

PIIGS Ülkelerinde Büyümenin, Enflasyonun ve Kentleşmenin Yenilenebilir Enerji Tüketimine Etkisi

Aslı Okay Toprak^a 

^a Dr. Öğr. Üyesi, Kırklareli Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, Kırklareli/Kayalı, Türkiye.
E-posta: a.okaytoprak@klu.edu.tr

ÖZ Yenilenebilir enerji, çevre dostu çözümler sunmasının yanı sıra, yenilenemeyen enerjiye olan bağımlılığı azaltmakta, sürdürülebilir enerji gelişiminin sağlanmasında ve enerji güvenliği sorununun çözülmesinde önemli bir unsur olarak ele alınmaktadır. Özellikle Avrupa Birliği (AB) fosil yakıtlara alternatif olarak yenilenebilir enerjiye yönelik kullanımın yaygınlaşmasında öncü bir rol üstlenmiş bulunmaktadır. Ancak hedeflenen enerji dönüşümü sürecinde AB içindeki her ülkenin aynı performansı gösteremediği gözlenmektedir. Bu anlamda PIIGS ülkeleri (Portekiz, İtalya, İrlanda, Yunanistan ve İspanya), yaşadıkları benzer ekonomik zorluklar ve uyguladıkları çevre politikaları nedeniyle enerji dönüşümüne ilişkin çalışmalarda önemli bir yere sahiptir. PIIGS ülkeleri, 2008 krizinden sonra ekonomik istikrarını yeniden kazanmaya çalışırken aynı zamanda AB'nin yenilenebilir enerji hedeflerine uyum sağlamaya çalışmaktadırlar. Bu çalışmanın motivasyonu, ekonomik büyüme ve enflasyon gibi makroekonomik faktörlerin yenilenebilir enerji tüketimini nasıl şekillendirdiğini ele alırken aynı zamanda enerji tüketim yapısını doğrudan etkileyen önemli bir faktör olarak kentleşme oranını da ele almaktır. Bu şekilde disiplinler arası bir bakış açısı ile PIIGS ülkelerinin yeşil mutabakat hedeflerine olan katkılarını daha geniş bir perspektifle ele alınması amaçlanmaktadır. Söz konusu değerlendirmelerin gerçekleştirilebilmesi için, PIIGS ülkelerine ait 1990-2021 yılları arasına ait yenilenebilir enerji tüketimi, tüketici fiyat endeksi, Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) ve kentsel nüfus artışı verileri kullanılarak görünüşte ilişkisiz regresyon modeli (SUR) uygulanmıştır. Çalışmada ele alınan Portekiz, İtalya, Yunanistan ve İspanya'ya ait ampirik sonuçlar ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini azaltıcı bir etki yarattığını göstermektedir. Bununla birlikte PIIGS ülkeleri içinde bir tek İrlanda'da ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini artırdığı görülmektedir. Modelde ayrıca enflasyonun PIIGS ülkelerinin tamamında yenilenebilir enerji tüketimini artırdığı gözlenmektedir. Kentleşme oranına ait parametrelerin anlamlı çıktığı ülkeler ise İrlanda, Yunanistan ve İspanya olmuştur. Her üç ülkede de kentleşme oranındaki artış yenilenebilir enerji tüketiminde azalışa yol açmaktadır.

The Impact of Growth, Inflation and Urbanization on Renewable Energy Consumption in PIIGS Countries

ABSTRACT In addition to providing environmentally friendly solutions, renewable energy reduces the dependence on non-renewable energy and is considered an important element in ensuring sustainable energy development and solving the problem of energy security. The European Union (EU) has assumed a leading role in the widespread use of renewable energy as an alternative to fossil fuels. However, not every country in the EU has the same performance in the targeted energy transformation process. In this sense, PIIGS countries (Portugal, Italy, Ireland, Greece, and Spain) have an important place in studies on energy transition because of the similar economic difficulties they face and the environmental policies they implement. PIIGS countries are trying to regain economic stability after the 2008 crisis, while at the same time trying to harmonize with the EU's renewable energy targets. The motivation of this study is to address how macroeconomic factors such as economic growth and inflation shape renewable energy consumption, while simultaneously addressing the urbanization rate as an important factor that directly affects the energy consumption structure. In this way, we aim to address the contribution of PIIGS countries to green consensus targets from a broader perspective from an interdisciplinary perspective. To make these assessments, a seemingly unrelated regression model (SUR) was applied using data on renewable energy consumption, consumer price index, Gross Domestic Product (GDP), and urban population growth for PIIGS countries between 1990 and 2021. The empirical results for Portugal, Italy, Greece, and Spain show that economic growth dampens renewable energy consumption. However, among PIIGS countries, economic growth increases renewable energy consumption only in Ireland. The model also shows that inflation increases renewable energy consumption in all PIIGS countries. The countries where the urbanization rate parameters are significant are Ireland, Greece, and Spain. In all three countries, an increase in the urbanization rate leads to a decrease in renewable energy consumption.

Anahtar Kelimeler

*büyüme • enflasyon •
kentleşme oranı •
yenilenebilir enerji • PIIGS*

Keywords

*growth • inflation •
urbanization rate •
renewable energy • PIIGS*

Atf: Okay Toprak, A. (2024). PIIGS ülkelerinde büyümenin, enflasyonun ve kentleşmenin yenilenebilir enerji tüketimine etkisi. *EnergyTR*, 1(2), 97–115. <https://doi.org/10.65552/energytr.2024.1.2.001>

Başvuru: 19.01.2024 **Kabul:** 20.09.2024

EXTENDED ABSTRACT Currently, increasing population, rapid urbanization, growth targets, technological developments, and increasingly accelerated transport demands have led to an ever-increasing increase in total energy demand. Increasing the total energy consumption also raises concerns about the sustainability of energy resources. It is vital to realize a change that will ensure the broad use of renewable energy resources to fulfill rising energy demands while also taking strategic actions to combat the climate problem, which has begun to manifest itself. Renewable energy resources are candidates to replace fossil fuels as an environmentally friendly option to meet energy demand. The increase in the share of renewable energy resources in meeting energy demand indicates a sustainable environment and development process. Therefore, expanding the use of renewable energy supports the creation of a healthy, safe, and stable environment over the long term. The European Union is inclined to take critical steps towards renewable energy by setting ambitious targets to combat climate change and increasing energy security. The aim is to accelerate the use of renewable energy sources in the transportation, heating, cooling, and industrial sectors. In addition to the pressure of environmental effects, the existence of geopolitical forces, such as the Russia-Ukraine conflict, reduces dependence on fossil fuels, one of the main agenda items in the European Union. At this point, we can also say that the European Union has the position to lead the global transition to renewable energy. The Union's Green Deal aims for a comprehensive energy transition to increase the continent's economic and environmental sustainability. It provides a roadmap for combating climate change, protecting natural resources, and promoting sustainable development. Reducing energy consumption and improving energy efficiency are the key components of the Green Deal. Nevertheless, it has been noted that EU member states do not have a uniform perspective when it comes to the implementation of decisions made under the green consensus framework. The definition of PIIGS (Portugal, Italy, Ireland, Greece, Spain) countries is used for European Union countries with weak economic and fiscal performance.

PIIGS faced high public debt, especially during the European Debt Crisis that followed the 2008 global financial crisis. Moreover, these countries have higher budget deficits than European Union countries. In addition, the industrial structure in PIIGS countries has weak innovation capacity and low productivity. Therefore, unemployment rates are also higher than in other European countries. The fragility of the banking systems in PIIGS countries remains a significant factor. These countries have become heavily dependent on bailout packages from the European Union in times of economic crises. Consequently, their economic performance stands in stark contrast to that of strong European Union nations, such as Germany, the Netherlands, or those in Scandinavians. Therefore, it can be stated that they are in a more disadvantageous situation compared to other union members in the dissemination of renewable energy consumption. Since efforts to expand renewable energy consumption require certain financial power and technological infrastructure, it is possible that the transformation efforts in these countries will be realized at a slower pace than expected.

The aim of this study is to address how macroeconomic factors such as economic growth and inflation shape renewable energy consumption, while simultaneously addressing the urbanization rate as an important factor that directly affects the energy consumption structure. To make these assessments, a seemingly unrelated regression model (SUR) was applied to the PIIGS countries using data on renewable energy consumption, the consumer price index, Gross Domestic Product (GDP), and urban population growth between 1990 and 2021. The empirical results for Portugal, Italy, Greece, and Spain show that economic growth dampens renewable energy consumption. However, among PIIGS countries, economic growth increases renewable energy consumption only in Ireland. This difference in Ireland can be attributed to a variety of demand- and supply side factors. The increase in demand, which affects the increase in renewable energy consumption, is mostly associated with the increase in income level created by growth. It was observed that individuals and firms with high

income levels develop environmentally friendly energy consumption habits. The per capita income level in Ireland is significantly higher than that in other PIIGS countries. The high prevalence of international corporate investment in Ireland encourages economic growth and a high per-capita income level. In this respect, the empirical results of this study support the Environmental Kuznets hypothesis for Ireland. The model also shows that inflation increases renewable energy consumption in all PIIGS countries. Particularly, in Italy, this effect is quite high. The increasing effect of inflation on renewable energy consumption can be attributed to an increase in the cost of fossil fuels, energy security concerns, technological developments, and incentive mechanisms. If we compare the decreasing effect of economic growth on renewable energy consumption and the increasing effect of inflation on renewable energy consumption on a national basis, it can be said that the decreasing effect of economic growth in Portugal and Greece is higher than the increasing effect of inflation. In this case, it can be said that Portugal and Greece are the most disadvantaged countries among the PIIGS countries in terms of achieving sustainable growth. Italy and Spain are countries in which the increasing effect of inflation is greater than the decreasing effect of economic growth. The countries where the

urbanization rate parameters are significant are Ireland, Greece, and Spain. In all three countries, an increase in the urbanization rate leads to a decrease in renewable energy consumption. Rapid urbanization is one of the main factors that cause an increase in the rate of urbanization, leading to a decrease in renewable energy consumption. In the absence of investment in infrastructure transformation during urbanization, fossil fuel use can become dominant. Urbanization leads to a sharp increase in electricity demand. Conventional power grids generally utilize existing fossil fuel-based generation capacity, not renewable energy sources, to meet rapidly growing demand. This can complicate the integration of renewable energy sources. In addition, urbanization, space limitations, and high land costs can also make it difficult to implement renewable energy conversion projects. In rapid urbanization processes, the implementation of long-term sustainable energy policies is often neglected. This situation may result in fossil fuels being preferred because of their short-term economic advantages. In this context, Ireland has been the country where the effect of urbanization on renewable energy consumption has been observed the most. However, Ireland's economic growth and inflation parameters point to a higher rate of sustainable energy transition compared to urbanization.

Sanayi, ulaşım ve evsel kullanım alanlarındaki giderek artan enerji talebi, fosil yakıtlarla karşılandığında, küresel ölçekte çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük bir çıkmaza yol açmaktadır. Bu nedenle, alternatif enerji kaynaklarına yönelimin yaygınlaştırılması tüm ülkeler için stratejik bir öneme sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları, tükenme riski taşımamaları ve çevreye zarar vermemeleri nedeniyle fosil yakıtlara önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynakları karbon emisyonlarını azaltarak küresel ısınmayla mücadelede kritik bir araç görevi görmektedir (Doğaner, 2024). Bu bağlamda, yenilenebilir enerji tüketimi hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirlik hedeflerinin önemli bir unsuru hâline gelmiştir. Ekonomik büyüme, enflasyon ve kentleşme oranı gibi makroekonomik göstergeler, yenilenebilir enerji kullanımını doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Ülkelerin yenilenebilir enerji kullanımını ne ölçüde yaygınlaştırabildiklerini değerlendirmek için bu göstergeler yol gösterici niteliktedir.

AB'nin yenilenebilir enerji kullanımında küresel ölçekte öncü bir role sahip olduğu söylenebilir. Enerji güvenliği kaygıları ve artan çevre bilinci, bu öncü rolün belirginleşmesinde önemli etkenlerdir. AB'nin Yenilenebilir Enerji Direktifi (RED II), üye ülkelerin yenilenebilir enerji payını artırma hedeflerini belirleyerek, 2030 yılına kadar toplam enerji tüketiminin %42,5'inin yenilenebilir kaynaklardan karşılanmasını öngörmektedir (European Commission, 2018). Bunun yanı sıra, Avrupa Yeşil Mutabakatı ile 2050 yılına kadar karbon nötrlüğüne ulaşmayı hedeflemekte ve yenilenebilir enerjiyi bu dönüşümün merkezine yerleştirmektedir (European Commission, 2019). Almanya, Danimarka ve Hollanda gibi ülkeler, Horizon Europe gibi araştırma programları aracılığıyla yenilenebilir enerji projelerine büyük yatırımlar yapmaktadır. Bu yatırımlar, özellikle güneş ve rüzgâr teknolojilerinin maliyetlerini düşürmeye önemli katkı sağlamaktadır. AB'de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırarak enerji dönüşümünü hızlandırma ihtiyacı, artan sayıda aşırı hava olayları ve diğer iklim değişikliği etkileriyle doğrudan ilişkilendirilmektedir. Bu doğrultuda, uygulanan tarife garantileri, vergi teşvikleri, sübvansiyonlar ve diğer düzenlemeler, şeffaf ve tutarlı kuralların benimsenmesini teşvik etmek amacıyla önceliklendirilmektedir (IRENA & ILO, 2021). Bununla birlikte, AB'nin yenilenebilir enerji kullanımındaki öncü rolü, çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Yenilenebilir enerji depolama teknolojilerindeki sınırlamalar, enerji altyapısının modernizasyonuna duyulan ihtiyaç ve yüksek maliyetler bu zorlukların başlıcalarıdır. Yenilenebilir enerji kullanımını hızlandırmanın önündeki temel engeller arasında yavaş işleyen prosedürler, yetersiz politika desteği, artan işçilik, ekipman ve finansman maliyetleri ile enflasyona bağlı olarak ortaya çıkan belirsiz ekonomik koşullar yer almaktadır. Ayrıca, AB içerisinde yenilenebilir enerji kullanımını ekonomik açıdan daha cazip hâle getirme çabalarının, özellikle İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi ülkelerde daha yoğun bir çaba gerektirdiği de vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, enerji dönüşümünün başarısı açısından AB, homojen bir yapı sergilememektedir (International Energy Agency, 2024). PIIGS ülkeleri, 2008 küresel finans krizinin etkileriyle ekonomik yapılarında köklü değişimler yaşamış ve bu süreçte enerji politikalarında kapsamlı bir dönüşüm ihtiyacı doğmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, bu ülkelerin enerji ithalatına bağımlılıklarını azaltma, çevresel sürdürülebilirliği sağlama ve ekonomik büyümeyi destekleme çaba-

larının merkezinde yer almaktadır. Ancak, ekonomik büyüme oranlarındaki dalgalanmalar, enflasyonun enerji maliyetleri üzerindeki baskısı ve kentleşme oranının enerji talebi üzerindeki artan etkisi, yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde karmaşık ve çok boyutlu dinamikler yaratmaktadır.

Bu çalışmada, PIIGS ülkelerinde ekonomik büyüme, enflasyon ve kentleşme oranlarının yenilenebilir enerji tüketimine etkileri incelenmektedir. Çalışmanın temel amacı, söz konusu makroekonomik faktörlerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkilerini analiz ederek akademik literatüre özgün ve değerli bulgular sunmaktır.

Literatür

Enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki son dönemlerde oldukça önem kazanmış durumdadır. Geleneksel büyüme teorilerinde uzun bir dönem, diğer üretim faktörlerinin yanı sıra enerjinin üretimde oynadığı kritik rol dahil edilmemiştir. Enerjinin büyüme sürecindeki rolü ancak yeni büyüme modellerinde ön plana çıkmaktadır. Son dönem çalışmalarında enerjinin ekonomik büyümedeki rolünün, arzının kıt olduğu durumlarda daha belirgin olduğunu vurgulamaktadır. Buna ek olarak, bazı çalışmalar enerji ve büyüme arasındaki bağlantının doğrusal olmayabileceği ve enerji tüketimindeki olumlu ve olumsuz şokların ekonomik büyüme üzerinde farklı etkileri olabileceğini de ileri sürmektedir (Maluleke ve ark., 2024, s. 1). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklayan dört farklı hipotez ayrımı yapılabilir. İlk hipotez enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik olmadığını savunan Nötrlük hipotezidir. İkinci hipotez nedenselliğin ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü olduğunu savunan tasarruf hipotezidir. Büyüme hipotezi, enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik söz konusu olduğunu savunmaktadır. Son hipotez olan geri besleme hipotezi ise her iki değişkenin birbirini karşılıklı olarak etkilediğini ve birbirlerine bağımlı olduklarını savunmaktadır (Abosedra ve ark., 2015, s. 2). Enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ampirik olarak ele alan çalışmaların öncüsü olan John Kraft ve Arthur Kraft'ın 1978 yılında gerçekleştirdiği çalışmada enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında sabit ve değişmeyen bir ilişki söz konusu olduğu ifade edilmektedir. Çalışmanın temel ampirik bulgusu sadece büyümeden enerjiye doğru tek yönlü bir ilişki olduğu buna karşın enerjiden büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olmadığı şeklindedir (Kraft & Kraft, 1978, s. 401).

Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki olduğunu savunan tasarruf hipotezini destekleyen pek çok çalışma mevcuttur. Huang ve arkadaşları 2008 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında 1972-2002 yıllarına ait verileri kullanarak 82 ülke için enerji tüketimi ve büyüme ilişkisini ele almışlardır. Çalışmada yüksek gelir grubunda daha verimli enerji kullanımına yönelim ile çevresel iyileşmenin gözlemlendiği sonucuna ulaşılmaktadır (Huang ve ark., s. 41). Binh, Vietnam'daki 1976-2010 dönemi için enerji tüketimi-büyüme bağlantısını araştırdığı çalışmasında, enerji tüketiminin Vietnam'da ekonomik büyüme için sınırlayıcı bir faktör olmadığı yönündeki bakış açısını desteklemektedir. Bu doğrultuda çalışmada politika önerisi olarak ekonomik büyüme üzerinde ciddi etkiler yaratmadan çevre dostu kalkınma amaçları için enerji politikalarının dönüştürülebileceğini savunmaktadır (Binh, 2011, s. 1). Aynı

şekilde Qazi ve arkadaşları, Pakistan özelinde geleneksel enerji politikalarının terk edilerek enerji talebini karşılamak için yenilikçi enerji politikalarının geliştirilmesi gerekliliğini savunmuşlardır. Çalışmada temiz endüstriyel büyümeyi arttırmak için güneş ve rüzgâr gibi alternatif enerji kaynaklarına önem verilmesi gerekliliği vurgulanmaktadır (Qazi ve ark., 2012). Soile (2012) Endonezya'nın 1971-2010 dönemi zaman serilerini kullanarak enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedenselliğin yönünü ve iki değişken arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Çalışmada ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca uzun dönemli bir ilişkinin varlığını ortaya koyulması nedeniyle enerji ürünlerinin uygun fiyatlandırılmasını sağlamak için çeşitli reformların hayata geçirilmesi önerilmektedir (Soile, 2012, s. 205).

Enerji tüketimi ve ekonomik büyümeye ilişkin tarafsızlık hipotezine ilişkin çeşitli ülke ve bölgeleri kapsayan çalışmalar mevcuttur. Hajko (2013) AB ülkeleri üzerinde yaptığı çalışmada tarafsızlık hipotezini reddederek, bunun yerine büyüme hipotezi için kanıtlar sunmaktadır (Hajko, 2013). Alp (2016) 23 OECD ülkesi üzerinde yaptığı analizinde karışık sonuçlar elde ederek, 11 ülke için tarafsızlık hipotezini doğrulamaktadır (Alp, 2016). Omri gerçekleştirdiği kapsamlı literatür araştırması neticesinde toplam enerji tüketimi için yapılan çalışmaların %21'inin tarafsızlık hipotezini desteklerken, yenilenebilir enerji tüketimi için %40'ının tarafsızlık hipotezini desteklediğini belirtmektedir (Omri, 2017).

Enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi teşvik ettiğini öne süren büyüme hipotezi, farklı bölgelerdeki çeşitli çalışmalar tarafından desteklenmektedir. Grodzicki ve Janikiewicz (2020) AB özelinde ele aldıkları çalışmalarında enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu ifade etmektedirler. Kasperowicz (2014) 2000-2012 örneklem dönemine ait verileri kullanarak 12 Avrupa ülkesi için 13 yıl boyunca enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri araştırmaktadır. Çalışmanın sonuçları enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu yönündedir (Kasperowicz, 2014). Pata ve Terzi (2017) Türkiye'de 1976-2013 dönemini kapsayan yıllık zaman serisi verilerine dayanan çalışmalarında enerji tüketiminden büyümeye doğru kısa ve uzun dönemli tek yönlü pozitif nedensellik bağlantılarının varlığını desteklemektedirler.

Enerji tüketimi ve ekonomik büyümeye ilişkin geri besleme hipotezi, büyüme ve enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensel ilişki olduğunu ileri sürmektedir. Çeşitli çalışmalar bu hipotezi farklı ülkeler ve gelir grupları arasında ele almaktadır. Yaşar (2017) 1970-2015 döneminde Dünya Bankası gelir sıralamasına göre dört gruba ayrılan 119 ülke için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmektedir. Çalışmanın sonuçları, enerji kullanımı ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkisinin, ülkenin hangi gelir grubuna ait olduğuna bağlı olarak farklılaştığını göstermektedir. Geri besleme hipotezinin uzun dönemde üst-orta gelir grubu ve yüksek gelir grubu için desteklendiği, tasarruf hipotezinin ise kısa dönemde üst-orta gelir grubu ve uzun dönemde alt-orta gelir grubu için desteklendiği sonucuna varılmaktadır. Tarafsızlık hipotezi kısa vadede düşük ve alt orta gelir grupları için desteklenmektedir (Yaşar, 2017). Aslan ve arkadaşları 1997-2009 döneminde 47 ABD eyaleti

için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Panel Granger nedensellik testi sonuçları bu eyaletlerde geri besleme hipotezinin doğrulandığını göstermektedir (Aslan ve ark., 2013). Sonuç olarak enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin farklı ülkeler ve zaman dilimleri arasında değişebileceği görülmektedir.

Ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi ise ülkenin gelir seviyesi, enerji politikaları ve altyapı özellikleri gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Ekonomik büyüme, üretim ve tüketim faaliyetlerindeki genişlemeyi beraberinde getirerek toplam enerji talebini artırmaktadır. Bu doğrultuda fosil yakıt ithalatçısı olan ülkelerde petrol fiyatlarının oynaklığı, yabancı enerji kaynaklarına olan bağımlılık ve karbon emisyonlarının çevresel sonuçlarına ilişkin endişeler, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan mevcut ilgiyi arttırmaktadır (Sadorsky, 2009). Bu yönelim, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ihtiyacını doğurarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerde gelir artışı ile paralel olarak hem çevre bilincinde hem de çevre dostu teknolojilere yönelik yatırımları arttığı gözlenmektedir (Apergis & Payne, 2010). Diğer yandan büyüme, enerji dönüşümü için gerekli olan Araştırma-Geliştirme (AR-GE) harcamaları için de bir avantaj sağlamaktadır. Yeşil teknolojilere yönelik yatırımlar ve AR-GE çalışmalarındaki artış ile yenilenebilir enerji teknolojilerinin maliyetlerinde de düşüş yaşanmaktadır. Düşen maliyet düzeyi yenilenebilir enerji kaynaklarının daha yaygın bir biçimde kullanılmasını teşvik etmektedir (Stern, 2004). Ancak büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi her zaman pozitif yönlü olmamaktadır. Fosil yakıtların hâkim olduğu, enerji altyapısının yenilenebilir enerjiye geçişinin maliyetli bir süreçte işaret ettiği, özellikle hızlı büyüyen gelişmekte olan ülkelerde artan enerji talebi büyük ölçüde fosil yakıtlarla karşılanmaktadır (York, 2012).

Yenilenebilir enerji tüketimi ve enflasyon arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar yenilenebilir enerji, enflasyon ve ekonomik istikrar arasındaki karmaşık etkileşimi vurgulamakta ve yenilenebilir enerjinin enflasyon üzerindeki etkisinin bölgesel ve ekonomik faktörlere bağlı olarak değişebileceğini öne sürmektedir. Zhang ve arkadaşları (2024), G7 (ABD, Almanya, İngiltere, Japonya, Fransa, Kanada, İtalya) ekonomilerinde yenilenebilir enerji tüketimi ve üretiminin enflasyon oranlarını arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmaktadırlar (Zhang ve ark., 2024). Benzer şekilde, Lu ve arkadaşları (2023) MENA (Orta Doğu ve Kuzey Afrika) ülkelerinde enflasyondan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu belirtmektedirler (Lu ve ark., 2023). Ancak Millischer ve arkadaşları (2024), yenilenebilir enerji kullanımının artmasının fosil yakıt fiyatlarından kaynaklanan enflasyon oynaklığını azalttığı fikrine karşı çıkmakta ve 1973'ten 2022'ye kadar 50 yıllık bir dönem boyunca 69 ülkede yenilenebilir enerjinin benimsenmesi ile enflasyonun fosil enerji fiyatlarındaki değişikliğe karşı duyarlı olmadığı savunmaktadır. Yazarlar buldukları ampirik sonuçları ulusal enerji politikalarına ve ticari bağlantı yayımlarına bağlamaktadırlar (Millischer ve ark., 2024).

Kentleşme ve yenilenebilir enerji tüketimini farklı bölgelerde ele alan çalışmaların sonuçları ekonomik büyümenin farklı dönemlerine bağlı olarak çeşitlilik göstermek-

tedir. Qamruzzaman, kentleşmenin başlangıçta yenilenemeyen enerji kaynaklarına yönelik artan talep ile negatif yönlü bir ilişkisi olduğunu ancak belirli bir eşiğin ötesinde ilişkinin pozitif yönlü olma eğilimi içinde olduğunu belirtmektedir (Qamruzzaman, 2024). Annisa ve arkadaşları (2024), Güneydoğu Asya ülkelerinde (1994-2020) kentleşme, sanayileşme ve ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini analiz etmeyi amaçladığı çalışmasında, kısa vadede kentleşme, sanayileşme ve ekonomik büyümenin Güneydoğu Asya ülkelerindeki yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde önemsiz bir etkisinin olduğunu ifade etmektedir. Ancak çalışmada mevcut bu etkinin uzun vadede değiştiği ifade edilmektedir. Sanayileşme başlangıçta geleneksel enerji kaynaklarına olan talebi artırsa da nihayetinde yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmektedir (Annisa ve ark., 2024). Buna karşın Han ve arkadaşları (2022) 1990-2018 dönemi Çin özelinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında kentleşmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkili olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Yazdi ve Shakouri (2018) AB özelinde ele aldıkları çalışmalarında kentleşme, yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyonları arasındaki uzun dönem ilişkileri ele almışlardır. Çalışma sonuçları karbon emisyonlarından kentleşmeye doğru tek yönlü bir ilişki olduğunu ve yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon emisyonları arasında herhangi bir nedensellik olmadığını göstermektedir. AB’de, karbon emisyonlarından kentleşmeye doğru tek yönlü gözlenen bu ilişki, kentleşmenin çevre üzerinde potansiyel olumsuz etkisini göstermesi açısından önem arz etmektedir (Yazdi & Shakouri, 2018).

Ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu öne süren Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi, yenilenebilir enerji tüketimi ile ilgili çalışmalarda da ele alınmaktadır. Bazı çalışmalar Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini desteklerken (Çağlayan Akay & Oskonbaeva, 2022), desteklemeyen çalışmalar da mevcuttur (Destek & Sinha, 2020). Mahmood ve arkadaşları 2023 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında 69 ampirik çalışmayı ele almışlardır. Bu çalışmalardan 57’si Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini doğrularken, sadece 12 çalışma Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini doğrulamamaktadır. Bu çalışmalardan 64’ü yenilenebilir enerji tüketiminin emisyon salınımı azalttığını ortaya koymaktadır. Ülke özelinde yapılan çalışmalarda 25 çalışmanın 18’i Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini doğrulamaktadır. Bu çalışmalardan 24’ü yenilenebilir enerji tüketiminin emisyon salınımı azalttığını doğrulamaktadır. Panel veri çalışmalarında, 44 çalışmadan 39’u Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini doğrularken ve 44 çalışmadan 40’ı yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarını azalttığını ifade etmektedir. Sonuç olarak Mahmood ve arkadaşları panel veri çalışmalarının ülkeye özgü analizlere kıyasla Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi için daha güçlü kanıtlar gösterdiğini de vurgulamışlardır (Mahmood ve ark., 2023). Çalışmaların çoğu, yenilenebilir enerji tüketiminin emisyonları azalttığı ve çevre kalitesini iyileştirdiği konusunda hemfikir görünmektedir. Ancak, yenilenebilir enerji politikalarının uygulanması, mali kısıtlamalar ve siyasi kararsızlık nedeniyle zorluklarla karşılaşılabilir. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi hala tartışmalı bir bilimsel düşünce anlayışı olmakla birlikte, ekonomi ve çevre araştırmalarında önemli bir temel oluşturmaktadır. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi ile AB sürdürülebilir kalkınma politikası arasında paralellik bulunmaktadır. AB içinde dönüşüme ilişkin zorluklar çoğunlukla talep tarafının mali yetersizliğinden ve negatif dışsalıkların maliyetlerinin

ekonomik sisteme dahil edilmesini teşvik etme ve yenilenebilir enerji tüketim oranını keskin bir şekilde artırma konusundaki siyasi kararsızlıktan kaynaklanabilmektedir (Kaspars, 2011).

Yöntem

Bu çalışmada büyüme, enflasyon ve kentleşmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisinin PIIGS ülkelerine ait 1990-2021 yılları arasındaki veriler ışığında değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Modelin bağımlı değişkeni yenilenebilir enerji tüketimi iken bağımsız değişkenleri ise Gayri Safi Yurt İçi Hasıla, tüketici fiyat endeksi ve kentsel nüfus artışı şeklinde sıralanmaktadır. Veri seti için Dünya Bankası verileri kullanılmıştır ve Tablo 1’de modeldeki değişkenlerin detaylı tanımları yer almaktadır. Kullanılan ekonometrik yöntem görünürde ilişkisiz regresyon modelidir. Büyüme, enflasyon ve kentleşmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisinin ortaya koyulması için aşağıdaki model oluşturulmuştur:

$$lrnw_{it} = \beta_0 + \beta_1 lgdi_{it} + \beta_2 linf_{it} + \beta_3 urb_{it} + \varepsilon_t$$

Tablo 1
Betimsel İstatistikler

	Değişken	Ort.	Std. Hata	En Küçük Değer	En Büyük Değer	Gözlem
rnw	Yenilenebilir enerji tüketimi (toplam nihai enerji tüketiminin %'si)	12.54937	7.8452	1.9	32.3	160
inf	Tüketici fiyat endeksi (2010 = 100)	6.94e+11	6.62e+11	8.11e+10	1.99e+12	160
gdp	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) (sabit 2015 ABD doları)	87.43658	19.05647	29.80381	114.0244	160
urb	Kentsel Nüfus Artışı (yıllık %)	0.877493	0.6924182	-0.8124242	3.222963	160

Bu çalışmada kullanacağımız SUR tahmincisi model kalıntıları arasındaki korelasyonu dikkate alarak sistemin açıklanmasına olanak sağlarken etkinlik kaybını da önlemektedir. Bu yöntem, çok sayıda regresyon denklemine sahip sistemleri araştırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle özellikle birden fazla bağımlı değişkenin bulunduğu ve bu değişkenlerin hata terimleri arasında korelasyon olduğu durumlarda kullanılan bir regresyon modelidir. Her denklemdaki bağımlı değişkenler farklı iken hata terimleri bağlantılı olabilmektedir. Görünürdeki farklılıklarına rağmen, denklemler aynı varyans-kovaryans yapıları nedeniyle bağlantılı olması durumunda görünüşte ilişkisiz regresyonu tahmin etmek için, regresyon modeli ilk olarak her bir birim için ayrı ayrı tahmin edilmektedir. Varyans-kovaryans matrisinin köşegen elemanları her bir birim için ayrı ayrı kurulan regresyon modellerinin kalıntı varyanslarını, köşegen dışı elemanları ise kalıntılar arasındaki kovaryansı göstermektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2020, s. 73).

Birden fazla bağımlı değişkenin birbirine görünürde ilişkisiz gibi görüldüğü ancak hata terimleri arasında korelasyon olduğu hipotezini temel alan SUR modelde bağımlı değişkenlerin ayrı ayrı incelenmesi durumunda bu hata terimleri arasındaki korelasyon göz ardı edileceğinden, daha az tutarlı ve etkin tahminler elde edilmesi durumu ortaya çıkmaktadır. Bağımlı değişkenler arasındaki eşzamanlılık ve hata terimleri arasındaki olası ilişkileri göz önünde bulundurmak amacıyla kullanılan SUR modeli, geleneksel çoklu regresyon modellerinden farklı olarak, hata terimleri arasındaki varyans-kovaryans matrisi üzerinden model parametrelerini tahmin eder. Modelin matematiksel ifadesi aşağıda verilmektedir (Zellner, 1962).

$$y_1 = X_1 \beta_1 + \epsilon_1 \quad (1)$$

$$y_2 = X_2 \beta_2 + \epsilon_2 \quad (2)$$

$$y_n = X_n \beta_n + \epsilon_n \quad (3)$$

y_i bağımlı değişken için bir gözlem vektörüdür. X_i bağımsız değişkenler matrisidir. β_i katsayılar vektörüdür. ϵ_i hata terimleri vektörüdür. Hata terimlerinin özellikleri şunlardır: $E(\epsilon_i \epsilon_j) = \Sigma_{ij}$ for $i \neq j$, Σ hata terimlerinin kovaryans matrisidir.

Bulgular

Ekonometrik analizlerde normal dağılım varsayımı, modelin istatistiksel geçerliliği ve çıkarımların güvenilirliği açısından temel bir rol oynamaktadır. Normal dağılım, model performansını değerlendirme açısından da önemlidir. Kalıntıların normal dağılıma uyup uymadığı, modelin iyi bir uyum gösterip göstermediğini anlamada kullanılmaktadır. Eğer kalıntılar normal dağılmıyorsa, modelin eksik spesifikasyona sahip olabileceği veya bağımsız değişkenlerin yeterince açıklayıcı olmadığı düşünülebilmektedir (Gujarati & Porter, 2009). Normal dağılım, asimptotik özelliklerin temelini de oluşturmaktadır. Örneklem büyüklüğü arttıkça, tahmin ediciler normal dağılıma yaklaşarak, çıkarımların daha güvenilir olmasını sağlamaktadır (Stock & Watson, 2015). Normal dağılım koşulu için Jarque-Bera değerinin 5'ten küçük ve olasılık değerinin 0.05'ten büyük olması gerekmektedir. Çalışmada yer alan modelin hesaplanan Jarque-Bera değeri 2.17 ve olasılık değeri 0.338 olarak hesaplanmıştır. Modelde normal dağılım problemi görülmemektedir. Düzenli dağılmış hatalar, ekonometrik analizin doğruluğu açısından kritik bir öneme sahiptir. Hatalar normal dağılmadığında, hesaplanan standart hataları etkileyerek yanlış hipotez testlerine yol açabilmektedir.

Tablo 2'de varyans genişlik faktörü (VIF) değerleri verilmektedir. Ortalama varyans genişlik faktörü değeri 5'in altındadır. Bu sonuca göre değişkenler arasında çoklu bağlantı sorunu bulunmamaktadır. Ekonometrik modellerde güvenilir, yorumlanabilir ve istikrarlı tahminler elde etmek için VIF değerlerinin 5'ten az olması beklenir. Çoklu doğrusal bağlantı, bağımsız değişkenlerden birinin ya da bir kısmının diğer bağımsız değişkenlerle doğrusal bir ilişki içerisinde olduğu durumu ifade etmektedir (Gujarati & Porter, 2009). Bu durum, regresyon katsayılarının güvenilir tahmin edilememesine yol açarak, katsayıların istatistiksel olarak anlamlı görünmemesini ve çıkarım sürecinde yanlış sonuçlara ulaşılmasına yol açabilmektedir (Greene, 2003).

Tablo 2
VIF Değerleri

Değişkenler	VIF	1/VIF
lgdp	1.18	0.846680
urb	1.12	0.891793
linf	1.06	0.946538
Ortalama VIF	1.12	

Kesit bağımlılığı için gerçekleştirilen Breusch-Pagan testinin sonuçlarına göre ($\chi^2(10)=88.300, Pr=0.0000$) kesit bağımlılığı vardır. Breusch-Pagan testi, regresyon modelindeki hata terimlerinin varyansının sabit olup olmadığını, yani homoskedastisite varsayımının geçerli olup olmadığını test etmek için kullanılmaktadır. Breusch-Pagan testi, hata terimlerinin varyansının, bağımsız değişkenlerin bir veya daha fazla fonksiyonu ile ilişkili olup olmadığını araştırmaktadır (Breusch & Pagan, 1979).

Tablo 3'te kalıntıların korelasyon matrisi yer almaktadır. Bu matris, her bir denklemdeki hata terimlerinin diğer denklemlerdeki kalıntı terimleriyle nasıl ilişkilendiğini ölçmektedir. Kalıntıların korelasyon Matrisi, bu hata terimleri arasındaki korelasyon yapısını incelemektedir.

Tablo 3
Kalıntı Korelasyon Matrisi

	Inrw1	Inrw2	Inrw3	Inrw4	Inrw5
Inrw1	1.000				
Inrw2	0.0970	1.000			
Inrw3	0.2381	0.5742	1.000		
Inrw4	0.3652	0.5943	0.7514	1.000	
Inrw5	0.5228	0.4485	0.5295	0.7467	1.000

Tablo 4'te Swamy, Pesaran ve Yamagata test sonuçları yer almaktadır. Test sonuçlarına göre parametreler heterojendir. Swamy, Pesaran ve Yamagata testleri panel veri analizinde katsayıların farklı yatay kesit birimleri arasında homojen mi yoksa heterojen mi olduğunu belirlemek için kullanılmaktadır. Swamy, Pesaran ve Yamagata testleri, panel veri analizinde model seçimi ve tahmin sonuçlarının güvenilirliğini sağlamak amacıyla, heterojenlik, bağımlılık ve model varsayımlarının geçerliliğini test etmektedir. Swamy test, panel veri modellerinde özellikle dinamik panel veri modellerinde birimlerin homojenlik varsayımını sorgulamaktadır. Heterojenlik tespit edildiğinde, homojen modeller yerine heterojen etkileri dikkate alan modeller tercih edilmesi du-

rumu söz konusudur (Swamy, 1970). Pesaran testi, panel veri analizinde çapraz birim bağımlılığını test etmek için kullanılır. Çapraz birim bağımlılığı, panel veri birimlerinin birbirleriyle ilişkili olduğu durumlarda ortaya çıkmaktadır (Pesaran, 2021). Yamagata Testi, Swamy testine benzer şekilde, katsayıların homojen olup olmadığını kontrol etmektedir. Ancak Yamagata testi, özellikle genişletilmiş panel veri setlerinde kullanılmaktadır (Yamagata, 2008).

Tablo 4

Swamy, Pesaran ve Yamagata'nın Eğim Heterojenliği için Test Sonuçları

Swamy	Pesaran ve Yamagata	
chi2(16)=2505.72	Delta	p-value
Prob > chi2=0.000	13.102	0.000
	Adj. 14.264	0.000

Tablo 5

Görünürde İlişkisiz Regresyon Modelinin Genel Sonuçları

	SURMG	sh	t hesaplanan
lgdp	-1.070565	0.17694497	-6.0502848
linf	1.53568244	0.137268	11.1874759
urb	-0.1506274	0.0234823	-6.41450663
_cons	25.030018	4.38793358	5.7042837

Tablo 5'te SUR modelinin genel sonuçları yer almaktadır. Tüm parametrelerin hesaplanan değerleri tablo değerinden (1.9752875) büyüktür. Dolayısıyla tüm parametreler anlamlıdır. Modelin genel sonuçlarına göre ekonomik büyümedeki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %1,07 azaltmaktadır. Enflasyondaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %1,53 arttırmaktadır. Kentsel nüfustaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %0,15 azaltmaktadır.

Tablo 6'te SUR modelin ülkeler özelindeki sonuçları yer almaktadır. Modelde ele alınan ilk ülke olan Portekiz'e ait ekonomik büyüme ve enflasyon parametreleri istatistiksel olarak anlamlıdır. Ekonomik büyümedeki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %1,58 azaltmaktadır. Enflasyondaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %0,94 arttırmaktadır.

İkinci ülke olan İrlanda'da her üç parametre de istatistiksel olarak anlamlıdır. Ekonomik büyümedeki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %1,01 arttırmaktadır. Enflasyondaki %1'lik artış,

yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %0,95 arttırmaktadır. Kentsel nüfustaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %0,38 azaltmaktadır.

Modelde ele alınan üçüncü ülke olan İtalya'ya ait ekonomik büyüme ve enflasyon parametreleri istatistiksel olarak anlamlıdır. Ekonomik büyümedeki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %2,7 azaltmaktadır. Enflasyondaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %3,16 arttırmaktadır.

Dördüncü ülke olan Yunanistan'da her üç parametre de istatistiksel olarak anlamlıdır. Ekonomik büyümedeki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %0,99 azaltmaktadır. Enflasyondaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %0,80 arttırmaktadır. Kentsel nüfustaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %0,23 azaltmaktadır.

Beşinci ülke olan İspanya'da her üç parametre de istatistiksel olarak anlamlıdır. Ekonomik büyümedeki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %1,08 azaltmaktadır. Enflasyondaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %1,80 arttırmaktadır. Kentsel nüfustaki %1'lik artış, yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini yaklaşık %0,15 azaltmaktadır.

Ekonomik büyümedeki artış İrlanda dışındaki tüm diğer dört ülkede yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini azaltmaktadır. Söz konusu etkinin en kuvvetli gözlemlendiği ülke ise İtalya'dır. Enflasyonun yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesi üzerindeki etkisi tüm ülkelerde arttırıcı şekilde gerçekleşmektedir. Etkinin istatistiksel olarak en yüksek olarak tespit edildiği ülke ise İspanya olmuştur. Kentleşme parametresi İrlanda, Yunanistan ve İspanya'da istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermiştir. Üç ülke için de kentleşme oranının yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki yüzdesini azalttığı görülmektedir. Azaltıcı etkinin en yüksek tespit edildiği ülke ise İrlanda olmuştur.

Tablo 6

Görünürde İlişkisiz Regresyon

Equation	Gözlem	Params	R-squared	P >chi2
rnw1	32	3	0.4859	0.0000
rnw2	32	3	0.9101	0.0000
rnw3	32	3	0.9122	0.0000
rnw4	32	3	0.7417	0.0000
rnw5	32	3	0.7697	0.0000

	Coefficient	Std.Hata	z	P> z
(Portekiz) rnw1				
lgdp1	-1.581816	0.4066026	-3.89	0.000
linf1	0.9474109	0.2355566	4.02	0.000
urb1	-0.0465499	0.0443757	-1.05	0.294
_cons	40.10004	9.563164	4.19	0.000
(İrlanda) rnw2				
lgdp2	1.013318	0.1760859	5.75	0.000
linf2	0.9585724	0.4390214	2.18	0.029
urb2	-0.3881006	0.0472148	-8.22	0.000
_cons	-28.61144	2.887079	-9.91	0.000
(İtalya) rnw3				
lgdp3	-2.700416	0.5219376	-5.17	0.000
linf3	3.161748	0.1898466	16.65	0.000
urb3	0.0665896	0.0441542	1.51	0.132
_cons	64.16158	14.10826	4.55	0.001
(Yunanistan) rnw4				
lgdp4	-0.9990483	0.2704447	-3.69	0.000
linf4	0.8068569	0.1593057	5.06	0.000
urb4	-0.2334789	0.0786364	-2.97	0.003
_cons	24.96084	6.508273	3.84	0.000
(İspanya) rnw5				
lgdp5	-1.084875	0.4907616	-2.21	0.027
linf5	1.803824	0.4017659	4.49	0.000
urb5	-0.151597	0.0381281	-3.98	0.000
_cons	24.53907	11.83888	2.07	0.038

Tartışma ve Sonuç

Ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki azaltıcı etkisi çeşitli ekonomik, politik ve teknolojik etkilere kaynaklanabilmektedir. Ekonomik büyüme genellikle enerji talebinde artışa yol açan bir süreç olarak nitelendirilebilir. Ancak yenilenebilir enerji alt yapısının yetersizliği ve fosil yakıtların kısa vadede daha düşük maliyet imkânı sunması artan talebin yaygın bir biçimde fosil yakıtlarla karşılanmasına yol açabilmektedir. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezine göre ekonomik büyümenin ilk aşamalarında fosil yakıt kullanımındaki artış ile daha yüksek oranda çevresel bozulma gerçekleşmektedir. Çevresel duyarlılığın artması ve yenilenebilir enerji tüketimine yönelim ancak büyümenin ileri aşamalarında gözlenmektedir. Bu görüş büyümenin belirli bir noktaya kadar yenilenebilir enerji kullanımını sınırlayabildiğini savunmaktadır. Hızlı büyüme dönemlerinin hedeflendiği durumlarda hükümetler de çevresel sürdürülebilirliği geri plana atabilmektedir. Büyüme hedeflerine ulaşmak adına sanayi ve altyapı projelerine yönelen yatırım faaliyetleri başlangıç maliyetlerinin yüksekliğine bağlı olarak yenilenebilir enerji yerine fosil yakıtları tercih etmeye yönelme eğilimindedir. Çalışmada ele alınan Portekiz, İtalya, Yunanistan ve İspanya'ya ait ampirik sonuçlar ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini azaltıcı bir etki yarattığını göstermektedir. Bununla birlikte PIIGS ülkeleri içinde bir tek İrlanda'da ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini arttırdığı görülmektedir. İrlanda'ya ilişkin bu farklılığın hem talep hem de arz yönlü çeşitli faktörlerle ilişkilendirilmesi mümkündür. Yenilenebilir enerji tüketimi artışını etkileyen talep artışı çoğunlukla büyümenin yarattığı gelir düzeyi artışı ile ilişkilendirilebilir. Yüksek gelir seviyelerine sahip bireyler ve firmaların çevreye duyarlı enerji tüketim alışkanlıkları geliştirdiği gözlenmektedir. İrlanda'da kişi başına düşen gelir düzeyi diğer PIIGS ülkelerinden belirgin bir şekilde daha yüksektir. İrlanda'da yüksek uluslararası şirket yatırımlarının yaygınlığı ekonomik büyümeyi ve kişi başına gelir seviyesinin yüksekliğini teşvik etmektedir. Bu açıdan çalışmanın ampirik sonuçları İrlanda için Çevresel Kuznets hipotezini destekler sonuçlar yansıtmaktadır. Ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji talebini artırmasının yanı sıra ekonomik büyümenin yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesine olanak sağlayan AR-GE yatırımlarını arttırdığı da ifade edilebilir. Artan yatırımlar yenilenebilir enerjiyi daha cazip ve erişilebilir bir seçenek haline getirmektedir. Talep ve arz yanlı bu etkiler beraberinde yenilenebilir enerji kullanımını teşvik eden yasal düzenlemelerin de gerçekleştirilmesini teşvik etmektedir. Bu noktada yenilenebilir enerjiye yöneliminin enerji güvenliği açısından öneminin toplumun tüm kesimleri tarafından benimsenmesinin de önemli bir etkisi bulunmaktadır. Modelde ele alınan diğer bir bağımsız değişken olan enflasyonun PIIGS ülkelerinin tamamında yenilenebilir enerji tüketimini arttırdığı görülmektedir. Özellikle İtalya'daki etki oldukça yüksek düzeydedir. Enflasyonun yenilenebilir enerji tüketimini arttırıcı etki yaratması fosil yakıtların maliyet artışı, enerji güvenliği endişeleri, teknolojik gelişmeler ve teşvik mekanizmaları ile ilişkilendirilebilir. Ülkeler arasında ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki azaltıcı etkisi ile enflasyonun yenilenebilir enerji tüketimini arttırıcı etkisi arasında kıyaslama yapacak olursak Portekiz ve Yunanistan'daki ekonomik büyümenin azaltıcı etkisinin enflasyonun arttırıcı etkisinin üstünde olduğu söylenebilir. Bu durumda sürdürülebilir bir büyüme

yüme yakalanması anlamında Portekiz'in ve Yunanistan'ın PIIGS ülkeleri arasındaki en dezavantajlı ülkeler oldukları söylenebilir. Enflasyonun artırıcı etkisinin ekonomik büyümenin azaltıcı etkisinin üzerinde olduğu ülkeler ise İtalya ve İspanya'dır. İrlanda ise PIIGS ülkeleri arasında ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde artırıcı etki yarattığı tek ülke olmuştur. Modelin elde edilen bu sonuçları çerçevesinde İrlanda'nın PIIGS ülkeleri arasında Avrupa'daki enerji dönüşümüne yönelik teşviklerin ve teknolojik gelişmelerin en fazla karşılık bulduğu ülke olduğunu söyleyebiliriz. Modelde ele alınan diğer bir değişken kentleşme oranıdır. Kentleşme oranına ait parametrelerin anlamlı çıktığı ülkeler İrlanda, Yunanistan ve İspanya olmuştur. Her üç ülkede de kentleşme oranındaki artış yenilenebilir enerji tüketiminde azalışa yol açmaktadır. Kentleşme oranındaki artışın yenilenebilir enerji tüketiminde azalışa yol açmasına neden olan faktörlerin başında hızlı kentleşme gelmektedir. Kentleşme sırasında altyapı dönüşümüne yatırım yapılmadığında, fosil yakıt kullanımı baskın olabilmektedir. Kentleşme, elektrik talebinde keskin bir artışa neden olmaktadır. Geleneksel enerji şebekeleri, hızlı artan talebi karşılamak için genellikle yenilenebilir enerji kaynaklarını değil, mevcut fosil yakıt bazlı üretim kapasitesini kullanmaktadır. Bu durum, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu zorlaştırabilmektedir. Ayrıca kentleşme, alan sınırlamaları ve yüksek arazi maliyetleri nedeniyle de yenilenebilir enerjiye dönüşüm projelerinin uygulanabilirliğini zorlaştırabilmektedir. Hızlı kentleşme süreçlerinde, uzun vadeli sürdürülebilir enerji politikalarının uygulanması genellikle ihmal edilir. Bu durum, fosil yakıtların kısa vadeli ekonomik avantajları nedeniyle tercih edilmelerine neden olabilmektedir. Bu bağlamda kentleşmenin yenilenebilir enerji tüketimini azaltıcı etkisinin en fazla gözlemlendiği ülke İrlanda olmuştur. Ancak İrlanda'ya ait ekonomik büyüme ve enflasyon parametreleri kentleşmeye oranla daha yüksek oranda sürdürülebilir enerji dönüşümünü işaret eden bir görünüm sunmaktadır.

Kaynakça / References

- Abosedra, S., Shahbaz, M., & Sbia, R. (2015). The links between energy consumption, financial development, and economic growth in Lebanon: Evidence from cointegration with unknown structural breaks. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Energy*, 15, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2015/965825>
- Alp, E. A. (2016). Energy consumption and economic growth in OECD countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(4), 753–759.
- Annisa, S., Rachmawatie, D., & Kusuma, D. B. (2024). The effect of urbanization, industrialization, and economic growth on renewable energy consumption in ASEAN-6 period 1994–2020. *El Mal Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, 5(4), 2772–2786. <https://doi.org/10.47467/elmal.v5i4.1695>
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38(1), 656–660. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.002>
- Aslan, A., Kum, H., Ocal, O., & Gözbaşı, O. (2013). Energy consumption and economic growth: Evidence from micro data. *ASBBS Annual Conference Proceedings*, 20(1), 280–288. https://dlwqtxtslxze7.cloudfront.net/92743605/Aslan_Kum_Ocal_GozbaslP280-288-libre.pdf

- Binh, P. T. (2011). Energy consumption and economic growth in Vietnam: Threshold cointegration and causality analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 1(1), 1–17.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation. *Econometrica*, 47(5), 1287–1294. <https://doi.org/10.2307/1911963>
- Cağlayan Akay, E., & Oskonbaeva, Z. (2022). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi: Orta Asya ülkeleri örneği. *International Conference on Eurasian Economies*, 238–247.
- Destek, M. A., & Sinha, A. (2020). Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness, and ecological footprint: Evidence from OECD countries. *Journal of Cleaner Production*, 242, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118537>
- Doğaner, A. (2024). Yenilenebilir enerji istihdam yaratıyor mu? Türkiye için kadın ve erkek istihdamı özelinde ekonometrik bir değerlendirme. *EnergyTR*, 1(1), 19–35.
- European Commission. (2018). *Renewable energy directive*. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en
- European Commission. (2019). *The European green deal*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis* (5th ed.). Pearson Education.
- Grodzicki, T., & Jankiewicz, M. (2020). Energy consumption and economic growth in the European Union: A causality analysis. *Ekonomista*, 4, 616–627. <https://doi.org/10.52335/dvqp.tel77>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Hajko, V. (2013). The relationship between energy consumption and economic activity in EU-27 countries: Testing the neutrality hypothesis. *Energy Studies Review*, 20(2), 1–23. <https://doi.org/10.2478/v10135-012-0001-y>
- Han, J., Zeeshan, M., Ullah, I., Rahman, A., & Afridi, F. E. (2022). Trade openness and urbanization impact on renewable and non-renewable energy consumption in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 41653–41668. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18353-x>
- Huang, B.-N., Hwang, M., & Yang, C. (2008). Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: A dynamic panel data approach. *Ecological Economics*, 67, 41–54. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.11.006>
- International Energy Agency. (2024). *Renewables 2023 analysis and forecast to 2028*. https://iea.blob.core.windows.net/assets/96d66a8b-d502-476b-ba94-54fda84cf72/Renewables_2023.pdf
- International Renewable Energy Agency (IRENA) & International Labour Organization (ILO), (2021). *Renewable energy and jobs annual review 2021*. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Oct/IRENA_RE_Jobs_2021.pdf
- Kaspars, N.-L. (2011). The environmental Kuznets curve hypothesis as theoretical approach in renewable energy promotion in Latvia. *Management Theory & Studies for Rural Business & Infrastructure Development*, 27(3), 140–157.
- Kasperowicz, R. (2014). Economic growth and energy consumption in 12 European countries: A panel data approach. *Business and Economic Horizons*, 7(3), 112–122. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2014/7-3/10>

- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 3(2), 401–403.
- Lu, X., Farhani, S., Soliman, A. M., Zhou, C., & Su, K. (2023). Renewable energy consumption, trade, and inflation in MENA countries with augmented production function: Implications for the COP26. *Technological Forecasting & Social Change*, 194, 107718. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.107718>
- Mahmood, H., Hassan, M. S., Rej, S., & Furgan, M. (2023). The environmental Kuznets curve and renewable energy consumption: A review. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(3), 279–291. <https://doi.org/10.32479/ijeep.14270>
- Maluleke, G., Odhiambo, N. M., & Nyasha, S. (2024). Is there a non-linear relationship between renewable energy consumption and economic growth in Namibia? *Cogent Economics & Finance*, 12(1), 2429769. <https://doi.org/10.1080/23322039.2024.2429769>
- Millischer, L., Fu, C., Volz, U., & Beirne, J. (2024). *Do renewables shield inflation from fossil fuel-price fluctuations?* (International Monetary Fund Working Paper). <https://www.imf.org/en/Publications/WP>
- Omri, A. (2014). An international literature survey on energy-economic growth nexus: Evidence from country-specific studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 951–959. https://mpira.ub.uni-muenchen.de/82452/1/MPRA_paper_82452.pdf
- Pata, U. K., & Terzi, H. (2017). A multivariate causality analysis between energy consumption and growth: The case of Turkey. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 12(9), 765–771. <https://doi.org/10.1080/15567249.2016.1278484>
- Pesaran, M.H. (2021). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics*, 60, 13–50. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01875-7>
- Qamruzzaman, M. (2024). Urbanization, trade openness, and industrialization as a determinant of clean energy consumption: Evidence from BRI nations. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(3), 1561–1574. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.3.0823>
- Qazi, A. Q., Ahmed, K., & Mudassar, M. (2012). Energy consumption and economic growth in Pakistan. *Economics The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*. <https://www.economics-ejournal.org/economics/discussionpapers/2012-29>
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption, CO2 emissions, and economic growth in a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 37(10), 3561–3570. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.029>
- Soile, I. O. (2012). Energy-economy nexus in Indonesia: A bivariate co-integration analysis. *Asian Journal of Empirical Research*, 2(6), 205–224.
- Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World Development*, 32(8), 1419–1439. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.03.004>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2015). *Introduction to econometrics* (3rd ed.). Pearson Education.
- Swamy, P. A. (1970). Efficient inference in a random coefficient regression model. *Econometrica*, 38(2), 311–323. <https://doi.org/10.2307/1913012>
- Yaşar, N. (2017). The relationship between energy consumption and economic growth: Evidence from different income country groups. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(2), 86–97.

- Yamagata, T. (2008). Test of poolability in a dynamic panel data model. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70(1), 103–115. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2008.00471.x>
- Yazdi, S. K., & Shakouri, B. (2018). The effect of renewable energy and urbanization on CO2 emissions: A panel data approach. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 13(2), 121–127. <https://doi.org/10.1080/15567249.2017.1400607>
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2020). *İleri panel veri analizi*. Beta Basım Yayım Dağıtım.
- York, R. (2012). Do alternative energy sources displace fossil fuels? *Nature Climate Change*, 2(6), 441–443. <https://doi.org/10.1038/nclimate1451>
- Zellner, A. (1962). An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. *Journal of the American Statistical Association*, 57(298), 348–368. <https://doi.org/10.2307/2281644>
- Zhang, L., Padhan, H., Singh, S. K., & Gupta, M. (2024). The impact of renewable energy on inflation in G7 economies: Evidence from artificial neural networks and machine learning methods. *Energy Economics*, 136, 107718. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107718>