfi etkiler (random effect) tahmincisinin etkin olduğu sonucu elde edilmiştir.

Gerçekleştirilen Hausman testi sonucuna göre karar verilen tesadüfi etkiler tahmincisi için varsayım sınamaları yapmak amacıyla; otokorelasyonun tespiti amacıyla “Durbin Watson” ve “Yerel En İyi Değişmezlik” testleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra değişen varyansın (heteroskedastisite) tespiti amacıyla “Levene (1960), Brown ve Forsythe (1974) Değişen Varyans Testi” gerçekleştirilmiştir. Son olarak yatay kesit bağımlılığı için Freidman (1937) testi ve Pesaran (2004) testi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen varsayım analizleri neticesinde belirlenen modelde yatay kesit, otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarının varlığı incelenmiştir. Bu gibi varsayım sapmalarının söz konusu olduğu durumlarda analizler sonucunda doğru tahmin yapılmasına olanak sağlayan “Driscoll-Kraay Standart Hatalar Tahmincisi” kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

### Tahminci Seçimi

Panel veri modellerinde, klasik modelin geçerliliği diğer bir ifadeyle birim ve/veya zaman etkilerinin varlığının tespiti amacıyla yapılan testlerden biri “Olabilirlik Oranı Testi” (LR)’dir. Bu testteki  $H_0$  hipotezi “klasik model doğrudur” şeklinde kurulmaktadır. Elde edilen bulgulara göre  $H_0$  hipotezi reddedilirse, zaman etkisi, birim etkisi ya da her ikisinin de etkisinin var olduğuna karar verilir. Yani hipotezin ret edilmesi sonucu klasik modelin uygun olmadığı anlaşılır. Gerçekleştirilen analiz sonuçları Tablo 4’te verilmiş olup elde edilen bulgulara göre sadece birim etkinin varlığı söz konusudur. Bu sebeple kurmuş olduğumuz modelin tek yönlü olduğu anlaşılmaktadır.

**Tablo 4.** LR Testi Bulguları

LR Testi		
	Birim Etki (id)	Zaman Etki (t)
<b>X<sup>2</sup></b>	437.37	1.1e-12
<b>Prob</b>	0.0000	1.0000

Panel veri tahmincileri içerisinde yapılacak seçimlerde yapılması gereken öncelikli işlem, birim etkinin varlığını sınamaktır. Breusch ve Pagan (1980) tarafından “Lagrange Çarpanı” yaklaşımı yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen analiz ile birim etkinin varlığı incelenmiştir. Bu yöntem bireysel olarak havuzlanmış en küçük kareler yönteminin uygunluğunu yani heterojenliği test etmektedir. Gerçekleştirilecek sınama için sıfır hipotezi aşağıdaki gibidir;

$H_0$ : Birim etki varyansı sıfırdır ( $\sigma_u^2 = 0$ ).

Elde edilen test istatistiğinin 1 serbestlik derecesinde Ki-Kare ( $\chi^2$ ) dağılımına uyduğu görülmektedir.  $\chi^2$  tablosu ile LM istatistiğinin karşılaştırılması neticesinde  $H_0$  hipotezi reddedilmezse birim etkinin olmadığı anlamına gelir. Diğer bir deyişle uygulanacak klasik havuzlanmış en küçük kareler yönteminin uygun olacağı anlaşılır.  $H_0$  hipotezi reddedilirse birim etkinin var olduğu anlaşılır ki bu durumda birim etkinin türünün belirlenmesi gerekir (Breusch ve Pagan, 1980).

**Tablo 5.** Birim Etki Testi Bulguları

	Model	
	$\sigma_u^2$	$\sigma_u$
<b>RC</b>	.1373431	.3705983
<b><math>\epsilon</math></b>	.0205995	.1435254
<b><math>\mu</math></b>	.0669508	.2587484
<b><math>\chi^2(01)=1465.02^{***}</math></b>	<b>Sig.=0.000</b>	

\*\*\*(%1) anlamlılık düzeyinde  $H_0$  hipotezinin reddedildiğini ifade eder,  $\chi^2$ : Ki-Kare test istatistiği, (Parantez içi test serbestlik derecesini içerir.)  $\sigma_u^2$ : Birim Etki Varyansı,  $\sqrt{\sigma_u^2} = \sigma_u$ : Standart Hata,  $\epsilon$ : Hata Terimi,  $\mu$ : Birim Etkisi"

Tablo 5'te RC için standart hatalar ve varyans ile modele ait birim etki ( $\mu$ ), hata terimi ( $\epsilon$ ) ve standart hataları ile "Breusch-Pagan Testi", "Ki-Kare test istatistikleri" ve anlamlılık değerleri (Sig.) görülmektedir. Gerçekleştirilen test sonucuna göre model için, birim etki varyansının sıfır olduğuna dair sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir ( $\chi^2(01)=1465.02$ , sig.<0.01). Belirlenen modelde birim etkisi varlığı söz konusu olduğu için alternatif hipotezin kabul edilmesi gerekmektedir. Breusch-Pagan (1980) yaklaşımına göre, birimler arası etkinin dikkate alınmadığı klasik havuzlanmış en küçük kareler yöntemi uygun olmayacağı için birim etkinin türüne göre tesadüfi (random) veya sabit (fixed) etkiler yöntemleri kullanılarak gerekli tahminlerin yapılması gerektiği anlaşılmıştır.

Birim etkinin tesadüfi veya sabit etki olduğuna karar vermek amacıyla Hausman (1978) testi kullanılmıştır. Gerçekleştirilen teste birim etki ile bağımsız değişken arasında korelasyon yoksa iki tahmincinin de tutarlı olacağı anlaşılır. Ancak tesadüfi (random) etkiler tahmincisinin daha etkin olduğu söylenebilir. Birim etki ile bağımsız değişken arasında, korelasyonun söz konusu olması halinde tesadüfi (random) etkiler tahmincisi sapmalı sonuçlar verir. Hausman yaklaşımı için, H istatistiği 1. denklemdeki gibi tesadüfi ve sabit etkiler tahmincilerinin aralarındaki farktan faydalanılarak elde edilmektedir.

$$"H = (\hat{\beta}_{SE} - \hat{\beta}_{TE})' [A \text{Var}(\hat{\beta}_{SE}) - A \text{Var}(\hat{\beta}_{TE})]' (\hat{\beta}_{SE} - \hat{\beta}_{TE})" \quad (1)$$

Verilen denklemde TE alt indisi, tesadüfi etkiler tahmincisini, SE alt indisi ise sabit etkiler tahmincisini ifade etmektedir.  $A \text{Var}(\hat{\beta}_{TE})$  ve  $A \text{Var}(\hat{\beta}_{SE})$  ise, tesadüfi ve sabit etkiler modellerinden elde edilen, kovaryans matrislerini ve asimptotik varyansı ifade etmektedir. Hausman testi, değişken sayısı serbestlik derecesi ile Ki-Kare ( $\chi^2$ ) dağılımına uymaktadır. Elde edilen test istatistiği ile  $\chi^2$  tablosunun karşılaştırılması neticesinde, belirtilen hipotezin kabul edilmesi halinde tesadüfi etkiler modelinin uygun olacağı anlaşılır. Kabul edilmemesi halinde kullanılacak modelin sabit etkiler modeli olması gerekir. Gerçekleştirilen Hausman testine ait sonuçlar Tablo 6'daki gibidir.

**Tablo 6.** Hausman Test İstatistikleri

Değişken	SE(b)	TE(B)	Fark (b-B)	S.H
<b>HDI</b>	3.122912	3.390781	-.2678691	.7666474
<b>logHTE</b>	.0315694	.0172944	.014275	.0147415
<b>logGSE</b>	.0914001	.0615742	.0298259	.0369135
<b>logUP</b>	.46961	.5053124	-.0357024	.2689198
<b>logCE</b>	-.4134519	-.3713269	-.042125	.0365028
<b><math>\chi^2(5)=4.71</math></b>	<b>Sig.=0.452</b>			

“ $\chi^2$ :Ki-Kare test istatistiği, (Parantez içi test serbestlik derecesini içerir.) b: Sabit Etkiler Tahmincisi, B: Tesadüfi Etkiler Tahmincisi, (b-B) Tahminciler arasındaki fark, S.H: Standart Hata”

Tablo 6’da modele ait sabit ve tesadüfi etkiler tahmincileri, tahminciler arası fark ve standart hatalar için elde edilen sonuçlar görülmektedir. Belirlenen model için gerçekleştirilen Hausman testine göre sıfır hipotezinin reddedildiği anlaşılmaktadır ( $\chi^2(5)=4,71$  sig.>0.01). Elde edilen sonuca göre model için tesadüfi etkiler tahmincisinin etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### Varsayım Testleri

Belirlenen modelde değişen varyans (heteroskedastisite), otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı (birimler arası korelasyon) sorunlarının bulunması hatalı sonuçlar çıkmasına neden olmaktadır. Gerçekleştirilen varsayım testleri bazı durumlarda tahmincinin türüne göre değişiklik gösterebilmektedir.

Yapılan analizler neticesinde belirlenen tesadüfi etkiler modeli için gerçekleştirilecek varsayım sınamalarında; Otokorelasyonsuzluk varsayımı için Bhargava, Franzini ve Narendranathan’ın (1982) “Durbin Watson Testi”, Baltagi ve Wu’nun (1999) “Yerel En İyi Değişmezlik Testi” kullanılacaktır. Model için gerçekleştirilen otokorelasyon testi sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7. Otokorelasyon Testi Bulguları**

Test	Test İstatistiği
Bhargava, Franzini ve Narendranathan’ın Durbin Watson Testi	0.108
Baltagi-Wu’nun Yerel En İyi Değişmezlik Testi	0.375

Tablo 7’ye göre iki testinde istatistik değerinin 2’den küçük olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuca göre modelde otokorelasyon sorununun varlığı söz konusudur.

Araştırma modelinde birimler arası korelasyonun varlığının tespiti için Pesaran (2004) ve Freidman(1937) testleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 8’de sunulmuştur.

**Tablo 8. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Bulguları**

Model	Pesaran Test		Friedman Test	
	$\chi^2$	Sig.	$\chi^2$	Sig.
	5.18	0.000	39.061	0.063

“ $\chi^2$ : Ki-Kare test istatistiği, (Parantez içi test serbestlik derecesini içerir.)”

Tablo 8’de Pesaran ve Friedman testi bulgularına göre yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği yani birimler arası korelasyonun olduğu anlaşılmaktadır.

Modelde, değişen varyans (Heteroskedastisite) varlığının tespiti amacıyla, Levene (1960), Brown ve Forsythe (1974) testi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analiz neticesinde elde edilen bulgular Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9. Heteroskedastisite Testi Bulguları**

Model	W0		W50		W10	
	F(27,392)	Sig.	F(27,392)	Sig.	F(27,392)	Sig.
	24.889***	0.000	17.314***	0.000	23.913***	0.000

“\*\*\* (%1) anlamlılık düzeyinde  $H_0$  hipotezinin reddedildiğini ifade eder,  $\chi^2$ : Ki-Kare test istatistiği, (Parantez içi test serbestlik derecesini içerir.)”

Tablo 9’daki sonuçlara göre birimler arası varyanslar eşittir şeklindeki temel hipotez reddedilmektedir ( $F(27, 392) < F_{Tab}$ , sig < (0.01)). Bu sonuç modelde değişen varyans sorunun olduğunu göstermektedir.

Yapılan analizler neticesinde belirlemiş olduğumuz modelimizde istenmeyen otokorelasyon, yatay kesit ve değişen varyans (heteroskedastisite) sorunların varlığı tespit edilmiştir. Bu sorunlara ait gerekli düzeltme işlemleri gerçekleştirilmeden elde edilen sonuçlar sapmalı tahminleri içerecektir. Bu



gibi varsayım sapmaları söz konusu olduğunda doğru tahmin yapmaya olanak sağlayan “Driscoll-Kraay Standart Hatalar Tahmincisi” kullanılarak gerekli analizlerin yapılması gerekmektedir.

### Driscoll-Kraay Standart Hatalar Tahmincisi

Driscoll ve Kraay (1998) yöntemi standart parametrik olmayan zaman serilerinde kovaryans matrisi tahmincilerinin uzamsal ve dönemsel korelasyonun tüm genel formları için, dirençli olabilecek şekilde geliştirilebileceğini göstermektedir. Bu şekilde düzenlenmiş standart hata tahminleri, kovaryans matris tahmincilerinin tutarlılığını yatay kesit boyutundan bağımsız olarak garantilemektedir (Dilber ve Işık, 2022).

Gerçekleştirilen analiz neticesinde modele ait elde edilen tahmin bulguları Tablo 10’da verilmiştir.

**Tablo 10.** Model Tahmin Sonuçları

Değişkenler	$\beta$	Drisc/Kraay Standart Hata	z	Sig.
HDI	3,391	0.292	11.59***	0.000
logHTE	0.017	0.035	0.49	0.633
logGSE	0.616	0.062	0.99	0.339
logUP	0.505	0.170	2.97***	0.010
logCE	-0.371	0.055	-6.79***	0.000
Sabit	-11.152	3.447	0.006	0.002
Tanısal Testler				
Wald Testi	$\chi^2(05)=1982.20***$		Sig.=0.000	
Gözlem:	N:28	T:15	N*T=420	
R <sup>2</sup>	Birimler İçi = 0,41			

“\*\*\* (%1), \*\* (%5), \* (%10) düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.”

Tablo 10 incelendiğinde modelin, Wald Testi  $\chi^2(05)$  1982.20, sig.<0.01 sonucuna göre modelin bütünsel bir model olduğu ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlı olduğu sonucu elde edilmiştir. Determinasyon katsayılarına göre bağımsız değişkenler bağımlı değişken üzerindeki değişimi % 41 oranında açıklayabildiği görülmektedir.

Modele ait parametreler incelendiğinde; insani gelişmişlik endeksi değişkeninin yenilenebilir enerji tüketimi bağımlı değişkeni üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $\beta=3.391$ , sig.<0.01). Elde edilen bu sonuca göre incelediğimiz ülkeler için değerlendirilen insani gelişmişlik endeksindeki meydana gelen bir artışın, yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni üzerinde artışa, azalmaların ise azalışa sebep olduğu söylenebilir. Başka bir deyişle ülkelerin insani gelişmişlik düzeyleri arttıkça yenilenebilir enerji tüketimleri artmaktadır. Kentsel nüfus değişkeninin yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $\beta=0.505$ , sig.<0.01). Elde edilen bu sonuca göre incelediğimiz ülkeler için değerlendirilen zaman aralığı boyunca, Kentsel nüfusta meydana gelen artışlar, yenilenebilir enerji tüketiminin artmasına, azalmanın ise düşüslere sebebiyet vereceği söylenebilir. Başka bir deyişle ülkelerin Kentsel nüfusları arttıkça yenilenebilir enerji tüketimleri artmaktadır. Karbon emisyonu değişkeninin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlı sonucu elde edilmiştir ( $\beta=-0.371$ , sig.<0.01). Elde edilen bu sonuca göre incelediğimiz ülkeler için değerlendirilen karbon emisyonundaki meydana gelen artışlar, yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni üzerinde azalmaya sebep olduğu, azalmaların ise artışa sebep olduğu söylenebilir. Başka bir deyişle ülkelerin karbon emisyon miktarları azaldıkça yenilenebilir enerji tüketimleri artmaktadır. Yüksek teknoloji ihracatı değişkeninin ( $\beta=0.017$ , sig.>0.10) ve mal ve hizmet ihracatı değişkeninin ( $\beta=0.616$ , sig.>0.10) yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Salim ve Shafiei (2014) yapmış oldukları çalışmada elde etmiş olduğumuz sonuçlara benzer şekilde toplam nüfusun yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yine benzer şekilde Li ve Lin (2015) yapmış oldukları çalışmada kentleşmenin enerji tüketimini artırdığı sonucunu elde etmişlerdir.

Bu çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ile mal ve hizmet ihracatı ve yüksek teknoloji ihracatı arasındaki ilişkinin anlamsız olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu sonuçlara benzer şekilde Li ve Lin (2015) yapmış oldukları çalışmada sanayileşme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemişler yapmış oldukları bu çalışmada kentleşmenin enerji tüketimi üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sasmaz ve arkadaşları (2020) bağımlı değişkenin insani gelişmişlik indeksi olarak gerçekleştirmiş oldukları çalışmada yenilenebilir enerjinin insani gelişmeyi olumlu yönde etkilediği sonucunu elde etmişlerdir. Yine Kaewner ve arkadaşları (2023) ise yapmış oldukları çalışmada benzer şekilde ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, araştırma ve geliştirme harcamaları ve toplam doğal kaynak rantının İGE üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Adekoya ve arkadaşları (2021) ise yapmış oldukları çalışmada yenilenebilir enerji tüketiminin çoğu durumda insani gelişmeyi etkilediğini, ancak sonuçların bölgeler arasında heterojen olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Hasanov ve arkadaşları (2023) yapmış oldukları çalışmada elde etmiş olduğumuz sonuçlara benzer şekilde karbondioksit emisyonunun yenilenebilir enerji tüketimini olumsuz etkilediği sonucunu elde etmişlerdir. Yine benzer şekilde Yıldırım ve Muhammed (2021) yapmış oldukları çalışmada karbondioksit salınımının yenilenebilir enerji tüketiminde güçlü bir belirleyici olduğunu sonucuna ulaşmışlardır. Mukhtarov ve arkadaşları (2022) ise yapmış oldukları çalışmada farklı bir şekilde yenilenebilir enerji tüketiminin karbondioksit emisyonları üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Genel çerçevede yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik gelişmişlik arasındaki ilişki incelendiğinde; Çetinbakış ve Kutlu (2022), Demirgil ve Birol (2020), Önder ve Polat (2018), Özşahin ve arkadaşları (2016) yapmış oldukları çalışmalarda yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin pozitif olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Elde edilen bulgulara göre ülkeler, gelişmişlik düzeyleri arttıkça daha fazla yenilenebilir enerji tüketimine ihtiyaç duymakta ve buna bağlı olarak bu alana doğru yönelmektedir. Gelişmiş ülkelerde enerji sürdürülebilirliğinin sağlanması ve oluşabilecek çevresel sorunların önlenmesi amacıyla gerçekleştirilen enerji kaynakları planlaması, yönlendirmesi ve gerçekleştirilen yatırımlar bu çalışmada elde edilen gelişmişlik düzeyi göstergeleri ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi doğrular niteliktedir.

### **Sonuç ve Öneriler**

Elde edilen bulgular insani gelişmişlik endeksi ve kentleşme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır. Yine elde edilen bulgulara göre karbondioksit emisyonu ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında ise negatif bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre karbon emisyonunun azalması yenilenebilir enerji tüketiminin artacağını ve daha sağlıklı ve yaşanabilir bir çevre oluşacağını göstermektedir. Mal ve hizmet ihracatı ve yüksek teknoloji ihracatı ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında ilişkinin anlamsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İnsani gelişmişlik olarak sürdürülebilirliğin sağlanması hem ekonomik hem de sosyal açıdan bazı gerekliliklerin yerine getirilmesi sürecini kapsamakta olup yenilenebilir enerjiye olan yönlendirme de bu gerekliliklerin yerine getirilmesine katkı sunacak yollardan birisidir. İnsani gelişmişlik endeksinin artırılması yenilenebilir enerji tüketiminin artmasına katkı sağlayacaktır. Teknolojinin gelişmesi ve sanayileşmenin artmasıyla beraber kentlerde yaşayan nüfusun artması enerjiye olan ihtiyacın artmasına neden olmakta ve enerji temini sorununu ortaya çıkarmaktadır. Hem bu sorunun giderilmesi hem de çevresel zararlı etkiler dikkate alındığında yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimi son derece önemli bir hale gelmektedir. Yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi amacıyla hükümetlerin ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte hareket etmeleri, yenilenebilir enerji sistemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına katkı sağlayacak politikaların yanı sıra, vergi indirimi gibi ekonomik teşvikleri

içeren yasal düzenlemeleri ve mevzuat çalışmalarını da hayata geçirmeleri gerekmektedir. Çalışmanın sonuçları göstermektedir ki; ülkelerin gelişmişlik düzeyleri arttıkça daha fazla yenilenebilir enerji tüketimine yönelmektedirler. Bu da ileride karşılaşılabilecek çevre ve enerji sürdürülebilirliği ile ilgili sorunları en aza indirecektir. Gelişmekte olan ülkeler gelişmiş ülkelerin yenilenebilir enerji tüketimine yönelimlerini doğru analiz etmeli ve bugünden belli büyüklükteki kaynaklarını yenilenebilir enerji yatırımlarına yönlendirmelidirler.

Sonuç olarak elde edilen bulgular analiz sürecinde incelenmiş olan ülkelerde iktisat politikalarının oluşturulma süreçlerinde dikkate alınmalıdır. Elde edilen bulguların politika yapıcılara yol göstereceği, ülkelerin gelişmişlik düzeyleri arttıkça yenilenebilir enerji tüketimleri artacağı gibi, yenilenebilir enerji kullanımının da ülkelerin sosyal refah seviyelerine olumlu katkı sağlayacağı dolayısıyla ülkelerin gelişmesi yönünde pozitif etki oluşturacağı düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan zaman serisinin artırılması, farklı bağımsız değişkenlerin ve farklı metodolojilerin kullanılması ile elde edilen sonuçların karşılaştırılması bundan sonraki gerçekleştirilecek çalışmalarda literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### Kaynakça

- Adekoya, O. B., Olabode, J. K., ve Rafi, S. K. (2021). Renewable energy consumption, carbon emissions and human development: Empirical comparison of the trajectories of world regions. *Renewable Energy*, 179, 1836-1848. (<https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.08.019>)
- Altınar, A., ve Şimşek, E. (2022). BRICS-T Ülkelerinde Ekonomik Büyüme Üzerinde Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Etkisi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 12(3), 1651-1668. (<https://doi.org/10.48146/odusobiad.1089399>)
- Avcı, M., Uysal, S. and Taşçı, R. (2016). Türk İmalat Sanayinin Teknolojik Yapısı Üzerine Bir Değerlendirme. *Journal of Social Sciences and Humanities Researches*. 17(36): 49-66.
- Bakırtaş, İ., ve Çetin, M. (2016). Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: G-20 ülkeleri. *Sosyoekonomi*, 24(28), 131-146. (<https://doi.org/10.17233/se.43089>)
- Baltagi, B.H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. San Francisco: Johan Wiley ve Sons, Ltd, 3th Edition.
- Baltagi, B.H., ve Wu P.X. (1999). Unequally Spaced Panel Data Regressions With AR(1) Disturbances. *Econometric Theory*, 15, 814-823.
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I., ve Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied energy*, 162, 733-741. (<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.104>)
- Berber, M. (2017). İktisadi büyüme ve kalkınma, Trabzon: Celepler.
- Bhargava, A., Franzini, L., ve Narendranathan, W. (1982). Serial Correlation and The Fixed Effects Model. *The Review of Economic Studies*, 49(4), 533-549. (<https://doi.org/10.2307/2297285>)
- Breusch, T., ve Pagan, A. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics. *Review of Economic Studies*, XLVII, 239-253. (<https://doi.org/10.2307/2297111>)
- Brown, M. B., ve Forsythe, A.B. (1974). Robust tests for the equality of variances. *Journal of the American Statistical Association*, 69, 364-367. (<https://doi.org/10.2307/2285659>)
- Cumming, G. S., ve von Cramon-Taubadel, S. (2018). Linking economic growth pathways and environmental sustainability by understanding development as alternate social-ecological

- regimes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(38), 9533-9538. (<https://doi.org/10.1073/pnas.1807026115>)
- Çetinbakış, M., ve Kutlu, Ş. Ş. (2022). Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi ve çevresel sürdürülebilirliğin ekonomik büyüme üzerine etkisi. *Journal of Empirical Economics and Social Sciences*, 4(1), 20-38. (<https://doi.org/10.46959/jeess.1026396>)
- Demirgil, B., ve Birol, Y. E. (2020). Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye için bir Toda-Yamamoto nedensellik analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 68-83. (<https://doi.org/10.37880/cumuiibf.671591>)
- Driscoll, J.C., ve Kraay, A.C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of economics and statistics*, 80(4), 549-560. (<https://www.jstor.org/stable/2646837>)
- Dilber, C., ve Işık, H.B. (2021). Katılım Bankaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi; Seçilmiş Ülkeler Üzerine Panel Veri Analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 409-440. (<https://doi.org/10.18074/ckuiibfd.889617>)
- Dilber, C., ve Işık, H.B. (2022). Temel Solow Modeli Bağlamında Verimlilik ve İstihdam İlişkisi: Seçilmiş İslam Ülkeleri Üzerine Panel Veri Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1), 267-279. (<https://doi.org/10.32709/akusosbil.990839>)
- Erbay, E. R., ve Özden, M. (2013). İktisadi Kalkınma Kuramlarına Eleştirel Yaklaşım. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 3(1), 1-27.
- Estoque, R.C. ve Murayama, Y. (2014). Social–Ecological Status Index: A Preliminary Study of its Structural Composition and Application. 43, 183–194. (<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.031>)
- Fioramonti, L. (2013). *Gross Domestic Problem: The Politics behind the World’s Most Powerful Number*; Zed Books: London, UK.
- Friedman, M. (1937). The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *American Statistical Association*, 32, 675-701. (<https://doi.org/10.2307/2279372>)
- Hasanov, F. J., Mukhtarov, S., ve Suleymanov, E. (2023). The role of renewable energy and total factor productivity in reducing CO2 emissions in Azerbaijan. Fresh insights from a new theoretical framework coupled with Autometrics. *Energy Strategy Reviews*, 47, 101079. (<https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101079>)
- Hausman, J. (1978). Specification test in econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271. (<https://doi.org/10.2307/1913827>)
- Hobday, M., Cawson, A. and Kim, S. R. (2001). Governance of Technology in The Electronics Industries of East and South-East Asia. *Technovation*. (21(4): 209-226. ([https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(00\)00038-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(00)00038-9))
- Human Development Index (HDI). (2020). *Human Development Reports*. Available online: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>
- Hunjra, A. I., Ahmed, M., Kashif Iqbal, M., ve Khalil, J. (2014). Impact of Foreign Direct Investment, Imports, Exports of Goods and Services on Economic Growth of Pakistan. *Bulletin of Business and Economics*, 3(3), 155-165.
- Hussain, H. I., Slusarczyk, B., Kamarudin, F., Thaker, H. M. T., ve Szczepańska-Woszczyzna, K. (2020). An investigation of an adaptive neuro-fuzzy inference system to predict the relationship among energy intensity, globalization, and financial development in major ASEAN economies. *Energies*, 13(4), 850. (<https://doi.org/10.3390/en13040850>)

- Jin, H., Qian, X., Chin, T., ve Zhang, H. (2020). A global assessment of sustainable development based on modification of the human development index via the entropy method. *Sustainability*, 12(8), 3251. (<https://doi.org/10.3390/su12083251>)
- Jones, D.W. (2004). Urbanization and energy. *Energy* 6, 329-335.
- Kaewnern, H., Wangkumharn, S., <https://doi.org/pment> and renewable energy on human development: An insight from the top ten human development index countries. *Energy*, 262, 125540. (<https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125540>)
- Kvon, G.M. Prokopyev, A.I. Shestak, V.A. Larionova, A.A. ve Shikh, E.V. (2019). Features of cost advantages from implementation of energy-saving projects. *Int. J. Energy Econ. Policy*, 9(3), 53-58. (<https://doi.org/10.32479/ijeep.7645>)
- Kutlar, A. (2018). <https://www.ayeum.com/ders/evIEWS-programi-ile-panel-veri-analizi> (Erişim Tarihi 18.01.2024)
- Levene, H. (1960). Robust test for equality of variances. Stanford University Press, 278-292.0
- Li, K., ve Lin, B. (2015). Impacts of urbanization and industrialization on energy consumption/CO2 emissions: does the level of development matter?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1107-1122. (<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.185>)
- Madlener, R., ve Sunak, Y. (2011). Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: what can we learn for urban energy planning and urbanization management? *Sustain. Cities Soc.* 1, 45-53. (<https://doi.org/10.1016/j.scs.2010.08.006>)
- Moran, D.D., Wackernagel, M., Kitzes, J., Goldfinger, S.H. ve Boutaud, A. (2008). Measuring Sustainable Development—*Nation by Nation*. 64, 470-474. (<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.08.017>)
- Mukhtarov, S., Aliyev, F., Aliyev, J., ve Ajayi, R. (2022). Renewable energy consumption and carbon emissions: evidence from an oil-rich economy. *Sustainability*, 15(1), 134. (<https://doi.org/10.3390/su15010134>)
- Oluk, F., Demir, Y., Şahiner, E., Gökcan, A., Özcan, H. K., ve Demir, G. (2023). Endüstri 4.0 sisteminin çalışanlar üzerinde oluşturduğu psikososyal risk etmenlerinin incelenmesi; makine ve ekipman imalatı sektörü örneği. *Frontiers in Life Sciences and Related Technologies*, 9-17. (<https://doi.org/10.51753/flsrt.1374977>)
- Önder, H., ve Polat, A. (2018). Enerji tüketiminin GSYİH ile ilişkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Marmara İktisat Dergisi*, 2(1), 105-116. (<https://doi.org/10.24954/mjecon.2018.18>)
- Özşahin, Ş., Mucuk, M., ve Gerçekler, M. (2016). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: BRICS-T ülkeleri üzerine panel ARDL analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4), 111-130.
- Pesaran, M.H. (2004). General diagnostic test for cross section dependence in panels. *Cambridge Working Paper*
- Saad, W., ve Taleb, A. (2018). The Causal Relationship Between Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From Europe. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 127-136. (<https://doi.org/10.1007/s10098-017-1463-5>)
- Sadorsky, P. (2009). Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies. *Energy Policy*, 37(10), 4021-4028. (<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.05.003>)
- Sahin, B. E. (2019). Impact of high technology export on economic growth: An analysis on Turkey. *Journal of Business Economics and Finance*, 8(3), 165-172. (<https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2019.1123>)

- Salim, R.A., ve Shafiei, S. (2014). Urbanization and renewable and non-renewable energy consumption in OECD countries: An empirical analysis. *Economic Modelling*, 38, 581-591. (<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.02.008>)
- Sasmaz, M. U., Sakar, E., Yayla, Y. E., ve Akkucuk, U. (2020). The relationship between renewable energy and human development in OECD countries: A panel data analysis. *Sustainability*, 12(18), 7450. (<https://doi.org/10.3390/su12187450>)
- Tuazon, D., Corder, G.D., ve McLellan, B.C. (2013). Sustainable development: A review of theoretical contributions. *Int. J. Sustain. Future. Hum. Secur.* 1 (1), 40-48.
- Taban, S. (2016). İktisadi Büyüme Kavram ve Modeller, Bursa: Ekin Yayınları.
- Üzümcü, A. (2012). İktisadi Büyüme (Teori, Model ve Türkiye Üzerine Gözlemler), İstanbul: Beta Yayınları.
- Ye, W.H., ve Luan, S.J. (1996). On the measurement and index system of sustainable development. *World Environ.* 1, 7-10.
- Yıldırım, U., ve Muhammed, K. (2021). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Makro Ekonomik Belirleyicileri. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 267-289. (<https://doi.org/10.18074/ckuiibfd.845859>)
- Yıldız, Ü. (2017). BRICS Ülkeleri ve Türkiye’de Yüksek Teknoloji İhracatı ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Panel Veri Analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi Dergisi*. 53: 26-34.

## Extended Abstract

### Introduction

Since renewable energy consumption is an important driving force for the development of countries, it is very important for the growth and development of countries. For this reason, this study aims to investigate the relationship between development level indicators and renewable energy consumption of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) member countries.

Countries increase the resources used in production processes in order to increase their level of development and ensure the continuation of sustainability in economic growth. Increasing the resources used in production processes will also increase the need for energy. Environmental problems arising from energy consumption due to the increase in energy demand and shortages in energy resources have led to an increase in the use of renewable energy in countries. It is accepted that renewable energy contributes greatly to the economic growth and development of countries in terms of not creating environmental problems, being low-cost, enabling countries to realize their own production and creating new job opportunities. For this reason, this study was carried out because it is considered that increasing the development level of countries is of great importance in terms of contributing to the increase in renewable energy consumption.

### Methodology

This study aims to examine the relationship between the level of development indicators of selected OECD member countries and renewable energy consumption. For this reason, human development index, high technology exports, exports of goods and services, urban population, and carbon emissions were determined as independent variables. The data were obtained from the World Bank, Energy Institute, and United Nations Development Program databases. The data for the identified countries cover the period between 2007 and 2021, and the data for this period have been obtained in full. With these data, panel data sets were created and analyzed. Micro panel definition is used for the time series determined for the research, and for this reason, static panel models were used in the analyzes performed with the data obtained for this research. In the light of the explanations given, the model established to examine the relationship between the variables is as follows.

$$RC_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 i \text{ HDI}_{it} + \beta_2 i \text{ logHTE}_{it} + \beta_3 i \text{ logGSE}_{it} + \beta_4 i \text{ logUP}_{it} + \beta_5 i \text{ logCE}_{it} + \epsilon_{it}$$

### Results and discussion

When the parameters of the model are analyzed, it is found that the human development index variable has a positive effect on the renewable energy consumption dependent variable and is statistically significant at the 1% level ( $\beta=3.391$ , sig.<0.01). Urban population variable has a positive effect on renewable energy consumption variable and is statistically significant at 1% level ( $\beta=0.505$ , sig.<0.01). Carbon emission variable has a negative effect on renewable energy consumption and is statistically significant at 1% level ( $\beta=-0.371$ , sig.<0.01). High technology exports variable ( $\beta=0.017$ , sig.>0.10) and exports of goods and services variable ( $\beta=0.616$ , sig.>0.10) have no effect on renewable energy consumption.

Salim and Shafiei (2014) and Li and Lin (2015) found that urbanization has a positive effect on energy consumption, similar to the results we have obtained in their studies. Sasmaz et al. (2020), Kaewnern et al. (2023) obtained the result that renewable energy positively affects human development, similar to the results we have obtained. Adekoya et al. (2021) find that renewable energy consumption affects human development in most cases, but the results are heterogeneous across regions. Hasanov et al. (2023) and Yıldırım and Muhammed (2021), similar to the results we have obtained in their study, concluded that carbon dioxide emissions have a negative effect on renewable energy consumption. Mukhtarov et al. (2022), on the other hand, concluded that renewable energy consumption has a negative impact on carbon dioxide emissions in a different way.

When the relationship between renewable energy consumption and economic development is analyzed in general framework; Çetinbakış and Kutlu (2022), Demirgil and Birol (2020), Önder and Polat (2018), Özşahin et al. According to the findings obtained, countries need more renewable energy consumption as their level of development increases and accordingly tend towards this area. The energy resources planning, orientation and investments realized in developed countries in order to ensure energy sustainability and prevent environmental

problems that may arise confirm the relationship between development level indicators and energy consumption obtained in our study.

### **Conclusions and recommendations**

The findings reveal the existence of a positive relationship between human development index and urbanization and renewable energy consumption. According to the findings, there is a negative relationship between carbon dioxide emission and renewable energy consumption. According to these results, the decrease in carbon emissions indicates that renewable energy consumption will increase, and a healthier and more livable environment will be created. It is concluded that the relationship between exports of goods and services and high technology exports and renewable energy consumption is insignificant.

Ensuring sustainability as human development involves the fulfillment of certain requirements in both economic and social terms, and the orientation towards renewable energy is one of the ways to contribute to the fulfillment of these requirements. Increasing the human development index will contribute to an increase in renewable energy consumption. With the development of technology and the increase in industrialization, the increase in the population living in cities leads to an increase in the need for energy and creates the problem of energy supply. Considering both the elimination of this problem and environmental harmful effects, renewable energy production and consumption becomes extremely important. In order to encourage the use of renewable energy, governments should act together with the relevant institutions and organizations, and implement policies that will contribute to the development and dissemination of renewable energy systems, as well as legal arrangements and legislative studies that include economic incentives such as tax reductions. The results of the study show that as the level of development of countries increases, they tend to consume more renewable energy. This will minimize the environmental and energy sustainability problems that may be encountered in the future. Developing countries should correctly analyze the tendency of developed countries towards renewable energy consumption and direct their resources to renewable energy investments.

As a result, the findings obtained should be taken into consideration in the process of formulating economic policies in the countries examined in the analysis process. It is thought that the findings obtained will guide policy makers, as the development levels of countries increase, renewable energy consumption will increase, and renewable energy use will contribute positively to the social welfare levels of countries, thus creating a positive impact on the development of countries. Increasing the time series used in the study, comparing the results obtained by using different independent variables and different methodologies will contribute to the literature in future studies.